



PENINGKATAN KOMPETENSI SISWA SMK NEGERI PERCUT SEI TUAN MELALUI EDUKASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DAN DESAIN ARSITEKTUR BERKELANJUTAN

Mufti Ali Nasution¹, Aulia Muflih Nasution², Maghfirah³

^{1,2}Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

³Program Studi Psikologi, Fakultas Psikologi, Universitas Medan Area, Indonesia

¹muftiali@staff.uma.ac.id

Abstract

The global construction industry is currently moving towards digitalization and environmentally friendly practices, positioning Building Information Modeling (BIM) and sustainable architecture as two main pillars. However, vocational education institutions such as SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan face challenges in adapting curricula and equipping students with relevant competencies. This community service activity aims to enhance the understanding and skills of students in the Building Design and Information Modeling (DPIB) Department regarding BIM concepts and sustainable design principles. The method used was educational outreach and interactive workshops conducted on February 12, 2025. This activity involved material presentations, discussions, and practical demonstrations. The results showed a significant increase in student enthusiasm and understanding of both topics. Before the activity, students' knowledge was limited to conventional design software, but afterwards they were able to understand BIM as a collaborative system for project efficiency and the importance of sustainable design in reducing environmental impact. This activity successfully bridged the gap between school curricula and industry needs, and inspired students to become agents of change in the future. The long-term implications of this initiative include the potential for replicating similar community service models in other vocational schools in Indonesia, establishing sustainable industry-academic partnership networks, and improving graduate competitiveness in accessing more diverse career paths in the modern construction sector. Recommended follow-up programs include industrial internships, periodic curriculum updates, and the development of BIM and sustainable architecture centers of excellence that can serve as references for other vocational education institutions in the North Sumatera province.

Keywords: *Community Service, Sustainable Design, Bim, Sustainable Architecture, Vocational Education*

Abstrak

Industri konstruksi global saat ini bergerak menuju digitalisasi dan praktik yang ramah lingkungan, menempatkan Building Information Modeling (BIM) dan arsitektur berkelanjutan sebagai dua pilar utama. Namun, institusi pendidikan vokasi seperti SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan menghadapi tantangan dalam mengadaptasi kurikulum dan membekali siswa dengan kompetensi yang relevan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa Jurusan Desain Permodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) mengenai konsep BIM dan prinsip desain berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah penyuluhan dan workshop interaktif yang dilaksanakan pada 12 Februari 2025. Kegiatan ini melibatkan presentasi materi, diskusi, dan demonstrasi praktis. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan antusiasme dan pemahaman siswa secara signifikan terhadap kedua topik tersebut. Sebelum kegiatan, pengetahuan siswa terbatas pada software desain konvensional, namun setelahnya mereka mampu memahami BIM sebagai sistem kolaboratif untuk efisiensi proyek dan pentingnya desain berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan. Kegiatan ini berhasil menjembatani kesenjangan antara kurikulum sekolah dengan kebutuhan industri, serta menginspirasi siswa untuk menjadi agen perubahan di masa depan. Implikasi jangka panjang dari

E-ISSN 2807-2634

inisiatif ini mencakup potensi replikasi model pengabdian serupa di sekolah vokasi lainnya di Indonesia, pembentukan jaringan kemitraan industri-akademik yang berkelanjutan, dan peningkatan daya saing lulusan dalam mengakses jalur karir yang lebih beragam di sektor konstruksi modern. Program lanjutan yang direkomendasikan meliputi magang industri, pembaruan kurikulum berkala, dan pengembangan pusat keunggulan BIM dan arsitektur berkelanjutan yang dapat menjadi rujukan bagi institusi pendidikan vokasi lainnya di wilayah Sumatera Utara.

Kata kunci: *Pengabdian Masyarakat, Desain Berkelanjutan, Bim, Arsitektur Berkelanjutan, Pendidikan Vokasi*

Received: 21-07-2025; History Artikel Accepted: 02-07-2025 Published: 04-08-2025

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam industri konstruksi global telah memicu transformasi signifikan dalam cara proyek dirancang, dibangun, dan dikelola. Dua pilar utama yang mendasari transformasi ini adalah adopsi Building Information Modeling (BIM) dan integrasi prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan. BIM, sebagai sebuah metodologi yang didukung oleh teknologi, telah merevolusi proses desain dan konstruksi dengan memungkinkan penciptaan model digital terintegrasi yang mengandung informasi komprehensif tentang karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan [1]. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi, tetapi juga memfasilitasi kolaborasi yang lebih baik antar disiplin ilmu sepanjang siklus hidup proyek, mulai dari perencanaan awal hingga operasional dan pemeliharaan [2, 3]. Implementasi BIM telah terbukti mengurangi kesalahan desain hingga 50-60%, meningkatkan efisiensi konstruksi, dan memfasilitasi manajemen fasilitas yang lebih baik [4].

Seiring dengan digitalisasi, isu keberlanjutan juga menjadi perhatian utama dalam sektor konstruksi. Arsitektur berkelanjutan, atau sering disebut arsitektur hijau, berfokus pada perancangan dan pembangunan struktur yang meminimalkan dampak negative terhadap lingkungan, sekaligus meningkatkan kesehatan dan kenyamanan penghuni [5, 6]. Ini mencakup penggunaan material ramah lingkungan, efisiensi energi, pengelolaan air yang bijak, dan integrasi dengan lingkungan alami [7, 8]. Kebutuhan akan bangunan yang lebih efisien dan bertanggung jawab secara ekologis semakin mendesak di tengah tantangan perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya [9]. Prinsip-prinsip desain berkelanjutan ini menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan binaan yang harmonis dengan alam dan mendukung kesejahteraan manusia [10].

Dalam konteks pendidikan vokasi, adaptasi terhadap perubahan industri ini menjadi krusial. SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, yang berlokasi di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, merupakan salah satu institusi pendidikan menengah kejuruan yang memiliki komitmen kuat untuk menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap bersaing di dunia kerja. Jurusan Desain Permodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) di sekolah ini menjadi salah satu program studi unggulan, dengan jumlah siswa mencapai sekitar 200 orang yang tersebar di berbagai tingkatan. Kurikulum yang diterapkan di jurusan ini telah mencakup penguasaan perangkat lunak desain arsitektur konvensional seperti AutoCAD dan SketchUp, yang merupakan fondasi penting dalam industri.

Namun, hasil observasi awal dan diskusi dengan pihak sekolah mengindikasikan adanya kesenjangan antara kompetensi yang diajarkan di sekolah dengan tuntutan terkini dari industri konstruksi. Secara spesifik, pemahaman siswa mengenai teknologi BIM yang lebih canggih dan komprehensif, serta konsep arsitektur hijau yang mendalam, masih terbatas. Banyak siswa belum sepenuhnya memahami bagaimana teknologi digital dapat diintegrasikan untuk menciptakan desain yang tidak hanya estetis dan fungsional, tetapi juga efisien dalam penggunaan sumber daya dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Kesenjangan ini berpotensi menghambat daya saing lulusan di pasar kerja yang semakin kompetitif dan berorientasi pada inovasi.

Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang sebagai respons proaktif terhadap kebutuhan tersebut. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk menjembatani kesenjangan pengetahuan dan keterampilan siswa SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan dalam bidang BIM dan desain arsitektur berkelanjutan. Melalui edukasi yang relevan dan aplikatif, diharapkan siswa dapat

memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kedua konsep ini, serta termotivasi untuk mengaplikasikannya dalam proyek-proyek desain mereka di masa depan. Inisiatif ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kompetensi teknis siswa, tetapi juga untuk menanamkan kesadaran akan pentingnya praktik konstruksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, sehingga mereka dapat menjadi agen perubahan yang positif dalam industri konstruksi Indonesia.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan sebagai bagian dari Tri Dharma Perguruan Tinggi, dengan fokus pada transfer pengetahuan dan keterampilan dari akademisi kepada komunitas sekolah vokasi. Pelaksanaan kegiatan ini berlangsung pada hari Rabu, 12 Februari 2025, bertempat di lingkungan SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kebutuhan spesifik sekolah dalam meningkatkan relevansi kurikulumnya dengan perkembangan industri konstruksi terkini. Metode yang diadopsi dalam kegiatan ini adalah kombinasi antara penyuluhan informatif dan workshop interaktif, yang dirancang untuk memaksimalkan partisipasi dan pemahaman siswa. Tahapan pelaksanaan kegiatan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

2.1. Koordinasi Awal dan Identifikasi Kebutuhan

Sebelum pelaksanaan kegiatan inti, tim pengabdian dari Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, melakukan serangkaian kunjungan dan komunikasi intensif dengan pihak SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Koordinasi awal ini melibatkan pertemuan dengan Kepala Sekolah, Bapak Drs. H. Maraguna Siregar, M.Pd., serta Kepala Jurusan Desain Permodelan dan Informasi Bangunan (DPIB). Tujuan dari tahap ini adalah untuk:

- a. *Memahami Visi dan Misi Sekolah:* Mengidentifikasi bagaimana kegiatan pengabdian ini dapat selaras dengan tujuan pendidikan vokasi yang diemban oleh SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan.
- b. *Analisis Kurikulum Eksisting:* Meninjau silabus dan materi pembelajaran yang saat ini digunakan di Jurusan DPIB, khususnya terkait dengan mata pelajaran desain arsitektur dan teknologi konstruksi. Hal ini penting *untuk* mengidentifikasi area di mana teknologi BIM dan konsep arsitektur berkelanjutan dapat diintegrasikan atau diperkuat.
- c. *Identifikasi Kesenjangan Kompetensi:* Melalui diskusi dengan guru-guru pengampu mata pelajaran dan observasi awal terhadap pemahaman siswa, tim mengidentifikasi bahwa meskipun siswa telah menguasai *perangkat* lunak dasar seperti AutoCAD dan SketchUp, pemahaman mereka tentang alur kerja BIM yang terintegrasi dan filosofi di balik desain berkelanjutan masih perlu ditingkatkan. Kesenjangan ini menjadi dasar perumusan materi yang akan disampaikan.
- d. *Penyesuaian Materi:* Berdasarkan identifikasi kebutuhan, tim pengabdian menyusun kerangka materi yang relevan, aplikatif, *dan* disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa SMK. Materi dirancang agar tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga memberikan gambaran praktis mengenai implementasi BIM dan arsitektur berkelanjutan di dunia kerja nyata.

2.2. Persiapan Materi dan Logistik

Setelah kerangka materi disepakati, tim pengabdian melanjutkan dengan tahap persiapan yang lebih detail. Tahap ini mencakup:

- a. *Penyusunan Modul dan Presentasi:* Materi disajikan dalam bentuk presentasi visual yang menarik menggunakan slide interaktif. Konten mencakup pengenalan mendalam tentang apa itu BIM, mengapa BIM penting dalam industri konstruksi modern, komponen-komponen utama BIM (misalnya, model 3D, informasi non-grafis, kolaborasi), serta studi kasus implementasi BIM. Untuk arsitektur berkelanjutan, materi meliputi definisi, prinsip-prinsip dasar (efisiensi energi, air, material, kualitas udara dalam ruangan, situs berkelanjutan), contoh-contoh bangunan hijau, dan manfaatnya bagi lingkungan serta penghuni. Materi juga dilengkapi dengan video singkat dan ilustrasi untuk mempermudah

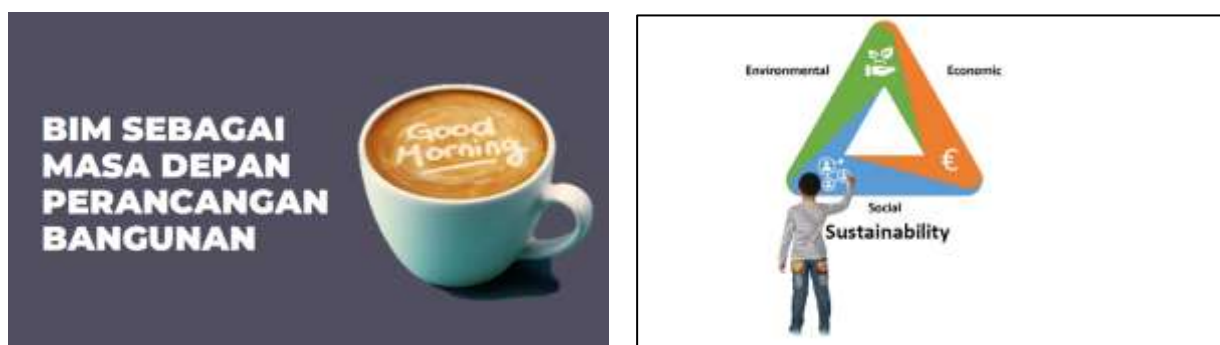
pemahaman konsep yang kompleks.

- b. *Penyediaan Contoh Praktis*: Tim menyiapkan beberapa contoh model BIM sederhana dan ilustrasi desain berkelanjutan yang dapat didemonstrasikan secara langsung. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran konkret kepada siswa tentang bagaimana teori diimplementasikan dalam praktik.
- c. *Persiapan Logistik*: Tim memastikan ketersediaan fasilitas yang memadai di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan, termasuk ruang kelas yang nyaman, proyektor, sistem suara, dan koneksi internet yang stabil. Jumlah peserta yang mencapai sekitar 200 siswa dari Jurusan DPIB juga menjadi pertimbangan dalam pengaturan tempat agar semua siswa dapat mengikuti kegiatan dengan optimal.

2.3. Pelaksanaan Penyuluhan dan Workshop Interaktif

Kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 12 Februari 2025, dengan partisipasi aktif dari seluruh siswa Jurusan DPIB. Sesi ini dibagi menjadi beberapa bagian untuk menjaga fokus dan interaktivitas:

- a. *Sesi Pembukaan*: Acara dimulai dengan sambutan dari perwakilan sekolah dan tim pengabdian, yang menekankan pentingnya kegiatan ini dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan industri masa depan. Dalam sesi ini, tim juga memperkenalkan anggotanya kepada peserta workshop.
- b. *Pemaparan Konsep BIM*: Dosen arsitektur yang berkompeten dalam bidang BIM menyampaikan materi secara komprehensif. Penjelasan dimulai dari dasar-dasar BIM, evolusinya dari CAD 3D, hingga manfaatnya dalam mengurangi kesalahan desain, meningkatkan efisiensi konstruksi, dan memfasilitasi manajemen fasilitas. Sesi ini juga menyoroti peran berbagai disiplin ilmu (arsitek, struktur, MEP) dalam ekosistem BIM dan bagaimana kolaborasi menjadi kunci keberhasilan proyek.



Gambar 1. Materi yang disajikan dalam penyuluhan

- c. *Pemaparan Konsep Arsitektur Berkelanjutan*: Dosen lain memaparkan prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan, termasuk strategi desain pasif (pencahayaan alami, ventilasi silang), penggunaan material daur ulang atau lokal, sistem pengumpul air hujan, dan energi terbarukan. Contoh-contoh bangunan hijau di Indonesia dan luar negeri disajikan untuk memberikan inspirasi dan menunjukkan implementasi nyata dari konsep-konsep tersebut.
- d. *Sesi Diskusi dan Tanya Jawab*: Setelah setiap sesi pemaparan, dibuka sesi diskusi dan tanya jawab. Siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan, berbagi pandangan, dan mengemukakan tantangan yang mereka hadapi dalam memahami konsep-konsep tersebut. Interaksi ini memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam dan memungkinkan tim pengabdian untuk mengklarifikasi miskonsepsi.
- e. *Demonstrasi Praktis (Mini-Workshop)*: Meskipun tidak memungkinkan untuk melakukan workshop penuh dengan perangkat lunak karena keterbatasan waktu dan fasilitas, tim melakukan demonstrasi singkat mengenai alur kerja BIM menggunakan perangkat lunak populer (misalnya, Revit atau ArchiCAD) untuk menunjukkan bagaimana model 3D dapat

diisi dengan informasi, menghasilkan bill of quantity secara otomatis, dan mendeteksi clash antar elemen. Demonstrasi ini juga mencakup simulasi sederhana analisis energi atau pencahayaan menggunakan fitur dalam perangkat lunak BIM untuk menunjukkan dampak desain berkelanjutan.

Tabel 1. Agenda pelaksanaan pengabdian

Sesi	Durasi (menit)	Penanggung jawab acara	Peralatan yang digunakan
Sesi pembukaan dan pengenalan	15	Kepala sekolah SMK 1, ketua tim penyuluhan dari UMA	<i>Sound system</i>
Pemaparan konsep arsitektur berkelanjutan	30	Tim pengabdian	<i>Sound system, monitor, laptop</i>
Sesi tanya jawab	15	Tim pengabdian	<i>Sound system</i>
Istirahat	20		
Pemaparan konsep BIM	30	Tim pengabdian	<i>Sound system, monitor, laptop</i>
Sesi tanya jawab	15	Tim pengabdian	<i>Sound system</i>
Demonstrasi praktis	20	Tim pengabdian	<i>Sound system, monitor, laptop</i>
Penutup	10	Tim pengabdian	<i>Sound system</i>

2.4. Evaluasi dan Umpan Balik

Pada akhir kegiatan, tim mengumpulkan umpan balik dari siswa dan guru melalui kuesioner sederhana dan diskusi terbuka. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa setelah kegiatan, mengidentifikasi bagian materi yang paling bermanfaat, serta menerima saran untuk kegiatan serupa di masa mendatang. Umpan balik ini menjadi dasar untuk menilai efektivitas program dan merumuskan rekomendasi lanjutan. Data yang dikumpulkan meliputi tingkat antusiasme, pemahaman konsep, dan minat siswa untuk mendalami topik lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan pada tanggal 12 Februari 2025 telah menunjukkan hasil yang sangat positif dan signifikan dalam peningkatan pemahaman serta kesadaran siswa Jurusan Desain Permodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) terhadap konsep Building Information Modeling (BIM) dan prinsip-prinsip desain arsitektur berkelanjutan. Hasil ini tidak hanya tercermin dari umpan balik langsung yang diberikan oleh siswa dan guru, tetapi juga dari observasi tim pengabdian selama sesi workshop interaktif.



Gambar 2. Tim memberikan penyuluhan tentang BIM dan Arsitektur Berkelanjutan

3.1. Peningkatan Pemahaman Konsep BIM

Salah satu capaian paling menonjol dari kegiatan ini adalah peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep BIM. Sebelum kegiatan, mayoritas siswa memiliki persepsi yang terbatas mengenai perangkat lunak desain, cenderung menganggapnya sebagai alat untuk menggambar dua dimensi (2D) atau memodelkan tiga dimensi (3D) secara visual saja. Mereka familiar dengan perangkat lunak seperti AutoCAD untuk gambar teknis 2D dan SketchUp untuk visualisasi 3D sederhana. Namun, pemahaman mengenai BIM sebagai sebuah metodologi yang lebih holistik dan terintegrasi masih sangat minim.

Setelah mengikuti sesi pemaparan dan demonstrasi, siswa menunjukkan perubahan paradigma yang jelas. Mereka mulai memahami bahwa BIM bukan sekadar perangkat lunak, melainkan sebuah proses cerdas berbasis model yang menyediakan wawasan untuk menciptakan dan mengelola proyek bangunan dengan lebih cepat, lebih ekonomis, dan dengan dampak lingkungan yang lebih kecil [11,12]. Untuk memperkuat pemahaman ini, tim pengabdian menyajikan contoh konkret implementasi BIM pada proyek-proyek konstruksi di Indonesia yang relevan dengan konteks regional Sumatera Utara.

Salah satu contoh yang sangat menarik perhatian siswa adalah implementasi BIM pada proyek Golden Town House di Sukabumi, sebuah kawasan hunian dua lantai dengan gaya arsitektur Eropa Timur [13]. Proyek ini menunjukkan bagaimana BIM dapat digunakan untuk mengoptimalkan desain perumahan dengan mempertimbangkan aspek efisiensi biaya, waktu konstruksi, dan kualitas bangunan. Melalui penggunaan BIM 5D (yang mengintegrasikan model 3D dengan informasi biaya dan jadwal), proyek ini berhasil mengurangi pemborosan material hingga 15% dan mempercepat proses konstruksi sebesar 20% dibandingkan dengan metode konvensional.

Contoh lain yang disampaikan adalah implementasi BIM pada proyek infrastruktur oleh PT. Hutama Karya (Persero), salah satu kontraktor BUMN terbesar di Indonesia [14]. Pada proyek perluasan Terminal 1 Bandara Juanda Surabaya, penggunaan BIM memungkinkan deteksi dini konflik antar sistem MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) dan struktur bangunan, yang berpotensi menghemat biaya rework hingga miliaran rupiah. Siswa sangat tertarik dengan demonstrasi bagaimana teknologi clash detection dapat mengidentifikasi masalah sebelum konstruksi dimulai, sesuatu yang sulit dilakukan dengan metode gambar 2D tradisional.

Diskusi interaktif menunjukkan bahwa siswa kini dapat mengidentifikasi beberapa manfaat utama BIM, antara lain:

- a. Kolaborasi yang Lebih Baik: Siswa memahami bahwa BIM memungkinkan berbagai disiplin ilmu (arsitek, insinyur struktur, insinyur MEP, kontraktor) untuk bekerja pada satu model terpusat, mengurangi konflik desain dan meningkatkan koordinasi proyek. Konsep clash detection (deteksi tabrakan) antar elemen desain, yang merupakan salah satu keunggulan BIM [15], menjadi topik yang menarik bagi mereka.
- b. Efisiensi dan Akurasi Data: Siswa menyadari bahwa model BIM mengandung informasi non-grafis yang kaya, seperti spesifikasi material, biaya, dan jadwal konstruksi. Hal ini memungkinkan ekstraksi data yang akurat untuk estimasi biaya (misalnya, *quantity take-off* otomatis) dan perencanaan proyek yang lebih presisi, yang sebelumnya sulit dilakukan dengan metode konvensional.
- c. Visualisasi dan Analisis yang Lebih Baik: Selain visualisasi 3D, siswa juga diperkenalkan pada kemampuan BIM untuk melakukan simulasi dan analisis performa bangunan, seperti analisis energi, pencahayaan alami, dan aliran udara [16]. Ini membuka wawasan mereka tentang bagaimana desain dapat dioptimalkan sejak dini untuk mencapai tujuan keberlanjutan.

3.2. Peningkatan Kesadaran dan Pemahaman Arsitektur Berkelanjutan

Selain BIM, kegiatan ini juga berhasil meningkatkan kesadaran dan pemahaman siswa mengenai pentingnya arsitektur berkelanjutan. Awalnya, konsep arsitektur hijau mungkin terdengar abstrak bagi sebagian siswa. Namun, melalui presentasi yang dilengkapi dengan contoh-contoh konkret dan studi kasus, siswa diajak untuk memahami bahwa desain berkelanjutan bukan hanya tentang estetika, tetapi juga tentang tanggung jawab terhadap lingkungan dan masyarakat.

Tim pengabdian menyajikan beberapa contoh implementasi arsitektur berkelanjutan yang relevan dengan konteks Indonesia, khususnya yang dapat menginspirasi siswa di Sumatera Utara. Salah

satu contoh yang paling menarik perhatian adalah renovasi Masjid Istiqlal Jakarta yang menerapkan konsep bangunan hijau pasca-renovasi 2022 [17]. Proyek ini menunjukkan bagaimana bangunan bersejarah dapat dimodernisasi dengan prinsip-prinsip keberlanjutan, termasuk sistem pengumpulan air hujan, penggunaan material ramah lingkungan, dan optimalisasi pencahayaan alami. Siswa sangat terkesan dengan fakta bahwa renovasi ini berhasil mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Contoh lain yang disampaikan adalah proyek Spasio Office di Surabaya, yang merupakan salah satu bangunan kantor pertama di Indonesia yang meraih sertifikasi Green Building dengan peringkat Silver [18]. Bangunan ini menerapkan berbagai strategi desain berkelanjutan, seperti penggunaan material lokal, sistem ventilasi alami, dan teknologi hemat energi. Studi kasus ini menunjukkan bahwa implementasi prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan produktivitas penghuni dan mengurangi biaya operasional jangka panjang.

Beberapa poin penting yang berhasil diserap oleh siswa terkait arsitektur berkelanjutan meliputi:

- a. *Efisiensi Energi*: Siswa memahami pentingnya desain pasif, seperti orientasi bangunan yang tepat, penggunaan shading device, dan ventilasi alami untuk mengurangi ketergantungan pada pendingin udara dan pencahayaan buatan. Mereka juga diperkenalkan pada konsep energi terbarukan seperti panel surya sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan.
- b. *Pengelolaan Air*: Konsep pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) dan penggunaan kembali air limbah (*greywater recycling*) untuk keperluan *nonpotable* (misalnya, penyiraman tanaman atau flushing toilet) menjadi perhatian siswa. Mereka menyadari bahwa pengelolaan air yang efisien dapat mengurangi beban pada sumber daya air bersih.
- c. *Material Ramah Lingkungan*: Siswa diperkenalkan pada berbagai jenis material bangunan yang berkelanjutan, seperti material daur ulang, material lokal, atau material dengan jejak karbon rendah. Diskusi mengenai siklus hidup material dan pentingnya memilih material yang tidak merusak lingkungan juga menjadi bagian dari sesi ini.
- d. *Kualitas Udara Dalam Ruangan (Indoor Air Quality - IEQ)*: Pentingnya sirkulasi udara yang baik, penggunaan material yang tidak mengeluarkan zat berbahaya (VOCs), dan pencahayaan alami untuk menciptakan lingkungan dalam ruangan yang sehat dan nyaman juga ditekankan. Siswa memahami bahwa bangunan yang sehat berkontribusi pada produktivitas dan kesejahteraan penghuninya.

Interaksi langsung dengan para dosen sebagai praktisi dan akademisi juga sangat membantu dalam menjembatani kesenjangan antara teori yang diajarkan di sekolah dengan praktik di dunia kerja. Para dosen tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga berbagi pengalaman dan tantangan yang mereka hadapi dalam mengimplementasikan BIM dan desain berkelanjutan dalam proyek-proyek nyata. Hal ini memberikan gambaran yang lebih realistis kepada siswa mengenai ekspektasi industri dan mempersiapkan mereka untuk tantangan di masa depan.

3.3. Dampak dan Relevansi Terhadap Pendidikan Vokasi

Kegiatan pengabdian ini memiliki dampak yang signifikan tidak hanya terhadap pemahaman siswa, tetapi juga terhadap visi jangka panjang pendidikan vokasi di Indonesia. Integrasi BIM dan arsitektur berkelanjutan dalam kurikulum pendidikan vokasi memiliki potensi untuk menciptakan efek domino positif yang dapat dirasakan di berbagai tingkatan, mulai dari lingkungan lokal hingga industri konstruksi nasional.

Pada tingkat lokal, peningkatan kompetensi siswa SMK dalam bidang BIM dan arsitektur berkelanjutan dapat berkontribusi langsung pada pembangunan infrastruktur yang lebih berkualitas di Kabupaten Deli Serdang dan sekitarnya. Lulusan yang memiliki pemahaman mendalam tentang teknologi BIM dapat membantu kontraktor lokal dalam meningkatkan efisiensi proyek, mengurangi pemborosan material, dan meningkatkan kualitas konstruksi. Sementara itu, pemahaman tentang prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan dapat mendorong pengembangan bangunan-bangunan yang lebih ramah lingkungan di wilayah tersebut, yang pada akhirnya berkontribusi pada upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan.

Pada tingkat regional Sumatera Utara, kegiatan ini dapat menjadi katalis untuk transformasi industri konstruksi menuju praktik yang lebih modern dan berkelanjutan. Dengan semakin banyaknya tenaga kerja terampil yang memahami BIM dan arsitektur berkelanjutan, perusahaan-perusahaan konstruksi di wilayah ini akan lebih siap untuk mengadopsi teknologi baru dan memenuhi standar internasional. Hal ini dapat meningkatkan daya saing industri konstruksi Sumatera Utara dalam menarik investasi dan proyek-proyek berskala besar.

Pada tingkat nasional, inisiatif seperti ini sejalan dengan visi pemerintah Indonesia untuk mencapai target net-zero emission pada tahun 2060 dan meningkatkan daya saing industri konstruksi dalam era digital. Menurut penelitian terbaru, integrasi BIM dalam pendidikan vokasi dapat meningkatkan kesiapan lulusan untuk bekerja di industri konstruksi modern hingga 40% [19]. Selain itu, pemahaman tentang arsitektur berkelanjutan dapat mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan ke-11 tentang kota dan komunitas berkelanjutan.

Dampak jangka panjang dari kegiatan ini juga dapat dilihat dari perspektif ekonomi. Implementasi BIM dalam proyek konstruksi dapat mengurangi biaya proyek hingga 20% dan mempercepat waktu penyelesaian hingga 15% [20]. Sementara itu, bangunan berkelanjutan dapat mengurangi biaya operasional hingga 30% dan meningkatkan nilai properti hingga 10% [21]. Dengan semakin banyaknya profesional konstruksi yang memahami kedua konsep ini, industri konstruksi Indonesia dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi dan berkontribusi lebih besar terhadap pertumbuhan ekonomi nasional.

Interaksi langsung dengan para dosen sebagai praktisi dan akademisi juga sangat membantu dalam menjembatani kesenjangan antara teori yang diajarkan di sekolah dengan praktik di dunia kerja. Para dosen tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga berbagi pengalaman dan tantangan yang mereka hadapi dalam mengimplementasikan BIM dan desain berkelanjutan dalam proyek-proyek nyata. Hal ini memberikan gambaran yang lebih realistis kepada siswa mengenai ekspektasi industri dan mempersiapkan mereka untuk tantangan di masa depan.

3.4. Relevansi dan Dampak Terhadap Pendidikan Vokasi

Kegiatan pengabdian ini memiliki dampak yang signifikan terhadap pendidikan vokasi di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan. Dengan memperkenalkan teknologi dan konsep terkini, kegiatan ini membantu sekolah dalam:

- a. *Meningkatkan Relevansi Kurikulum*: Materi yang disampaikan secara langsung relevan dengan kebutuhan industri konstruksi modern. Ini membantu sekolah untuk terus memperbarui dan menyelaraskan kurikulumnya agar lulusan memiliki kompetensi yang dibutuhkan oleh pasar kerja.
- b. *Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa*: Pemaparan materi yang aplikatif dan demonstrasi praktis berhasil membangkitkan minat dan motivasi siswa untuk belajar lebih dalam mengenai bidang arsitektur dan konstruksi. Mereka tidak hanya belajar teori, tetapi juga melihat bagaimana pengetahuan tersebut dapat diterapkan untuk menciptakan solusi nyata.
- c. *Mempersiapkan Lulusan yang Kompeten*: Dengan pemahaman yang lebih baik tentang BIM dan desain berkelanjutan, lulusan SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan akan memiliki keunggulan kompetitif di pasar kerja. Mereka akan lebih siap untuk beradaptasi dengan teknologi baru dan berkontribusi pada proyek-proyek yang berorientasi pada efisiensi dan keberlanjutan.

Secara keseluruhan, tanggapan positif dari siswa dan guru mengkonfirmasi bahwa kegiatan ini sangat bermanfaat. Banyak siswa menyatakan merasa lebih percaya diri dan memiliki minat yang lebih besar untuk melanjutkan studi di bidang ini, baik melalui pendidikan tinggi maupun langsung terjun ke industri. Kegiatan ini tidak hanya memberikan pengetahuan teknis, tetapi juga berhasil menanamkan kesadaran akan pentingnya peran mereka sebagai calon profesional konstruksi dalam menciptakan lingkungan binaan yang lebih baik dan berkelanjutan untuk masa depan.



Gambar 3. Foto Bersama tim UMA dengan siswa dan siswi di akhir kegiatan

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema "SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan Menuju Arsitektur Hijau: BIM dan Desain Berkelanjutan" telah berhasil dilaksanakan dengan sukses dan memberikan dampak positif yang signifikan. Berdasarkan hasil observasi, diskusi, dan umpan balik dari peserta, dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini telah mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan pengetahuan dan kesadaran siswa Jurusan Desain Permodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan mengenai teknologi konstruksi modern, khususnya Building Information Modeling (BIM), dan praktik desain arsitektur yang ramah lingkungan atau berkelanjutan. Siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi dan peningkatan pemahaman yang signifikan terhadap kedua topik tersebut, menandakan bahwa metode penyuluhan dan workshop interaktif yang diterapkan efektif dalam membekali mereka dengan kompetensi yang relevan dengan kebutuhan industri saat ini.

Kegiatan ini tidak hanya memberikan pemahaman teoritis, tetapi juga menginspirasi siswa untuk melihat potensi karir di bidang arsitektur dan konstruksi yang semakin mengintegrasikan teknologi digital dan prinsip keberlanjutan. Pemahaman akan BIM sebagai alat kolaborasi dan efisiensi, serta kesadaran akan pentingnya desain berkelanjutan untuk masa depan lingkungan, merupakan bekal berharga bagi para calon profesional konstruksi ini. Inisiatif ini juga secara tidak langsung mendukung Upaya sekolah dalam menyelaraskan kurikulumnya dengan tuntutan industri 4.0 dan isu-isu global seperti perubahan iklim.

Meskipun kegiatan pengabdian ini telah memberikan dampak positif yang nyata, ini hanyalah langkah awal dalam perjalanan panjang untuk mempersiapkan generasi muda yang kompeten dan bertanggung jawab. Untuk memastikan keberlanjutan dan dampak yang lebih luas dari inisiatif ini, tim pengabdian merekomendasikan beberapa langkah lanjutan yang dapat dipertimbangkan oleh pihak sekolah dan pemangku kepentingan terkait:

1. *Pengembangan Program Magang dan Kemitraan Industri:* Sangat disarankan bagi SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan untuk mengembangkan dan memperkuat program magang atau kerja sama dengan perusahaan-perusahaan konstruksi, konsultan arsitektur, atau pengembang properti yang telah mengimplementasikan BIM dan praktik desain berkelanjutan. Melalui magang, siswa akan mendapatkan kesempatan untuk menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh dalam konteks proyek nyata, berinteraksi langsung dengan para profesional, dan memahami alur kerja industri secara lebih mendalam. Kemitraan ini juga dapat membuka peluang bagi sekolah untuk

- mendapatkan dukungan dalam bentuk perangkat lunak, pelatihan guru, atau studi kasus proyek.
2. *Integrasi BIM dan Arsitektur Berkelanjutan dalam Kurikulum Formal*: Pihak sekolah didorong untuk secara lebih mendalam mengintegrasikan materi BIM dan arsitektur berkelanjutan ke dalam kurikulum formal Jurusan DPIB. Ini dapat dilakukan melalui penambahan mata pelajaran khusus, pengayaan materi pada mata pelajaran yang sudah ada, atau pengembangan proyek berbasis masalah yang mengharuskan siswa menerapkan kedua konsep tersebut. Pelatihan berkelanjutan bagi guru-guru juga krusial untuk memastikan mereka memiliki kompetensi yang memadai dalam mengajarkan materi ini.
 3. *Pembentukan Komunitas Belajar dan Proyek Berkelanjutan*: Mendorong pembentukan komunitas belajar di antara siswa yang tertarik pada BIM dan arsitektur berkelanjutan. Komunitas ini dapat menjadi wadah bagi siswa untuk saling berbagi pengetahuan, melakukan proyek-proyek eksperimental, atau mengikuti kompetisi desain. Selain itu, sekolah dapat menginisiasi proyek-proyek kecil di lingkungan sekolah yang menerapkan prinsip desain berkelanjutan, seperti perancangan taman vertikal, sistem pengumpul air hujan sederhana, atau simulasi desain bangunan hemat energi menggunakan perangkat lunak BIM.
 4. *Kegiatan Pengabdian Berkelanjutan dan Berjenjang*: Mengadakan kegiatan pengabdian serupa secara berkala dengan topik yang lebih spesifik dan berjenjang. Misalnya, workshop lanjutan yang fokus pada penggunaan perangkat lunak BIM tertentu, atau sesi diskusi mendalam tentang sertifikasi bangunan hijau (misalnya, GreenShip atau LEED). Pendekatan berjenjang ini akan memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan mereka secara progresif dan mendalam.

Dengan mengimplementasikan rekomendasi-rekomendasi ini, diharapkan SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan dapat terus mencetak tenaga kerja yang tidak hanya kompeten secara teknis, tetapi juga memiliki visi dan tanggung jawab terhadap Pembangunan yang berkelanjutan. Lulusan yang memiliki pemahaman kuat tentang BIM dan arsitektur berkelanjutan akan menjadi aset berharga bagi industri konstruksi Indonesia dalam menghadapi tantangan dan peluang di masa depan.

PENGUNAAN TEKNOLOGI BERBASIS KECERDASAN BUATAN (AI)

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada penggunaan alat kecerdasan buatan (AI) yang digunakan dalam penulisan atau pengeditan manuskrip, dan tidak ada gambar yang dimanipulasi menggunakan AI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vlad. 2024. *BIM and Construction Management: Boosting Efficiency in 2024*. Smart Barrel.
- [2] Ocean, James. 2024. *What is BIM in construction management? BIM in construction industry*. Revizto.
- [3] Stanton, Justin. 2024. *Defining digital construction in 2024: the best-read BIM stories*. Construction Management.
- [4] Das, Karan; Khursheed, Salman, Paul, Virendra Kumar. 2025. *The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies*. Springer.
- [5] Poorisat, Tharaya; Aigwi, Itohan Esther; Doan, Tien Dat; Hoseini, Ali Ghaffarian. 2024. *Unlocking the potentials of sustainable building designs and practices*. Building and Environment.
- [6] Biro, Andrew. 2024. *What is Sustainable Building Design in 2024 - Examples & Photos*. GBD Magazine.
- [7] GAO. 2025. *Science & Tech Spotlight: Sustainable Building Technologies*. U.S. Government Accountability Office.
- [8] EPA. 2024. *Green Building*. U.S. Environmental Protection Agency.
- [9] Grainger, Guy. 2024. *Why 2024 is the tipping point for investing in sustainable buildings*. World Economic Forum.
- [10] Pickard Chilton. 2024. *Emerging Trends in Sustainable Architecture for 2024*.
- [11] Manzoor, Bilal; Charef, Rabia; Antwi-Afari, Maxwell Fordjour. 2024. *Unveiling the Digital Potential of Building Information Modeling (BIM)*. MDPI.

- [12] Zhou, Dong; Pei, Bida; Li, Xueqin; Jiang, Ding; Wen, Lin. 2024. *Innovative BIM technology application in the construction management of highway*. Nature.
- [13] Fauziyah, Izura Ramadhani. 2025. *Menyingkap Efisiensi Proyek Konstruksi: Studi Kasus BIM pada Proyek Perumahan Sukabumi*. DIKLATKERJA. 8 Mei 2025.
- [14] Fatkhurohman, Dwi; Insanita, Rizqiah. 2023. *Prioritas Strategi Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Meningkatkan Produktivitas Perusahaan Jasa Konstruksi: Studi Kasus pada PT. Hutama Karya (Persero) Divisi Sipil Umum*. Universitas Indonesia.
- [15] Abugu, Christian. 2025. *Integrating Building Information Modelling (BIM) for Effective Construction Planning Execution and Lifecycle Management*. International Journal of Publication and Reviews.
- [16] Santosa, Eddy. 2024. *Five key principles in designing regenerative buildings*. USGBC.
- [17] Mrsocha. 2024. *Penerapan Konsep Bangunan Gedung Hijau Studi Kasus: Bangunan Gedung Masjid Istiqlal, Jakarta*. 16 Desember 2024.
- [18] Tasya, Annisa Fikriyah; Putranto, Ary Deddy. 2017. *Konsep Green Building pada Bangunan Kantor (Studi Kasus Spasio Office, Surabaya)*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya.
- [19] Hastutiningsih, Arum Dwi; Pramudiyanto; Elviana; Raharjo, Nuryadin Eko. 2024. *Pelatihan building information modelling bagi Guru Sekolah Menengah Kejuruan di DIY dan Jawa Tengah*. Penamas: Journal of Community Service, 4(2), 2024, 389-399.
- [20] TVETRC. 2023. *PENGARUH PENGUASAAN MATA KULIAH PENGARUH PENGUASAAN MATA KULIAH PEMODELAN DAN INFORMASI BANGUNAN TERHADAP KESIAPAN MENGAJAR BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA MAHASISWA PENDIDIKAN TEKNIK ARSITEKTUR*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [21] Aditya, Wawan; Purwandito, Meilandy; Fauzia, Arisna. 2024. *Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Tekla Structures*. Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology.