

Pengenalan Konsep BIM Melalui *AutoCAD* dan *Allplan* pada Siswa Kompetensi Keahlian DPIB SMKN 1 Cikarang Barat

M. Agphin Ramadhan^{1*}, Arris Maulana, Arini Anindya², Bayu Eka Sanktiaji³, Winda Cahyati⁴, Oki Dwi Darmawan⁵, Andreas Dwi Jati Prasetyo⁶

^{1,2,3,4,5,6} Prodi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Rawamangun, Jakarta Timur, 13220

*E-mail: agphin@unj.ac.id

ABSTRAK

Revitalisasi pembelajaran di SMKN 1 Cikarang Barat, khususnya di kompetensi keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) belum sepenuhnya dilakukan. Pada keterampilan mendesain gambar bangunan, perangkat lunak yang digunakan terbatas pada *AutoCAD*. Siswa perlu diberikan pemahaman konsep BIM agar ketika lulus siap menjadi *drafter* yang mampu mengoperasikan perangkat lunak berbasis BIM. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan konsep BIM melalui perangkat lunak tradisional *AutoCAD* dan perangkat lunak berbasis BIM, *Allplan*. Kegiatan dilaksanakan secara daring selama 8 hari. Pada keterampilan menggunakan *AutoCAD* seluruh komponen memperoleh nilai ≥ 80 dengan nilai tertinggi didapat pada komponen membuat kop gambar sedangkan terendah pada komponen menggambar rumah 3D. Sedangkan keterampilan menggunakan *Allplan*, rata-rata siswa mendapatkan nilai 79.28. Para peserta telah memahami konsep BIM. Hal ini ditunjukkan dari peningkatan nilai *pre-test* dan *post-test*, yaitu 39,31 menjadi 40,56. Peningkatan yang tidak signifikan ini membuktikan perlunya pelatihan lebih lanjut agar para peserta semakin memahami konsep BIM.

Kata kunci: SMK DPIB, desain bangunan, gambar bangunan, AutoCAD, Allplan

ABSTRACT

The revitalization of learning at SMKN 1 Cikarang Barat, especially in Building Modeling and Information Design (DPIB) skills, has not been fully implemented. In the skills of designing building drawings, the software used is limited to AutoCAD. Students need to understand BIM concepts so that when they graduate, they are ready to become drafters who can operate BIM-based software. This community service activity aims to introduce the concept of BIM through traditional AutoCAD software and BIM-based software, Allplan. The activity was carried out online for eight days. In using AutoCAD, all components obtained a value of 80, with the highest value obtained in the component making image headers while the lowest was in the 3D house drawing component. While skills using Allplan, the average student gets a score of 79.28. The participants have understood the concept of BIM. This score is indicated by the increase in the pre-test and post-test scores, from 39.31 to 40.56. This insignificant increase proves the need for further training so that participants understand the BIM concept better.

Keywords: SMK DPIB, building design, building drawings, AutoCAD, Allplan

1. PENDAHULUAN

Gaung perubahan peta jalan pengembangan SMK di masa Revolusi Industri 4.0 sebenarnya telah dimulai sejak Presiden Jokowi mengeluarkan Instruksi Presiden (Inpres) nomor 9 tahun 2016 tentang Revitalisasi SMK dalam rangka peningkatan kualitas dan daya saing SDM Indonesia. Pada tahun yang sama perubahan spektrum keahlian SMK diresmikan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Melalui Keputusan Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah nomor 4678/D/Kep/MK/2016 tentang Spektrum Keahlian Pendidikan Menengah Kejuruan, SMK program keahlian Teknologi Konstruksi dan Properti memiliki 4 kompetensi keahlian, salah satunya adalah Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB).

Selanjutnya pada tahun 2017, melalui Surat Edaran Direktur PSMK Nomor 4540/D5.3/TU/2017 tanggal 22 Juni 2017, pemerintah kembali menegaskan perubahan kompetensi keahlian di SMK. Dalam edaran tersebut dinyatakan bahwa SMK kompetensi keahlian DPIB adalah SMK kompetensi keahlian Teknik Gambar Bangunan (TGB) pada spektrum tahun 2013. Perubahan nama ini sebagai wujud revitalisasi SMK. Revitalisasi selanjutnya dapat dilakukan dengan perubahan-perubahan strategi dan model pembelajaran. (Badriyah et al., 2019) menyatakan bagi siswa SMK pembelajaran lebih mengutamakan keterampilan dan kemahiran dalam melaksanakan praktik. Bagi siswa SMK kompetensi keahlian DPIB keterampilan yang wajib dikuasai adalah mendesain gambar bangunan.

Kaitannya dengan desain gambar bangunan, (Aldo, 2020) menyatakan perlunya memperbarui atau merevitalisasi sumber belajar pada mata pelajaran Aplikasi Perangkat Lunak dan Perancangan Interior Gedung (APLPIG), termasuk dalam mempelajari perangkat lunak yang digunakan. Pada kenyataannya, perangkat lunak yang dipelajari di SMK kompetensi keahlian DPIB tidak berubah dengan yang dipelajari saat nama kompetensi keahliannya TGB. (Pratama & Wiyono, 2021) menyatakan bahwa di SMK kompetensi keahlian DPIB, perangkat lunak yang dipelajari pada mata pelajaran APLPIG adalah *AutoCAD*.

Perangkat lunak *AutoCAD* tidak sepenuhnya ditinggalkan di industri jasa konstruksi. Namun perlahan dan pasti, pemerintah melalui Kementerian PUPR mulai menerapkan *Building Information Modeling* (BIM). Dimana *AutoCAD* bukanlah perangkat lunak yang mendukung teknologi BIM. BIM adalah representasi digital objek bangunan 3D yang memuat informasi-informasi cerdas mengenai objek bangunan tersebut (Sabongi, 2014). Perubahan nama kompetensi keahlian SMK menurut (Ramadhan & Maulana, 2020) sebagai upaya pemerintah untuk mensosialisasikan penggunaan BIM yaitu dengan menerapkan BIM sebagai kompetensi keahlian di tingkat SMK. Hal ini untuk meningkatkan jumlah tenaga kerja yang telah paham mengenai konsep BIM.

Berdasarkan pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa siswa SMK kompetensi keahlian DPIB tetap perlu mempelajari *AutoCAD* namun perlu untuk diperkenalkan dengan konsep BIM. Menurut (Ahmad et al., 2020) keterampilan menggambar menggunakan *AutoCAD* merupakan keterampilan wajib dikuasai bagi siswa SMK Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Properti. Motivasi siswa untuk mempelajari program atau aplikasi komputer sangat tinggi. Lulusan SMK DPIB disiapkan untuk menjadi *drafter*. Oleh karena itu kemampuan merancang dan menggambar bangunan merupakan modal utama yang wajib dimiliki (Oktariansyah et al., 2019). Hal ini diperkuat oleh (Nurfajar et al., 2019) yang menyatakan lulusan SMK kompetensi keahlian DPIB disiapkan menjadi *drafter* sesuai dengan skema SKKNI. Tidak hanya sebagai pembaca gambar di lapangan tetapi dapat membantu penyelesaian gambar *Shop Drawing* dan *As built drawing*.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan konsep BIM kepada siswa SMK kompetensi keahlian DPIB SMKN 1 Cikarang Barat melalui pelatihan penggunaan *AutoCAD* dan *Allplan*, yang merupakan perangkat lunak berbasis BIM. Pelatihan dilakukan sebagai salah satu solusi terhadap kendala sarana yang sering ditemukan di sekolah. (Ramadhan et al., 2021) menyatakan SMK kompetensi keahlian DPIB sudah memiliki sarana dan prasarana yang cukup memadai. Namun demikian, untuk menerapkan teknologi BIM dalam

pembelajaran perlu adanya peningkatan sarana, khususnya komputer dengan spesifikasi tinggi. Hal ini ternyata akan berpengaruh kepada kompetensi siswa, seperti yang dijelaskan oleh (Rahma, 2019) yang membuktikan bahwa sarana dan parasarana ruang laboratorium DPIB berpengaruh terhadap kompetensi siswa pada mata pelajaran APLPIG.

Tujuan lain dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah sebagai bentuk kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL). PKL yang biasanya dilakukan di industri, di masa pandemi Covid-19 tidak dapat dilakukan sehingga dilakukan PKL secara daring melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini. (Hermawan et al., 2017) salah satu tantangan bagi siswa SMK DPIB saat Praktik Kerja Lapangan (PKL) adalah beragamnya materi yang diterima pada saat PKL. Akibat hal tersebut kompetensi siswa tidak merata dan minim, khususnya bagi siswa yang mendapatkan materi atau pengalaman yang tidak sesuai dengan keahlian yang dipelajari di sekolah. Melalui kegiatan ini diharapkan siswa mendapatkan keahlian yang merata, sesuai kebutuhan industri, dan sesuai dengan nama kompetensi keahliannya.

2. METODE PELAKSANAAN

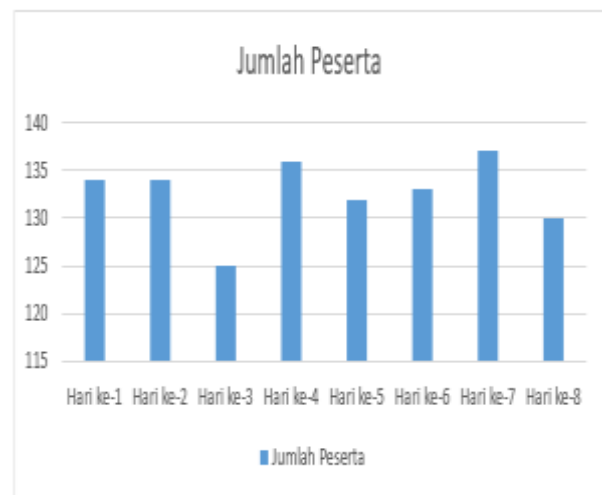
Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk pelatihan daring selama 8 hari, yaitu tanggal 24 – 26 Februari 2021 dan 1 – 5 Maret 2021. Kegiatan dilaksanakan menggunakan aplikasi *Zoom Meetings*. Hal ini dikarenakan kebijakan LPPM UNJ yang menyesuaikan dengan kondisi pandemi *Covid-19*. Pelatihan ini menggunakan metode ceramah, demonstrasi, dan praktik. Ceramah berupa penjelasan dari narasumber yang berisi teori serta konsep BIM pada perangkat lunak *AutoCAD* dan *Allplan*. Pada metode demonstrasi, narasumber menjelaskan langkah-langkah dalam mengoperasikan kedua perangkat lunak tersebut. Kemudian pada tahap praktik, narasumber memberikan kesempatan kepada para peserta untuk mempraktikkan langkah-langkah desain yang sudah diajarkan sebelumnya. Secara umum, tahapan pelaksanaan kegiatan pelatihan ini terbagi menjadi 3 (tiga) tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil kegiatan. Tahap persiapan terdiri dari: persiapan materi/bahan kegiatan yang akan disampaikan

oleh tim, dan mendata peserta yang ingin mengikuti pelatihan. Kemudian tahap pelaksanaan terdiri dari penjelasan teori, demonstrasi, dan tutorial. Adapun pada tahap pelaporan hasil kegiatan berupa laporan, berita di media massa, artikel, dan video.

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama tes keterampilan menggambar menggunakan perangkat lunak *Allplan* atau *AutoCAD*. Pada tahap ini peserta diberikan pilihan untuk menyesuaikan dengan kondisi perangkatnya masing-masing. Pada tahap kedua, seluruh peserta mengerjakan *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur pemahaman mengenai konsep BIM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

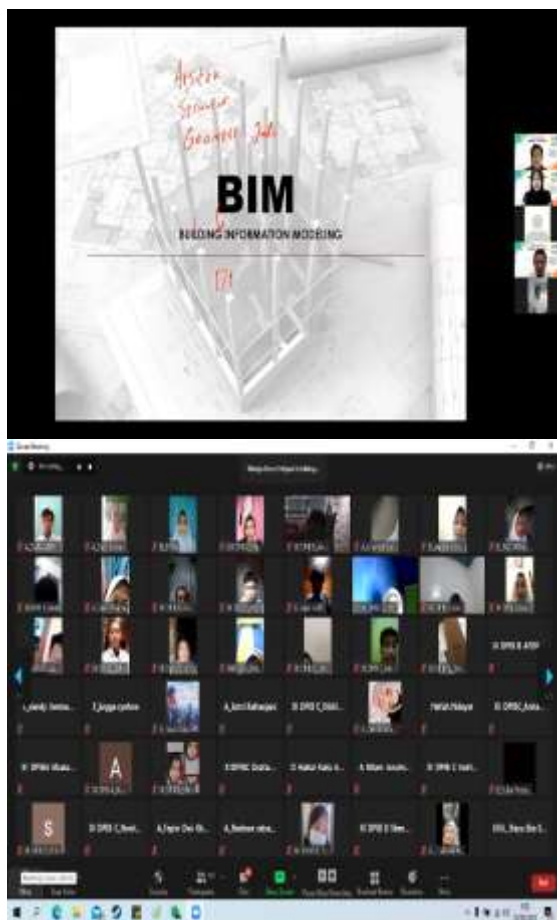
Peserta yang hadir dalam kegiatan ini adalah seluruh siswa kelas XI kompetensi keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) SMKN 1 Cikarang Barat. Sejumlah 160 siswa yang berasal dari 5 kelas terdaftar pada kegiatan ini. Namun setelah dilakukan pendataan terdapat 13 siswa yang tidak dapat mengikuti kegiatan karena keterbatasan gawai dan internet. Pada Gambar 2 ditampilkan frekuensi kehadiran peserta setiap hari selama kegiatan ini.



Gambar 2. Grafik Frekuensi Kehadiran Siswa Selama Kegiatan

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah kehadiran peserta fluktuatif. Rata-rata tingkat kehadiran per harinya adalah 132 orang atau setara dengan 89,7%. Hal ini dapat diartikan bahwa sebagian peserta siswa yang menjadi peserta sangat

antusias mengikuti kegiatan ini. Adapun materi yang diberikan: 1) Hari pertama mengenai pengenalan software *Allplan* dan Praktik Dasar-Dasar *AutoCAD*, 2) Hari kedua, menggambar *grid* dan lantai pada *Allplan* dan praktik menggambar kop gambar pada *AutoCAD*, 3) Hari ketiga, menggambar dinding pada *Allplan* dan praktik menggambar dinding 2 dimensi pada *AutoCAD*, 4) Hari keempat menggambar dinding pada *Allplan* dan praktik menggambar dinding, pintu, dan jendela 2 dimensi pada *AutoCAD*, 5) Hari kelima menggambar pintu dan jendela pada *Allplan* dan praktik menggambar tampak pada *AutoCAD*, 6) Hari keenam meng-*import furniture* pada *Allplan* dan praktik menggambar furnitur pada *AutoCAD*, 7) Hari ketujuh menggambar plafon pada *Allplan* dan praktik menggambar rumah sederhana 3 dimensi pada *AutoCAD*, dan 8) Hari kedelapan menghitung *Quantity Take Off* pada *Allplan* dan praktik menggambar rumah sederhana 3D pada *AutoCAD*. Pada gambar 3 ditampilkan dokumentasi kegiatan yang telah dilaksanakan.



Gambar 3. Dokumentasi Kegiatan

Secara umum, kegiatan pelatihan yang diselenggarakan selama 8 hari berjalan dengan lancar meskipun terdapat beberapa kendala. Pada hari pertama, para peserta sebagian besar belum berhasil meng-*install software Allplan*. Proses instalasi memang perlu persetujuan dari pihak *Allplan* untuk mendapatkan lisensinya. Kendala lain adalah spesifikasi laptop yang tidak sesuai. Berdasarkan situs resmi *Allplan*, spesifikasi minimum komputer yang diperlukan untuk meng-*install Allplan* versi 2019 minimum prosesor *Intel* dan lebih direkomendasikan *Intel Core i5, i7, atau i9*. Semakin tinggi versinya maka semakin tinggi spesifikasi yang dibutuhkan. Spesifikasi secara detail dapat dilihat pada gambar 4.

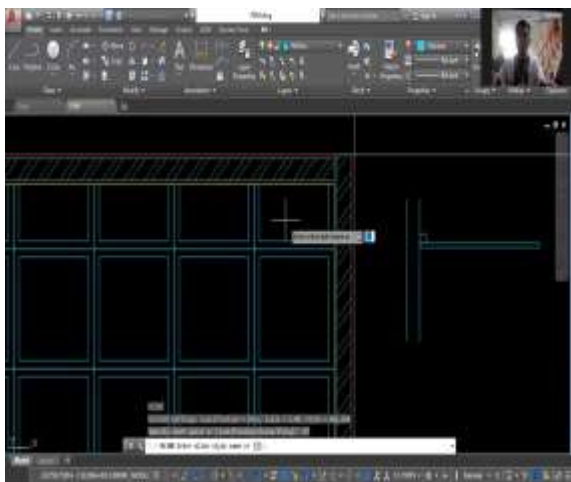
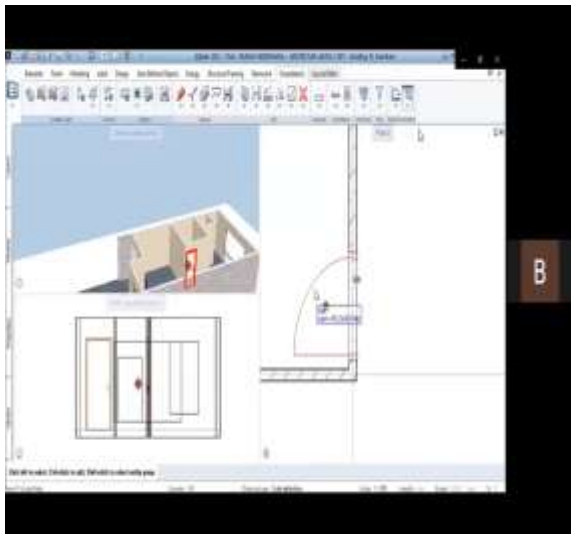


Gambar 4. Minimum dan Recommendation Requirements

(sumber: <https://connect.allplan.com/support/sysinfo/2019.html>)

Sebagai solusi atas kendala yang terjadi, bagi siswa yang gagal memasang *Allplan* maka diizinkan untuk mempraktikkan menggunakan *AutoCAD* saja. Perangkat lunak *AutoCAD* dengan versi yang rendah, misalkan versi tahun 2010, masih mampu dipasang pada komputer dengan spesifikasi minimalis.

Selanjutnya pada setiap pelatihan, peserta cukup aktif bertanya dan mempraktikkan gambar menggunakan komputer masing-masing. Pada gambar 5 disajikan hasil praktik gambar yang dicontohkan oleh narasumber.



Gambar 5. Hasil Praktik Gambar

Beberapa pertanyaan yang diajukan oleh peserta, yaitu: Mengapa AutoCAD belum bisa menjadi perangkat lunak pendukung BIM?. Salah satu kelebihan perangkat lunak yang berbasis BIM, yaitu selain desain dalam bentuk 3D, secara otomatis dapat dihitung volume pekerjaan dan biayanya. Hal inilah yang belum dapat dilakukan oleh AutoCAD. Pertanyaan lain, yaitu Bagaimana cara mengatasi layer yang tiba-tiba hilang pada Allplan?. Hal ini memang dapat terjadi, sebagai solusinya apabila drawing file hilang maka dapat membuat ulang dan mengaktifkan drawing file, kemudian membuat slab nya. Cara nya pilih file yang dimaksud kemudian klik kanan pilih Assign Drawing File.

Kelancaran mengikuti pelatihan daring, salah satunya ditentukan oleh jaringan internet. Beberapa peserta beberapa kali melaporkan bahwa jaringannya tidak stabil. Berdasarkan

data frekuensi kehadiran siswa, dan interaksi saat kegiatan berlangsung dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini terselenggara dengan baik. Evaluasi hasil praktik hanya diikuti oleh sebagian peserta. Sebagian peserta terkendala laptop dan internet yang tidak memadai. Tabel 1 disajikan nilai keterampilan menggambar menggunakan perangkat lunak Allplan.

Tabel 1. Daftar Nilai Keterampilan Peserta dalam menggunakan Allplan

Nama	Lantai	Dinding	Plafon
AFY	80	85	80
AFR	80	80	85
FS	80	80	70
NR	70	80	80
NIP	70	80	70
REN	85	85	85
VS	80	80	80

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa: 1) Hanya 7 peserta yang mengikuti evaluasi hingga tuntas; 2) Rata-rata nilai menggambar lantai sebesar 77,85; 3) Rata-rata nilai menggambar dinding sebesar 81,42; 4) Rata-rata nilai menggambar plafon sebesar 78,57; 5) Dari 7 peserta tersebut terdapat 4 orang yang rata-rata nilainya ≥ 80 , yaitu AFY, AFR, REN, dan VS, dan 6) Rata-rata nilai yang diperoleh 7 peserta tersebut sejumlah 79,28. Hasil yang diperoleh cukup baik karena pelatihan menggunakan Allplan merupakan pengalaman pertama bagi para peserta.

Sejumlah 45 peserta mengikuti evaluasi keterampilan menggambar menggunakan AutoCAD. Berikut ini rata-rata nilai yang didapat.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Keterampilan Peserta dalam menggunakan AutoCAD

Komponen	Nilai
Kop gambar	90
Dinding	88
Pintu dan Jendela	88
Furnitur	85
Rumah 3D	80

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2, semua komponen penilaian memperoleh nilai ≥ 80 dengan nilai tertinggi didapat pada komponen membuat kop gambar sedangkan terendah pada komponen membuat gambar rumah 3D. Peserta merupakan siswa kelas XI

kompetensi keahlian DPIB sehingga wajar mereka telah menguasai keterampilan menggambar dengan *AutoCAD*. Pelajaran menggambar menggunakan perangkat lunak ini telah diajarkan sejak kelas X pada mata pelajaran Gambar Teknik. Kemudian dilanjutkan pada mata pelajaran Aplikasi Perangkat Lunak dan Perancangan Interior Gedung (APL-PIG) pada kelas XI.

Tingkat pemahaman peserta mengenai konsep BIM diukur dengan cara memberikan *pre-test* dan *post-test* berupa soal pilihan ganda yang berkaitan dengan konsep BIM. Terdapat 10 pertanyaan. Daftar pertanyaan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Pertanyaan *Pre-Test* dan *Post-Test*

No.	Pertanyaan
1.	Kepanjangan dari BIM
2.	Pengertian dari BIM
3.	Data yang dihasilkan oleh model 3D BIM
4.	Permasalahan pada kegiatan konstruksi
5.	Tujuan implementasi BIM
6.	Manfaat implementasi BIM
7.	Output BIM 4D
8.	Output BIM 5D
9.	Perangkat lunak berbasis BIM
10.	Perangkat lunak berbasis BIM untuk pemodelan bangunan gedung

Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang diikuti 107 peserta didapat hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Persentase Jawaban Benar Tiap Soal

Pertanyaan	Pre-Test (%)	Post-Test (%)
1.	86,4	93,5
2.	52,3	67,3
3.	47,7	45,8
4.	27,3	32,7
5.	47,7	51,4
6.	20,5	15,9
7.	15,9	24,3
8.	22,7	26,2
9.	36,4	28
10.	36,4	37,4

Terdapat peningkatan pemahaman para peserta mengenai konsep BIM. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan persentase tiap *item* soal. Namun beberapa poin yang masih perlu ditingkatkan adalah: 1) Data yang dihasilkan

BIM 3D; 2) Manfaat implementasi BIM; 3) Jenis-jenis perangkat lunak berbasis BIM. Data yang dihasilkan oleh BIM 3D adalah seluruh informasi bangunan yang menyangkut objek sebenarnya dari model yang telah dibuat. Adapun manfaat implementasi BIM adalah menghindari kesalahan mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan pembangunan. Kemudian, jenis-jenis perangkat lunak yang berbasis BIM diantaranya: *Allplan*, *Autodesk Infraworks*, *ArchiCAD*, dan *Navisworks*. Secara keseluruhan nilai rata-rata peserta meningkat dari 39,31 menjadi 40,56. Peningkatan yang tidak signifikan membuktikan perlunya pelatihan lebih lanjut agar para peserta semakin memahami konsep BIM.

4. KESIMPULAN

Berisi kesimpulan yang memuat jawaban atas pertanyaan pengabdian masyarakat. Ditulis dalam bentuk essay, bukan dalam bentuk numerikal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Sekolah SMKN 1 Cikarang Barat yang telah memberikan izin kepada tim untuk menyelenggarakan pelatihan perangkat lunak *AutoCAD* dan *Allplan* dalam rangka pengenalan konsep BIM. Kami ucapkan terima kasih juga kepada Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang memberikan dukungan kepada tim sehingga kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Terakhir, kami mengucapkan terima kasih kepada para dosen dan mahasiswa program studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan dan D3 Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta yang terlibat dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y., Ratnawati, & Hurung, A. Y. (2020). Pengenalan Dan Pelatihan Autocad Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa Smk Nusantara Mandiri Kota Bontang. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(2).
- Aldo, A. (2020). Pembuatan Modul Pembelajaran Autocad Pada Mata Pelajaran Aplikasi Perangkat Lunak Dan Perancangan Interior Gedung Di Smk Negeri 3 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan*

- Teknik Sipil*, 2(1), 37–51.
<https://doi.org/10.21831/jpts.v2i1.31964>
- Badriyah, N. L., Thamrin, A., & Nurhidayati, A. (2019). Analisis Instrumen Penilaian Hasil Belajar Mata Pelajaran Gambar Teknik Siswa Kelas X Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Bangunan. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 4(2), 93–102.
<https://doi.org/10.20961/ijcee.v4i2.27780>
- Hermawan, Marzuki, P. F., Abduh, M., & Driejana, R. (2017). The Sustainable Infrastructure through the Construction Supply Chain Carbon Footprint Approach. *Procedia Engineering*, 171, 312–322.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.339>
- Nurfajar, A. A., Wahyuningaji, R. P., & Dardiri, A. (2019). Impact of Vocational Curriculum 2013 on the Role of Vocational School Graduates in Industrial Construction Services. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET 2018)*. Atlantis Press.
<https://doi.org/10.2991/icovet-18.2019.33>
- Oktariansyah, F., Iriani, T., & Maulana, A. (2019). Identifikasi Kemampuan Kognitif Siswa Dalam Hasil Belajar Autocad Kelas XI di SMKN 56 Jakarta. *Jurnal PenSil*, 8(2), 73–80.
<https://doi.org/10.21009/jpensil.v8i2.8455>
- Pratama, M. D., & Wiyono, A. (2021). Studi Literatur Pengembangan Modul Media Pembelajaran Autocad Pada Mata Pelajaran Aplikasi Perangkat Lunak dan Perancangan Interior Gedung Kelas XI DPIB SMK Negeri 2 Surabaya. *Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 7(1).
- Rahma, B. A. (2019). *Pengaruh Sarana Prasarana terhadap Kompetensi Mata Pelajaran APL-PIG pada Siswa Kelas XI DPIB SMK Negeri 3 Semarang* [Universitas Negeri Semarang].
<https://lib.unnes.ac.id/36111/>
- Ramadhan, M. A., & Maulana, A. (2020). Pemahaman Konsep BIM Melalui Pelatihan Autodesk Revit bagi Guru SMK Teknik Bangunan se-Jabodetabek. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 47–52.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30656/jpmwp.v4i1.1886>
- Ramadhan, M. A., Murtinugraha, R. E., & Subarkah, M. (2021). Kelayakan Standar Sarana dan Prasarana SMK Kompetensi Keahlian DPIB di Kota dan Kabupaten Bekasi (Studi Kasus di SMKN 6 Kota Bekasi dan SMKN 1 Cikarang Barat). *Risenologi*, 6(1), 37–46.
<https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2021.61.171>
- Sabongi, F. J. (2014). The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 394(1–2), 315.
<https://doi.org/10.1007/s11010-014-2133-0>