

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki zaman revolusi industri 4.0 yang terjadi saat ini, kemajuan teknologi informasi telah terjadi perkembangan waktu yang cepat di berbagai bidang, tidak terkecuali dengan perkembangan teknologi informasi pada dunia konstruksi. Perkembangan serta perubahan yang berlangsung pada bidang dunia konstruksi saat ini telah mulai ditempatkan pada proses kerja sama dan sistem yang saling terintegrasi. Melihat kondisi tersebut, industri konstruksi saat ini telah melakukan otomatisasi dengan penggunaan teknologi yang disebut dengan BIM (*Building Information Modelling*). Penggunaan sistem BIM ini menjadi suatu hal yang konkret dalam pemanfaatan teknologi pada proyek pembangunan di era transformasi modern industri 4.0. Hal ini sesuai penelitian dari Juan et al., (2016) yang menjelaskan bahwa BIM menjadi solusi untuk siklus kerja proyek konstruksi di masa depan yang cepat, efisien serta efektif mengingat melalui sistem BIM penerapan pekerjaan konstruksi akan terbentuk.

BIM (*Building Information Modelling*) merupakan alur kerja konstruksi atau metode kerja yang dapat mensimulasikan berbagai informasi yang ada di dalam proyek konstruksi yang direpresentasikan ke dalam bentuk 3 dimensi (Sibima, 2019). Dengan pelaksanaan teknologi berbasis BIM, bidang industri konstruksi akan memperoleh kepuasan dengan terdapatnya peningkatan kerja sama antar *stakeholder* yang terlibat dalam proyek konstruksi (Ghaffarianhoseini,2017). Berbagai proyek konstruksi bangunan di Indonesia dalam hal perkembangan penerapan BIM, sudah diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 22 tahun 2008 mengenai Pembangunan Bangunan Gedung Negara, bahwa Bangunan Gedung Negara dengan aturan luas lebih dari 2000 meter persegi serta diatas 2 (dua) lantai wajib menerapkan teknologi BIM.

Kondisi sekarang di Indonesia sendiri masih terdapat beberapa pelaku konstruksi Indonesia yang belum menggunakan aplikasi BIM dalam pekerjaan proyeknya. Berdasarkan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Hatmoko dkk, (2019) ditemukan bahwa 12 dari 20 perusahaan (60%) telah menerapkan BIM sedangkan 8 perusahaan lainnya (40%) belum menggunakan BIM dalam penerapan di proyeknya. Hal tersebut didukung oleh penelitian Zhabrinna et al., (2018) dengan hasil penelitiannya yaitu jumlah dari tenaga kerja di Indonesia yang kompeten dalam menguasai dan mempraktikkan BIM masih dikatakan kurang dan rendah. Hasil penelitian lainnya oleh Utama dan Sekarsari, (2019) didapatkan kurangnya pemanfaatan teknologi BIM di Indonesia dalam proyek-proyek pembangunan disebabkan karena minimnya partisipasi manajemen dalam memberikan semangat digital, pelatihan, serta pengawasan yang ditetapkan oleh industri. Padahal dalam penerapan BIM memiliki banyak keunggulan dibanding sistem konvensional ditengah proyek kedepan yang lebih rumit dan kompleks. Terdapat beberapa keunggulan dalam penerapan BIM, seperti penjelasan dari Berlian et al., (2016) dimana dalam penggunaan perangkat lunak dengan teknologi BIM mampu mengefisienkan waktu penjadwalan proyek hingga $\pm 50\%$, menurunkan keperluan SDM sampai 26,66%, kemudian juga dapat menyesuaikan pengeluaran anggaran biaya pekerja sebesar 52,25% jika melihat perbandingan dengan penggunaan aplikasi tanpa berbasis BIM dalam proyek pembangunan.

Ketercapaian dalam menerapkan BIM, tentunya sangat dibutuhkan peran akademisi dan praktisi, tanpa pengetahuan dan pemahaman tentang BIM dari praktisi, maka bisa jadi Indonesia tidak mampu bersaing di dunia konstruksi dari negara lain (Hanifah, 2016). Menurut Ramadhani, (2020) menyatakan bahwa permasalahan tersebut semakin memberikan tantangan bagi individu untuk menunjukkan eksistensinya pada era digital konstruksi saat ini. Menurut Dikjen Bina Konstruksi Kementerian PUPR Syarif Burhanuddin dalam acara BIM Forum, (2019) menerangkan bahwa untuk meningkatkan penerapan BIM di Indonesia perlu diadakannya kerja sama antara pemerintah, masyarakat, industri, dan juga akademisi. Terutama dalam bidang akademisi yang nantinya dapat menghasilkan SDM yang berkompeten dalam penerapan BIM dengan

melalui lembaga-lembaga pelatihan, perguruan tinggi dan khususnya untuk pendidikan SMK kompetensi keahlian DPIB dengan lulusan SMK nantinya sebagai *drafter*, pelaksana, pengawas dan estimator (Almira, 2017). Tantangan tersebut berusaha dijawab oleh sektor lembaga pendidikan, salah satunya di tingkat pendidikan SMK.

SMK mempunyai peranan penting dalam hal mempersiapkan tenaga kerja yang berkompeten dalam pemenuhan kebutuhan dunia usaha atau dunia konstruksi (DU/DI) yang dapat menyesuaikan dengan kemajuan teknologi serta ilmu pengetahuan (Aryanti, 2019). Melalui Uji Kompetensi Keahlian (UKK) serta sertifikasi siswa SMK bidang industri konstruksi yang dibuat oleh Pemerintah melalui Kemendikbud yang berkolaborasi dengan Kementerian PUPR yang bertujuan agar setiap lulusan SMK di bidang konstruksi mendapatkan sertifikasi kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan industri (Kemendikbud, 2018). Hal tersebut diperlukan keahlian dan keterampilan yang baik dalam peningkatan *soft skill* maupun *hard skillnya*, terutama bagi lulusan SMK yang diharuskan memiliki kompetensi pada bidang desain permodelan dan informasi bangunan (DPIB) (Aryanti, 2019). Berdasarkan peraturan Kemendikbud nomor: 06/D.D5/KK/2018 tentang adanya perubahan spektrum SMK kompetensi keahlian Teknik Gambar Bangunan (TGB), dimana saat ini telah mengalami perubahan menjadi keahlian DPIB. Jika dilihat dari spektrum kompetensi keahlian DPIB ini bertujuan untuk siswa mampu menggambar bangunan 3D dengan perangkat lunak. Hal ini tentunya menjadikan peluang untuk adanya pembelajaran penerapan aplikasi berbasis BIM di SMK kompetensi keahlian DPIB. Oleh karena itu, berbagai upaya untuk mendapatkan lulusan SMK yang berkualitas dan produktif dalam bidang konstruksi yang dibutuhkan dan diakui kompetensinya oleh DU/DI, pemerintah membuat program keahlian maupun keterampilan siswa di SMK (Perdana, 2019). Melalui skema sertifikasi KKNI level II DPIB untuk Juru Gambar (*drafter*) SMK, dengan unit kompetensi menggambar lanjut menggunakan perangkat lunak dalam menggambar teknik, kode unit (BGN.GAK.002 A) yang bertujuan untuk memastikan kompetensi lulusan SMK DPIB sesuai dengan tuntutan industri, profesi, dan konsumen saat ini

(Sibima, 2016). Kemudian bentuk upaya lainnya dari pemerintah yaitu dengan cara mensosialisasikan penggunaan BIM di tingkat SMK kompetensi keahlian bangunan dengan harapan supaya pembelajaran BIM sudah dapat diterapkan mulai dari tingkatan SMK dan memberikan peluang baru dalam hal ketercapaian kualitas SDM pada saat kegiatan belajar mengajar (Ramadhan et al., 2020).

Penerapan penggunaan BIM di SMK telah sesuai dengan keinginan dari Kemendikbud melalui Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 9 Tahun 2006 mengenai program Revitalisasi SMK, yang menginginkan adanya pengembangan kompetensi guru dan siswa dalam hal mengaplikasikan semangat digital untuk menghasilkan lulusan yang dibutuhkan oleh DU/DI, khususnya terkait dengan implementasi BIM pada proyek infrastruktur (BIM PUPR, 2020). Berdasarkan dari para *authoring software* BIM yang memberikan pembinaan kepada lulusan siswa SMK di proyek yang menggunakan BIM, seperti pengalaman dari perusahaan Trimble Solutions, mengatakan rekrutan siswa dari SMK akan masuk pada *Level Junior Detailer* di proyek konstruksi, dengan ruang lingkup pekerjaan penugasan yang meliputi *output management, drawing and report information, model editing* dalam skala terbatas. Kemudian dari perusahaan lainnya seperti Glodon dan Autodesk Indonesia, akan memberikan berbagai bentuk pelatihan BIM kepada siswa dan para guru SMK untuk dapat menghasilkan lulusan SMK yang berkompeten dengan teknologi BIM untuk diterapkan pada proyek-proyek kementerian PUPR dan BUMN karya (BIM PUPR, 2020).

Hasil penelitian dari Hatmoko et.al., (2019) menggambarkan bahwa dalam penerapan teknologi BIM perlu dikembangkan oleh lembaga pendidikan untuk memenuhi kebutuhan industri terhadap tenaga ahli. Tantangan tersebut tentunya menjadikan perhatian khusus di sektor lembaga pendidikan SMK dengan kompetensi keahlian DPIB, salah satunya di SMKN 1 Cikarang Barat yang terdapat kompetensi keahlian DPIB. Berdasarkan wawancara yang dilakukan di SMKN 1 Cikarang Barat kepada ketua kompetensi keahlian DPIB Bapak Rochmad Wahyudi, dan juga guru matpel KJJ Bapak Eman Indra Gunawan, didapatkan hasil bahwa penerapan proses pembelajaran di kelas

dalam hal pemanfaatan dan penerapan BIM baru akan dikenalkan dan diajarkan kepada siswa kelas XI kompetensi keahlian DPIB pada kegiatan PKL daring. Namun, kegiatan PKL daring tersebut nantinya baru mengenalkan BIM secara umum kepada siswa dan belum memberikan pembelajaran langsung penggunaan BIM dalam materi pada mata pelajaran tertentu, terkhusus pada matpel KJJ dan dalam menggambar atau mendesain bangunan mereka masih pada proses penggambaran secara manual dan pengenalan penggunaan perangkat lunak *Autocad*.

Penerapan BIM dalam materi pelajaran dapat dimulai pada mata pelajaran yang dapat memberikan bekal kompetensi siswa untuk lulusan sesuai prospek kerja industri kedepannya. Salah satunya pada mata pelajaran KJJ, yang tercantum dalam skema sertifikasi KKNI level II DPIB dengan unit kompetensi memplotting gambar peta topografi, diagram profil serta membuat *draft* gambar rinci bangunan. Unit kompetensi tersebut sesuai dengan matpel KJJ kelas XI yang memiliki KI/KD seperti memahami prinsip dari Alinyemen Horizontal dan Vertikal pada jalan, menerapkan prosedur/langkah-langkah pembuatan permodelan gambar jalan dan jembatan kedalam peta topografi (Silabus Mata Pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan, 2018). KI/KD pada mata pelajaran KJJ tersebut juga sesuai dengan peluang kebutuhan industri konstruksi saat ini yang banyak membangun infrastruktur jalan. Hal tersebut diperkuat dengan data yang disampaikan oleh Menteri PUPR Basuki Hadimuljono, yang menjelaskan ada sejumlah rencana pembangunan infrastruktur konektivitas selama periode 2020-2024 di antaranya, pembangunan 2,724 kilometer jalan tol, 3.224 kilometer jalan nasional baru, dan 31 kilometer *flyover* dan *underpass* (Badan Pusat Statistik, 2020).

Melihat peluang kerja yang terbuka lebar ketika siswa mampu mempelajari dan menguasai unit kompetensi dari matpel KJJ tersebut. Namun, saat ini pembelajaran pada matpel KJJ kelas XI di SMKN 1 Cikarang barat belum didukung dengan bahan ajar yang menunjang pembelajaran dan belum dikembangkannya penerapan BIM dalam pembelajaran. Hal ini disebabkan karena guru belum memiliki inovasi dalam mengembangkan pembelajaran dan masih bersifat monoton saat guru menyampaikan materi sehingga belum

menunjukkan kreativitas siswa dalam kegiatan belajar. Kondisi tersebut membuat peneliti melakukan analisis kebutuhan awal kepada siswa kelas XI DPIB SMKN 1 Cikarang Barat yang telah atau sedang mengikuti mata pelajaran KJJ dengan hasil analisis yang didapatkan yaitu, menunjukkan bahwa 100% dari 71 siswa yang menjawab kuesioner menyatakan perlu dilakukan pengembangan pembelajaran yang dapat memvisualisasikan 3D model jalan dan jembatan berbasis BIM guna meningkatkan pemahaman belajar dan kompetensi siswa dalam merencanakan desain jalan dan jembatan secara menyeluruh mulai dari geometrik jalan, volume material dan *cut & fill* hingga mensimulasikan desain jalan dan jembatan. Materi tersebut akan menunjang kebutuhan siswa di industri konstruksi ke depannya dan dilihat dari hasil kuesioner lainnya menyatakan bahwa 50,7% dari 71 siswa menyatakan bahan ajar yang digunakan belum meningkatkan motivasi dan hasil belajar dengan mandiri. Begitupun ungkapan dari guru matpel KJJ yang didapat saat wawancara, bahwa guru maupun siswa membutuhkan bahan ajar yang interaktif, efektif dan mandiri ditambah dengan kondisi pembelajaran daring seperti ini dan kurangnya kemampuan teknologi digital dari guru dalam menyampaikan materi.

Seiring berkembangnya teknologi informasi, dalam menunjang kebutuhan proses pembelajaran siswa saat mempelajari BIM secara mandiri maka diperlukan bahan ajar pembelajaran yang efektif, interaktif dan juga secara mandiri guna memberikan pengetahuan kepada siswa mengenai materi yang disampaikan. Hasil analisis lainnya bahwa 84,5% dari 71 siswa memilih bahan ajar e-modul disertai Video Pembelajaran untuk mendukung pembelajaran secara mandiri pada mata pelajaran KJJ. Maka pengaplikasian e-modul disertai Video Pembelajaran berbasis BIM dinilai praktis dan mudah dipelajari oleh siswa. Hal ini selaras dengan hasil penelitian dari Heryadi, (2021) yang menyatakan penggunaan e-modul dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami materi karena e-modul dikemas dalam bentuk pdf, video, fitur navigasi serta ditambah bahan evaluasi yang semuanya itu dapat diakses melalui *link* dan *barcode*. E-modul yang dikembangkan juga dilengkapi dengan fitur *QR-Code*, *Automatic Link* dan video pembelajaran beserta dengan

uraian materi yang sesuai dengan KI/KD pada mata pelajaran KJJ sehingga mempermudah siswa dan juga memperjelas penyampaian isi dari materi. E-modul juga layak digunakan pada mata kuliah menggambar Teknik II dikarenakan mampu meningkatkan kemampuan kognitif siswa yang didapatkan dari hasil belajar siswa (Setiemi & Maulana, 2021).

Terdapat beberapa *software* permodelan desain jalan berbasis BIM yang mudah digunakan oleh siswa sebagai media pembelajaran pada matpel KJJ. Salah satu *software* nya adalah *Autodesk InfraWorks* yang memberikan lisensi versi *student* selama 1 tahun penggunaan. *Autodesk InfraWorks* merupakan *software* untuk desain infrastruktur yang meliputi jembatan, jalan dan irigasi. *Autodesk InfraWorks* menampilkan *visualisasi 3D conceptual* desain ataupun desain awal yang menarik seperti kita berada di lingkungan game. *Autodesk InfraWorks* memfasilitasi kemampuan untuk mengkomunikasikan konsep desain proyek dengan membangun model nyata dari *GIS, Raster*. *Autodesk InfraWorks* memungkinkan untuk membuat model dari kolaborasi sejumlah data yang berbeda seperti gambar *LandXML, SHP, Revit, Civil 3D* (Lindström & Vendelstrand, 2017). *Autodesk InfraWorks* ini juga dapat dijadikan sebagai media penggambaran teknik dalam bagian silabus pembelajaran untuk siswa dalam memahami perencanaan jalan dan jembatan serta melatih mendesain jalan dan jembatan yang realistis secara digital 3 dimensi untuk meningkatkan kompetensi lulusan teknik bangunan (Adi, Tamtomo & Aghastya, 2017). Siswa dalam hal mengoperasionalkan *Software Autodesk InfraWorks* ini untuk kegiatan belajar mengajar di sekolah, tidak perlu mempunyai spesifikasi laptop/komputer yang cukup tinggi. Hal ini berdasarkan persyaratan sistem dari *Autodesk* dengan spesifikasi minimum seperti *RAM 4GB, free hard disk space 10gb, resolusi tampilan 1.280x720, Windows 8/10 64 bit*. Fitur/*tools* yang tersedia pada *Autodesk InfraWorks* sangat mudah dikuasai dan dipelajari oleh siswa untuk mendesain jalan.

Berdasarkan pemikiran dan untuk memenuhi kebutuhan dunia konstruksi yang sedang membutuhkan SDM yang dapat menguasai *software* BIM. Maka dilakukan penelitian yang berjudul **Pengembangan E-modul Berbasis BIM Autodesk InfraWorks Pada Mata Pelajaran Konstruksi Jalan dan**

Jembatan Di SMKN 1 Cikarang Barat. Diharapkan dapat membantu siswa untuk meningkatkan motivasi belajar mandiri serta mampu menambah pengetahuan maupun keterampilan siswa dalam pemanfaatan teknologi BIM sehingga siswa siap bersaing di dunia industri konstruksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka ditemukan berbagai permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Sumber Daya Manusia (SDM) yang mempunyai kompetensi dalam pemanfaatan teknologi BIM di Indonesia terbilang cukup rendah.
2. Minimnya sumber daya manusia yang berkompeten di bidang BIM sebab kurangnya pelatihan dan pembelajaran BIM sejak SMK.
3. Pembelajaran BIM di SMKN 1 Cikarang Barat kompetensi keahlian DPIB baru sebatas teori umum dan pengenalan dasar BIM melalui PKL daring, belum ada penggunaan BIM secara langsung dalam materi pembelajaran.
4. Masih belum adanya bahan ajar pembelajaran secara mandiri di SMKN 1 Cikarang Barat kompetensi keahlian DPIB pada mata pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan yang menjelaskan tentang penerapan penggunaan *Autodesk Infracad* dalam mendesain infrastruktur jalan dan jembatan.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian hasil identifikasi masalah di atas, adapun batasan produk yang dikembangkan yaitu sebagai berikut:

1. Materi yang terdapat dalam pengembangan e-modul ini adalah KI/KD pada mata pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan yaitu menerapkan prosedur pembuatan gambar jalan dan jembatan ke dalam peta topografi.
2. Penerapan BIM *Autodesk Infracad* pada pembelajaran BIM ini hanya sampai level 1 berupa permodelan 3D jalan dan jembatan sampai perhitungan volume material *cut & fill*.
3. Pengembangan materi bahan ajar E-modul dan video pembelajaran menggunakan *software Autodesk Infracad* versi *student*.
4. Pelaksanaan uji coba e-modul kepada siswa dilakukan secara terbatas, dikarenakan belum optimalnya infrastruktur perlengkapan yang memadai di SMKN 1 Cikarang Barat, DPIB.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil dari pemaparan latar belakang masalah, kemudian identifikasi masalah serta pembatasan masalah yang sudah dipaparkan di atas, bisa dihasilkan rumusan permasalahan yaitu : Bagaimana pengembangan e-modul berbasis BIM *Autodesk Infracore* pada mata pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan Di SMKN 1 Cikarang Barat ?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini mempunyai tujuan untuk pengembangan bahan ajar pembelajaran berbasis BIM *Autodesk Infracore* pada mata pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan di SMKN 1 Cikarang Barat guna memenuhi kebutuhan kompetensi siswa di dunia industri konstruksi.

1.6 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini pembaca mendapatkan informasi dari dua manfaat dibawah ini yaitu :

1. Manfaat Teoritis
 - a. Dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya, yang berkaitan dengan BIM untuk dapat diterapkan di SMK.
 - b. Dapat dijadikan bahan literatur bagi mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Bangunan UNJ.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Penulis, penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai penyusunan dan pengembangan media pembelajaran yang baik dan benar.
 - b. Bagi Peserta Didik, dapat memberikan kemampuan keahliannya dalam mengoperasikan aplikasi perangkat lunak BIM dan dapat meningkatkan kompetensi dalam proses pembelajaran.
 - c. Bagi sekolah, harapannya mampu meningkatkan mutu pendidikan melalui kegiatan PKL daring agar dapat menghasilkan lulusan yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan di dunia konstruksi.