

Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) oleh PT PP (Persero) Tbk pada Proyek Jembatan di Indonesia

Fitriana Sarifah, Muhamad Kadapi, Alisyia Kurnia Nurhalimah, Ridwan Firdaus, Reina Aenu Ropiq, Melyk Nugraha, Mochammad Gilang Riana Putra

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi

Jalan Mugasari, Kecamatan Tamansari, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat, Indonesia – 46196

Correspondence: fitriana.sarifah@unsil.ac.id

Abstrak. Penyelenggaraan infrastruktur jembatan memanfaatkan BIM dapat meningkatkan akurasi perencanaan, mengurangi risiko konstruksi, dan merencanakan seluruh siklus hidup proyek aset infrastruktur dengan lebih baik. PTPP merupakan kontraktor konstruksi pelopor yang menerapkan BIM di Indonesia sejak akhir tahun 2015. Divisi PTPP yang menangani infrastruktur jalan dan jembatan yaitu Divisi Infrastruktur 1. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi apakah penerapan BIM sudah umum dilakukan oleh PTPP pada proyek jembatan. Selain itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi penerapan BIM pada proyek jembatan tersebut. Metode penelitian ini yaitu penelitian kepustakaan dengan berfokus pada penggunaan literatur valid yang sudah ada pada penelitian sebelumnya. Hasil dari penelitian ini yaitu penerapan BIM pada proyek jembatan PTPP sudah umum digunakan. Seluruh proyek jembatan PTPP sejak akhir tahun 2015 sejumlah 3 proyek menerapkan BIM. Dari ketiga proyek tersebut, dua proyek jembatan yaitu Jembatan Teluk Kendari dan Jembatan Penghubung Pulau 2A-2B PIK (PIK 2), Jakarta Utara menginformasikan penerapan BIM yang bisa diakses oleh publik melalui website dan sosial media resmi dari PTPP. Informasi penerapan BIM tersebut berupa proses penerapan BIM, *software* BIM yang digunakan, dan manfaat BIM pada proyek jembatan tersebut. Sedangkan, pada proyek Jembatan dan *Flyover* Kereta Api Bogeg, Serang, tidak tersedia informasi detail mengenai penerapan BIM. Untuk proyek Jembatan Teluk Kendari, manfaat penerapan BIM yaitu PTPP merancang jembatan tersebut hanya dalam satu bulan sehingga menghemat tiga bulan. Visualisasi model 3D sangat membantu meminimalkan kesalahan dan menghemat waktu selama fase konstruksi yang sebenarnya hingga tim dapat berkolaborasi dengan mudah menggunakan model 3D yang sama di seluruh proyek. Untuk proyek Jembatan PIK 2, manfaat penerapan BIM diantaranya gambar kerja yang sinkron, membantu perhitungan volume, mempercepat survei topografi, mendeteksi ketidaksesuaian, memvisualkan jadwal pelaksanaan proyek, membantu koordinasi dengan tim proyek, dan membantu pengecekan kualitas di lapangan.

Kata kunci : Penerapan *Building Information Modelling* (BIM); Kontraktor Konstruksi; Penelitian Kepustakaan; Proyek Jembatan

Abstract. Bridge that implement BIM can increase planning accuracy, reduce construction risks, and better plan the entire project. PTPP is a pioneer contractor that has implemented BIM in Indonesia since the end of 2015. The PTPP division that handles road and bridge infrastructure is Infrastructure 1. The aim of this research is to evaluate whether the BIM implementation is commonly carried out on PTPP bridge projects. The aim of this research is to evaluate the BIM implementation to the bridge project. This research method was used library research with a focus on the use of valid literature that already has previous research. The result of this research is that the BIM implementation to PTPP bridge projects is commonly used. All PTPP bridge projects since the end of 2015, a total of 3 projects have implemented BIM. Two bridge projects, Kendari Bay Bridge and the PIK 2 Connecting Bridge, North Jakarta, provide information about the implementation of BIM which can be accessed by the public via the official PTPP website and social media. Information on BIM implementation includes the process, software used, and the benefits on the bridge project. Meanwhile, for the Bogeg Bridge, Serang, no detailed information is available regarding the application of BIM. For the Kendari Bay Bridge project, the benefit of implementing BIM is that PTPP designed the bridge in just one month, saving three months. 3D model visualization really helps minimize errors and save time during the actual construction phase so that teams can collaborate easily using the same 3D model throughout the project. For the PIK 2 Bridge project, the benefits of implementing BIM include synchronous work drawings, helping with volume calculations, speeding up topographic surveys, detecting discrepancies, visualizing the project implementation schedule, helping coordinate with the project team, and helping with quality checks in the field.

Keywords : *Building Information Modelling* (BIM) Implementation; Bridge Project; Construction Contractor; Library Research

PENDAHULUAN

Dunia industri konstruksi sekarang sudah sangat lazim dalam menggunakan kemajuan teknologi digital. Teknologi digital yang salah satunya dengan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM), dapat mempercepat pembangunan infrastruktur dan menjadikannya lebih produktif dan efisien. BIM merupakan salah satu teknologi AEC (*Architecture, Engineering, & Construction*) yang dapat mensimulasikan informasi dalam bentuk representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan, termasuk semua informasi tentang elemen bangunan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan kehidupan terhadap siklus bangunan (Azhar & Azizah, 2022). Teknologi BIM menjadi terkenal dan sering digunakan di seluruh dunia pada industri AEC, termasuk di Indonesia. Ini disebabkan oleh kenyataan bahwa kontraktor, konsultan, dan developer dapat mempersingkat waktu pengerjaan, tenaga kerja, dan biaya yang dibutuhkan selama proses pembangunan.

Peraturan BIM di Indonesia pertama kali dikeluarkan Pemerintah Indonesia melalui peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor: 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Gedung Negara. (PUPR, 2018) menyatakan bahwa penggunaan *Building Information Modelling* (BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas di atas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan di atas 2 (dua) lantai. Selanjutnya, Direktur Jenderal (Dirjen) Bina Marga Kementerian PUPR mengeluarkan surat edaran Nomor: 11/SE/Db/2021 tentang Penerapan *Building Information Modelling* pada Perencanaan Teknis, Konstruksi, dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan. (Bina Marga PUPR, 2021) mendefinisikan bahwa *Building Information Modelling* (BIM) adalah proses membuat dataset digital yang membentuk model tiga dimensi dan informasi yang melekat pada model, serta data jalan/jembatan secara bersamaan. Terakhir, Dirjen Bina Marga Kementerian PUPR mengeluarkan Pedoman Implementasi *Building Information Modelling* (BIM) pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. (Bina Marga PUPR, 2023) menyatakan BIM pada lingkup pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan mulai dari tahap pra perencanaan, perencanaan teknis, pengadaan lahan, konstruksi, dan pemanfaatan bangunan. Pedoman penerapan BIM dalam pembangunan jalan dan jembatan adalah acuan dalam mendorong dan memfasilitasi implementasi BIM pada pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan. Pedoman tersebut ditujukan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proyek konstruksi dengan mengatur dan menstandarisasi penggunaan BIM di seluruh pekerjaan konstruksi Jalan dan Jembatan di Indonesia

PT PP (Persero) Tbk selanjutnya disebut PTPP merupakan kontraktor konstruksi pelopor yang menerapkan BIM di Indonesia sejak akhir tahun 2015. Divisi di PTPP yang menangani infrastruktur jalan dan jembatan yaitu Divisi Infrastruktur 1. Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi menghubungkan kedua ruas jalan yang terputus oleh adanya suatu rintangan yang permukaannya lebih rendah. Rintangan ini dapat berupa lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang, dan lain-lain (Cipta Karya PUPR, 2022). Perencanaan teknis jembatan secara keseluruhan lebih mudah dan lebih efisien dengan penggunaan BIM. Penyelenggaraan infrastruktur jembatan memanfaatkan BIM dapat meningkatkan akurasi perencanaan, mengurangi risiko konstruksi, dan merencanakan seluruh siklus hidup proyek aset infrastruktur dengan lebih baik.

Penelitian ini dimulai dengan membahas seberapa banyakkah proyek jembatan yang ditangani oleh PTPP yang menerapkankan BIM. Selanjutnya, penelitian akan membahas bagaimanakah penerapan BIM pada proyek jembatan yang ditangani oleh PTPP tersebut. Batasan penelitian ini yaitu proyek jembatan dari akhir tahun 2015 dikarenakan penerapan BIM oleh PTPP dimulai sejak akhir tahun 2015. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi apakah penerapan BIM pada proyek jembatan oleh PTPP sudah umum dilakukan. Selain itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi penerapan BIM pada proyek jembatan tersebut.

METODE

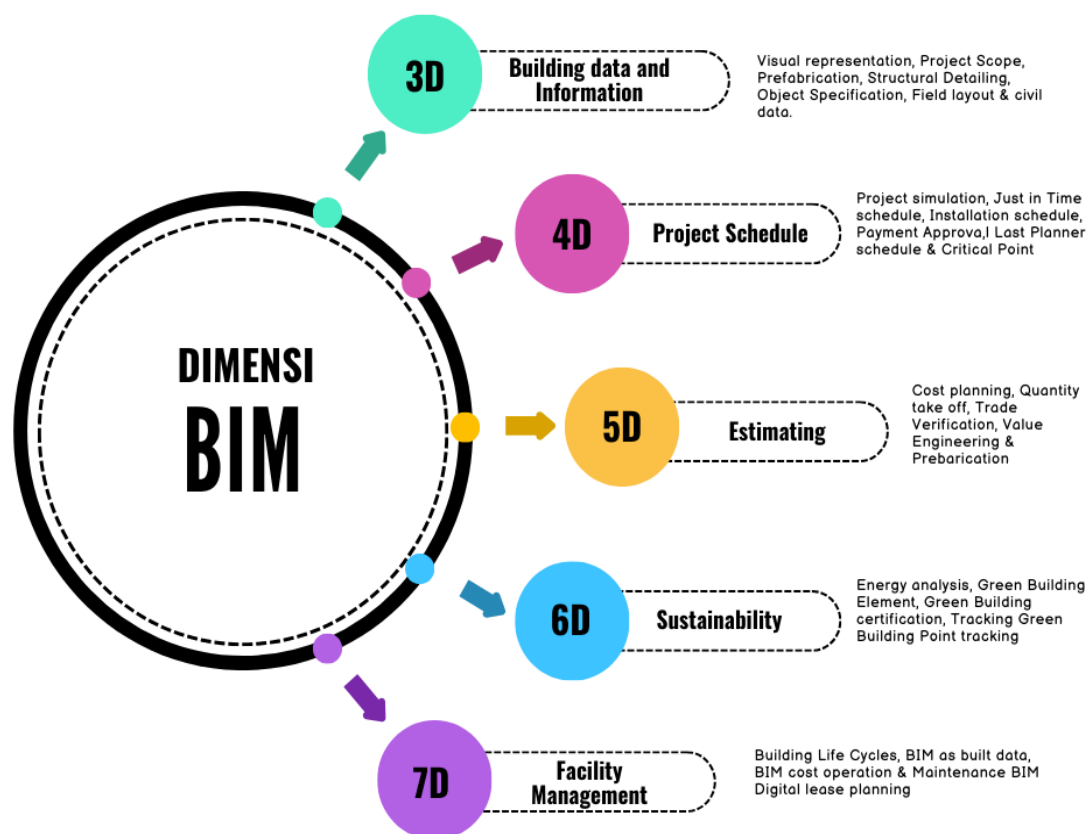
Metode penelitian ini dilakukan dengan penelitian kepustakaan (*literature research*). Penelitian kepustakaan yaitu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan literatur dari penelitian sebelumnya. Studi literatur digunakan untuk mengumpulkan informasi terkait perangkat implementasi BIM dalam penyelenggaraan konstruksi berdasarkan penelitian terdahulu (Mauliddiana et al., 2023). Penelitian berfokus pada pengumpulan literatur yang sesuai dengan kategori APA Referencing Style dalam bentuk artikel ilmiah, buku, laporan perusahaan, dan referensi yang sudah teruji keasliannya. Literatur tersebut

dikumpulkan melalui aplikasi atau website pencari literatur seperti Publish or Perish (PoP) dan Google Scholar serta melalui website resmi dari perusahaan dan instansi yang dibutuhkan datanya.

HASIL

Konsep Building Information Modelling (BIM)

Building Information Modelling (BIM) merupakan sebuah konsep atau metode yang mengimplementasikan pemodelan 3D digital (virtual) yang menggabungkan semua informasi pemodelan yang terintegrasi untuk mengatur, simulasi, dan visualisasi fasilitas yang terkait, yang mana membantu pemilik dan penyedia layanan dalam proses desain, pembangunan, dan pengelolaan konstruksi (Sangadji et al., 2019). BIM dapat menyimpan seluruh informasi siklus hidup sebuah konstruksi dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, pemeliharaan hingga pembongkaran dari konstruksi tersebut. BIM adalah pendekatan untuk manajemen, konstruksi, dan desain bangunan yang dapat meningkatkan keuntungan bagi industri konstruksi karena dapat mengurangi kesalahan dan kelalaian, mengurangi jumlah proses pengerjaan berulang, dan mengurangi waktu proyek. Konsep *build virtually before construct* dari BIM membantu penggunaannya menemukan solusi dari permasalahan konstruksi (Sarifah, 2023). Karena hanya digunakan pada proyek dengan skala yang besar dan dilakukan oleh perusahaan jasa konstruksi yang juga berskala besar, level penggunaan BIM di Indonesia belum cukup optimal dan mungkin masih pada level yang sangat rendah (Fakhrudin et al., 2019). (Hartono et al., 2021) juga mengungkapkan bahwa tingkat penerapan BIM yang rendah dengan nilai indeks rata-rata 1.16 untuk perusahaan jasa konstruksi dengan skala yang besar, menengah, dan kecil. Dalam alur kerja, BIM memiliki tingkatan atau dimensi yang menunjukkan tingkat penerapan proses konstruksi. Gambaran Dimensi BIM dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Dimensi BIM

Dengan mengimplementasikan BIM ini, praktisi proyek dapat mengestimasi rencana kerja secara akurat dan cepat. Selain itu, manfaat implementasi BIM 4D memiliki dampak yang lebih besar untuk memperbaiki jadwal dan proses manajemen (Saputra & Abma, 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan proyek dengan BIM 4D membutuhkan 284 hari kerja, sedangkan data proyek menunjukkan bahwa pekerjaan struktur jembatan membutuhkan 270 hari kerja. BIM pada

pelaksanaan proyek memiliki manfaat diantaranya meningkatkan produktivitas pekerjaan lapangan, mempermudah perekaman dan pencatatan progress pelaksanaan konstruksi, serta mengeliminasi konflik baik sebelum pelaksanaan pekerjaan hingga proses pelaksanaan (Anggraini & Mulyanda, 2023). BIM diimplementasikan untuk meningkatkan produktivitas yang berkualitas dan efisiensi manajemen proyek konstruksi dengan adanya kolaborasi perencana, manufaktur, kontraktor, dan investor sebagai stakeholder konstruksi.

Proyek Jembatan PTPP yang Menerapkan BIM

Berdasarkan hasil penelusuran fakta data terutama dari laporan tahunan PTPP, proyek jembatan PTPP setelah PTPP menerapkan BIM sejak akhir tahun 2015 dapat dilihat pada

Tabel 1. Pada

Tabel 1. tersebut juga akan diinformasikan proyek jembatan mana saja yang menerapkan BIM. Untuk peta persebaran jembatan dengan penerapan BIM di Indonesia oleh PT PP (Persero) Tbk yang informasinya cukup lengkap dan akan dibahas pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2.**

Tabel 1. Daftar Proyek Jembatan PTPP

No	Nama Proyek	Pemilik Proyek	Waktu Pelaksanaan	Nilai Proyek (Rp)	Penerapan BIM
1	Jembatan Teluk Kendari (Joint Operation dengan PT. Nindya Karya (Persero))	Dirjen Bina Marga, BBPJJN VI-MKS, Satker PJJN, Wilayah II Sulawesi Tenggara	19 Agustus 2016 s/d 22 Oktober 2020 ^a	804.000.000.000	Ya. Info melalui slide presentasi dari Bina Marga dan PTPP
2	Jembatan Penghubung Pulau 2A ke Pulau 2B, PIK Jakarta Utara	PT Kapuk Naga Indah	21 Mei 2018 s/d 15 April 2020 ^b	193.988.980.909	Ya. Info melalui Youtube resmi BIM PT PP
3	Pembangunan Jembatan dan Fly Over Kereta Api Bogeg, Serang	Dinas PU & Tata Ruang Provinsi Banten	4 Mei 2021 dan 21 Maret 2022 ^b	198.840.980.000	Ya. Info tidak detail.

Sumber: (PT PP (Persero) Tbk, 2018), (PT PP (Persero) Tbk, 2020), (PT PP (Persero) Tbk, 2022)

Catatan: waktu pelaksanaan: a. dimulai dengan tanggal *ground breaking* dan diakhiri dengan tanggal peresmian dan b. periode waktu kontrak



Gambar 2. Peta Persebaran Jembatan dengan Penerapan BIM di Indonesia oleh PT PP (Persero) Tbk Penerapan BIM pada Proyek Jembatan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara

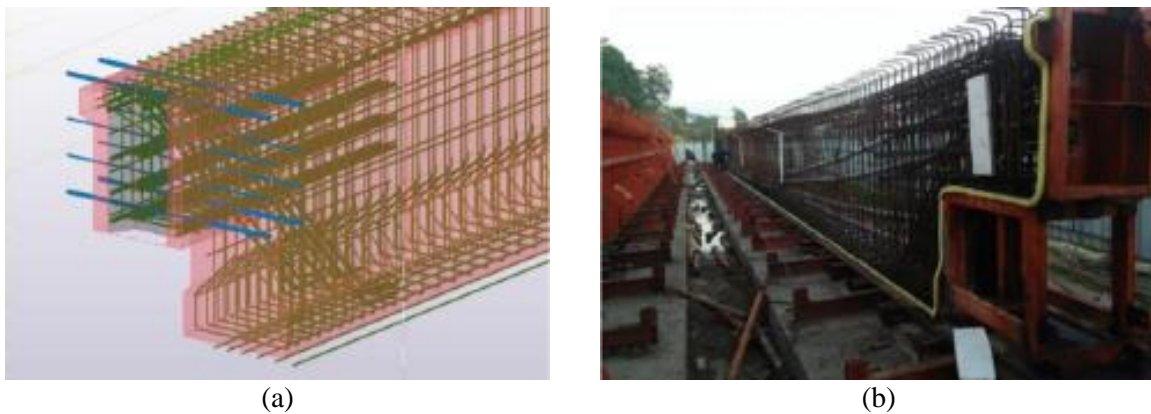
Jembatan Teluk Kendari adalah jembatan bentang kabel sepanjang 1.3 km yang menghubungkan Kota Lama dan Kota Baru Kendari. Jembatan tersebut dibangun untuk mendorong dan meningkatkan perekonomian di Kendari. Untuk proyek jembatan sebagai infrastruktur besar maka permintaan sistem pracetak untuk memenuhi kebutuhan konstruksi yang lebih cepat dan efisien akan meningkat. Model 3D yang kaya informasi mendukung PTTP untuk mempersingkat waktu pengembangan dan menunjang persiapan *groundwork* untuk pelaksanaan yang presisi karena terencana dengan baik. Detail dalam kuantitas dan rincinya serta akuratnya perhitungan pemasangan *rebar*, konflik dapat ditemukan lebih awal sehingga meminimalkan kesalahan manusia dan mempersingkat waktu persiapan selama fase desain proyek. Visualisasi model 3D di Tekla Structures memungkinkan pertukaran informasi yang akurat dan berguna dengan konstruktor, antara lain, untuk memilih metode penempatan *rebar* yang optimal, menghitung jumlah tulangan, dan menentukan lokasi tulangan yang tepat. Hal ini akan sangat membantu meminimalkan kesalahan dan menghemat waktu selama tahap konstruksi sebenarnya.

Saat beberapa pihak mengerjakan proyek yang sama, tim dapat dengan mudah berkolaborasi di platform Tekla yang disederhanakan dan berbagi model 3D yang sama di seluruh proyek. Lebih mudah untuk melacak perubahan proyek dalam tim karena setiap orang memiliki akses mudah ke model yang sama. Selama proyek Jembatan Teluk Kendari, tim juga melihat peningkatan yang signifikan dalam implementasi desain proyek, sehingga desain dan pemasangan *rebar* di lokasi menjadi jauh lebih cepat. Visualisasi 3D yang intuitif memungkinkan tim membuat perencanaan di lokasi secara akurat dan menghindari kesalahan sebelum konstruksi. Visualisasi BIM dan realisasi Jembatan Teluk Kendari dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Visualisasi BIM pada Proyek dan Realisasi Jembatan Teluk Kendari
(Sumber: PUPR dan PTPP)

Salah satu contoh realisasi penerapan BIM pada proyek Jembatan Teluk Kendari dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. PCI Girder pada Jembatan Teluk Kendari (a) Pemodelan (b) Aplikasi Lapangan
(Sumber: PUPR)

Penerapan BIM pada Proyek Jembatan Penghubung Pulau 2A - 2B, Sisi Utara Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara

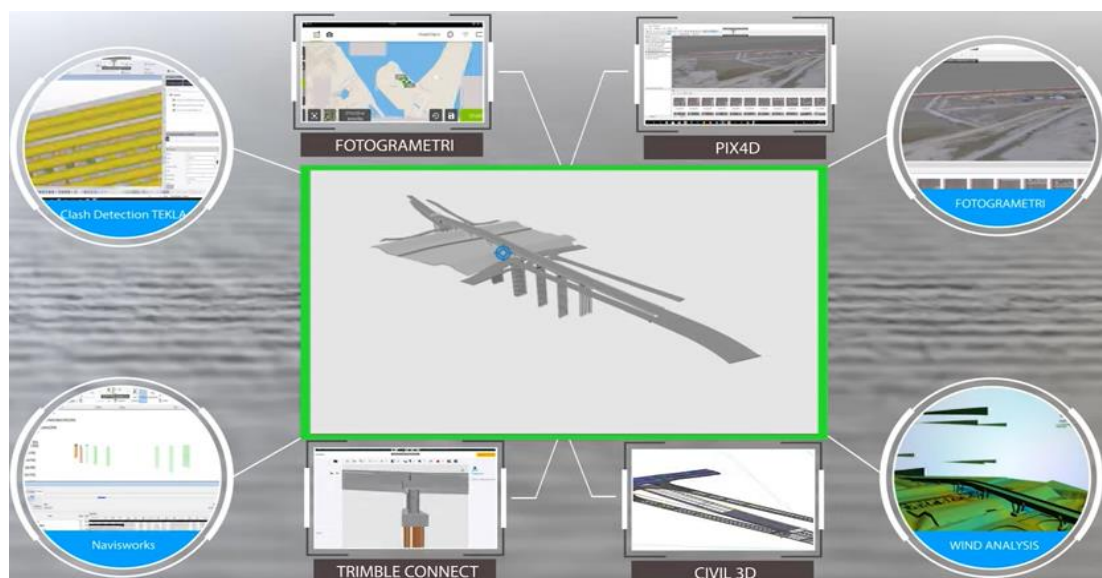
Implementasi BIM pada proyek Jembatan Penghubung Pulau 2A - 2B di Pantai Indah Kapuk (PIK) dimulai dari pembuatan *shop drawing* 3D, perhitungan volume pekerjaan (baik struktur dan pekerjaan tanah), *clash detection*, visualisasi *sequence* pekerjaan, fotogrametri kontur eksisting menggunakan *drone* dan simulasi CFD pada jembatan. Selain itu produk BIM tersebut juga dipakai dalam rapat koordinasi tim proyek, sharing model BIM di platform BIM 360 maupun *Trimble Connect* agar produk-produk BIM bisa diakses dari *smartphone* dan juga dalam koordinasi dengan konsultan perencana untuk review desain. Benefit yang didapat dari implementasi BIM diantaranya gambar kerja yang sinkron antara denah, tampak, potongan dan detail; membantu perhitungan volume; mempercepat survei topografi; dapat mendeteksi ketidaksesuaian antara komponen struktur dan pekerjaan tanah; dapat memvisualkan jadwal pelaksanaan proyek; membantu koordinasi dengan tim proyek,

konsultan/Manajemen Konstruksi (MK) dan pemilik proyek; membantu pengecekan kualitas di lapangan. Visualisasi realisasi jembatan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Jembatan Penghubung Pulau 2A - 2B PIK

Software BIM yang digunakan dalam proyek Jembatan Penghubung Pulau 2A - 2B Sisi Utara PIK, Jakarta Utara dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. *Software* BIM pada Proyek Jembatan Penghubung Pulau 2A - 2B PIK (Sumber: PTPP)

Tekla Structures adalah perangkat lunak *Building Information Modelling* (BIM) 3D yang digunakan dalam industri bangunan dan konstruksi untuk pendetailan baja dan beton, pracetak dan casting in-situ (Dwi Sungkono, 2018). Navisworks adalah aplikasi yang sangat membantu dalam proses desain pabrik, routing pipa, desain elektrik, peralatan, struktur, dan semua bagian proyek. Navisworks adalah aplikasi yang sangat membantu dalam proses desain pabrik, *routing* pipa, desain elektrik, peralatan, struktur, dan semua bagian proyek (Ferial et al., 2022). Civil 3D adalah *software* untuk desain dan dokumentasi infrastruktur sipil yang dapat digunakan untuk membuat model 3D untuk proyek *land*

development, air, dan transportasi, seperti jalan, jembatan, dan struktur lainnya. Pix4D adalah perangkat lunak aplikasi komputer yang memungkinkan pemrosesan gambar, yaitu kesatuan gambar 2D, baik yang memiliki informasi geolokasi maupun yang tidak (Muliady & Subagya, 2019).

Penerapan BIM pada Proyek Jembatan dan Flyover Kereta Api Bogeg, Kota Serang

Jembatan Bogeg dibangun dengan konstruksi *steel box*, dengan panjang 78 meter dan lebar 33,8 meter, dengan delapan lajur. Jembatan Bogeg memiliki ruas masing-masing arah terdapat 4 lajur kendaraan. Informasi detail penerapan BIM pada jembatan ini tidak tersedia. Informasi BIM pada Jembatan Bogeg hanya ada visual model 3D BIM jembatan tersebut yang ada pada website berita dengan sumber dari Biro Administrasi Pimpinan Setda Provinsi Banten. Peneliti tidak mengkonfirmasi kepada pihak PTTP karena metode dari penelitian ini berbasis penelitian kepustakaan yang bisa diakses oleh publik. Visualisasi BIM dan realisasi Jembatan Bogeg dapat dilihat pada **Gambar 7**. Peneliti tidak mengkonfirmasi kepada pihak PTTP karena metode dari penelitian ini berbasis penelitian kepustakaan yang bisa diakses oleh publik.



(a) (b)
Gambar 7. Jembatan Bogeg: (a) Visualisasi BIM dan (b) Realisasi
(Sumber: Biro Administrasi Pimpinan Setda Provinsi Banten.)

SIMPULAN

Penerapan BIM pada proyek jembatan PTTP sudah umum digunakan. Seluruh proyek jembatan PTTP sejak akhir tahun 2015 sejumlah 3 (tiga) proyek menerapkan BIM. Dari ketiga proyek tersebut, dua proyek jembatan yaitu Jembatan Teluk Kendari dan Jembatan Penghubung Pulau 2A – 2B PIK, Jakarta Utara menginformasikan penerapan BIM yang bisa diakses oleh publik melalui website dan sosial media resmi dari PTTP. Informasi penerapan BIM tersebut berupa proses penerapan BIM, *software* BIM yang digunakan, dan manfaat BIM pada proyek jembatan tersebut. Sedangkan, pada proyek Jembatan dan *Flyover* Kereta Api Bogeg, Serang, tidak tersedia informasi detail mengenai penerapan BIM. Informasi BIM pada Jembatan Bogeg hanya ada visual model 3D BIM jembatan tersebut yang ada pada website berita dengan sumber dari Biro Administrasi Pimpinan Setda Provinsi Banten.

Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, N., & Mulyanda, D. (2023). Peranan Konsep *Building Information Modelling* Pada Proyek Strategis Nasional Jalan Tol. *Seminar Nasional dan Pameran “Metode dan Teknologi Bidang Konstruksi,”* 93–106.
- Azhar, M. D. U., & Azizah, R. (2022). Integrasi BIM Dan Blockchain Pada Kinerja Perancangan AEC (Architecture, Engineering, & Construction). *SIAR: Seminar Ilmiah Arsitektur III*, 624–631. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/siar/article/view/1043/1019>
- Bina Marga PUPR. (2021). Surat Edaran Direktorat Jenderal Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021 Tentang Penerapan *Building Information Modelling* pada Perencanaan Teknis, Konstruksi dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jenderal Bina Marga. In *Kementrian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga* (Nomor 20).

- Bina Marga PUPR. (2023). *Pedoman Bidang Jalan No. 12/P/BM/2023 tentang Pedoman Implementasi Building Information Modelling (BIM) pada Lingkup Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Cipta Karya PUPR. (2022). *Buku Saku Petunjuk Konstruksi - Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Cipta Karya Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman.
- Fakhrudin, Parung, H., Tjaronge, M. W., Djamaluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Djamaluddin, A. R., Harianto, T., Muhiddin, A. B., Arsyad, A., & Nur, S. H. (2019). Sosialisasi Aplikasi Teknologi *Building Information Modelling* (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia. *JURNAL TEPAT: Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 2(2), 112–119. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i2.82
- Hartono, W., Handayani, D., & Syafi'i, S. (2021). Tingkat Kedewasaan Penerapan Bim Pada Kontraktor Jembatan Di Indonesia. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 5(1), 50. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v5i1.53628>
- Mauliddiana, S. Z., Anisah, & Maulana, A. (2023). Studi Literatur Penggunaan Perangkat Implementasi *Building Information Modelling* (BIM) dalam Penyelenggaraan Konstruksi di Indonesia. *Prosiding Seminar Pendidikan Kejuruan dan Teknik Sipil*, 1, 1–12. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/spkts/article/view/35965/15633>
- PT PP (Persero) Tbk. (2018). *Laporan Tahunan 2018 - Fundamental Principle for the Future*. PT PP (Persero) Tbk
- PT PP (Persero) Tbk. (2020). *Laporan Tahunan 2020 - Melewati Tantangan Beradaptasi dengan Nilai Baru*. PT PP (Persero) Tbk.
- PT PP (Persero) Tbk. (2022). *Laporan Tahunan 2022 Akselerasi Pemulihan Ekonomi untuk Pertumbuhan Berkualitas*. PT PP (Persero) Tbk.
- PUPR. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara. In *JDIH Kementerian PUPR*.
- Sangadji, S., Kristiawan, S. A., & Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian *Building Information Modelling* (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. *Matriks Teknik Sipil*, 7(4), 381–386. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v7i4.38475>
- Saputra, G. S., & Abma, V. (2023). Penerapan BIM 4D dalam Perencanaan Penjadwalan pada Pekerjaan Struktur Jembatan. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 3(1), 120–128. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/45518>
- Sarifah, F. (2023). Perkembangan Implementasi BIM Konstruksi Gedung di Indonesia berdasarkan Peranan KemenPUPR, Akademisi, BUMN, dan Asosiasi Profesi. *Seminar Nasional dan Pameran "Metode dan Teknologi Bidang Konstruksi,"* 77–92.