

MENGENAL *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)

Eko Nurlita Widayati¹

¹Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna

Email : eko.nurlita@gmail.com

Abstrak

BIM (*Building Information Modeling*) merupakan bagian dari industri 4.0, yaitu digitalisasi industri AEC (*Architecture, Engineering and Construction*). Di Indonesia penggunaan BIM didukung oleh Pemerintah dengan berbagai peraturan yang mendukung dan penyusunan peta jalan digitalisasi Indonesia tahun 2017–2024. BIM dapat digunakan pada semua siklus hidup bangunan, mulai dari tahap inisiasi proyek sampai pada tahap operasional dan pemeliharaan bangunan. Perangkat lunak dalam membuat model setiap bidang BIM berbeda sehingga diperlukan model kolaborasi yang mengintegrasikan model setiap bidang. Dalam menjaga konsistensi model perbidang supaya dapat diintegrasikan dibutuhkan standar atau perjanjian bersama. Parameter BIM terbagi atas dimensi, tingkat pengembangan, dan tingkat kolaborasi. Peralatan BIM terdiri dari perangkat lunak, perangkat keras, dan *platform* kolaborasi. Tujuan dari pembahasan ini adalah untuk menambah wawasan tentang BIM. BIM merupakan pemodelan bangunan dalam bentuk geometri yang disematkan informasi di dalamnya, sehingga memungkinkan para pemangku kepentingan selama siklus hidup bangunan dapat menggunakannya sesuai bidangnya. Selain itu, BIM dapat digunakan dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

Kata Kunci: BIM, Parameter BIM, Peralatan BIM, Dimensi BIM

Abstract

BIM (Building Information Modeling) is part of industry 4.0, namely the digitalization of the AEC (Architecture, Engineering and Construction) industry. In Indonesia the use of BIM is supported by the Government with various supporting regulations and the preparation of the 2017-2024 Indonesia digitization roadmap. BIM can be used throughout the building life cycle, from project initiation to the operational and maintenance stages of the building. The software for modeling each field of BIM is different, so a collaboration model is needed that integrates the models for each field. In maintaining the consistency of the sectoral model so that it can be integrated, standards or collective agreements are needed. BIM parameters are divided into dimensions, level of development, and level of collaboration. BIM tools consist of software, hardware, and collaboration platforms. The purpose of this discussion is to add insight about BIM. BIM is modeling a building in geometric form with information embedded in it so that stakeholders during the building's life cycle can use it according to their field. In addition, BIM can be used in making better decisions.

Keywords: BIM, BIM Parameters, BIM Tools, BIM Dimension.

PENDAHULUAN

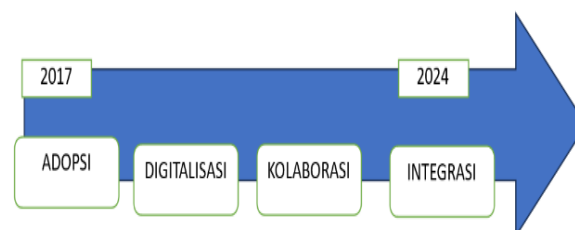
Dewasa ini kita telah memasuki era revolusi industri 4.0 yang ditandai oleh perpaduan teknologi sistem siber-fisik (*cyber-physical system/CPS*) yang mengaburkan batas bidang fisik, digital dan biologis (Relani & Hidayat, 2019). Revolusi industri 4.0 terkait juga dengan istilah transformasi digital yang bermakna perubahan yang ditimbulkan oleh penerapan teknologi digital di seluruh aspek kehidupan masyarakat (ITI, 2023). Dengan kata lain digitalisasi atau penggunaan teknologi akan mengambil alih banyak aspek dalam kehidupan Masyarakat.

Era revolusi industri 4.0 dalam bidang industri jasa konstruksi ditandai dengan penggunaan BIM (*Building Information Modeling*). BIM digunakan untuk memperlancar dokumentasi dan komunikasi di dalam proyek/pekerjaan konstruksi, mengintegrasikan antar pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang terlibat sehingga proyek dapat berjalan dengan lancar, tepat waktu, tepat biaya, dan sesuai standar/spesifikasi yang telah ditetapkan (Pantiga & Soekiman, 2021).

Perkembangan BIM sendiri di dunia antara lain pada tahun 2008, Amerika Serikat mewajibkan BIM untuk proyek pemerintah; di Inggris, pada tahun 2016 penggunaan BIM wajib untuk proyek Pemerintah; Korea pada tahun 2012 telah mengeluarkan standar BIM; mulai tahun 2012 di Denmark, BIM digunakan untuk kantor Pemerintah dan bangunan universitas; pada tahun 2017 di Rusia, BIM wajib untuk semua bangunan Pemerintah; Tahun 2015 di Singapura mewajibkan penggunaan BIM untuk Bangunan yang di atas 5.000 m². (BIM PUPR, nd).

Di Indonesia sendiri penerapan BIM mulai diadopsi tahun 2017 dan diuraikan dalam peta jalan (*roadmap*) konstruksi digital Indonesia 2017-2024. Tahun 2017 s.d. 2024 dibagi 3 fase, yaitu Fase Adopsi, Fase Digitalisasi, dan Fase Kolaborasi. Mulai tahun 2024 adalah fase integrasi. Peta jalan dapat

dilihat pada Gambar 1. (BIM PUPR, nd; Vaza, 2019)



Gambar 1. Peta Jalan Konstruksi Digital Indonesia (BIM PUPR, nd)

Fase Adopsi terdiri dari Pemahaman stakeholder konstruksi tentang “*What is BIM, Why BIM, and How to BIM*”; standar & protokol (SNI dan SKKNI) BIM; regulasi tentang kewajiban penggunaan BIM, insentif, kebijakan harga (*pricing policy*), dan sebagainya; *pilot project*. Fase Digitalisasi, terdiri dari penguatan infrastruktur IT (*storage, cloud computing, platform ERP*); penguatan *database/BIM library* (kolaborasi dengan Kementerian Perindustrian); Monitoring dan supervisi project dengan teknologi VR & MR. Fase Kolaborasi terdiri dari: standar kolaborasi dalam industri konstruksi; penyiapan platform untuk integrasi BIM dengan *e-submission* (OSS, SIMBG, dan lain-lain); penerapan BIM skala penuh pada proyek (3D sampai dengan 7D) dengan prinsip-prinsip *Virtual Design and Lean Construction* (VDC). Fase Integrasi terdiri integrasi BIM dalam seluruh proses penyelenggaraan konstruksi (*e-submission, OSS, SIMBG, claim, commissioning, handover, dan sebagainya*); penyiapan platform dan kebijakan untuk *City Information Modeling* (CIM). (Vaza, 2019)

Pelaksanaan BIM di Indonesia, selain sebagai bagian dari mengantisipasi dunia industri 4.0, juga dalam rangka memenuhi amanat Undang-undang (UU) Jasa Konstruksi Nomor 2 Tahun 2017. Pada UU Jasa Konstruksi pasal 5 ayat (5) menyatakan bahwa Pemerintah Pusat memiliki kewenangan dalam pengembangan inovasi teknologi konstruksi. Kewenangan ini dituangkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 22 Tahun

2018, Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 16 Tahun 2021, dan Peraturan Menteri PUPR Nomor 9 Tahun 2021.

Pada Permen PUPR Nomor 22 Tahun 2018 Lampiran IV nomor 13 halaman 201 disebutkan bahwa Penggunaan BIM wajib diterapkan pada bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai. Keluaran dari perancangan merupakan hasil desain menggunakan BIM untuk gambar arsitektur, gambar struktur, gambar utilitas (mekanikal dan elektrikal), gambar lansekap, rincian volume pelaksanaan pekerjaan, dan rencana anggaran biaya. Pada PP no 16 Tahun 2021 pada lampiran halaman 1076, Nomor d.2)e) menyebutkan metode pelaksanaan konstruksi dapat dilakukan dengan padat teknologi, salah satu kriteria padat teknologi adalah menggunakan BIM paling sedikit sampai dimensi kelima (5D). Pada Permen PUPR Nomor 9 Tahun 2021 terdapat uraian tentang penggunaan teknologi dan inovasi, yaitu dengan pemanfaatan teknologi BIM.

Salah satu gedung negara yang menggunakan BIM adalah renovasi stasion utama Gelora Bung Karno, Pembangunan Pasar Atas Bukittinggi di Sumatera Barat, Renovasi dan Pengembangan Stadion Manahan Solo, dan lainnya (bimpu.go.id, 2019). BIM di Indonesia telah dilakukan oleh beberapa pelaku konstruksi namun masih terbatas pada fase desain dan teknik untuk proyek besar. Hal ini terjadi kemungkinan karena masih kurangnya pemahaman tentang konsep BIM dalam siklus hidup proyek, serta masih kurang motivasi pelaksana konstruksi dalam mengadopsi BIM. (Pantiga dan Sokiman, 2021)

Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menguraikan apa sebenarnya yang dimaksud BIM dan apa saja perangkat dalam BIM. Diharapkan uraian ini dapat memberikan tambahan wawasan tentang BIM, tidak hanya sekedar suatu aplikasi yang digunakan dalam dunia konstruksi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada artikel ini adalah studi kepustakaan. Data dan informasi dalam artikel didapat dari sumber sekunder, berupa artikel jurnal penelitian, dokumen, laporan penelitian, dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan untuk menambah wawasan tentang BIM, dimana penggunaan BIM saat ini di industri AEC (*Architecture, Engineering, and Construction*) semakin meluas. Selain itu, artikel ini diharapkan dapat menjadi bagian dalam penelitian tentang BIM yang akan datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengertian

BIM merupakan pengembangan digital yang paling menjanjikan dalam industri arsitektur, teknik rekayasa dan konstruksi (*architecture, engineering and construction, AEC*). Dengan teknologi BIM, model virtual bangunan yang akurat dibangun secara digital. Model berisi geometri yang tepat dan data/informasi relevan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi, dan pengadaan dalam mewujudkan bangunan tersebut. (Eastman, et al, 2008). BIM adalah teknologi digital yang dapat didefinisikan atau dicirikan sebagai cara untuk membuat, mengatur, mengawasi, memperdagangkan, dan berbagi informasi terkait bangunan dengan cara yang dapat dioperasikan dan digunakan kembali. (Haruna, et al. 2021)

Secara umum definisi BIM pada dua skala yang berbeda, yaitu (Denis, 2015), BIM adalah proses dimana berbagai pelaku bekerja sama, bertukar informasi (data dan geometri) secara efisien, dan berkolaborasi untuk menyediakan proses konstruksi yang lebih efisien (misal lebih sedikit kesalahan, konstruksi lebih cepat), tetapi juga bangunan yang lebih efisien yang menghasilkan lebih sedikit limbah dan lebih murah tetapi juga lebih mudah dioperasikan. Dengan visi tersebut, kuncinya bukanlah pemodelan tiga dimensi itu sendiri, melainkan informasi yang dikembangkan, dikelola, dan dibagikan, untuk mendukung kolaborasi yang lebih baik.

Selain itu BIM juga dapat dilihat sebagai *platform* perangkat lunak yang memungkinkan untuk mengoordinasikan atau menggabungkan pekerjaan berbagai pemangku kepentingan menjadi satu Model Informasi Bangunan. BIM merupakan model berorientasi objek tiga dimensi (3D) dengan informasi tertanam. Artinya representasi bangunan tiga dimensi dimana semua elemen penyusun bangunan dianggap sebagai "objek" yang terhubung satu sama lain. Setiap objek memiliki identifikasi unik dan menghubungkan informasi tentang geometri dan propertinya. Pendekatan berorientasi objek ini memungkinkan untuk mengatur model virtual dan mengembangkan perilaku atau interaksi yang berbeda sesuai dengan jenis objek (misalnya, jendela memiliki hubungan khusus dengan dinding, objek dapat ditempelkan ke lantai, dinding, langit-langit, atau objek lainnya). Selain hubungan tersebut, pendekatan berorientasi objek juga memungkinkan untuk menyimpan informasi dengan objek. Oleh karena itu, setiap objek virtual dengan informasi yang disematkan dapat dengan mudah digunakan untuk mendefinisikan dan mengidentifikasi elemen nyata yang dibangun.

BIM mengakomodasi banyak fungsi yang diperlukan untuk memodelkan siklus hidup (*life cycle*) bangunan, memberikan dasar untuk kemampuan konstruksi baru dan perubahan peran dan hubungan di antara tim proyek. Ketika diimplementasikan dengan tepat, BIM memfasilitasi proses desain dan konstruksi yang lebih terintegrasi yang menghasilkan bangunan berkualitas lebih baik dengan biaya lebih rendah dan mengurangi durasi proyek (Eastman, et al, 2008, p.1). Sistem BIM berpotensi untuk (i) meningkatkan produktivitas, efisiensi, nilai infrastruktur, kualitas, dan keberlanjutan; (ii) mengurangi biaya siklus hidup, waktu tunggu dan duplikasi; (iii) meminimalkan pemborosan, dan (iv) meningkatkan koordinasi antar disiplin desain. (Ciribini, et al, 2016 dikutip oleh Haruna, et al, 2021)

BIM melibatkan pengumpulan data yang dihasilkan selama siklus hidup bangunan dalam bentuk model 3 Dimensi (3D *model*)

dan data, yang mencakup berbagai aspek bangunan, seperti desain, konstruksi, struktur, fasilitas, dan pemeliharaan. Informasi terkait bangunan diperoleh melalui BIM terkomputerisasi, dikelola, dan dimanfaatkan, dimana keuntungan dari komputer berupa akurasi tinggi dan penyimpanan informasi yang aman. Namun, Industri konstruksi sangat luas dan kompleks, ada berbagai macam subjek konstruksi, dan berbagai perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk memproses informasi komputer berdasarkan bidang. Dalam proses pertukaran informasi antar perangkat lunak, sering terjadi kehilangan dan kesalahan informasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, buildingSMART mengusulkan konsep openBIM. Konsep ini tidak terbatas pada *platform* BIM berdasarkan format terbuka, tetapi juga memfasilitasi informasi interoperabilitas dan kompatibilitas antar *platform*. Pemanfaatan standar merupakan bagian yang sangat penting dalam openBIM. (Jo & Choi, 2021)

BIM awalnya merupakan konsep yang menggunakan model terintegrasi untuk berbagai keperluan, yang berarti harus ada standar informasi, yaitu perjanjian bersama tentang bagaimana untuk mengungkapkan informasi. Jika tidak ada standar informasi, hanya implementasi parsial yang bisa dicapai. Faktanya, saat ini banyak kasus penerapan BIM yang masih dalam implementasi parsial. Misalnya, kasus aplikasi BIM individual untuk interpretasi legal atau biaya konstruksi perhitungan. Namun, sulit untuk menemukan aplikasi BIM yang mengimplementasikan keduanya secara bersamaan. (Jo & Choi, 2021)

Untuk dapat mengimplementasi beberapa bidang diperlukan Model Desain Penuh (*Full Design Model*) yang merupakan model terintegrasi untuk masing-masing bidang yang ada dalam suatu proyek (Atul Porwal dan Kasun N. Hewage dikutip oleh Jo & Choi, 2021). Untuk model setiap bidang yang diintegrasikan, sangat diperlukan model individu yang konsistensi. Dengan kata lain perjanjian bersama (yaitu standar) diperlukan agar informasi yang mewakili model, seperti

bentuk dan properti model individual, dapat diintegrasikan (Jo & Choi, 2021)

Parameter BIM

Secara teknis untuk proyek AEC, model BIM melibatkan 3 parameter, yaitu dimensi, tingkat pengembangan, dan tingkat kolaborasi (Bouhmoud & Loudyi, 2021). Penjelasan masing-masing parameter sebagai berikut:

1. Dimensi BIM (BIM Dimension)

BIM tidak hanya berarti pembuatan model 3D sebuah bangunan, tapi juga menyiratkan penambahan informasi yang berkaitan dengan fase desain, konstruksi, dan pemeliharaannya. Dimensi BIM meningkatkan data yang terkait dengan model untuk berbagi tingkat pemahaman yang lebih besar tentang proyek konstruksi. Menambahkan informasi ekstra ke data, pada kenyataannya, memungkinkan untuk mengetahui bagaimana proyek akan disampaikan, berapa biayanya, dan bagaimana pemeliharaannya (Biblus, 2018)

Dimensi BIM mengacu pada tingkat informasi dalam data BIM tertentu, adalah Dimensi ke-3 (3D, Pemodelan 3D): geometris, informasi grafis; Dimensi ke-4 (4D, Info terkait waktu 4D): urutan konstruksi melalui Gantt chart dan garis waktu; Dimensi ke-5 (5D, analisis biaya 5D): manajemen biaya, perkiraan biaya konstruksi, dll; Dimensi ke-6 (6D, keberlanjutan 6D): studi dampak keberlanjutan lingkungan, ekonomi dan sosial; Dimensi ke-7 (7D, Siklus hidup dan pemeliharaan 7D); Manajemen Fasilitas: perencanaan dan pengelolaan operasi pemeliharaan sepanjang siklus hidup gedung. Selain 7 dimensi yang disebutkan di atas, kini ada debat terbuka mengenai tiga “dimensi baru BIM” antara lain Dimensi ke-8 (8D) – keamanan selama desain dan konstruksi; Dimensi ke-9 (9D)–konstruksi ramping; dan Dimensi ke-10 (10D)– industrialisasi konstruksi. (Biblus, 2018)

Saat ini secara umum dan praktek masih pada penggunaan sampai dengan 7D, sehingga pembahasan dalam artikel ini hanya sampai 7D (gambar 2). Definisi dan manfaat dari ketujuh dimensi sebagai berikut (united BIM, 2019):

BIM Dimensi ke-3 (3rd Dimension, 3D)

BIM 3D seperti yang kita semua ketahui, mewakili tiga dimensi geografis (x, y, z) dari struktur bangunan. Kemampuan geografis membantu pemangku kepentingan (*stakeholder*) untuk memvisualisasikan struktur bangunan dalam tiga dimensi (3D) bahkan sebelum proyek dimulai. Dalam hal BIM 3D ini, melibatkan pembuatan model 3D dan berbagi informasi yang sama menggunakan *common data environment* (CDE).

BIM 3D memungkinkan semua pemangku kepentingan untuk berkolaborasi secara efektif memodelkan dan memecahkan masalah struktural yang khas. Karena semuanya disimpan di lokasi pusat (model BIM), menjadi lebih mudah untuk penyelesaian masalah di tahap selanjutnya. Manfaat BIM 3D adalah visualisasi 3D yang disempurnakan dari keseluruhan proyek; komunikasi yang disederhanakan dan berbagi ekspektasi desain; kolaborasi yang mudah antara beberapa tim, terlepas dari bidang keahlian mereka; dan mengurangi contoh pengerjaan ulang dan revisi karena transparansi penuh dari awal.

BIM Dimensi ke-4 (4th Dimension, 4D)

BIM 4D berkaitan dengan perencanaan lokasi pembangunan dengan menambahkan elemen baru, yaitu waktu. Data penjadwalan membantu dalam menguraikan berapa banyak waktu yang akan dibutuhkan dalam penyelesaian proyek dan bagaimana proyek akan berkembang dari waktu ke waktu. Informasi tersebut dapat memberikan elaborasi tentang waktu yang dibutuhkan untuk instalasi atau konstruksi, waktu yang dibutuhkan untuk proyek beroperasi, urutan instalasi berbagai komponen, serta informasi penjadwalan lainnya.



Gambar 2. Ketujuh Dimensi BIM (United BIM, 2019)

BIM 4D adalah alat untuk perencanaan kegiatan di lokasi. Hal ini dapat membantu dalam deteksi konflik dini dengan mengelola informasi terkait status situs/bangunan secara mulus dan memvisualisasikan dampak perubahan yang dilakukan selama seluruh siklus hidup. Manfaat BIM 4D, antara lain peningkatan perencanaan lokasi dan pengoptimalan penjadwalan; koordinasi yang lancar antara arsitek, kontraktor, dan tim lapangan; kesiapsiagaan yang lebih baik dalam hal langkah selanjutnya selama setiap tahap konstruksi; penyebaran informasi yang lebih baik terkait dengan harapan garis waktu membantu menghindari penundaan yang merugikan; peningkatan keselamatan dan efisiensi berkat dokumentasi seluruh rencana dengan jadwal tertentu

BIM Dimensi ke-5 (5th Dimension, 5D)

BIM 5D berguna dalam kasus dimana analisis anggaran dan estimasi biaya diperlukan sejak awal proyek. Biaya adalah salah satu elemen terpenting yang terkait dalam suatu proyek. BIM 5D memungkinkan promotor dan pemilik proyek untuk menganalisis biaya yang akan dikeluarkan dari waktu ke waktu sehubungan dengan kegiatan proyek.

BIM 5D membantu memprediksi kebutuhan anggaran secara akurat seiring dengan perubahan persyaratan ruang lingkup, material, tenaga kerja atau peralatan. Dengan 5D BIM, seseorang dapat dengan mudah

mengeksktraksi biaya yang terkait dengan skenario dan juga dapat memperhitungkan perubahan di sepanjang jalan. Manfaat BIM 5D, antara lain visualisasi biaya *real time* dalam 3D dengan pemberitahuan perubahan biaya; penghitungan otomatis untuk komponen/sistem/ peralatan yang terkait dengan suatu proyek; analisis biaya dan analisis anggaran yang disederhanakan dengan pengeluaran yang diprediksi dan aktual sepanjang waktu; meminimalkan bagian anggaran karena pelaporan biaya dan penganggaran secara teratur.

BIM Dimensi ke-6 (6th Dimension, 6D)

Pemodelan informasi bangunan 6D membantu menganalisis konsumsi energi bangunan dan menghasilkan perkiraan energi pada tahap desain awal. Menghitung berbagai tahap kehidupan struktur, BIM 6D memastikan prediksi kebutuhan konsumsi energi yang akurat. Teknologi BIM 6D membawa industri selangkah lebih maju dari pendekatan konvensional yang hanya berfokus pada biaya di muka yang terkait dengan suatu proyek. Pendekatan ini membantu mendapatkan gambaran tentang seluruh biaya aset dan bagaimana uang harus dibelanjakan untuk mencapai keberlanjutan dan efisiensi biaya.

BIM 6D juga dikenal sebagai BIM terintegrasi karena melibatkan informasi terperinci yang dapat membantu dalam mendukung manajemen dan pengoperasian fasilitas di masa mendatang. Pada dasarnya melibatkan informasi tentang pabrikan komponen, tanggal pemasangan, jadwal

perawatan, detail konfigurasi untuk kinerja terbaik, kebutuhan energi, dan informasi penonaktifan. Manfaat BIM 6D, antara lain mengurangi konsumsi energi dalam jangka panjang; pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat terkait pemasangan komponen selama proses desain; analisis terperinci dan dampak keputusan pada aspek ekonomi dan operasional selama seluruh siklus hidup; manajemen operasional gedung atau struktur yang lebih baik setelah serah terima

BIM Dimensi ke-7 (7th Dimension, 7D)

BIM 7D BIM adalah tentang pengoperasian dan manajemen fasilitas oleh pengelola dan pemilik gedung. Dimensi tersebut digunakan untuk melacak data aset penting seperti statusnya, manual pemeliharaan/pengoperasian, informasi garansi, spesifikasi teknis, dan lain-lain yang untuk digunakan pada tahap mendatang.

BIM 7D adalah pendekatan unik dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan proses manajemen fasilitas disusun di satu tempat dalam model informasi gedung. Taktik semacam itu membantu dalam meningkatkan kualitas penyampaian layanan selama seluruh siklus proyek. Menggunakan BIM 7D memastikan bahwa segala sesuatu dalam proyek tetap dalam kondisi terbaiknya dari hari pertama hingga hari penghancuran suatu struktur. Manfaat BIM 7D, antara lain pengoptimalan manajemen aset dan fasilitas dari tahap desain hingga penghancuran; penggantian suku cadang dan perbaikan yang disederhanakan dan mudah kapan saja selama umur bangunan; proses pemeliharaan yang disederhanakan untuk kontraktor dan subkontraktor.

2. Tingkat Pengembangan (Level Of Development, LOD)

LOD mengacu pada seberapa jauh komponen model BIM telah dirinci dalam model. Ada 5 level yang ditentukan oleh American Institute of Architects (AIA) pada tahun 2008. LOD100 hingga LOD500 level lain telah ditambahkan akhir-akhir ini LOD350 (Bouhmoud & Loudyi, 2021).

Manajer proses BIM dan semua pemangku kepentingan (misalnya: manajer BIM) harus secara jelas menentukan pada setiap tahap proses BIM konten apa dan tingkat pengembangan apa yang mereka harapkan. Istilah "*Level Of Development (LOD)*" umumnya digunakan untuk mewakili tingkat presisi konten model. Hal ini adalah sejauhmana geometri elemen dan informasi yang melekat telah dipikirkan, sejauhmana anggota tim proyek dapat mengandalkan informasi saat menggunakan model. (Denis, 2015)

Tingkat Pengembangan (BIMforum, 2013; Moreau 2012 dikutip oleh Denis, 2015), antara lain:

LOD 100: Desain konseptual

Objek memiliki representasi geometris menggunakan simbol atau representasi generik. Model global dapat digunakan untuk analisis energi matahari dan awal.

LOD 200: Pengembangan Desain

Objek memiliki representasi geometris menggunakan sistem generik, objek, atau rakitan. Perkiraan informasi yang berkaitan dengan jumlah, ukuran, bentuk, lokasi dan orientasi juga ditentukan. Model global dapat digunakan untuk analisis dan perhitungan kinerja umum.

LOD 300: Dokumen Konstruksi Umum

Objek memiliki representasi geometris yang akurat dengan sistem, objek, atau rakitan tertentu. Informasi yang berkaitan dengan jumlah, ukuran, bentuk, lokasi dan orientasi juga ditentukan. Model global memiliki informasi yang cukup untuk memberikan analisis dan simulasi yang tepat pada setiap elemen dan sistem. Selanjutnya, tugas-tugas yang berkaitan dengan kolaborasi, seperti koordinasi dan pendeteksian benturan, dapat dilakukan.

LOD 350: Kompromi

Objek memiliki representasi geometris yang akurat dengan sistem, objek, atau rakitan tertentu. Informasi terkait jumlah, ukuran, bentuk, lokasi, orientasi dan antarmuka dengan

sistem bangunan lain (= LOD300 + antarmuka [interface]) juga ditentukan. Model global sangat cocok untuk penggunaan model untuk mendukung proses konstruktif. Ini memiliki keuntungan karena lebih mudah dikembangkan daripada LOD400 tetapi memberikan informasi yang lebih berguna daripada LOD300.

LOD 400: Informasi fabrikasi

Objek memiliki representasi geometris yang akurat dengan sistem, objek, atau rakitan tertentu. Informasi yang berkaitan dengan jumlah, ukuran, bentuk, lokasi dan orientasi adalah dengan detail, fabrikasi, perakitan, dan informasi pemasangan. Model global dapat digunakan untuk produksi langsung dan penjadwalan konstruksi.

LOD 500: Model bawaan

Objek adalah representasi bidang yang diverifikasi dalam hal ukuran, bentuk, lokasi, jumlah, dan orientasi. Ini adalah versi *As-Built* dari BIM. Dalam model ini, elemen diwakili dengan semua informasi teknis yang diperlukan untuk pemeliharaan dan pengadaan.

Sebagai catatan tambahan, harus dinyatakan bahwa tidak ada korespondensi yang tepat antara LOD dan fase desain atau konstruksi. Setiap sistem bangunan dikembangkan dengan kecepatan yang berbeda selama fase yang berbeda. Oleh karena itu, penentuan LOD menggambarkan LOD yang diharapkan untuk sistem bangunan tertentu pada tahapan tertentu. Demikian pula, tidak ada "Model LOD 350" tetapi model khusus (misalnya: Arsitektur, struktural) di mana sistem bangunan yang berbeda dikembangkan di LOD yang berbeda.

LOD yang diharapkan berdasarkan elemen/kategori/sistem bangunan pada setiap tahap proyek harus ditentukan dan didokumentasikan. Selain itu, elemen-elemen berikut didefinisikan sebagai berikut: Apa yang dimodelkan? Apa yang tidak dimodelkan? Komentar tambahan pada informasi level yang tidak ada di LOD; Konvensi khusus proyek (misalnya: ruang dengan luas $> 3 \text{ m}^2$

dimodelkan atau elemen dimensi $< 1 \text{ cm}$ tidak dimodelkan).

3. Tingkat Kolaborasi, (Level Of Collaboration, L)

Level Kolaborasi antara lain (Bouhmoud & Loudyi, 2021)

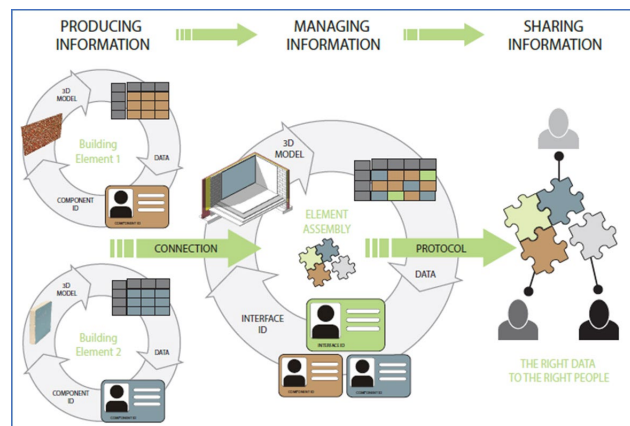
- Level 0: CAD yang tidak dikelola mungkin dalam format kertas 2D atau elektronik sebagai mekanisme pertukaran yang paling mungkin. Hal ini terkait dengan praktik tradisional tetapi tidak dengan BIM.
- Level 1: CAD Terkelola dalam format 2D atau 3D dengan alat kolaborasi yang menyediakan lingkungan data umum, mungkin beberapa struktur dan format data standar. Data komersial dikelola oleh keuangan mandiri dan paket manajemen biaya tanpa integrasi.
- Level 2: Lingkungan 3D terkelola yang diadakan di alat "BIM" disiplin terpisah dengan data yang dilampirkan. Komersial data dapat dikelola oleh aplikasi *Enterprise Resource Planning* (ERP). Integrasi berdasarkan antarmuka berpemilik atau middleware dipesan lebih dahulu dapat dianggap sebagai "pBIM" (proprietary). Pendekatan tersebut dapat menggunakan data program 4D dan elemen biaya 5D serta sistem operasional umpan.
- Level 3: Proses terbuka penuh dan integrasi data dimungkinkan oleh layanan web yang sesuai dengan Industri yang sedang berkembang *Standard Foundation Classes* (IFC) dan *International Framework for Dictionaries* (IFD), dikelola oleh server model kolaboratif. Level 3 dapat dianggap sebagai "iBIM" atau BIM terintegrasi yang berpotensi menggunakan proses rekayasa bersamaan.

Aturan Umum Tentang Kolaborasi BIM

Karena inti dari BIM bukanlah geometri itu sendiri melainkan lebih pada informasi yang melekat padanya, kunci keberhasilan proses BIM terletak pada cara kita menangani informasi. Siapa yang memproduksinya? Kapan diproduksi? Apa tujuan dari informasi

tersebut? Bagaimana dengan keterbatasan atau ketidakakuratan? Bagaimana itu dibagikan atau ditukar? Kunci kolaborasi dengan demikian terletak pada pengelolaan informasi. informasi harus diproduksi, dikelola dan digabungkan dengan cara yang ditentukan dan konsisten (konvensi penamaan, hierarki, dan klasifikasi). Selain itu, informasi harus dibagikan dan data yang tepat disajikan kepada orang yang tepat, pada waktu yang tepat dengan menggunakan

format yang tepat. Karena setiap pemangku kepentingan memiliki kebutuhan yang berbeda, alat yang berbeda, dan pandangan yang berbeda tentang proyek, dia mungkin memerlukan informasi yang berbeda juga. Namun, kunci interoperabilitas adalah menemukan bahasa umum yang memungkinkan untuk mengatur, mengklasifikasikan, mengidentifikasi, dan membagikan informasi ini. (Denis, 2015).



Gambar 3. Kunci Penukaran Manajemen Informasi BIM (Denis, 2015)

Peralatan BIM (BIM tools)

BIM melibatkan tiga alat berbeda: perangkat lunak, perangkat keras, dan platform kolaborasi. (Bouhmoud & Loudyi, 2021)

1. Perangkat Lunak (Software)

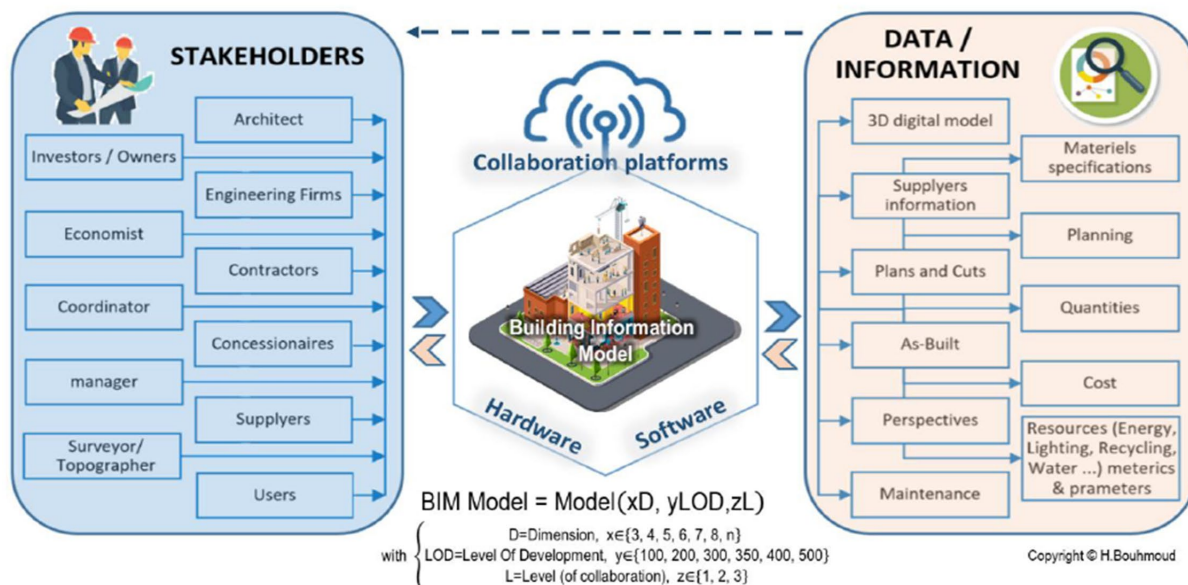
Tivendale dan Liu (dikuti oleh Bouhmoud & Loudyi, 2021) menyampaikan bahwa konsep BIM dimulai untuk aplikasi komputasi sederhana pada tahun 1960-an dan ditingkatkan untuk program pemodelan yang solid pada tahun 1970-an tetapi pengembangan perangkat lunak ArchiCAD adalah awal sebenarnya dari BIM. Sejak tahun 2004 ketika BIM pertama kali disebutkan dalam tinjauan literatur, banyak pemasok telah meningkatkan perangkat lunak konstruksi atau mengembangkan yang baru untuk memperhitungkan parameter BIM dan memasukkan ekstensi umum file BIM bernama IFC. (Bouhmoud & Loudyi, 2021).

Sekalipun BIM lebih merupakan metodologi daripada perangkat lunak

(software), BIM tetap harus diaplikasikan menggunakan alat khusus. Karena BIM bukan hanya pemodelan tiga dimensi, tetapi juga memerlukan alat khusus yang dapat menghasilkan geometri dan mengelola informasi. Khususnya untuk perangkat lunak yang digunakan oleh desainer, karena pekerjaan mereka akan menjadi inti dari proses BIM selama konstruksi. perangkat lunak akan memodelkan bangunan dan elemennya, juga menentukan persyaratan atau properti yang memungkinkan kontraktor dan pemangku kepentingan lainnya menggunakan informasi yang disematkan untuk membeli, merencanakan, merakit, dan membangun gedung. (Denis, 2015)

Beberapa alat analisis tidak perlu "diaktifkan BIM sepenuhnya" selama alat tersebut dapat mengimpor informasi yang diperlukan dalam perangkat lunak (misalnya: alat yang menghitung jembatan termal). Semakin baik perangkat lunak dapat berkomunikasi dengan mudah (tanpa impor/ekspor atau operasi manual), semakin

cepat keseluruhan prosesnya, semakin rendah (2015)
 risiko kesalahan atau kehilangan data. (Denis,



Gambar 4. Kerangka Sintetis Konsep BIM (Bouhmoud & Loudyi, 2021)

Pemasok perangkat lunak BIM yang paling terkenal adalah: Autodesk pengembang Revit yang dianggap sebagai perangkat lunak BIM paling terkenal, Trimble (editor Tekla), Graphisoft (editor Archicad) dan Nemechek (editor AllPlan) (Bouhmoud & Loudyi, 2021). Beberapa perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk BIM, yaitu Revit; Naviswork; Tekla BIMsight; Bexel Manager; PriMus IFC; Revizto; ArchiCad; Vectorworks Architect; Edificius; Midas Gen; Autodesk BIM 360; SktechUp; Buildertrend; Trimble Connect; BIMobject; Civil 3D; BrisCAD BIM; Hevacomp; Kreo; VisuaoARQ; The Wild; Allpan Architecture; AECOSim Building designer; ActCAD BIM; BIMx; dRofus; Procure; ArcCADia BIM 11; Iris VR. (Builder Indonesia, 2023)

2. Perangkat Keras (*Hardware*)

Selain perangkat keras (*hardware*) Teknologi Informasi (misalnya komputer), perangkat keras BIM yang paling dikenal adalah pemindai laser (*laser scanner*) dan printer 3D. Pemindai laser membantu BIM

Sejarah (*historic* BIM, HBIM) untuk berkembang, dimana monumen dan fasilitas

bersejarah dapat dipindai dan disimpan secara numerik untuk memfasilitasi eksploitasi dan pemeliharaannya. Dengan penggunaan model BIM yang dikembangkan, teknologi pencetakan 3D mengalami tren yang meningkat terutama dalam hal pracetak dan konstruksi beberapa bangunan tertentu.

(Bouhmoud & Loudyi, 2021) Virtual Reality (VR) juga saat ini digunakan dalam BIM.

3. Platform kolaborasi

Platform kolaborasi adalah platform web yang menawarkan kepada profesional bangunan suatu alat kerja yang diperlukan agar dapat beroperasi dengan benar dengan metodologi BIM di *cloud*. (Bouhmoud & Loudyi, 2021) Platform kolaborasi BIM harus memiliki serangkaian fungsi untuk meningkatkan tingkat produktivitas baik individu maupun seluruh tim desain dalam mendapatkan keuntungan, sebagai berikut: mengotomasi koordinasi informasi (perangkat lunak koordinasi BIM); transparansi informasi dari proses, kepemilikan data dan ketersediaan sementara informasi; pengelolaan otomatis revisi proyek dan pemutakhiran data; pengurangan redundansi dan risiko yang

terkait dengan duplikasi data; komunikasi di antara berbagai pihak yang terlibat. (Biblus, 2018)

Lebih lanjut, platform kolaborasi harus mendukung pengembangan proyek (*project development*) dengan serangkaian persyaratan teknis, yaitu mobilitas: aksesibilitas dari perangkat seluler, notebook, dan aplikasi *desktop* serta dukungan *browser*; kesederhanaan dan kegunaan: penggunaan antarmuka (*interface*) modern dan interaksi ramah pengguna yang dioptimalkan seperti *drag and drop file*; manipulasi file: akses mudah ke dokumen, sinkronisasi data, dan berbagi; produktivitas pengguna; kolaborasi: pembuatan lingkungan kerja untuk mengedit dokumen tim dan ketertelusuran tindakan apa pun yang diambil; manajemen konten: klasifikasi metadata, alat pencarian yang disederhanakan, dan jejak audit; alur kerja (*workflow*): pembuatan proses untuk menjelaskan tindakan file, pemberitahuan tugas, dan manajemen izin pengguna; keamanan dan perlindungan data: terkait dengan perangkat yang terhubung, dokumen dalam perjalanan dan yang disimpan; integrasi: integrasi dengan CMIS (*content management interoperability services*) dan peralatan desain (*design tools*); penyimpanan data: dengan menggunakan repositori terpusat dan ruang penyimpanan untuk pengguna. (Biblus, 2018)

Platform BIM memungkinkan interoperabilitas antara tim proyek yang berbeda sehingga para profesional dari berbagai disiplin ilmu untuk berkolaborasi terlepas dari alat dan perangkat lunak pilihan mereka. Ada banyak manfaat yang ditawarkan platform BIM, seperti menyimpan data dalam ruang *cloud* yang aman dan andal yang dibagikan dengan semua pemangku kepentingan proyek; berkolaborasi secara *real time* pada model BIM yang sama dan dokumennya; menyinkronkan seluruh tim BIM dan membuat keputusan yang lebih baik. (Biblus, 2018)

KESIMPULAN

Penggunaan BIM bertujuan dalam memperlancar dokumentasi dan komunikasi

dalam suatu pekerjaan bangunan sehingga berjalan lancar, tepat waktu, tepat biaya, dan sesuai standar yang ditetapkan. Pemanfaatan BIM tidak hanya sebatas saat pelaksanaan proyek, namun dapat digunakan selama siklus hidup bangunan.

Pelaksanaan proyek memerlukan suatu kolaborasi dari berbagai bidang. Aplikasi BIM sendiri untuk setiap bidang berbeda, sehingga perlu suatu model yang dapat mengintegrasikan model per bidang ini. Model perbidang harus konsisten sehingga mempermudah dalam integrasi ke dalam satu model utuh. Untuk memastikan konsistensi ini diperlukan standar sehingga informasi yang mewakili model per bidang dapat diintegrasikan.

Model BIM melibatkan 3 parameter, yaitu dimensi, tingkat pengembangan, dan tingkat kolaborasi. Dimensi mengacu pada tingkat informasi dalam BIM, terdiri dari 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D dan masih dalam proses pengembangan ke arah 8D, 9D, dan 10D. Tingkat pengembangan (LOD) digunakan untuk mewakili tingkat presisi konten model terbagi atas LOD100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400, LOD 500. Tingkat kolaborasi (L) terdiri atas Level 0, Level 1, Level 2, dan Level 3.

Walaupun BIM lebih mengarah pada metodologi, namun tetap dibutuhkan suatu alat khusus atau perangkat lunak. Perangkat lunak ini digunakan dalam mengaplikasikan model geometri dan pengelolaan informasi yang dipakai oleh setiap pemangku kepentingan dalam berkolaborasi dan mengambil keputusan yang lebih baik selama siklus hidup bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Biblus. nd. "The 7 dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained. <https://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2021/07/The-7-dimensions-of-BIM.pdf>
- Biblus, 2018. *The dimensions of BIM – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM explained.* <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>

- Biblus. 2018. *BIM collaboration platforms: characteristics and advantages*. <https://biblus.accasoftware.com/en/what-characteristics-should-have-a-bim-collaboration-platform-and-what-advantages-does-it-offer/>
- BIM PUPR. 2019. *Implementasi BIM di Indonesia untuk Proyek Bangunan Gedung*. 31 Agustus 2019. <http://bim.pu.go.id/berita/baca/42/implementasi-bim-di-indonesia-untuk-proyek-bangunan-gedung.html>
- BIM PUPR. nd. *Implementasi BIM. Building Information Modelling*. Bahan Paparan Implementasi BIM. http://bim.pu.go.id/assets/files/ROADMAP_KONSTRUKSI_DIGITAL_INDONESIA
- Bouhmoud, H. & Loudyi, D. 2021. *Building Information Modeling (BIM) Framework, Potential and Challenges. Special Issue on Research Challenges in Digitalization and Societal Transformation*. iJIST, Vol. 5 - No. 3 -December 2021. https://www.researchgate.net/publication/357662631_Building_Information_Modeling_BIM_Framework_Potential_and_Challenges
- Builder Indonesia. 2023. *30 Software BIM Terbaik 2023 untuk Proyek Konstruksi Software Building Information Modelling Terbaik* 2023. <https://www.builder.id/software-bim-terbaik/>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. 2008. "BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors". Wiley, Canada
- Denis, F. 2015. "Building Information Modelling-Belgian Guide for the construction Industry". ADEB-VBA, Brussel, Belgia
- Haruna, A., Shafiq, N., & Montasir, O.A. 2021. *Building information modelling application for developing sustainable building (Multi criteria decision making approach)*. Ain Shams Engineering Journal 12 (2021) 293-302.
- Jo, C. & Choi, J. 2021. *BIM Information Standard Framework for Model Integration and Utilization Based on openBIM*. Applied Sciences. Appl. Sci. 2021, 11, 9926
- ITI. 2023. *Apa Itu Revolusi Industri 4.0: Transformasi Digital, Tantangan & Peluang Setelah Era ChatGPT*. <https://el.iti.ac.id/apa-itu-revolusi-industri-4-0-transformasi-digital-tantangan-peluang-setelah-era-chatgpt/>
- Pantiga, J. & Soekiman, A. 2021. *Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Dunia Konstruksi Indonesia*. REKAYASA SIPIL / Volume 15, No.2 – 2021. <https://rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/view/737>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tahun 2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2021 tentang Pedoman Penyelenggaraan Konstruksi Berkelanjutan
- Relani, I. & Hidayat, E.N. 2019. *Pengaruh Revolusi Industri 4.0 Terhadap Online Service Terminal Petikemas Koja Jakarta*. Majalah Ilmiah Gema Maritim Volume 21 No. 2 tahun 2019. <https://media.neliti.com/media/publication/s/340279-pengaruh-revolusi-industri-4-0-terhadap-o-23dddaa6.pdf>
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi
- United BIM. 2019. *BIM Dimensions 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. Definition & Benefits*. <https://www.united-bim.com/wp-content/uploads/2019/12/BIM-Dimensions-3D-4D-5D-6D-and-7D-BIM-Explained-Definition-Benefits-Free-PDF-Download.pdf>
- Vaza, H., 2019. *Rencana Pengembangan Nasional Roadmap BIM di Indonesia*. Bahan paparan pada Forum Strategy Workshop, Jakarta, 19-20 Maret 2019. http://bim.pu.go.id/assets/files/PUPR_BIM_Bappenas_FIX.pdf