

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejarah Revolusi Industri dimulai dari industri 1.0, 2.0, 3.0, hingga Revolusi Industri 4.0. Fase industri merupakan *real change* dari perubahan yang ada. Revolusi Industri 1.0 ditandai dengan mekanisasi produksi untuk mendukung efektivitas dan efisiensi aktivitas manusia, Revolusi Industri 2.0 dicirikan oleh standarisasi mutu dan produksi massal, Revolusi Industri 3.0 ditandai dengan fleksibilitas manufaktur berbasis otomasi dan robot, dan penyesuaian massal. Revolusi Industri 4.0 selanjutnya muncul menggantikan Revolusi Industri 3.0 yang ditandai dengan *cyber-physical system* (sistem siber-fisik) dan kolaborasi manufaktur (Hermann *et.al.*, 2015; Irianto, 2017). Istilah Revolusi Industri 4.0 berasal dari sebuah proyek oleh pemerintah Jerman ketika mempromosikan sistem komputerisasi manufaktur.

Lee *et.al* (2013) menjelaskan bahwa Industri 4.0 ditandai dengan peningkatan digitalisasi industri manufaktur, didorong oleh empat faktor:

1. Munculnya analitik, kapabilitas dan intelijen bisnis,
2. Kemajuan dalam mentransfer instruksi digital ke dunia fisik, seperti robotika dan pencetakan 3D,
3. Peningkatan volume data, daya komputasi, dan konektivitas,
4. Munculnya bentuk-bentuk interaksi baru antara manusia dan mesin.

Lifter dan Tschienner (2013) menambahkan bahwa dasar-dasar Industri 4.0 adalah integrasi mesin, alur kerja dan sistem, penerapan jaringan pintar di seluruh rantai produksi dan proses untuk mengendalikan satu sama lain secara mandiri.

Industri 4.0 mengintegrasikan teknologi otomatisasi dengan teknologi siber, menciptakan sinergi antara keduanya. Ini merupakan sebuah revolusi dalam teknologi manufaktur, di mana otomatisasi dan pertukaran data menjadi semakin canggih melalui pemanfaatan sistem fisik-siber, *Internet of Things (IoT)*, komputasi awan, dan komputasi kognitif. Salah satu hasil utama dari revolusi ini adalah terciptanya "pabrik cerdas", yang memiliki struktur modular. Dalam pabrik ini, sistem fisik-siber memantau proses fisik dan menciptakan representasi virtual dari

dunia nyata, memungkinkan pengambilan keputusan yang terdesentralisasi. Berkat *IoT*, sistem-sistem fisik-siber ini dapat berkomunikasi dan berkolaborasi secara simultan dengan manusia dan satu sama lain.

Pelaku industri merupakan sumber daya yang harus adaptif untuk semua jenis perubahan, termasuk revolusi industri. Untuk itu, pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi lulusan harus dirancang dengan komponen pelatihan Industri yang meliputi pengembangan, kompetensi, pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan di tempat kerja (Jainudina *et.al.*, 2014). Penelitian lain menyebutkan bahwa pelatihan industri yang mengasah pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara bersama-sama memperoleh persepsi positif dari peserta didik dan mampu membawa perubahan diri ke arah kompetensi yang ditetapkan (Najid *et.al.*, 2011).

Proses pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi dan pengetahuan sesuai dengan keperluan industri, dilakukan dengan pendekatan berdasarkan replikasi sistem kontrol industri sederhana (Dom'inguez *et.al.*, 2019), salah satu cara mengembangkannya ialah dengan aplikasi pelatihan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (Bologna *et.al.*, 2020). Aplikasi *Augmented Reality* (AR) bertujuan untuk memudahkan pekerjaan operator di industri, karena dapat menciptakan lingkungan kolaborasi antara manusia dengan robot. Dalam lingkungan yang fleksibel dengan robot dan manusia yang bekerja dan bergerak di area yang sama, interaksi antara keduanya dapat dilakukan dengan platform seluler yang memberikan instruksi langsung dan menerima informasi tentang status sistem/pekerjaan secara tepat dan terukur (Edera *et.al.*, 2020).

Implementasi aplikasi AR dalam pendidikan dan pelatihan di industri, peserta lokakarya dapat memperoleh wawasan tentang bidang aplikasi industri (Mustaqim, 2016). Satu sisi, aplikasi diintegrasikan ke dalam infrastruktur teknologi informasi (TI) yang ada untuk memvisualisasikan data mesin secara *real time* (Fitriawati, 2007). Sisi lain, instruksi pemeliharaan peralatan industri telah di digitalisasi, yang berfungsi untuk memfasilitasi pelaksanaan pekerjaan yang kompleks (Fitriawati, 2007). Untuk memungkinkan perbandingan langsung aplikasi dengan instruksi tempat kerja, studi dilakukan di mana peserta harus melaksanakan tugas perawatan pada printer 3D tersebut. Meskipun sebagian besar

peserta merespons secara positif penggunaan AR dan melihat potensi besar dalam lingkungan industri, tidak ada peningkatan efisiensi yang dapat diamati dalam aplikasi AR pada dunia industri tersebut (Sugiono, 2021). Alasannya adalah bahwa perangkat informasi yang digunakan (tablet genggam), membuat sulit untuk melakukan operasi *ambidextrous* (Elmunsyah *et.al.*, 2022). Namun demikian, karena penerimaan yang tinggi dari peserta studi dan evaluasi positif penggunaannya, AR dapat menggantikan instruksi kerja berbasis kertas.

Penggunaan teknologi yang lebih efisien, langkah selanjutnya adalah mendesain aplikasi sedemikian rupa sehingga dapat dengan mudah dilakukan integrasi ke perangkat informasi lain. Di samping itu, untuk membuat pernyataan yang lebih tepat tentang penerimaan dan efisiensi aplikasi AR dalam proses produksi, studi yang lebih besar harus dilakukan (Christian *et.al.*, 2020).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) AR dapat diaplikasikan pada pendidikan teknik mesin, yaitu pada pembelajaran getaran mekanis, dimana aplikasi diintegrasikan ke dalam infrastruktur yang ada untuk memvisualisasikan data mesin secara *real time*, (2) Di sisi lain, instruksi pemeliharaan telah di digitalisasi, yang mana harus memfasilitasi pelaksanaan pekerjaan yang kompleks dengan bantuan objek yang tertanam di lingkungan untuk memungkinkan perbandingan langsung aplikasi dengan instruksi tempat kerja yang khas (Marco Schumanna *et.al.*, 2020), (3) AR juga telah diterapkan pada pedagogi desain mekanis. Pada desain mekanis AR dianggap memiliki potensi besar untuk banyak bidang aplikasi (Scaravetti *et.al.*, 2019), (4) Operasi terpandu konservatif kanker payudara dengan AR bisa membuka jalan bagi metode non- invasif digital untuk lokalisasi tumor intra-operasi (Gouveia *et.al.*, 2021), (5) Kegunaan pelatihan AR dan kemampuan pelatihan berbasis simulasi di lingkungan lapangan luar ruangan untuk militer telah teridentifikasi dengan baik (Champney *et.al.*, 2017).

Teknologi virtual dan *augmented reality* adalah sarana baru untuk berkomunikasi dan memiliki potensi untuk melengkapi pelatihan radiologi; berkomunikasi dengan rekan kerja, merujuk dokter, dan pasien; dan membantu dalam prosedur radiologi intervensi (Raul N. Uppot, *et.al.*, 2019).

Berdasarkan hasil observasi awal ketika penulis melaksanakan penelitian untuk material *grinding ball* pada *ball mill* di PT Semen Indonesia Group,

penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran daring ini masih memiliki banyak masalah yang menghambat terlaksananya efektivitas pembelajaran. Salah satu di antaranya yaitu kurangnya media pendukung kegiatan pembelajaran daring mata pelajaran praktikum jika dilakukan pembelajaran *hybrid*. Pada pelatihan saat ini PT semen Indonesia untuk media memakai *ball mill* secara riil tetapi hal ini sangat memberatkan karena harus mengeluarkan biaya pelatihan yang sangat besar.

Di sisi lain, untuk melakukan pendidikan dan pelatihan dalam mengoperasikan *ball mill* tanpa produksi selama satu jam, diperlukan biaya yang sangat mahal. Biaya listrik pada kegiatan pelatihan tersebut sebesar 15 juta rupiah per jam. Dengan demikian, penggunaan aplikasi AR pada pendidikan dan pelatihan industri manufaktur diharapkan mampu membekali keterampilan awal peserta diklat sebelum mereka terjun untuk mengoperasikan peralatan produksi sesungguhnya, sehingga biaya pendidikan dan pelatihan dapat ditekan serendah mungkin.

Secara khusus, meskipun aplikasi AR telah berhasil digunakan dalam konteks medis atau militer selama bertahun-tahun, aplikasi industri sering dianggap sebagai solusi terisolasi yang hanya berlaku di lingkungan kerja yang ditentukan dan statis. Kontribusi ini sesuai dengan persyaratan umum untuk aplikasi AR dengan dua studi kasus dari konteks industri, yaitu bantuan berbasis *Augmented Reality* untuk teknisi layanan energi angin dan simulator pengelasan berbasis AR untuk tujuan pendidikan dan pelatihan (Quandt *et.al.*, 2018). Berdasarkan pemaparan di atas penulis yakin dan percaya bahwa Model AR dapat diaplikasikan untuk pembelajaran di industri dengan syarat-syarat tertentu dalam rangka mencapai kompetensi yang lebih baik.

Kerangka yang diperkenalkan dalam tulisan ini adalah landasan yang didukung secara empiris yang berkontribusi pada desain dan pengembangan aplikasi AR motivasional yang secara efektif mendukung motivasi siswa. Kerangka ini membahas, sebagian, kebutuhan yang diungkapkan oleh Pintrich (2003) dan Akçayır dan Akçayır (2017) untuk panduan desain yang lebih banyak dan model holistik untuk meningkatkan motivasi dalam pengaturan pembelajaran. Secara khusus, kerangka kerja kami menentukan komponen yang harus disertakan oleh

aplikasi AR untuk secara efektif mendukung empat dimensi motivasi sehingga pengembang.

Salah satu metode untuk mengetahui sifat mekanis suatu material adalah melalui Pengujian Tarik (*Tensile Test*). Pengujian ini bertujuan untuk mengungkap kekuatan material sehingga dapat digunakan dalam perancangan konstruksi sesuai dengan karakteristik material tersebut. Dalam pengujian tarik, benda kerja akan mengalami putus akibat proses penarikan, yang juga menghasilkan kurva tegangan-regangan. Kurva ini menggambarkan proses pembebanan pada benda kerja, mulai dari awal penarikan hingga titik putus. Tujuan utama dari pengujian tarik ini adalah untuk memahami sifat mekanis logam. Penelitian ini mengembangkan pengolahan data dari pengujian tarik menjadi kurva tegangan-regangan, di mana data yang diperoleh meliputi pembebanan, perpanjangan, dan perubahan luas penampang pada benda kerja. Pembebanan dan perubahan panjang benda kerja kemudian dikonversikan menjadi kurva uji tarik. Mesin uji tarik ini dilengkapi dengan alat penting, yaitu *load cell*, yang berfungsi mendeteksi perubahan dimensi akibat gaya tertentu, sehingga dapat menghasilkan kurva tegangan-regangan yang menggambarkan kekuatan tarik material yang diuji. Perangkat lunak, peneliti teknologi pendidikan, guru, dan pemangku kepentingan lainnya dapat menciptakan pengalaman pembelajaran AR interaktif yang efektif. (Silvia Baldiris *et.al.*, 2019).

Penerapan teknologi AR/VR pada sistem pendidikan dan pelatihan apa pun sebelum menerapkan teknologi AR/VR pada sistem pendidikan dan pelatihan tertentu, dan tingkat penerapan teknologi saat membangun menggunakan teknologi AR/VR. adalah mengembangkan metode aplikasi AR/VR untuk sistem pendidikan dan pelatihan yang komprehensif, seperti yang ditargetkan untuk diprioritaskan di antara sejumlah sistem pendidikan dan pelatihan. Untuk tujuan ini, teknologi AR/VR diterapkan terlebih dahulu. (Taman Myunghwan, *et.al*, 2019).

Salah satu metode untuk mengetahui sifat mekanis material adalah melalui Pengujian Tarik atau *Tensile Test*. Uji tarik ini mengungkapkan kekuatan material sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang konstruksi yang sesuai dengan karakteristik material tersebut. Selama pengujian, benda kerja akan mengalami putus akibat gaya tarik yang diterapkan, dan hasilnya berupa kurva uji tarik yang menggambarkan hubungan antara tegangan dan regangan. Kurva

tersebut menunjukkan bagaimana beban diaplikasikan pada benda kerja mulai dari awal hingga terjadi kegagalan atau putus. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sifat mekanik logam. Dalam penelitian ini, data yang dihasilkan dari uji tarik, seperti besarnya gaya, perpanjangan, serta perubahan luas penampang benda kerja, diolah menjadi kurva tegangan-regangan.

Data pembebanan dan perubahan dimensi panjang benda kerja tersebut kemudian dikonversi menjadi kurva uji tarik. Mesin uji tarik juga dilengkapi dengan alat penting seperti *load cell*, yang berfungsi mendeteksi perubahan dimensi akibat gaya yang diterapkan, sehingga dapat menghasilkan kurva tegangan-regangan yang memberikan informasi tentang kekuatan tarik material yang diuji. (Park Myunghwan, *et.al*, 2021).

KODE UNIT	: M.71INS02.005.1
JUDUL UNIT	: Mengerjakan Perencanaan Atau Perancangan Keinsinyuran Bidang Teknik Mesin
DESKRIPSI UNIT	: Unit ini merupakan kompetensi yang berhubungan dengan pengetahuan, keahlian dan kemampuan Insinyur Teknik Mesin Profesional dalam mengerjakan tata kelola perencanaan dan perancangan bidang keinsinyuran dan teknologi permesinan. Unit ini adalah Unit Kompetensi khusus dan kemampuan khusus dalam suatu tataran profesi perencana dan perancang desain mesin dan segala aspek permesinan, biasanya dapat dibuktikan bilamana Insinyur Teknik Mesin Profesional yang bersangkutan telah mempunyai pengalaman dalam

Media pembelajaran AR yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai alternatif solusi dari permasalahan yang terjadi di industri ini. Kebaharuan pada penelitian ini yaitu dikembangkannya suatu teknologi AR yang masih jarang dipakai dalam dunia pendidikan sehingga dapat diaplikasikan pada media pembelajaran di pendidikan dan pelatihan industri manufaktur khususnya di bidang Teknik Mesin.

Suatu contoh adalah rancang bangun poros yang hanya mendapat beban puntir murni seperti rancang bangun poros yang hanya mendapat beban puntir murni seperti di bawah ini :

Daya sebesar 60 kW pada 750 r.p.m. akan disalurkan dari motor listrik ke poros kompresor pada 300 r.p.m. melalui sabuk V. Diameter *pulley* yang lebih besar adalah 1500 mm. Jarak pusat perkiraan adalah 1650 mm, dan faktor kelebihan beban diambil sebesar 1,5. Berikan desain lengkap penggerak sabuk. Sabuk dengan luas penampang 350 mm² dan kepadatan 1000 kg / m³ dan memiliki kekuatan tarik yang diizinkan 2 MPa tersedia untuk digunakan. Koefisien gesekan antara sabuk dan *pulley* dapat diambil sebesar 0,28. Puli yang digerakkan menjorok sejauh 300 mm dari bantalan terdekat dan dipasang pada poros yang memiliki tegangan geser yang diizinkan sebesar 40 MPa dengan bantuan pasak. Poros, *pulley*, dan pasak juga harus dirancang. (Khurmi gupta,2005).

AR dapat menjadi alat didaktik yang inovatif dan berkontribusi pada kegiatan pendidikan yang lebih efektif dan berkualitas melalui peningkatan sistem alat didaktik dan fungsinya sehingga menjadi cocok alat untuk mendukung proses kognitif di berbagai bidang pendidikan. Anggapan ini didasarkan pada sifat-sifat *augmented reality*, yang karena kombinasi dunia nyata dengan informasi tambahan dalam berbagai bentuk hubungannya dapat meningkatkan nilai informatif dari konten yang dirasakan, atau dimediasi dan secara bersamaan memberikan berbagai tingkat medialitas, atau modalitas. saat mentransfer informasi melalui berbagai saluran persepsi dengan menggunakan bentuk interaksi yang sesuai antara penerima dengan konten.

Pada materi pelatihan untuk merancang poros yang mendapat tegangan puntir murni *design shafting subjected torsion moment only*, para peserta pelatihan harus mengetahui sifat material yang dihasilkan dari kekuatan Tarik material, tegangan Tarik harus dilakukan di laboratorium untuk efisiensi serta efektivitas pembelajaran, bisa dilakukan untuk menggambarkan pengujian Tarik dengan media AR, sehingga bisa mendapatkan tegangan-tegangan yang diperlukan untuk merancang poros transmisi, tanpa harus mengunjungi laboratorium (khumi gupta, 2005).

Adapun Langkah-langkah pelatihan yang dilakukan dengan menggunakan AR pada kompetensi pengujian tarik untuk melihat kekuatan material adalah sbb:

1. Menentukan spesimen uji tarik
2. Memasang spesimen uji tarik pada *universal testing machine*

3. Memberikan beban pada mesin uji tarik
4. Memperhatikan penarikan spesimen
5. Setelah spesimen patah
6. Menentukan tegangan-tegangan penting hasil pengujian tarik
7. Menghitung tegangan izin berdasarkan grafik tegangan regangan hasil penelitian
8. Menghitung tegangan puntir izin (Bloksma & Nieman,1975).

Kerangka kerja ini dirancang untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis AR dalam bidang kekuatan material. Tujuan kerangka kerja ini adalah untuk memberikan panduan dalam desain dan pengembangan aplikasi pembelajaran AR yang berfokus pada kekuatan material. Kerangka kerja ini secara khusus merumuskan komponen-komponen yang direkomendasikan untuk mendukung pembelajaran mahasiswa dalam mata pelajaran material teknik, serta untuk mengintegrasikan empat dimensi model motivasi ARCS.

Kerangka kerja ini dibangun berdasarkan tiga landasan teoritis yang dirangkum sebagai berikut:

1. Desain subyek kekuatan material adalah proses sistemis “menyusun sumber daya dan prosedur untuk membawa perubahan tingkatan kekuatan material (Keller, 2010, hal. 22). Beberapa rekomendasi yang diberikan dalam kerangka berasal dari teori desain kekuatan material tersebut.
2. UDL adalah kerangka kerja yang divalidasi untuk mengatasi variabilitas siswa (Meyer et. al., 2014); hal ini bertujuan untuk menghindari hambatan dalam proses pembelajaran agar siswa menjadi ahli pembelajar. Kerangka UDL didasarkan pada penelitian ilmu saraf modern, ilmu pembelajaran dan psikologi kognitif, yang telah mengidentifikasi bahwa otak manusia terdiri dari tiga jaringan: afektif, pengakuan dan strategis.

Tiga prinsip UDL didasarkan pada tiga jaringan; prinsip-prinsip ini adalah

- a. menyediakan berbagai sarana keterlibatan,

- b. menyediakan berbagai sarana representasi, dan
- c. menyediakan berbagai sarana aksi dan ekspresi.

Beberapa rekomendasi yang diberikan dalam kerangka kami berasal dari prinsip-prinsip ini.

3. *Co-creation* didefinisikan sebagai “setiap tindakan kreativitas kolektif, yaitu kreativitas yang dibagi oleh dua orang atau lebih” (Sanders & Stappers, 2008, hal. 2). Untuk mendukung motivasi siswa secara efektif, kerangka kerja kami merekomendasikan kolaborasi dengan guru dan siswa untuk membuat aplikasi AR.

Framework dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi AR dari awal atau untuk membuat pengalaman pembelajaran AR dengan menggunakan satu atau lebih aplikasi pihak ketiga yang mengimplementasikan komponen yang ditentukan dalam *framework*.(Jorge Bacca, et al,2019).

Mesin berputar memiliki banyak aplikasi, dalam beberapa sistem mekanis. Mereka biasanya berisi poros putar sebagai unit konversi pengaruh, yang menerima banyak beban dalam operasi. Salah satu mesin putar yang paling banyak digunakan adalah pompa, dan poros pompa terkena banyak gaya karena cairan, ketidakseimbangan karena sedikit pembengkokan pada poros atau kesalahan desain atau bantalan, gaya yang disebabkan oleh bantalan, dll. Gaya-gaya ini dapat mencapai tingkat yang tidak dapat diterima ketika rotor berfungsi mendekati frekuensi alaminya. Tingkat getaran yang berlebihan di dalam perangkat menyebabkan kelelahan dan retakan kecil dapat berkembang menjadi parah dan akhirnya menyebabkan kerusakan dengan adanya retakan dengan berbagai kedalaman (4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm) yang terjadi pada lokasi berbeda ($x=80\text{mm}$, $x=166\text{mm}$, $x=210\text{mm}$) diukur dari titik menjorok. Metode elemen hingga oleh paket ANSYS digunakan untuk melakukan analisis numerik untuk penelitian ini, dan alat uji eksperimental khusus dibangun (Muhsin. J.Jweeg, 2020).

Dalam karya ini, diperkenalkan jenis roda jalan fleksibel baru, yang memiliki mode bantalan suspensi unik dengan efisiensi penahan beban tinggi dan karakteristik kontak roda-*track* yang baik. Sebuah metode analisis elemen hingga untuk penyelidikan numerik kinerja pembebanan statis roda jalan yang kaku dan

fleksibel disajikan. Metode ini dapat secara efektif menganalisis tegangan internal roda jalan yang kaku dan fleksibel, memperpendek siklus desain dan analisis, serta mengurangi biaya desain (Yaoji Deng, et. al, 2020).

Material ringan lebih penting dalam kendaraan komersial listrik, simulasi statis analisa terlebih dahulu dilakukan pada *bracket* sistem suspensi dengan menggunakan material baja di bawahnya tiga kondisi kerja dalam makalah ini. Mengambil pelat sambungan *bracket* sistem suspensi sebagai contoh, model pelat penghubung *bracket* dari sistem suspensi dibuat dengan bahan komposit termoplastik, yaitu model tiga dimensi sembilan lapis. Prosedur pra-pemrosesan, penyelesaian, dan pasca-pemrosesan dari analisis tegangan bagian tersebut adalah diperkenalkan, dan distribusi tegangan dari lapisan yang berbeda diperoleh. Hasil menunjukkan bahwa tegangan maksimum *bracket* baja sistem suspensi dalam tiga kondisi kerja gravitasi rangkap tiga, percepatan gravitasi menambah inersia kemudi, penambahan percepatan gravitasi inersia pengereman adalah 189.22, 92.48, dan 156.9Mpa untuk baja, yang semuanya lebih kecil dari stres 235Mpa. Tegangan maksimum setiap lapisan komposit termoplastik pelat penghubung memenuhi persyaratan desain. Dalam hal sudut lapisan yang sama, bagian bawah lapisan akan menanggung tegangan yang semakin sedikit, lapisan dasar akan menanggung tegangan yang sangat sedikit, dan tegangan utama akan ditanggung oleh bahan penguat, dukungan diberikan untuk penerapan bahan komposit termoplastik pada sasis mobil. (Haijun Zhao, et. al, 2021).

Media pembelajaran AR yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai alternatif solusi dari permasalahan yang terjadi di industri ini. Kebaharuan pada penelitian ini yaitu dikembangkannya suatu teknologi AR yang masih jarang dipakai dalam dunia pendidikan sehingga dapat diaplikasikan pada media pembelajaran di pendidikan dan pelatihan industri manufaktur khususnya di bidang Teknik Mesin. Teknologi ini memungkinkan hal-hal abstrak yang tidak tampak dapat disimulasikan secara 3 dimensi atau 2 dimensi secara *real time* dan terkesan nyata. Media pembelajaran ini juga dapat menjadi bahan pengenalan awal peserta diklat sebelum melaksanakan praktikum secara nyata dengan alat-alat praktikum. Diharapkan penggunaan teknologi AR mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, minat, motivasi belajar serta pemahaman dan keterampilan dari peserta diklat dalam

mengikuti pembelajaran saat teori maupun praktik sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar dari peserta diklat. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan model atau media pembelajaran bagi industri maupun Lembaga pendidikan. Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penulis tertarik dalam menyusun penelitian yang berjudul “**Model Pendidikan dan Pelatihan Industri Manufaktur Era Revolusi Industri 4.0 Berbantuan *Augmented Reality***”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang akan dibahas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah membuat desain diklat berbasis kompetensi, berbantuan teknologi AR yang cocok diimplementasikan pada pembelajaran dan pelatihan insinyur?
- b. Bagaimanakah peningkatan kompetensi Insinyur setelah melakukan pembelajaran menggunakan desain pembelajaran berbasis kompetensi berbantuan teknologi AR?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menghasilkan desain diklat berbasis kompetensi, berbantuan teknologi AR.
- b. Meningkatkan kompetensi Insinyur dengan pembelajaran yang menggunakan desain berbasis kompetensi berbantuan teknologi AR.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan manfaat bagi pembaca, antara lain:

- a. Desain diklat berbasis kompetensi berbantuan teknologi AR yang dapat digunakan di industri saat melakukan proses *training*.
- b. Desain diklat berbasis kompetensi berbantuan teknologi AR yang dapat meningkatkan kompetensi insinyur dalam bidang pendesainan.

- c. Desain diklat berbasis kompetensi berbantuan teknologi AR yang mampu secara efisien menggantikan alat dan mesin nyata tanpa harus menghilangkan fungsi dan prinsip kerja mesin.

1.5. Sistematika Penulisan

Struktur penulisan laporan disertasi ini disusun sebagai berikut:

- a. Bab I Pendahuluan, Bab ini mencakup latar belakang penelitian, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.
- b. Bab II Kajian Teori, Bagian ini berisi tinjauan terkait *state of the art* dan kebaruan penelitian, serta pembahasan teori-teori yang relevan, seperti teori pendidikan dan pelatihan dalam industri dan teori tentang *mastery learning*.
- c. Bab III Metode Penelitian, Bagian ini menjelaskan desain penelitian, objek penelitian, tahapan pengumpulan data, dan prosedur analisis data yang digunakan.
- d. Bab IV Temuan dan Pembahasan, Bab ini menyajikan hasil temuan penelitian yang diperoleh dari analisis data, diorganisasikan berdasarkan urutan perumusan masalah dan dilengkapi dengan pembahasan untuk menjawab pertanyaan penelitian.
- e. Bab V Simpulan, Bagian ini merangkum simpulan, saran, serta rekomendasi yang dihasilkan dari penelitian tersebut.