

Kajian regulasi dalam upaya peningkatan adopsi *Building Information Modeling* (BIM) pada pelaksanaan jasa konstruksi di Indonesia

Hasnaa Anggia Agustina^{1*}, Raihan Prasetyawan Ardiansyah¹, Muhammad Alwan Dwi Widodo¹,
Albani Musyafa¹, Vendie Abma¹

¹ Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Building Information Modelling
Construction life cycle Regulation
BIM Adoption

Abstract

A frequent obstacle in the construction sector is the lack of collaboration between stakeholders. BIM technology is considered to be a strategic solution to overcome this problem. However, the adoption of BIM is still constrained by regulations that govern its implementation. This research is qualitative research with a descriptive approach that aims to identify regulations related to BIM in Indonesia in terms of the construction life cycle and provide recommendations for the shortcomings of existing regulations. This is intended to improve the process of adopting BIM in the implementation of construction services in Indonesia. The results showed that the water resources and infrastructure sectors still need regulatory strengthening at the operation and maintenance stage. In addition, all fields still need regulations related to demolition.

Corresponding Author:

Hasnaa Anggia Agustina

23914010@students.uii.ac.id

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia

All rights reserved

Pendahuluan

Latar Belakang

Kurangnya kolaborasi dalam industri konstruksi menyebabkan kinerja proyek yang buruk dan menghasilkan produk yang tidak memenuhi harapan (Faris dkk., 2024). Padahal kolaborasi yang kuat antar *stakeholder* dalam proyek konstruksi berdampak signifikan terhadap pencapaian efisiensi proyek (Daget & Zhang, 2023). Shahbaz dkk. (2019) menyebutkan bahwa kolaborasi berkontribusi sebanyak 35,5% dalam hal efisiensi proyek konstruksi.

Teknologi *Building Information Modelling* (BIM) disebut sebagai solusi potensial dalam rangka peningkatan kolaborasi antar *stakeholder* industri konstruksi serta

meningkatkan efisiensi (Igba dkk., 2024). Teknologi ini mendukung integrasi keberlanjutan, pemantauan dan pengendalian proyek, serta pengelolaan data secara berkelanjutan (Waqar dkk., 2023). Penerapan BIM memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengakses informasi yang akurat dan terintegrasi, sehingga memperkuat pengambilan keputusan dan mengurangi potensi kesalahan selama pelaksanaan proyek (Ramadhani & Abma, 2023).

Namun, menurut Widiati dkk. (2024) dan Susanti dkk. (2023), tingkat adopsi BIM di Indonesia masih tertinggal dibandingkan negara lain. Menurut Herumanta & Nugroho (2022), tingkat penerapan BIM pada perusahaan dengan umur lebih dari 5 tahun sejumlah 28%. Angka ini dibawah penerapan

BIM pada proyek konstruksi di Negara China yang menyentuh angka 48,8% pada tahun 2021 dan diproyeksikan akan meningkat hingga 83,8% ditahun 2035 (Tu dkk., 2023).

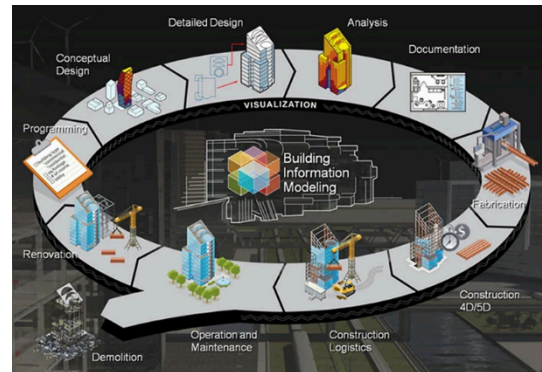
Hambatan utama dalam penerapan BIM secara luas di industri konstruksi nasional adalah kurangnya kerangka regulasi dan organisasi yang memadai untuk mendukung penerapan teknologi ini (Pantiga & Soekiman, 2021). Integrasi BIM ke dalam kebijakan pemerintah mendorong praktik berkelanjutan, meningkatkan transparansi dan efisiensi proyek konstruksi serta memodernisasi kebijakan dan peraturan pemerintah (Rexhaj, 2024). Liu dkk. (2017), menyampaikan bahwa regulasi pemerintah sangat penting untuk pengembangan dan penerapan BIM untuk meningkatkan efek penerapannya serta menstandarisasi adopsi dan penerapannya.

Studi ini akan mengkaji terkait dengan regulasi pemerintah terkait penerapan BIM pada industri konstruksi. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana regulasi pemerintah mengatur penerapan BIM pada setiap fase industri konstruksi mulai dari perancangan hingga pembongkaran. Selain itu, penelitian ini juga memberikan rekomendasi regulasi untuk meningkatkan penerapan BIM pada industri konstruksi di Indonesia.

Building Information Modelling (BIM)

BIM merupakan konsep penggunaan informasi digital secara konsisten selama seluruh siklus hidup bangunan, mulai dari perencanaan, konstruksi, hingga operasi. (Andreea, 2022). BIM muncul dari penelitian pada 1980-an, tetapi baru mencapai kematangan teknis dan diadopsi secara luas dalam beberapa tahun terakhir. BIM bertujuan meningkatkan produktivitas dan mengurangi kesalahan dalam proyek konstruksi dengan memanfaatkan data digital yang konsisten (Borrman dkk., 2018a). Selain itu, BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas. BIM berfungsi sebagai sumber

pengetahuan bersama untuk informasi tentang fasilitas tersebut, yang membentuk dasar yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan selama siklus hidupnya, dari konsepsi awal hingga pembongkaran (Borrman dkk., 2018b).



Gambar 1. *Building Information Modeling (BIM) in construction is an intelligent 3D model-based process helps AEC professionals*

(Sumber: Autodesk inc, 2023)

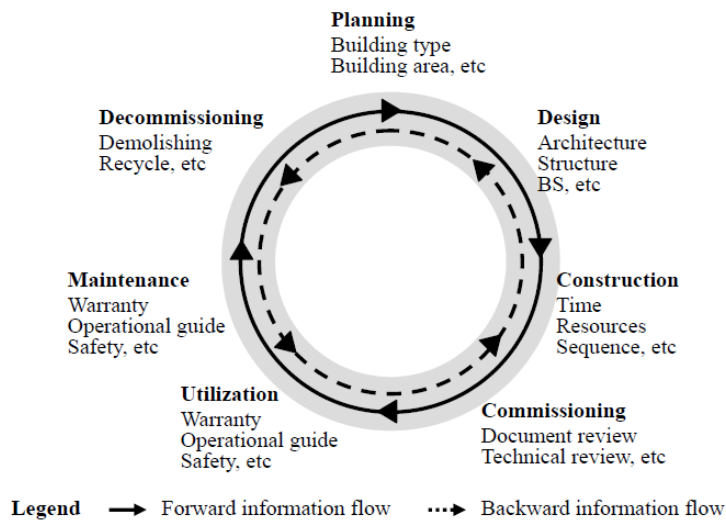
Siklus Konstruksi (Life Cycle)

Siklus Hidup Proyek adalah kerangka kerja terstruktur yang menguraikan tahapan-tahapan yang dilalui proyek dari awal hingga akhir. Menurut Jinsen dkk. (2016), project life cycle terdiri dari tahapan sebagai berikut

1. Perancangan awal (*preliminary planning*)
2. Perancangan dan perencanaan (*design and planning*)
3. Kostruksi dan operasi (*Construction and operation*)
4. Pembongkaran dan pembuangan (*Scrap and disposal*)

Senada dengan itu, menurut Guo dkk. (2010) dalam Andrić & Zheng (2024), *project life cycle* dijabarkan sebagai berikut.

1. *Planning*
2. *Design*
3. *Construction*
4. *Commisioning*
5. *Utilization*
6. *Maintenance*
7. *Decommisioning*



Gambar 2. *Project Life Cycle*
(Sumber: Guo dkk., 2010)

Metodologi Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif untuk mengkaji regulasi dan peraturan terkait BIM di Indonesia.

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian adalah dokumen-dokumen kebijakan dan regulasi yang relevan dengan penerapan BIM di sektor konstruksi di Indonesia. Objek penelitian mencakup isi regulasi, kebijakan, dan pedoman teknis terkait, yang dianalisis untuk memahami kesesuaiannya dengan kebutuhan penerapan BIM.

Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian berupa dokumen regulasi terkait penerapan BIM diperoleh dari database peraturan lembaga negara antara lain sebagai berikut.

1. Jaringan Dokumen dan Informasi Hukum (JDIH) BPK.
2. Jaringan Dokumen dan Informasi Hukum (JDIH) Kementerian Pekerjaan Umum.
3. Publikasi BIM PU.

Strategi Pencarian

Pencarian data dilakukan dengan kata kunci yaitu “*Building Information Modelling*” dan “BIM”. Pencarian dilakukan secara langsung pada sumber data yang telah ditetapkan sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan *screening* awal dengan mencocokkan kesesuaian regulasi dengan kebutuhan penelitian. Tahap selanjutnya adalah melakukan *screening* terhadap isi dari regulasi. Penelitian ini hanya menggunakan regulasi yang memuat informasi mengenai BIM serta pendukungnya. Langkah terakhir adalah menghilangkan duplikasi dokumen.

Tahapan Penelitian

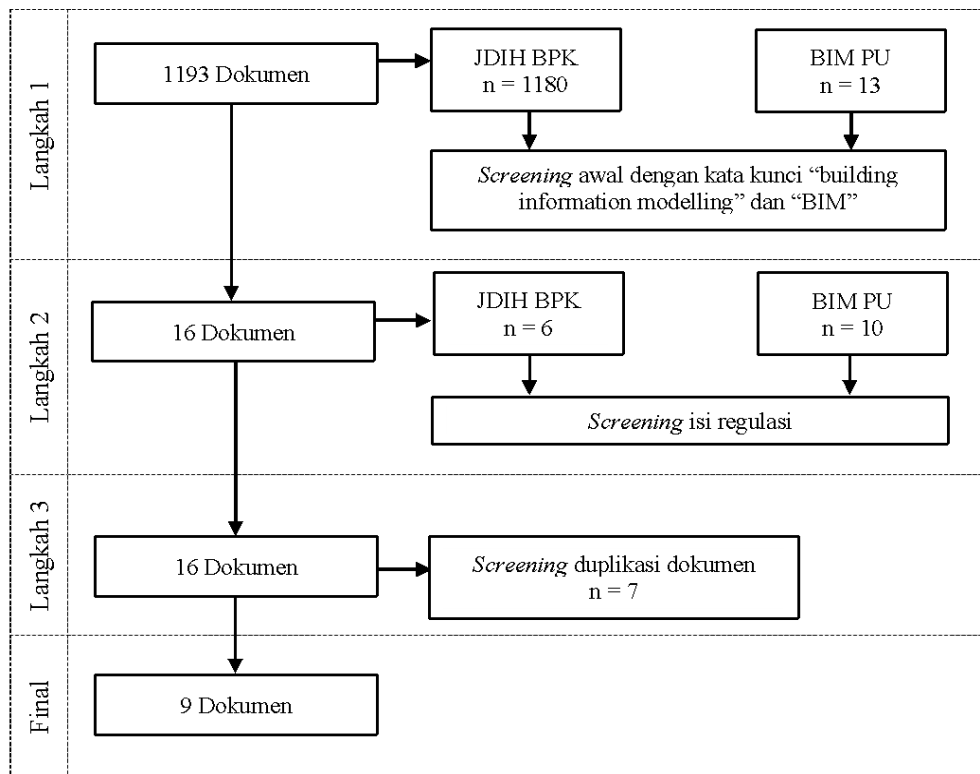
Penelitian dilakukan melalui tahapan sebagai berikut.

1. Mengumpulkan regulasi yang relevan dengan topik BIM
2. Melakukan *screening* terhadap regulasi yang telah dikumpulkan serta menghilangkan dokumen yang terduplikasi
3. Melakukan analisis terhadap isi regulasi menggunakan metode deskriptif untuk memahami tujuan, cakupan, dan penerapan regulasi tersebut.

4. Evaluasi keselarasan dengan membandingkan regulasi yang ada dengan prinsip dan praktik siklus hidup konstruksi.
5. Menginterpretasikan temuan dan memberikan rekomendasi untuk pengembangan regulasi BIM di Indonesia.

Berdasarkan pencarian diperoleh dokumen awal sebanyak 1193 yang terdiri dari 1180 dokumen pada JDIH BPK dan sebanyak 13 dokumen pada BIM PU. Dokumen tersebut kemudian dilakukan screening dengan tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3. sebagai berikut.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. Alur Pencarian dan Screening Dokumen

Daftar Peraturan Terkait dengan BIM

Daftar regulasi yang ditinjau beserta kodefikasinya pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1. Daftar Regulasi Terkait BIM di Indonesia

No.	Peraturan	Kodefikasi
1	Permen PUPR No. 22 Tahun 2018	A
2	SE Dirjen Bina Marga No. 11/SE/Db/2021	B
3	SKKNI 003 Tahun 2023	C
4	SE Dirjen Bina Marga No. 25.1/SE/Db/2023	D

5	Permen PUPR No. 9 Tahun 2021	E
6	Instruksi Menteri PUPR No. 4 /IN/M/2022	F

Lanjutan Tabel 1. Daftar Regulasi Terkait BIM di Indonesia

No.	Peraturan	Kodefikasi
7	SE Dirjen SDA No.04 Tahun 2023	G
8	SE Dirjen Cipta Karya No. 49 /SE/DC/2024	H
9	SE Dirjen Perumahan No. 12/SE/Dt/2022	I

Ringkasan Isi Dari Tiap Regulasi

Daftar regulasi yang tersedia pada Tabel 1. di atas, kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan penerapannya terhadap BIM.

Ringkasan pembahasan pada masing-masing peraturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut.

Tabel 2. Ringkasan Isi Dari Tiap Regulasi BIM di Indonesia

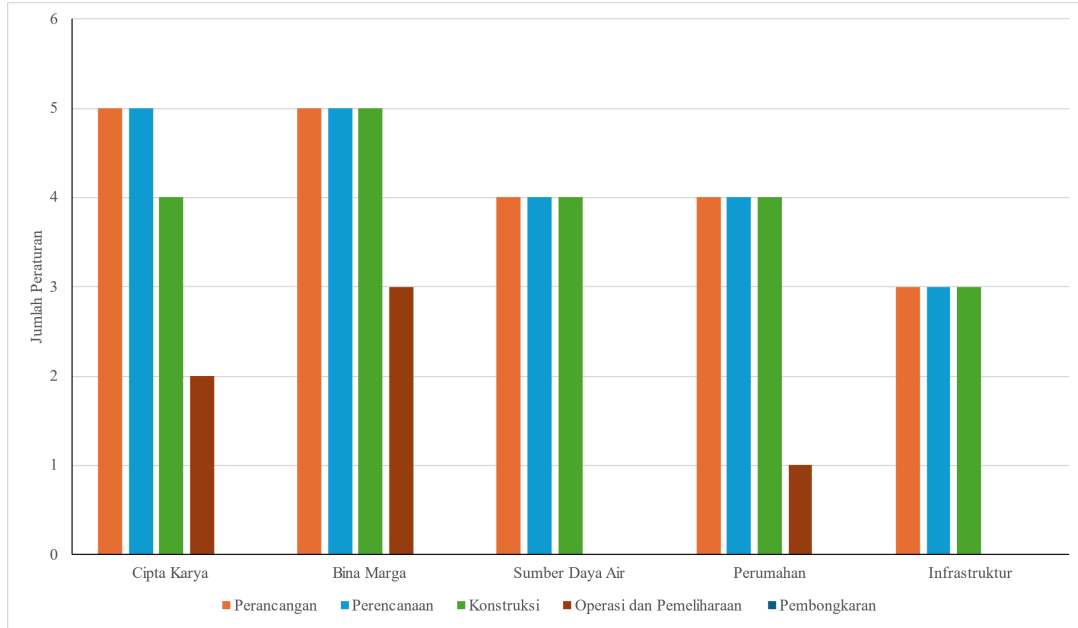
No.	Kodefikasi	Ringkasan
1	A	Regulasi ini menekankan peran BIM dalam menyusun dokumen perencanaan berbasis BIM untuk Bangunan Gedung Negara (BGN) dengan klasifikasi tidak sederhana yaitu luasan > 2000 m ² dan > 2 lantai. Luaran dari perencanaan berbasis BIM adalah gambar, rincian volume dan RAB.
2	B	Regulasi ini memberikan panduan teknis penerapan BIM khusus pada Direktorat Jenderal Bina Marga pada proyek konstruksi jalan dan jembatan antara lain pembangunan jalan, jalan bebas hambatan, jalan tol, terowongan jalan dan jembatan pada tahap perencanaan teknis, konstruksi dan pemeliharaan.
3	C	Regulasi ini menjadi acuan dalam penyusunan jenjang kualifikasi nasional, penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan, serta sertifikasi kompetensi di sektor konstruksi. Tujuannya adalah memastikan tenaga kerja memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang relevan dengan penerapan BIM, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keselamatan dalam proyek konstruksi.
4	D	Regulasi ini menetapkan pedoman teknis yang mencakup ketentuan umum dan teknis, seperti jenis pekerjaan yang wajib menerapkan BIM, organisasi penerapan, anggaran, persyaratan informasi minimum pada setiap tahapan, sumber daya, <i>BIM Execution Plan</i> (BEP), ketentuan 3D, 4D, 5D, klasifikasi objek BIM, <i>Common Data Environment</i> (CDE), keamanan data, dan serah terima aset digital. Tujuannya adalah meningkatkan efisiensi, efektivitas, transparansi, dan akuntabilitas dalam penyelenggaraan infrastruktur jalan dan jembatan melalui pemanfaatan teknologi BIM
5	E	Regulasi ini menekankan penggunaan teknologi BIM untuk penyelenggaraan konstruksi yang berkelanjutan. Dalam penerapannya, regulasi ini juga mengatur mengenai tata cara penyelenggaraan konstruksi berkelanjutan dengan BIM. Penggunaan BIM dimaksudkan untuk efisiensi dan perencanaan terintegrasi dan komprehensif.
6	F	Regulasi ini menekankan penggunaan BIM sebagai salah satu strategi peningkatan tata kelola pelaksanaan pekerjaan konstruksi proyek strategis nasional (PSN) yaitu meningkatkan tata kelola pekerjaan konstruksi berbasis digital yang ditinjau dari peningkatan kualitas dan kuantitas penerapan BIM sejak tahap perencana sampai tahap pemeliharaan serta ketersediaan ekosistem pendukung penerapan BIM di Kementerian PUPR.
7	G	Dalam pedoman ini, BIM diwajibkan pada PSN untuk mendukung perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan yang lebih terintegrasi. Selain itu, SE ini menetapkan standar penggunaan BIM, mendorong pelatihan bagi tenaga kerja, serta memastikan pemantauan dan evaluasi penerapannya. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas infrastruktur sumber daya air yang berkelanjutan dan sesuai target pembangunan nasional.
8	H	Surat Edaran ini bertujuan untuk mewujudkan penerapan BIM pada tahap perencanaan teknis, yang mencakup perencanaan dan/atau perancangan, serta tahap pelaksanaan konstruksi bangunan atau infrastruktur bidang permukiman, mulai dari persiapan, pelaksanaan, hingga pemantauan penerapan BIM yang sesuai dengan prosedur dan acuan terkait. Ruang lingkup Surat Edaran ini meliputi pengaturan organisasi penerapan BIM, persyaratan penerapan BIM, alokasi biaya BIM, prosedur penerapan BIM, serta mekanisme pemantauan penerapan BIM.
9	I	BIM pada rumah susun digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam proses perencanaan, pelaksanaan konstruksi dan masa operasi bangunan serta masa pembongkaran dan pembangunan Kembali. Pelaksanaan BIM pada Rumah Susun dilakukan melalui Mekanisme Penerapan BIM pada perencanaan rumah susun; dan Mekanisme Penerapan BIM pada pelaksanaan pembangunan.

Klasifikasi Peraturan Terkait dengan BIM

Klasifikasi peraturan terkait BIM di Indonesia dapat dibagi berdasarkan bidang,

tahapan, dan jumlah peraturan yang mengaturnya. Berdasarkan bidang, BIM telah diatur untuk sektor jalan dan jembatan, sumber daya air, perumahan, dan konstruksi umum. Sedangkan berdasarkan tahapan, regulasi BIM mencakup tahap perencanaan,

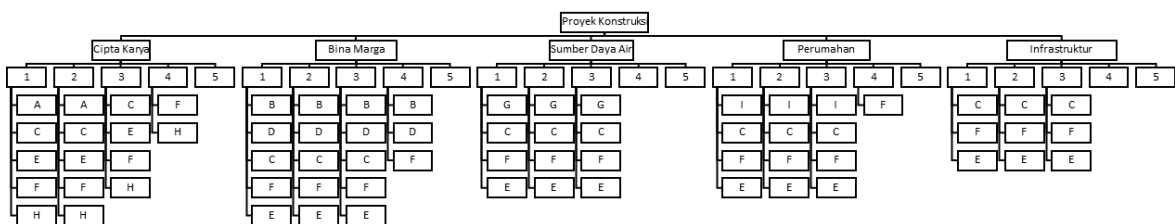
pelaksanaan, hingga pemeliharaan proyek konstruksi. Jumlah regulasi terkait BIM pada tiap bidang dan tahapan dapat dilihat pada Gambar 4. sebagai berikut.



Gambar 4. Jumlah Regulasi Terkait BIM Pada Tiap Bidang

Berdasarkan Gambar 4. di atas, dapat kita ketahui bahwa bidang Bina Marga merupakan bidang dengan jumlah regulasi paling banyak. Sedangkan, bidang infrastruktur merupakan bidang dengan

yang memiliki jumlah regulasi paling sedikit. Lebih lanjut, klasifikasi regulasi terkait BIM pada tiap bidang dapat dilihat pada Gambar 5. sebagai berikut.



Gambar 5. Klasifikasi Regulasi Terkait BIM Pada Tiap Bidang

Keterangan:

- 1 = Perancangan
- 2 = Perencanaan
- 3 = Konstruksi
- 4 = Operasi dan Pemeliharaan
- 5 = Pembongkaran

Bidang dengan regulasi yang terendah

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa bidang infrastruktur dan sumber daya air merupakan sektor yang masih memerlukan penguatan regulasi untuk mendukung keberlanjutan pembangunan dan pengelolaan. Kedua bidang ini belum memiliki regulasi yang memadai terkait pelaksanaan konstruksi, terutama pada tahap operasi dan pemeliharaan, yang merupakan fase penting dalam memastikan fungsi dan efisiensi jangka panjang. Kekosongan regulasi ini dapat berpotensi menimbulkan berbagai risiko, seperti kerusakan infrastruktur, pemborosan sumber daya, serta dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.

Fase konstruksi dengan regulasi terendah

Berdasarkan Gambar 5. di atas dapat kita ketahui jika fase pembongkaran merupakan fase konstruksi yang tidak memiliki regulasi yang mengatur pelaksanaannya. Hal tersebut terjadi pada semua bidang meliputi Cipta Karya, Bina Marga, Sumber Daya Air, Perumahan maupun Infrastruktur. Padahal, menurut Singh dkk. (2020) proses pembongkaran menimbulkan bahaya yang mungkin terjadi selama pembongkaran seperti terjatuh, tertabrak, atau tertimbun material jatuh, kebisingan, getaran, dan debu. Selain itu, pekerja mungkin terpapar bahan kimia dan biologi berbahaya.

Hal ini menunjukkan bahwa regulasi diperlukan dalam proses pembongkaran untuk memastikan keselamatan pekerja dan masyarakat, mengelola limbah konstruksi secara ramah lingkungan, serta meminimalkan gangguan sosial seperti polusi suara dan debu.

Rekomendasi

Berdasarkan permasalahan yang telah diperoleh dari hasil identifikasi yaitu sebagai berikut.

1. Belum adanya regulasi yang mengatur pelaksanaan fase pembongkaran pada semua bidang
2. Belum ada regulasi yang mengatur pelaksanaan fase operasional dan pemeliharaan pada bidang Sumber Daya Air dan Infrastruktur

Oleh karena itu, peneliti memberikan rekomendasi sebagai berikut.

1. Menyediakan regulasi pelaksanaan fase pembongkaran pada semua bidang konstruksi
2. Memperkuat regulasi pada bidang Sumber Daya Air dan Infrastruktur

Lebih lanjut peneliti menyarankan regulasi pada tahap pembongkaran yang memuat tetapi tidak terbatas pada hal sebagai berikut.

1. Standar penggunaan BIM untuk Pembongkaran yang mengatur prosedur standar penggunaan BIM untuk mengidentifikasi struktur bangunan, material yang dapat didaur ulang, dan potensi bahaya (seperti bahan berbahaya)
2. Rencana pembongkaran berbasis BIM yang mensyaratkan penyusunan rencana pembongkaran dengan model BIM yang mencakup detail teknis, logistik, dan estimasi dampak lingkungan
3. Persyaratan keamanan dan lingkungan yang memastikan integrasi data BIM dengan analisis risiko dan dampak lingkungan untuk meminimalkan gangguan terhadap masyarakat sekitar
4. Pelaporan dan dokumentasi digital yang mengatur pelaporan hasil pembongkaran dan daur ulang material secara digital menggunakan platform berbasis BIM.

Terkait dengan permasalahan no. 2 peneliti juga yang merekomendasikan regulasi yang memuat tetapi tidak terbatas pada hal sebagai berikut.

1. Kewajiban penyusunan model BIM yang diperbarui secara berkala untuk mendukung pengelolaan operasional dan pemeliharaan bangunan dan penilaian performa bangunan
2. Mendorong integrasi model BIM dengan *hardware* pendukung *monitoring* seperti IoT dan sensor

Kesimpulan

Hasil studi ini menunjukkan adanya sembilan peraturan utama yang mengatur penerapan BIM di berbagai sektor, mencakup jalan dan jembatan, sumber daya air, perumahan, dan konstruksi umum. Setiap regulasi memiliki fokus yang berbeda, seperti perencanaan teknis, penerapan, dan pemeliharaan. Selain itu, klasifikasi regulasi berdasarkan tahapan proyek mengungkapkan bahwa penerapan BIM paling dominan pada tahapan perancangan, perencanaan, dan konstruksi,

sedangkan penerapan pada tahap operasi, pemeliharaan, dan pembongkaran masih terbatas.

Klasifikasi berdasarkan bidang menunjukkan bahwa sektor Bina Marga memiliki jumlah regulasi terbanyak dengan penerapan yang mencakup seluruh tahapan proyek. Sebaliknya, sektor perumahan dan sumber daya air masih membutuhkan penguatan regulasi, khususnya pada tahap operasi, pemeliharaan, dan pembongkaran. Penelitian ini juga menyoroti bahwa sebagian besar regulasi menekankan pada efisiensi, transparansi, dan kualitas melalui penerapan BIM, namun belum sepenuhnya mencakup aspek keberlanjutan dan integrasi lintas sektor.

Daftar Pustaka

- Andreea, G. (2022). *Building Information Modelling (BIM) and Engineering Evolution in a Digital World*. 153–161. <https://doi.org/10.31410/ERAZ.2022.153>
- Andrić, J., & Zheng, Z. (2024). *The Application of BIM in Developing a Sustainable Building Design*.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018a). *Building Information Modeling*. Springer International Publishing AG.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018b). *Building Information Modeling Technology Foundations and Industry Practice*.
- Daget, Y. T., & Zhang, H. (2023). Influence of Collaborative Relationships on the Performance of Design-Construction Efficiency of Industrialized Construction. *Journal Of Civil Engineering and Management*, 29(5), 418–438. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.18868>
- Faris, H., Gaterell, M., & Hutchinson, D. (2024). Developing a collaborative framework for construction projects in emerging economies. *Smart and Sustainable Built Environment*, 13(1), 199–216. <https://doi.org/10.1108/SASBE-10-2021-0186>
- Guo, H. L., Li, H., & Skitmore, M. (2010). Life-Cycle Management of Construction Projects Based on Virtual Prototyping Technology. *Journal of Management in Engineering*, 26(1), 41–47. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2010\)26:1\(41\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2010)26:1(41))
- Herumanta, B., & Nugroho, A. (2022). Identifikasi Penyedia Jasa Konstruksi Sebagai Aplikator Building Information Modeling di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 16(2), 95–100. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2022.016.02.4>
- Igba, E., Edwin, O. D., Emmanuel, A. U., Jesutosin, O., Toyosi, M. O., & Joy, O. E. (2024). Use of Building Information Modeling (BIM) to Improve Construction Management in the USA. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(3), 1799–1813. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2794>
- Instruksi Menteri PUPR No. 4 /IN/M/2022 Tentang Strategi Pencegahan Risiko Penyimpangan Dalam Proses Pengadaan Barang/Jasa Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Tahun 2022-2024, Pub. L. No. 4 (2022).
- Jinsen, L., Lijuan, L., Sibin, L., & Yan, Z. (2016). Life-cycle Management Research in Power Grid Construction Project. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 9(9), 93–102. <https://doi.org/10.14257/ijgcd.2016.9.9.09>
- Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 3 Tahun 2023 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah Dan Teknis Golongan Pokok Aktivitas Arsitektur Dan Keinsinyuran; Analisis

- Dan Uji Teknis Bidang Building Information Modelling, Pub. L. No. 3 (2023).
- Liu, B., Wang, M., Zhang, Y., Liu, R., & Wang, A. (2017). Review and Prospect of BIM Policy in China. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245, 022021. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/2/022021>
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasapil.2021.015.02.4>
- Peraturan Menteri PUPR No. 9 Tahun 2021 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Konstruksi Berkelanjutan, Pub. L. No. 9 (2021).
- Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara, Pub. L. No. 22 (2018).
- Ramadhani, F., & Abma, V. (2023). Implementasi konsep bim pada tahap pelaksanaan dengan CDE-. *Civil Engineering, Environment, Disaster, and Risk Management Symposium (CEEDRIMS)*, 269–280.
- Rexhaj, G. (2024). Impact of BIM on Government Policy and Regulation in Infrastructure. *Communications of International Proceedings*. <https://doi.org/10.5171/2024.4336824>
- Shahbaz, M. S., Bhatti, N. U. K., Soomroe, Z., & Zafarullah, M. (2019). The Impact of Supply Chain Capabilities on Logistic Efficiency for the Construction Projects. *Civil Engineering Journal*, 5(6), 1249–1256. <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091329>
- Singh, T. N. R., Padhiyar, K., Chedibhai, Y. K., Krunal, P., Mohit, C., & Dharamraj, S. (2020). *Estimation Of Adverse Effects of Demolition: Dust and Vibration*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:225277605>
- Surat Edaran Dirjen Bina Marga No. 11/SE/Db/2021 tentang Penerapan Building Information Modelling pada Perencanaan Teknis, Konstruksi dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jenderal Bina Marga., Pub. L. No. 11 (2021).
- Surat Edaran Dirjen Cipta Karya No. 49 /SE/DC/2024 tentang Pedoman Penerapan Building Information Modelling (BIM) Di Direktorat Jenderal Cipta Karya, Pub. L. No. 49 (2024).
- Surat Edaran Dirjen Perumahan No.2/SE/Dr/2022 tentang Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Bantuan Pembangunan dan Pengelolaan Rumah Susun, Pub. L. No. 12 (2022).
- Surat Edaran Dirjen SDA No.04 Tahun 2023 tentang Pedoman Penerapan Pemodelan Informasi Bangunan (Building Information Modelling) Pada Perencanaan Teknis Dan Pelaksanaan Konstruksi Infrastruktur Sumber Daya Air, Pub. L. No. 4 (2023).
- Surat Edaran No. 25.1 /Se/Db/2023 tentang Pedoman Implementasi Building Information Modelling (Bim) Pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan, Pub. L. No. 25.1 (2023).
- Susanti, R., Fauziah, S., & Aziz, S. A. (2023). Factor and Barrier Implementing Building Information Modelling (BIM) in Green Construction in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012018>
- Tu, B., Zuo, J., Chang, R.-D., Webber, R. J., Xiong, F., & Dong, N. (2023). A system dynamic model for assessing the level of BIM implementation in construction phase: a China case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(4), 1321–1343. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2021-0895>
- Waqar, A., Othman, I., Hayat, S., Radu, D., Khan, M., Galatanu, T., Almujiabah, H., Hadzima-Nyarko, M., & Benjeddou, O. (2023). Building Information Modeling—Empowering Construction Projects with End-to-End Life Cycle Management. *Buildings*, 13(8), 2041. <https://doi.org/10.3390/buildings13082041>
- Widiati, I. R., Ita Suhermin Ingsih, & George Winaktu. (2024). A Study on Efficiencies and Hindrances to Bim Implementation In Indonesian Construction Projects. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.33474/jice.v5i1.21400>