

ANALISIS KEMAMPUAN SISWA SMK BANGUNAN JAWA TIMUR UNTUK BERADAPTASI PADA PENERAPAN BIM

Irvansyah^{1*}, Nurfahmi Muchlis¹, Johanes Krisdianto¹, Wawan Ardiyan Suryawan¹

¹ Departemen Arsitektur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, Indonesia

* Email korespondensi: irvansyah@arch.its.ac.id

Received: November 2022; Accepted: November 2022; Published: November 2022

ABSTRAK

Tingkat adopsi *Building Information Modeling* (BIM) di Indonesia masih tertinggal dari negara-negara berkembang lain, padahal pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada tahun 2017 telah memperkenalkan konsep BIM dalam regulasi sebagai bentuk penerapan kolaborasi dan integrasi untuk diaplikasikan di industri konstruksi Indonesia. Terdapat banyak hambatan yang harus dihadapi, seperti kurikulum di pendidikan tingkat sekolah menengah kejuruan hingga pendidikan tinggi, ataupun set keterampilan yang belum berkembang pada penggunaannya. Penelitian ini menganalisis kemampuan Siswa SMK Bangunan terkait aspek-aspek keterampilan yang telah dikuasai dan sinkron dengan standar kompetensi BIM. Metode yang dilakukan adalah dengan survei dan menggunakan *Relative Importance Index* pada para peserta Lomba Kompetensi Siswa (LKS) SMK ke-30 Tingkat Provinsi Jawa Timur Tahun 2022. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan adaptasi pada penguasaan perangkat lunak BIM siswa ini cenderung didominasi oleh kompetensi non-kognitif.

Kata-kunci: arsitektur; BIM; kompetensi; siswa SMK

ANALYSIS OF THE BIM IMPLEMENTATION COMPETENCIES OF BUILDING CLUSTER VOCATIONAL HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE EAST JAVA

ABSTRACT

Even though the government, through the Ministry of Public Works and Public Housing (PUPR), introduced the concept of Building Information Modeling (BIM) in regulations as a form of collaboration and integration for application in the Indonesian construction industry in 2017, the adoption rate of BIM in Indonesia remains low. There are many obstacles that must be faced, such as the curriculum at the vocational high school level to higher education, or skill sets that have not yet been developed in their users. This study examines the abilities of Building Cluster Vocational High School Students in terms of mastered skills that are in line with BIM competency standards. The methods are a survey and the use of the Relative Importance Index on the participants of the 30th Vocational High School Competency Competition (LKS) at the East Java Provincial Level in 2022. The finding indicates that non-cognitive competencies dominate the adaptability of these students' mastery of BIM software.

Keywords: *architecture; BIM; skills; Vocational High School students*

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada tahun 2017 silam telah memperkenalkan konsep *Building Information Modeling* (BIM) secara resmi sebagai bentuk penerapan kolaborasi dan integrasi dalam industri konstruksi (Sopaheluwakan & Adi, 2020). BIM merupakan evolusi dari penggunaan komputer, melampaui CAD yang biasanya sebatas alat gambar saja, kini mampu memberikan kemudahan dalam memodifikasi dan membuat pembaruan serta memberikan manfaat yang lebih (Karen & Douglas, 2014). BIM mulai banyak diadaptasi pada tahap konstruksi. Manajemen konstruksi berperan penting untuk memastikan penyelesaian proyek konstruksi sesuai jadwal dan anggaran, hal ini lantas menjadikan pemanfaatan BIM dapat meningkatkan efisiensi suatu proyek konstruksi (Telaga, 2018). Keterpaduan antara teknologi permodelan serta kemampuan menghimpun sekaligus berbagai set terkait menghasilkan, mengkomunikasikan, dan menganalisis model bangunan menjadi investasi yang baik untuk masa depan apalagi dalam skala proyek yang besar (Lévy & Ouellette, 2019; Race, 2019; Sacks et al., 2018). Meskipun sebagai sesuatu set yang kompleks, BIM terkadang tidak selalu melibatkan banyak pelaku, dan skala penggunaannya pun tidak harus dalam skala besar (Lévy & Ouellette, 2019). Di Indonesia dan beberapa negara maju pun semisal Korea Selatan, sebenarnya masih ditemukan tantangan yang besar untuk mengadaptasi BIM secara maksimal ke dalam industri dengan berbagai alasan, seperti implementasinya terhalang oleh biaya investasi awal yang tinggi, sumber daya manusia yang tidak memadai, permintaan yang kecil, dan ketahanan teknologi (Telaga, 2018). Namun tentu ada perbedaan kesadaran penerapannya pada konteks Indonesia dan negara maju, meskipun pemerintah negara masing-masing telah berupaya untuk meningkatkan kesadaran dan inisiatif maupun minat dalam penerapannya (Ahn & Kim, 2016).

Tingkat adopsi BIM di Indonesia bahkan masih tertinggal dari negara-negara berkembang lain (Pantiga & Soekiman, 2021), tidak hanya dari segi praktis namun publikasi terkait BIM yang secara spesifik mengulas kasus di Indonesia masih sangat minim (Telaga, 2018). Tantangan utama yang dihadapi adalah tingginya biaya investasi aplikasi BIM, padahal efisiensi waktu merupakan keuntungan dominan diperoleh apabila menggunakan BIM (Pantiga & Soekiman, 2021). Bila melihat regulasi, pemerintah sebenarnya berperan besar untuk menggagas tumbuh-kembang BIM, namun studi pada penerapan BIM pada proyek-proyek pemerintah pun ternyata juga belum banyak (Sopaheluwakan & Adi, 2020). Penelitian-penelitian pada proyek pemerintah seharusnya bisa diharapkan untuk memberikan pengetahuan lebih lanjut bagi penerapan BIM di Indonesia (Puspita & Patriotika, 2021). Demikian pula pada bidang pendidikan yang juga memiliki potensi untuk membantu adaptasi BIM ke industri arsitektur, desain, dan konstruksi. Konteks edukasi ini dapat dilakukan pada berbagai hal. Analisis menunjukkan bahwa mahasiswa yang berhasil menyelesaikan program BIM dalam masa pendidikannya memiliki peluang besar untuk mendapatkan pekerjaan, dan membuktikan relevansinya dalam pengembangan kurikulum di kampus (Govender et al., 2022).

Riset ini bertujuan untuk mengkaji potensi kesiapan siswa SMK di Jawa Timur terkait penggunaan BIM untuk industri konstruksi dalam konteks regulasi arsitektur, desain, dan konstruksi yang ada di Indonesia. Riset yang secara spesifik membahas

kesiapan siswa SMK untuk menggunakan BIM belum dilakukan karena sejauh ini masih berfokus pada pendidikan tinggi (Govender et al., 2022; Guo et al., 2022; Jung & Kim, 2017; Maina, 2018). Masih rendahnya adopsi BIM dalam praktik dan kurikulum pendidikan desain, arsitektur, dan konstruksi menjadikan persoalan BIM masih memerlukan pengenalan pada berbagai *stakeholder* khususnya pada edukasi yang banyak menggunakan tenaga teknis untuk permodelan dan informasi bangunan. Di Indonesia, tenaga *drafter* pada proyek sebagian bersumber dari Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bangunan (Irsani, 2017), sementara kurikulum di SMK belum mengintegrasikan topik BIM dengan mata pelajaran yang ada. Pada negara maju, meski belum secara optimal dalam implementasinya, integrasi BIM pada sekolah menengah kejuruan menjadi rekomendasi untuk mempersiapkan lulusan yang bisa beradaptasi pada perkembangan dunia kerja saat ini (Jung & Kim, 2017).

Kursus-kursus pada berbagai media atau platform sebenarnya sudah cukup banyak dan mudah diakses. Kegiatan seperti ini berkontribusi dalam penyebaran potensi BIM di bidang perancangan dan konstruksi (Sampaio & Gomes, 2022). Ditemukan pula bahwa pelatihan di luar akademik dapat meningkatkan pengetahuan BIM bagi sebagian besar peserta pelatihan, dan mereka mampu mempraktikkan pengetahuan ini bahkan saat diuji dengan tes praktik (Ramadhan et al., 2022). Hal ini juga ditemukan dalam sebuah riset bahwa tingkat kesadaran para insinyur Indonesia tentang BIM sebenarnya cukup baik walau kebanyakan dalam tingkat pengetahuan terbatas atau dasar (Davies et al., 2018). Aplikasi BIM dapat dengan cepat diterapkan oleh industri konstruksi untuk mengurangi biaya, waktu, dan meningkatkan kualitas serta kelestarian lingkungan (Ku & Taiebat, 2011). Pemangku kepentingan dalam industri ini akan mendapat manfaat dari wawasan yang ditawarkan oleh berbagai studi untuk menemukan strategi implementasi BIM secara efektif (Ariono et al., 2022). Temuan lain juga menunjukkan bahwa platform pembelajaran BIM *online* dinilai tinggi oleh siswa sebagai pengalaman belajar yang positif, menunjukkan perlunya integrasi yang lebih besar dari alat dan pendekatan tersebut dalam pelajaran yang diberikan (Suwal & Singh, 2018). Dengan kompleksitas kemampuannya, BIM tidak boleh dilihat sebagai alat yang tidak praktis karena membutuhkan biaya tambahan dibandingkan penggunaan perangkat lunak CAD standar. Melainkan sebagai sistem yang membutuhkan pengembangan internal untuk dimanfaatkan dan menguntungkan secara jangka panjang (Cesnik et al., 2019).

Tantangan pembelajaran BIM di Indonesia memiliki banyak kendala meskipun regulasi tentang penggunaannya pada industri mulai diatur oleh pemerintah. Se jauh ini, persoalan BIM lebih banyak dibicarakan dalam jenjang pendidikan sarjana dan sebagian besar tidak mengintegrasikannya pada kurikulum ataupun studio mahasiswa. Menurut studi, kompetensi dalam penguasaan BIM belum dipetakan dengan baik, setidaknya terdapat 15 kategori hambatan yaitu biaya; hukum; pakar; interoperabilitas; kesadaran; budaya; proses; manajemen; permintaan; skala proyek; teknologi; keterampilan; pelatihan; kontrak; dan standar (Sriyolja et al., 2021). Secara khusus, dalam tingkat institusi pendidikan tinggi, tenaga pengajar BIM yang berkualitas belum memadai. Sebab untuk menghadirkan kurikulum yang mencerminkan BIM dengan efek yang maksimal perlu dikembangkan dalam konteks lintas mata kuliah interdisipliner (Jung & Kim, 2017; Maina, 2018). Hal ini tentu saja menjadi tantangan penyusunan kurikulum, bahwa integrasi BIM

pada mata kuliah tidak sebatas dengan permodelan namun menyangkut relevansi dengan informasi terkait yang dibutuhkan nantinya oleh konstruksi, manajemen konsultan dan kontraktor. Proses pembelajaran mata kuliah yang menggunakan BIM cenderung akan menjadi tantangan pula dengan beragamnya merek perangkat lunak yang tersedia atau digunakan di industri (Uhm et al., 2017).

Kehadiran BIM pada kurikulum pendidikan jika dibandingkan dengan dunia konstruksi yang ada di lapangan pada prinsipnya berbeda. Tantangan yang coba ditangani dalam konteks kurikulum saat ini terkait dengan dominasi pengembangan pengetahuan kognitif, bukan pada keterampilan lunak dan lainnya (Guo et al., 2022). Dalam proyek nyata, persoalan teknis akan lebih beragam dibandingkan dalam kasus simulasi yang diberikan dalam mata kuliah. Dalam kuliah dan kursus pun, alat yang digunakan cenderung terbatas dan spesifik. Hal ini tidak sama dengan industri yang memiliki lingkungan berbeda dan setiap pengguna harus siap beradaptasi dengan persoalan tersebut. Lantas ada semacam celah yang harus diantisipasi antara pengetahuan dan keterampilan. Dalam persoalan kompetensi inti keterampilan teknis, perlu diketahui bahwa sejumlah set kompetensi menjadi sesuatu yang perlu ditetapkan di awal untuk mengatur pola pengembangan BIM yang baik. Kompetensi ini dapat diklasifikasikan setidaknya dalam aspek pengguna, proses dan fase, maupun peran proyeknya (Guo et al., 2022) selain pedoman yang cukup untuk memfasilitasi pengenalan integrasi BIM dengan teknologi baru dalam program akademik arsitektur (Abdelhai, 2022).

METODE

Penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif. Aspek kualitatif didasarkan pada beragamnya tantangan yang dimiliki oleh setiap individu dalam menyesuaikan diri dengan BIM pada dunia kerja sebab pada dasarnya terdapat kompetensi standar yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang terjun ke dunia industri. Penelitian ini akan melakukan analisis terhadap variabel yang selaras dengan kemampuan SMK. Aspek kuantitatif didasarkan pada pencapaian siswa dari hasil seleksi kompetisi dan kuesioner yang digunakan untuk menilai respon dari sejumlah peserta.

Studi dalam penelitian ini adalah untuk melihat kesiapan siswa SMK dalam menghadapi tantangan industri konstruksi di masa mendatang seiring makin majunya teknologi. Kesiapan ini juga dilatarbelakangi oleh regulasi pemerintah yang mengharuskan penggunaan BIM dalam proses pengerjaan desain dan konstruksi dalam skala bangunan tertentu. Fokus studi adalah pada kompetensi siswa yang relevan dan potensial sebagai indikasi bahwa mereka akan mudah untuk menggunakan atau menyesuaikan diri dengan BIM, mengingat bahwa pelajaran di SMK di Jawa Timur hanya menggunakan CAD sebagai mata pelajaran. Perpindahan dari CAD ke BIM pada prinsipnya agak berbeda. Sehingga dengan mengidentifikasi pada kemampuan prasyarat BIM akan diketahui seberapa jauh kesiapan tersebut telah tercapai. Proses adaptasi penggunaan BIM dalam dunia kerja pada dasarnya dimungkinkan dengan proses yang cepat apabila seorang teknisi atau *drafter* telah mengetahui kompetensi kognitif dasar. Persoalan berikutnya hanya pada pengetahuan teknis perangkat lunak yang bisa dengan cepat dipelajari atau dengan metode kasus selama pengerjaan proyek.

Sampel dalam penelitian ini menggunakan peserta dalam Lomba Kompetensi Siswa (LKS) SMK ke-30 Tingkat Provinsi Jawa Timur Tahun 2022. Lomba LKS dengan kompetensi CAD adalah seleksi yang dilaksanakan untuk melihat kemampuan siswa dalam menggunakan *software* CAD, yang telah melalui seleksi dari sekolah hingga regional, peserta terbaik lantas berpartisipasi dalam tingkat provinsi. Dalam lomba ini, terpilih 20 peserta. *Setting* sampel ini menjadi pas untuk melakukan pemetaan dalam skala regional. Lomba dilaksanakan dalam empat tahap selama 16 jam. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah: (1) Tahap 1: Penilaian Pra rancangan, pada tahapan ini siswa diminta untuk membuat gambar: Tampak Depan, Tampak Samping kiri, Tampak & Potongan sisi Belakang, Tampak Atas (termasuk kelengkapan yang ada pada atap), Potongan Memanjang, Potongan membujur. (2) Tahap 2: Penilaian pengembangan Detail konstruksi sesuai yang diminta. (3) Tahap 3: Penilaian Penyusunan Kuantitas Material. (4) Tahap 4: Penilaian Permodelan dan Portofolio. Hasil dari lomba akan menjadi penentu bagaimana ketercapaian variabel dari kompetisi. Variabel yang terbaca dari hasil kompetisi adalah kemampuan kognitif siswa dalam menguasai kemampuan BIM. Dasar dari kemampuan BIM berasal dari kemampuan belajar program CAD.

Karena variabel yang digunakan untuk mengukur nilai kualitatif dan kuantitatif maka dilakukan dua jenis strategi yaitu: (1) *Survey* setiap peserta yang telah mengikuti lomba. Data yang dikumpulkan harus memiliki kesesuaian antara peserta dan pengisi kuesioner. (2) Untuk mengukur kemampuan siswa secara valid maka digunakan variabel kompetensi yang dibutuhkan oleh dunia industri sesuai dengan referensi. Soal dalam kompetisi lomba telah di-*setting* secara tidak langsung menyesuaikan dengan kemampuan kognitif pada BIM yang minimal dikuasai dari siswa SMK. Sehingga setiap tahapan menjadi representasi yang tepat dari variabel kompetensi yang diharapkan. Terdapat sejumlah variabel kompetensi yang harus dikuasai oleh praktisi dalam bekerja di dunia konstruksi. Namun dalam konteks lulusan siswa SMK maka dipilih variabel yang paling sesuai. Sebab pada referensi yang digunakan, parameter mengacu pada lulusan sarjana dengan basis kurikulum BIM yang telah diterapkan di negara maju. Sementara dalam penelitian ini, materi BIM belum menjadi bagian integrasi pada kurikulum siswa SMK di Indonesia.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari konsep dasar penguasaan BIM (Guo et al., 2022), antar lain disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pemetaan kompetensi

Kemampuan sesuai referensi	Kompetensi yang dianalisis melalui strategi	
	Soal Lomba	Kuesioner
<i>Social competence: team player, communication, collaboration, time management, organization skills, critical thinking, attention to detail</i>	-	Perangkat lunak yang dikuasai, metode belajar <i>software</i> 3D, waktu yang dibutuhkan untuk menguasai program 3D
<i>Meta-competence: self-awareness, learning to learn</i>	-	Tantangan dalam meningkatkan kemampuan penguasaan perangkat lunak 3D, pengembangan pengetahuan BIM.

Kemampuan sesuai referensi	Kompetensi yang dianalisis melalui strategi	
	Soal Lomba	Kuesioner
<i>Cognitive competence: building code and standards, architectural design, structural design</i>	Pembacaan brief tugas dengan baik, menyelesaikan persoalan teknis dalam soal. Dalam soal, kemampuan ini dimasukkan ke soal tahap 1 dan 2 yaitu terkait logika dan kebenaran struktur konstruksi.	Menguasai notasi dan standar gambar teknik maupun arsitektur, memahami konsep arsitektur dan teknik si perancang sebelum dipindahkan sebagai gambar digital.
<i>Functional competence; technical drawings and documentation</i>	Komunikasi gambar dengan benar serta sesuai yang ditugaskan. Dalam soal, kemampuan ini dimasukkan ke tahap 3 dan 4, yaitu etiket gambar, dan presentasi gambar.	Menguasai perintah-perintah perangkat lunak secara umum, memahami teknis komunikasi gambar yang efektif dalam menerjemahkannya ke perangkat lunak.

(Sumber: Penulis, 2022)

Untuk mengumpulkan data penelitian ini maka digunakan dua instrumen. Yang pertama adalah hasil penilaian lomba Siswa SMK pada bidang autoCAD 2022 pada penguasaan berbagai tahapan. Digunakan untuk mengumpulkan data terkait kemampuan kognitif dan fungsional peserta. Peserta mengikuti kompetisi selama enam belas jam yang dibagi ke dalam dua hari secara bertahap. Tahapan tersebut adalah: (1) Pembuatan gambar pra-rancangan selama 6 jam. (2) Pengembangan gambar detail 4 jam. (3) Penyusunan kuantitas material 2 jam. (4) Permodelan 3d dan portofolio 4 jam. Sementara instrumen kedua adalah kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data terkait seluruh peserta. Cara untuk mengetahui data nilai ini yaitu dengan memperhatikan peringkat nilai yang dicapai peserta dari hasil penjurian. Sementara untuk kuesioner diberikan secara online setelah perlombaan selesai. Hal ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Variabel kemampuan penguasaan perangkat lunak 3d

Variabel kemampuan penguasaan perangkat lunak 3d	Kategori kemampuan
Waktu yang lebih cepat untuk menguasai satu perangkat lunak 3D	<i>Social competence</i>
Memprioritaskan penguasaan perintah-perintah perangkat lunak secara umum	<i>Functional competence</i>
Kehandalan menangani tantangan	<i>Meta-competence</i>
Kompleksitas perangkat lunak 3D yang dikuasai dengan baik	<i>Social competence</i>
Keragaman metode belajar yang tinggi	<i>Social competence</i>
Memprioritaskan penguasaan notasi dan standar gambar teknik maupun arsitektur dengan baik	<i>Cognitive competence</i>
Memprioritaskan pemahaman konsep arsitektur dan teknik si perancang sebelum dipindahkan sebagai gambar digital dengan baik	<i>Cognitive competence</i>

Variabel kemampuan penguasaan perangkat lunak 3d	Kategori kemampuan
Antusiasme yang tinggi mempelajari BIM	<i>Meta-competence</i>
Memprioritaskan pemahaman teknis komunikasi gambar yang efektif dalam menerjemahkannya ke perangkat lunak dengan baik	<i>Functional competence</i>

(Sumber: Guo et al., 2022)

Metode analisis yang dilakukan antara lain dilakukan pada hasil penilaian lomba dan kuesioner. Hasil lomba akan dibuat ke dalam beberapa kluster untuk mengetahui masing-masing besaran frekuensinya. Semakin banyak frekuensi pada variabel yang dimaksud maka tingkat kemampuannya semakin tinggi demikian pula sebaliknya. Peneliti menetapkan ambang batas yang dianggap mencukupi untuk bisa beradaptasi dengan BIM yaitu skor nilai akhir lomba di atas 65. Pertimbangan ini memperhatikan penilaian lomba yang menggunakan besaran nilai 65 sebagai tanda memiliki kualitas yang mencukupi. Kuesioner dianalisis dengan metode *Relative Importance Index* (RII) untuk melihat kompetensi siswa yang tercapai dalam mempelajari perangkat lunak 3d sebagai modal awal pengetahuan BIM. RII (Davies et al., 2018) didefinisikan dengan rumus:

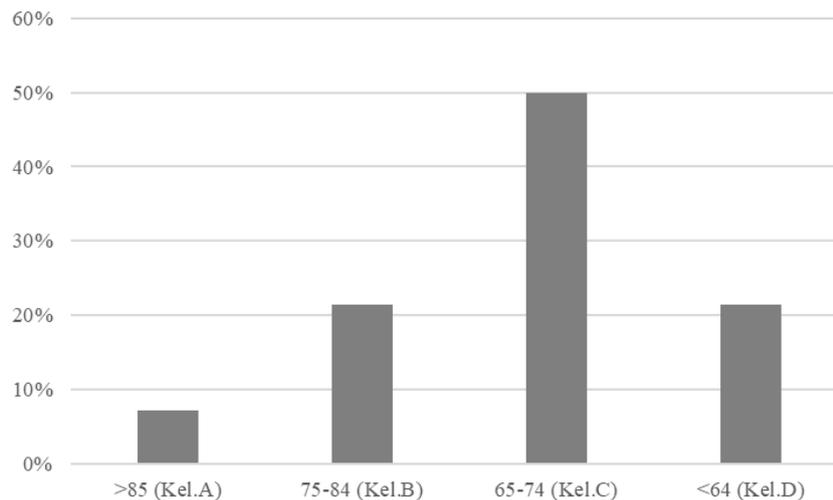
$$\text{Relative Importance Index (RII)} = \frac{\sum P}{A \times N} \quad (0 \leq \text{index} \leq 1)$$

P adalah nilai yang diberikan oleh responden pada setiap pertanyaan yang diberikan. Nilai yang diberikan berada di rentang 1 sampai 4, di mana nilai 1 berarti responden memiliki tendensi prioritas yang rendah sementara nilai 4 menunjukkan responden memiliki tendensi prioritas yang tinggi. Metode ini menentukan tingkat ketercapaian variabel dan menyusun peringkat bobot nilai dari kualitas yang dianggap paling penting. Batas yang digunakan dalam RII untuk penelitian ini adalah ≥ 0.5 untuk menemukan akurasi prioritas (Maina, 2018). Di bawah ambang batas tersebut, responden dianggap memiliki kesiapan yang kurang untuk bisa beradaptasi dengan BIM.

HASIL DAN DISKUSI

Kemampuan Adaptasi Melalui Tingkat Kemampuan Kognitif dan Fungsional pada Lomba

Lomba desain permodelan dan informasi bangunan yang diikuti oleh 20 orang siswa menunjukkan perolehan skor dalam empat kelompok. Hasil ini didasarkan pada rentang skor yang diperoleh dari kategori *brief* tugas yang diset secara bertahap. Hasil dari kompetisi berdasarkan penilaian kategori kemampuan kognitif dan fungsional terdistribusi ke dalam empat kelompok nilai, yaitu kelompok dengan perolehan skor di atas 85 mencapai 7% (Kelompok A), lalu disusul skor di rentang 75-84 yang mencapai 21% (Kelompok B), skor dengan rentang 65-74 mencapai 50% (Kelompok C), sementara yang kurang dari 64 mencapai 21% (Kelompok D). Distribusi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase jumlah siswa yang memiliki nilai tertinggi dalam kompetisi
(Sumber: Penulis, 2022)

Pada Tahap 1, seluruh peserta menghasilkan gambar tampak depan, tampak samping kiri, tampak & potongan sisi belakang, tampak atas beserta kelengkapan yang ada pada atap, potongan memanjang, dan potongan membujur. Pengamatan pada hasil ini difokuskan pada kemampuan kognitif dalam membaca *brief* tugas dengan baik agar gambar yang dihasilkan sesuai dengan konsep arsitek. Sebanyak 79% peserta yaitu kelompok dengan perolehan skor akhir di atas nilai 65 (Kelompok A, B, dan C) dapat menunjukkan dengan baik penyelesaian logika desain yang diminta meski terdapat perbedaan teknis yang sifatnya minor. Kemampuan ini tersampaikan pada pekerjaan fase pertama yaitu membuat gambar denah, tampak, dan potongan. Soal yang diberikan hanya menunjukkan denah dan potongan secara umum, *brief* desain yang diinginkan oleh perancang, yang dilengkapi dengan spesifikasi teknis. Pada beberapa bagian gambar yang sengaja dimanipulasi agar dapat dikoreksi peserta, kelompok dengan skor di atas nilai 65 ini dapat menyelesaikan tanpa masalah. Siswa mampu membaca rencana kerja dan mencocokkan dengan baik sesuai informasi konsep yang digambarkan secara kasar oleh perancang dalam soal. Notasi gambar teknis juga telah disempurnakan untuk mengkomunikasikan gambar dengan tepat. Sementara sebanyak 21% sisanya, masih mengalami kendala dalam membaca soal, seperti tidak sadar terhadap posisi *void* pada lantai dua sehingga berpengaruh pada posisi tangga dan *plafond*.

Tahap 2 adalah penilaian pengembangan detail konstruksi sesuai yang diminta, dimana peserta melanjutkan gambar mereka masing-masing yang telah dikerjakan. Pada gambar-gambar yang dihasilkan, seluruh kelompok mampu menampilkan detail yang baik. Gambar yang diminta adalah detail pada area toilet dimana peserta menggambarkan pola lantai, rencana *plafond*, kusen dan detail fondasi. Komunikasi dan kebenaran dari sebagian gambar ini dipengaruhi oleh hasil dari tahap 1. Dalam kelompok A, B, dan C, secara prinsip gambar detail pada pembuatan pola lantai, rencana *plafond*, kusen dan detail fondasi telah memenuhi kaidah gambar secara standar dan tingkat pemahaman teknisnya sudah memadai. Sementara hasil kelompok D masih memiliki kekeliruan sebagian besar terjadi pada pembuatan gambar rencana *plafond* namun tidak memiliki persoalan pada detail parsial seperti pada fondasi, kusen, dan teknis pada pola lantai.

Dari seluruh pekerjaan lomba hanya di tahap 3 peserta melakukan pekerjaan tanpa menuntut kemampuan menggambar. Mereka diminta untuk menyusun kuantitas material. Para peserta membutuhkan perhitungan volume dengan memanfaatkan dokumen gambar. Seluruh peserta mampu menunjukkan hasil yang baik dan diselesaikan sesuai yang diminta. Dalam prosesnya, peserta mempergunakan 3 model cara perhitungan kombinasi yang berbeda-beda. Antara lain dengan menggunakan *properties* elemen yang digambar dalam CAD, melakukan perhitungan manual dengan mengukur elemen dalam gambar CAD, serta mengonstruksi ulang dengan menggunakan bantuan 3d model dari perangkat komputer lain yaitu SketchUp untuk memudahkan menghitung volumetrik dan area pada bidang-bidang proyeksi tegak. Dalam lomba, mereka memilih penggunaan cara demikian untuk menghasilkan perhitungan yang paling efektif dan efisien menurut kebiasaan mereka dalam durasi yang terbatas tersebut.

Di tahap akhir, 20 peserta melengkapi dokumen mereka dengan membuat permodelan dan portofolio. Dari distribusi kelompok peringkat nilai, ditemukan bahwa 4 peserta dengan nilai yang tidak masuk dalam kategori kelompok A justru memiliki performa yang baik untuk sajian mereka. Dua peserta dengan peringkat nilai tertinggi juga tidak memiliki hasil paling terbaik untuk kategori presentasi model ini. Dari hasil juga menunjukkan kecenderungan para peserta untuk menyelesaikan tampilan dan modeling detail secara paralel. Model 3d dapat diselesaikan lebih awal karena digunakan di tahap 3 untuk melakukan perhitungan. Sehingga kualitas presentasi dapat dimaksimalkan dalam durasi lomba yang terbatas untuk melakukan *render* citra.

Kemampuan adaptasi melalui hasil Survei Adaptabilitas

Tingkat partisipasi kuesioner dari peserta lomba adalah 70%. Seluruh responden memilih SketchUp sebagai alat gambar 3d model yang telah dikuasainya, dan 50% responden menambahkan AutoCAD sebagai perangkat lunak lainnya yang sudah dikuasai. Dari seluruh responden hanya 7% yang telah mencoba perangkat lunak BIM namun belum mahir. Hal ini juga ditunjukkan pada proses lomba dimana seluruh peserta menggunakan SketchUp untuk mempresentasikan bentuk 3d pekerjaannya. Para peserta sepenuhnya menggunakan media YouTube untuk belajar mandiri dengan sebagian terbantu dari pelajaran sekolah, kelompok belajar, jasa tutor, dan *workshop*. Kemandirian belajar ditunjang oleh ketersediaan komputer pribadi yang totalnya mencapai 86% responden. Sehingga hanya dalam kurang dari 3 bulan, sebanyak 86% mampu mahir menggunakan program 3d. Sisa 14% membutuhkan waktu yang lebih lama lebih dari 6 bulan. Meskipun hasil survei juga menunjukkan ketersediaan komputer yang memadai ternyata menjadi kendala bagi 93% responden untuk bisa lancar menggunakan perangkat lunak 3d.

Hasil *Relative Important Index* menunjukkan bahwa variabel kemampuan para responden, memiliki nilai index di atas ambang batas yang ditetapkan yaitu 0.6. Nilai indeks yang semakin mendekati 1 berarti memiliki persiapan yang lebih baik dan semakin adaptif. Kecuali pada dua kemampuan yakni *meta-competence* terkait antusiasme dalam mempelajari BIM, serta *functional competence* dalam memahami teknis komunikasi gambar yang efektif dalam penerjemahannya ke perangkat lunak. Secara berturut-turut, ranking setiap variabel dapat dicek pada Tabel 3. *Social competence* setidaknya mendominasi pada 5 peringkat teratas, berbalik dengan peringkat *cognitive competence*.

Tabel 3. Kemampuan adaptasi pada penguasaan perangkat lunak BIM

Variabel persiapan kemampuan penguasaan perangkat lunak 3d	Kategori Kemampuan	RII	Ranking
Waktu yang lebih cepat untuk menguasai satu perangkat lunak 3D	<i>Social competence</i>	0,786	1
Memprioritaskan penguasaan perintah-perintah perangkat lunak secara umum	<i>Functional competence</i>	0,768	2
Kehandalan menangani tantangan	<i>Meta-competence</i>	0,696	3
Kompleksitas perangkat lunak 3D yang dikuasai dengan baik	<i>Social competence</i>	0,661	4
Keragaman metode belajar yang tinggi	<i>Social competence</i>	0,643	5
Memprioritaskan penguasaan notasi dan standar gambar teknik maupun arsitektur dengan baik	<i>Cognitive competence</i>	0,643	6
Memprioritaskan pemahaman konsep arsitektur dan teknik si perancang sebelum dipindahkan sebagai gambar digital dengan baik	<i>Cognitive competence</i>	0,625	7
Antusiasme yang tinggi mempelajari BIM	<i>Meta-competence</i>	0,554	8
Memprioritaskan pemahaman teknis komunikasi gambar yang efektif dalam menerjemahkannya ke perangkat lunak dengan baik	<i>Functional competence</i>	0,464	9

(Sumber: analisis Penulis berdasarkan kategori Guo et al., 2022)

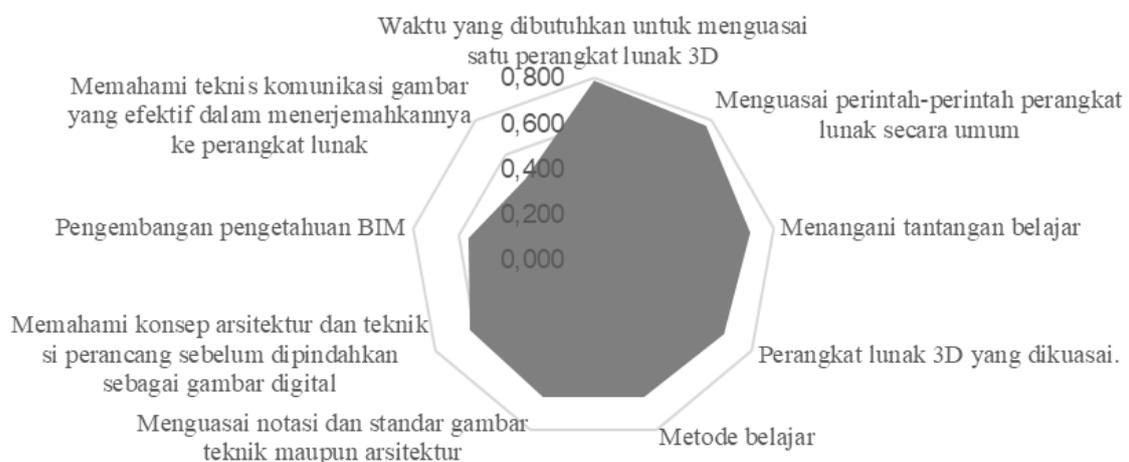
Analisa kompetensi keterampilan siswa SMK

Untuk memadankan dengan proses kerja dalam BIM, lomba AutoCAD yang dilaksanakan berada fase translasi konsep ke dalam informasi tiga dimensional dengan penambahan informasi pendukung lainnya yang dibutuhkan seperti biaya konstruksi elemen bangunan pada *properties*-nya. Di perangkat lunak BIM, elemen bangunan memiliki *properties* yang unik dan tidak bisa dipertukarkan dengan elemen lainnya kecuali berfungsi sebagai referensi konsep model. Hal ini lantas menjadikan proses pengerjaan lomba menjadi lebih menuntut kemampuan yang lebih kompleks. Pada AutoCAD, penggambaran proyeksi masih menuntut metode proyeksi manual. Soal lomba meminta pembuatan denah-denang lantai secara 2D, lalu harus diproyeksikan vertikal dan membuat gambar tampak dan potongannya. Proses translasi ini sangat rawan menimbulkan *human-error*. Dan tidak ada standar baku dalam melakukan proses proyeksi denah ke tampak dan potongan, selain kecermatan dan pengalaman setiap *drafter* untuk menemukan masing-masing metode yang paling tepat dan efisien. Sementara pada BIM, setiap elemen bangunan memang dikerjakan dengan memperhatikan posisinya pada bagian tertentu saja, namun hasil akan terintegrasi secara *real-time* di setiap proyeksi gambar dan wujud tiga dimensi. Kontrol yang fleksibel tersebut tentu akan menjadi sangat memudahkan penyelesaian gambar dan mengurangi *human-error*. Hasil lomba ini lantas menunjukkan kualitas kemampuan *cognitive competence* dan *functional competence* yang memadai di sebagian besar peserta, dengan hanya menyisakan 21% yang melakukan *error* ketika menggambarkan potongan. Dalam kasus *error* tersebut, juga tidak bisa dikesampingkan

durasi lomba yang cukup ketat sehingga tekanan dalam pengerjaan menjadi kendala bagi setiap individual walau tidak menjadi pertimbangan dalam penelitian ini. Sebab berbeda di kasus pengerjaan BIM, pembuatan gambar konsep dapat dilakukan secara simultan oleh multi-user dengan sistem berbagi bagian *central model file*.

Pemetaan nilai RII dari empat kategori kemampuan ditunjukkan pada Gambar 2. Besaran indeks yang berada di atas *setting* ambang batas bernilai 0.5 adalah 8 dari 9 variabel. Hal ini memberikan indikasi bahwa para peserta memiliki kesiapan yang mencukupi untuk beradaptasi dengan kerangka kerja BIM. Meskipun nilai indeks pada variabel antusiasme mempelajari BIM hanya ada di peringkat ke delapan. Apabila memperhatikan peringkat RII maka variabel kemampuan yang terkait langsung dengan alat berada di urutan lima teratas. Secara logis, peserta bisa memiliki kemampuan mumpuni dalam berakselerasi menguasai perangkat lunak 3D, karena turut dibarengi dengan keinginan untuk membiasakan pada berbagai macam perintah-perintah perangkat lunak baru. Metode belajar yang menjadikan YouTube sebagai sumber belajar utama dan mudah diakses, membuat para peserta akan mengikuti berbagai tutorial yang tersedia atau mereka bisa mencari berdasarkan kendala maupun kompleksitas permodelan kasus yang sedang dipelajari. Model belajar otodidak ini tentu sangat diminati, dan praktis jadi lebih efisien karena tutorial-tutorial kasus sederhana di internet akan tersedia hanya dengan mengetikkan kata kunci yang diinginkan. Detail kompleks pada luaran rancangan yang baik, membutuhkan pemahaman konsep arsitek yang cukup sebelum diterjemahkan secara efektif dan terstandar ke dalam perangkat lunak. Sementara dalam skala proyek yang dikerjakan siswa SMK cenderung diberikan skala bangunan sederhana. Hal ini yang menjadikan variabel kemampuan *cognitive* dan *functional* terkait proyek si perancang tidak berada di peringkat atas dalam pilihan responden karena masih kurangnya kompleksitas desain bangunan yang tertangani sebagai siswa SMK.

Dalam hasil kompetisi juga ditunjukkan bahwa distribusi persentase kemampuan peserta tidak selalu linear. Dalam kasus pekerjaan siswa yang mampu mencapai nilai tertinggi tidak selalu memiliki keunggulan untuk semua komponen, beberapa komponen memiliki jumlah poin yang sangat tinggi sehingga terbantu. Misalnya pada etiket gambar yang kurang tapi ditunjang dengan nilai presentasi gambar yang sangat baik.



Gambar 2. Gambar Pemetaan nilai RII.
(Sumber: Penulis, 2022)

Demikian pula sebaliknya, presentasi gambar yang baik tidak serta merta memiliki kebenaran logika dan kebenaran struktur yang baik. Dalam penggunaan BIM, kemampuan untuk melakukan pembacaan gambar yang tepat akan menjadi penting. Aspek presentasi gambar cenderung lebih mudah dilakukan karena adanya kemudahan-kemudahan yang dimiliki perangkat lunak BIM saat ini.

Hubungan antara fokus kesiapan siswa dan kompetensi yang diharapkan untuk siap mempraktikkan BIM dalam dunia kerja justru didominasi oleh kemampuan non kognitif. Ini berarti masih kurangnya pemahaman yang baik terhadap substansi penerapan BIM. Dengan kurangnya prioritas pada penyiapan kognitif, berarti siswa telah membangun pengetahuan-pengetahuan mendasar terkait arsitektur, desain, dan konstruksi melalui mata pelajaran di sekolah. Fokus kurikulum pada SMK yang berbasis CAD dua dimensi menjadi kendala terbesar untuk menyiapkan siswa SMK untuk mengadaptasi BIM di dunia kerja. Sesuai riset yang dilakukan bahwa pendidikan masih menjadi tantangan terbesar karena tidak memberikan tantangan pada ruang belajar dan eksplorasi yang cukup. Belum terintegrasinya materi ini ke dalam kurikulum pendidikan membuat siswa belum menyadari optimasi pekerjaan arsitektur, desain, dan konstruksi dengan menggunakan BIM. Kompetensi dominan non-kognitif menandakan adanya urgensi bagi siswa, bahwa mereka mampu beradaptasi pada perangkat BIM, sementara substansi pengetahuan terkait proyeknya sendiri akan sangat kontekstual berdasarkan proyek yang akan dikerjakan. Hal ini menandakan bahwa pada prinsipnya, pengetahuan BIM ini dapat didukung dari luar dunia pendidikan formal dengan mengikuti pelatihan-pelatihan yang terstruktur.

KESIMPULAN

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa antusiasme yang ada cukup besar, integrasi materi BIM dalam kegiatan belajar mengajar di Sekolah Menengah Kejuruan Bangunan sebaiknya sudah mulai diperkenalkan. Tantangan yang harus dihadapi untuk beradaptasi menggunakan BIM dalam dunia praktis antara lain skala proyek, teknologi hanya bisa diakses secara terbatas. Perangkat lunak BIM bukan perangkat yang mudah dijangkau sebagian besar orang sehingga dengan peran sekolah akan menentukan bagaimana lulusan SMK mampu mengikuti perkembangan teknologi. Dari sampel yang diambil dari kompetisi ini dibuktikan bahwa kesiapan siswa untuk menggunakan BIM pada dasarnya sudah mencukupi untuk menjawab tantangan persoalan *training* dan peningkatan keterampilan. Penelitian ini masih terbatas pada sampel yang terbatas dan belum menggambarkan secara utuh dengan analisis pada kurikulum SMK pada sekolah-sekolah di Indonesia, ataupun bagaimana secara detail dalam setiap mata pelajaran mengintegrasikan materi kompetensi BIM yang diharapkan ada dalam setiap pelajaran. Belum terintegrasinya pelajaran BIM pada kurikulum SMK menunjukkan potensi untuk mulai mengintegrasikan konsep berpikir ini ke tugas-tugas yang terkait dengan permodelan konstruksi bangunan agar semua siswa SMK siap untuk terjun ke dunia arsitektur dan konstruksi sesuai tuntutan saat ini. Meskipun secara substansi BIM belum bisa mendapat porsi yang memadai karena salah satu tantangan terbesar di Indonesia adalah tenaga pengajar yang belum menyerap teknologi BIM di sekolah-sekolah kejuruan. Sehingga pelatihan-pelatihan yang lebih mudah untuk diakses menjadi peluang yang harus ditindaklanjuti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih pada panitia dan para peserta Lomba Kompetensi Siswa (LKS) SMK ke-30 Tingkat Provinsi Jawa Timur Tahun 2022 atas kesempatan yang diberikan sebagai juri dan melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhai, N. (2022). Integration BIM and Emerging Technologies in Architectural Academic Programs. *Building Information Modeling-A Sustainable Approach and Emerging Technologies*.
- Ahn, E., & Kim, M. (2016). BIM awareness and acceptance by architecture students in Asia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 15(3), 419–424.
- Ariono, B., Wasesa, M., & Dhewanto, W. (2022). The Drivers, Barriers, and Enablers of Building Information Modeling (BIM) Innovation in Developing Countries: Insights from Systematic Literature Review and Comparative Analysis. *Buildings*, 12(11), 1912.
- Cesnik, J., Zibert, M., Lah, M., & Skalja, M. (2019). Required model content and information workflows enabling proficient BIM usage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(3), 032074.
- Davies, R. J., Pratama, M. M. A., & Yusuf, M. (2018). BIM adoption towards the sustainability of construction industry in Indonesia. *MATEC Web of Conferences*, 195, 06003.
- Govender, R., Saba, G., Ham, N., Hou, L., Moon, S., & Kim, J.-J. (2022). Appraisal of building information modeling (BIM) curriculum for early-career construction-industry professionals: case study at C educational institute in Korea. *International Journal of Construction Management*, 22(5), 891–899.
- Guo, B. H. W., Gonzalez, V. A., Puolitaival, T., Enebuma, W., & Zou, Y. (2022). Bridging the gap between building information modelling education and practice: a competency-based education perspective. *International Journal of Construction Management*, 1–12.
- Irsani, R. R. (2017). Pengaruh Praktik Kerja Industri (Prakerin) dan Mata Pelajaran Menggambar Perangkat Lunak Terhadap Kesiapan Menghadapi Dunia Kerja Drafter Siswa Jurusan Teknik Gambar Bangunan di SMK Negeri 5 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(2/JKPTB/17).
- Jung, J.-W., & Kim, J.-H. (2017). A Study on the Improvement Plan for Activation and Analysis of BIM Education in Specialized High School. *Journal of KIBIM*, 7(3), 21–30.
- Karen, M. K., & Douglas, N. (2014). *Building Information Modeling BIM in Current and Future Practice*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ku, K., & Taiebat, M. (2011). BIM experiences and expectations: the constructors' perspective. *International Journal of Construction Education and Research*, 7(3), 175–197.
- Lévy, F., & Ouellette, J. W. (2019). *BIM for Design Firms: Data Rich Architecture at Small and Medium Scales*. John Wiley & Sons.
- Maina, J. J. (2018). Barriers to effective use of CAD and BIM in architecture education in Nigeria. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 5(3).
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Literatur Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.

- Puspita, N. R., & Patriotika, F. (2021). BIM Implementation in Public Construction Projects in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1156(1), 012008.
- Race, S. (2019). *BIM demystified*. Routledge.
- Ramadhan, M. A., Sumarsono, R. A., Achmad, A. A., & Cisse, A. (2022). Implementation of Kirkpatrick evaluation model in Building Information Modeling (BIM) training program. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 28(2).
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. John Wiley & Sons.
- Sampaio, A. Z., & Gomes, A. M. (2022). Professional One-Day Training Course in BIM: A Practice Overview of Multi-Applicability in Construction. *Journal of Software Engineering and Applications*, 15(5), 131–149.
- Sopaheluwakan, M. P., & Adi, T. J. W. (2020). Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 930(1), 012020.
- Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). Barriers to Implement Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry: A Critical Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 738(1), 012021.
- Suwal, S., & Singh, V. (2018). Assessing students' sentiments towards the use of a Building Information Modelling (BIM) learning platform in a construction project management course. *European Journal of Engineering Education*, 43(4), 492–506.
- Telaga, A. S. (2018). A review of BIM (Building Information Modeling) implementation in Indonesia construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 352(1), 012030.
- Uhm, M., Lee, G., & Jeon, B. (2017). An analysis of BIM jobs and competencies based on the use of terms in the industry. *Automation in Construction*, 81, 67–98.