



Peran Implementasi Building Information Modelling (BIM) Terhadap Kinerja Proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000

Fauzi Antoni^{a*}, D. Despa^b dan R. Widyawati^c

^aPT. Waskita Karya (Persero) Tbk., Jalan MT Haryono No.Kav. 12-13, RT.4/RW.11, Bidara Cina, Jatinegara, Jakarta Timur, 13330

^{b,c}Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung, 35145

INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK

Riwayat artikel: Implementasi BIM di Indonesia telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk pada industri konstruksi mulai dari fase perencanaan desain, selama masa konstruksi, sampai dengan fase pemeliharaan pasca konstruksi untuk manajemen fasilitas dan asset. Proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA. 67+400 – 75+000 merupakan salah satu proyek strategis nasional yang turut menerapkan BIM selama proses konstruksi yang bertujuan mempermudah bagi setiap pemegang kepentingan di proyek dalam mengambil keputusan. Penerapan BIM yang dilaksanakan pada proyek konstruksi mengacu terhadap permintaan fitur BIM oleh pemilik pekerjaan yang dicantumkan dalam dokumen *Project Information Requirement (PIR)*. Proses BIM yang dilaksanakan mencakup proses pembuatan model 3D berdasarkan desain yang direncanakan, integrasi model tiga dimensi dengan waktu pelaksanaan, melakukan proses estimasi quantitas pekerjaan berdasarkan model tiga dimensi, serta proses koordinasi dan kolaborasi antara setiap pemegang kepentingan di lingkungan proyek dalam platform *Common Data Environment (CDE)*. Distribusi dokumen dan informasi dalam format model 3D dapat dilakukan pada *cloud* sehingga proses distribusi secara *paper based* dapat beralih ke arah distribusi secara digital. Selanjutnya informasi yang terkandung dalam BIM lengkap dapat digunakan pemilik pekerjaan untuk manajemen

Kata kunci:
Building Information Modelling Implementasi BIM Konstruksi 3D Modelling

fasilitas seperti perawatan dan operasional. Dengan adanya penerapan BIM di lingkungan proyek diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi setiap pemegang kepentingan dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan sehingga keputusan yang dihasilkan dapat lebih efektif dan efisien dalam setiap pelaksanaan pekerjaan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan kerja.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Teknologi informasi dan komunikasi dengan format digital kerap digunakan di lini industry konstruksi di seluruh dunia. Bahkan teknologi digital pun memberikan dampak yang besar dalam melakukan percepatan pembangunan infrastruktur sehingga menjadi lebih efisien dan produktif salah satunya dengan Building Information Modelling (BIM) (Kementerian PUPR, 2018). Kebijakan mengenai implementasi BIM di Kementerian PUPR telah tertuang dalam Permen PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 yang mewajibkan penggunaan BIM pada bangunan Gedung negara tidak sederhana diatas dua lantai. Kebijakan tersebut tidak menutup kemungkinan juga diterapkannya proses BIM terhadap penyelenggaraan pembangunan infrastruktur sipil seperti jalan, jembatan, dan trowongan.

Building Information Modeling (BIM) adalah salah satu teknologi di bidang AEC (Arsitektur, Engineering dan Construction) yang mampu mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3D. Penggunaan BIM menjadikan pemodelan dalam bentuk 3D dengan elemen panjang, lebar dan tinggi yang berbasis obyek pemodelan parametrik. Penambahan elemen waktu untuk penjadwalan menjadikan BIM dalam 4D. Selanjutnya BIM dikembangkan menjadi 5D dengan penambahan elemen biaya untuk melakukan estimasi. Lalu BIM dapat dimanfaatkan perancang kinerja bangunan sebagai analisis energi dan pertimbangan dampak lingkungan. Setelah elemen-elemen informasi yang terkandung dalam BIM lengkap dapat digunakan owner untuk manajemen fasilitas seperti perawatan dan operasional.

BIM sudah menjadi paradigma baru bagi para pelaku di industri konstruksi, yang dapat mendorong terintegrasi antar stakeholder suatu proyek. Integrasi ini berpotensi memberikan keselarasan dan efisiensi yang lebih baik diantara para pelaku konstruksi. BIM sendiri merupakan representasi digital dari fisik dan karakteristik fungsional suatu fasilitas melalui teknologi pemodelan yang mengaitkan serangkaian proses untuk menghasilkan, berkomunikasi dan menganalisis dalam model bentuk model digital. Dalam BIM, model yang telah dibuat oleh masing-masing disiplin harus terintegrasi secara keseluruhan sehingga diperlukan koordinasi berupa kolaborasi antar disiplin. Manfaatnya antara lain adalah dapat sedini mungkin menyelesaikan potensi konflik serta dapat menghindari pengrajan ulang atau delay pada tahap konstruksi. (Kementerian PUPR, 2018).

Implementasi BIM di Indonesia telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk pada industri konstruksi. Penerapan mulai dilaksanakan dari fase perencanaan desain sebelum masa konstruksi dimulai. Proses BIM dapat membantu bagi perencana untuk menyajikan desain yang lebih sesuai dengan ketentuan desain konstruksi serta mempertimbangkan kondisi

aktual lokasi yang akan dikerjakan. Selanjutnya selama masa konstruksi, proses BIM dapat bermanfaat untuk mempermudah pelaksana pekerjaan dalam mengambil keputusan terkait desain, quantity, proses monitoring serta informasi konstruksi lainnya yang terdapat dalam proses BIM. Setelah masa konstruksi selesai, produk BIM akan diserahterimakan kepada pengguna jasa untuk selanjutnya dapat digunakan selama fase pemeliharaan untuk manajemen fasilitas dan asset.



Gambar 1. Proses BIM pada bidang konstruksi.

Dalam rangka penerapan *Digital Engineering & Construction* pada proyek jalan tol yang diinisiasi dari Kementerian PUPR, maka proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA. 67+400 – 75+000 turut menerapkan implementasi BIM pada proses desain dan konstruksi. Proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA. 67+400 – 75+000 merupakan salah satu proyek strategis nasional yang turut menerapkan digitalisasi dalam proses kerjanya. Pelaksanaan BIM di lingkungan proyek selama proses konstruksi bertujuan mempermudah bagi setiap pemegang kepentingan di proyek dalam mengambil keputusan. Selain itu dengan adanya informasi yang diperoleh dari BIM tersebut diharapkan akan dihasilkan keputusan yang efektif dan efisien dalam pelaksanaan pekerjaan dengan tetap mempertimbangkan faktor keamanan dan kesesuaian desain.

1.2. Lingkup Kegiatan

Lingkup kegiatan dari penelitian ini meliputi:

1. Pembuatan model 3D desain konstruktur struktur, highway, dan arsitektural Proyek Jalan Tol Kayuagung – Palembang – Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000, serta penggunaan BIM dalam 3D coordination di proyek.
2. Integrasi model 3D dengan schedule pekerjaan sebagai kontrol waktu pelaksanaan terhadap target pekerjaan.
3. Analisa volume pekerjaan dari hasil model 3D.
4. Engineering value dan design review.
5. Penggunaan Common Data Environment sebagai media pertukaran informasi BIM.

1.3. Tujuan

Tujuan dari implementasi BIM di lingkungan proyek yaitu kemudahan bagi setiap pemegang kepentingan dari tahap

perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan sehingga diharapkan akan diperoleh keputusan yang lebih efektif dan efisien dalam setiap pelaksanaan pekerjaan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan kerja.

1.4. Manfaat

Manfaat dari implementasi BIM di proyek adalah:

1. Mempermudah dalam memahami dan menganalisa desain secara visual.
2. Menghindari kesalahan desain dan mitigasi resiko sedini mungkin pada tahapan perencanaan dan pelaksanaan.
3. Meningkatkan efisiensi dan produktifitas proses konstruksi.
4. Meningkatkan akurasi perhitungan volume pekerjaan.
5. Mempermudah pelaksana pekerjaan dalam mengendalikan waktu konstruksi.

2. Metodologi

2.1. Persiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambar desain Rencana Teknik Akhir (RTA) berupa gambar desain highway, struktur bangunan, dan pekerjaan pelengkap lainnya sebagai acuan dalam pembuatan model 3D. Informasi tambahan berupa data survey kondisi aktual sebelum mulai pekerjaan juga menjadi referensi agar desain yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan ketentuan yang disyaratkan.

2.2. Peralatan pendukung

Proses BIM membutuhkan perangkat untuk mendukung penerapan implementasi BIM di proyek. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua macam, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras.

Tabel 1. Peralatan pendukung proses BIM.

Jenis Peralatan	Spesifikasi / Versi
Perangkat Keras	
- Laptop Asus ROG	DTX 1050 ti, RAM 16 Gb
- Drone	HDR photo, 48 Mp
Perangkat Lunak	
- Autodesk Civil 3D	2021
- Autodesk Revit	2022
- Autodesk Naviswork	2022
- Agisoft	2021
- Global Mapper	2021
- Ms. Project	2019
- Ms. Excel	2019

2.3. Standar Acuan Implementasi BIM

Implementasi BIM yang dilaksanakan dalam proses BIM di Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000 menggunakan beberapa standar acuan yang tersajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2. Standar acuan implementasi BIM. (Tim Proyek Kayuagung-Palembang-Betung II, 2021).

Referensi	Nama Dokumen
ISO 19650-1	<i>Concept and principles</i>
ISO 19650-2	<i>Project delivery phase</i>

Panduan – BIM PUPR	Adopsi BIM dalam organisasi
Surat Edaran No: 11/SE/Db/2021 – Bina Marga	Penerapan Building Information Modelling pada Perencanaan Teknis, Konstruksi dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jendral Bina Marga
Prosedur Waskita (PW) – Bidang BIM	Standar Pedoman Permodelan BIM edisi Juni 2021

3. Hasil dan pembahasan

Penerapan BIM di Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000 mengacu terhadap permintaan fitur BIM oleh pemilik pekerjaan yang dicantumkan dalam dokumen *Project Information Requirement* (PIR). Proses BIM dilaksanakan mulai dari tahap konstruksi hingga serah terima dengan acuan desain berupa dokumen RTA yang juga digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian konstruksi di proyek ini. Selain terhadap dokumen RTA, dasar dalam implementasi BIM di proyek ini juga mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan sehingga output yang dihasilkan sesuai dengan apa yang dikerjakan. (Tim Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II, 2021).

Berikut merupakan penjelasan level, item, dan pembagian tahap implementasi BIM di proyek ini yang disajikan pada tabel 3:

Tabel 3. Output dari setiap proses BIM pada tahap konstruksi dan serah terima pekerjaan. (Tim Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II, 2021).

Item BIM	Konstruksi	Serah Terima
3D Modelling	Koordinasi dan optimasi desain antar disiplin	BIM modelling per disiplin
	Verifikasi dan integrasi model proyek	Visualisasi model
	2D shop drawing dari model 3D	2D shop drawing dan as built drawing
	Review clash detection	
4D Sequence	Virtual design construction	Visualisasi model terintegrasi dengan schedule
	Work method sequence	
5D Quantity Take-off	Quantity report untuk opname proyek	Final quantity
	Cost estimation	
Common Data Environment	Review, persetujuan, dan manajemen dokumen	Manajemen dokumen
	Deliverable coordination	Asset database
	Access control	

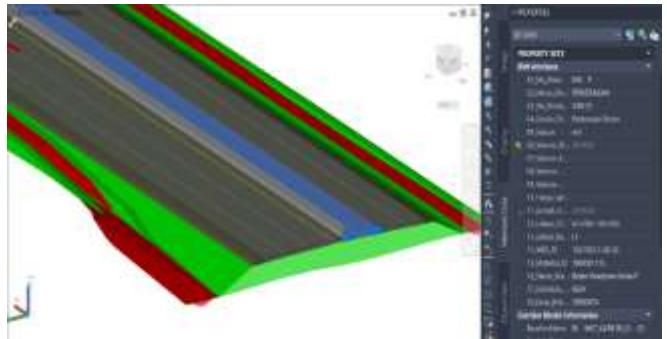
3.1. Pembuatan 3D Modelling

Pemodelan 3D dibuat berdasarkan elemen panjang, tinggi dan lebar dari suatu objek atau item pekerjaan berdasarkan gambar RTA dan menyesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Suatu model 3D dapat ditambahkan attribut informasi sesuai item pekerjaan model 3D yang dibuat. Informasi yang ditambahkan berupa jenis pekerjaan, volume model 3D, lokasi pekerjaan, hingga jenis material yang diperlukan. (Tim Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II, 2021).

Dalam proses pembuatannya, model 3D tersebut dibagi menjadi tiga tipe pemodelan, yaitu Civil Work, Structure Work, dan Architecture Work.

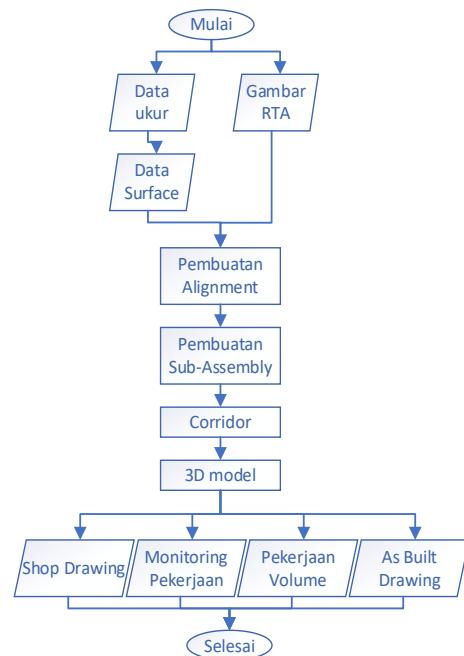
3.1.1. Civil Work

Proses BIM yang mencakup dalam jenis civil work yaitu pembuatan alignment trase, surface kondisi aktual lokasi pekerjaan, corridor, ekstraksi solid model berupa item pekerjaan main road (timbunan dan perkerasan), dll.



Gambar 2. Model 3D highway beserta informasi item.

Pembuatan model BIM civil work dilakukan pada perangkat lunak Autodesk Civil 3D. Pengolahan data ukur dilakukan pada perangkat lunak yang sama, mulai dari proses memasukan data koordinat sampai dengan diperoleh gambaran permukaan tanah aktual lokasi pekerjaan dalam bentuk kontur.



Gambar 3. Diagram alir pembuatan model 3D civil work.

3.1.2. Structure Work

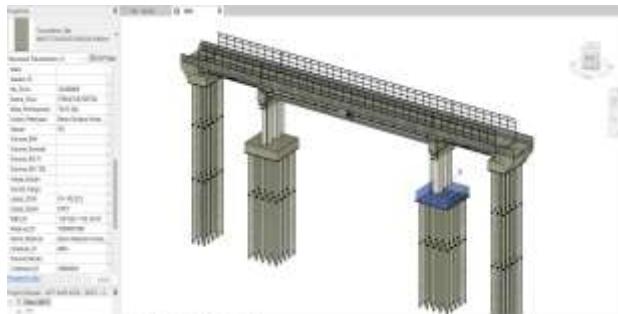
Pembuatan model 3D pada struktur work dilakukan menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit. Item pekerjaan yang mencakup bagian struktur work yaitu seluruh bangunan struktur yang ada dalam lingkup pekerjaan proyek.

Tabel 4. Rekap bangunan struktur.

Jenis Bangunan Struktur	Jumlah
Jembatan Overpass	3 unit
Jembatan Penyeberangan Orang	1 unit

Box Culvert	14 unit
Under Bridge (Sungai)	1 unit

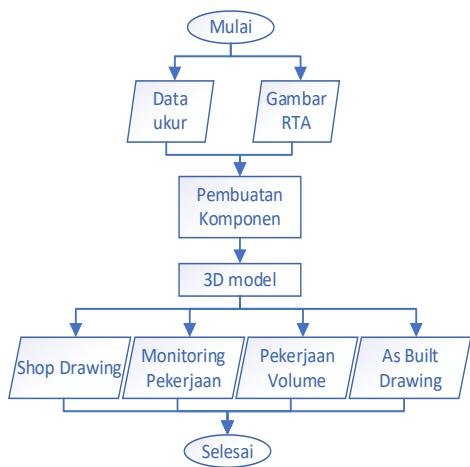
Tabel 4 merupakan daftar bangunan struktur yang terdapat dalam desain RTA proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000.



Gambar 4. Model 3D bangunan struktur jembatan overpass beserta informasi item.

3.1.3. Architecture Work

Pada pemodelan tipe architecture work, pembuatan model 3D dilakukan seperti pembuatan structure work menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit. Item pekerjaan yang mencakup architecture work seperti guardrail, perambuan, direksi keet, dll.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan model 3D structure work dan architecture work.

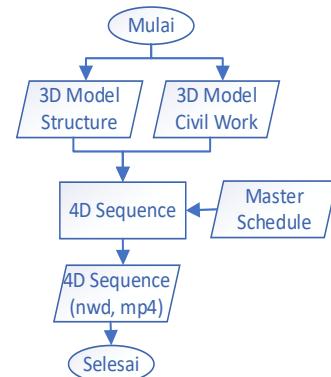
Pemodelan 3D yang sudah dibuat baik berupa civil work, structure work, maupun architecture work memiliki satu sistem koordinat, sehingga model 3D tersebut akan terintegrasi satu sama lain ketika disandingkan. Selanjutnya semua model 3D tersebut akan digabungkan menjadi suatu model 3D composite pada platform Autodesk Naviswork yang menyajikan keseluruhan rencana hasil konstruksi terbangun sesuai desain.



Gambar 6. Model 3D composite (civil work, structure work, architecture work)

3.2. Integrasi 4D Sequence

Pada tahap ini, proses BIM dilakukan melalui integrasi antara model 3D yang dibuat pada Civil 3D dan Revit dengan master schedule pekerjaan yang sudah dibuat dengan Ms. Project. Hasil dari integrasi ini adalah animasi virtual model 3D yang terbentuk sesuai dengan schedule pekerjaan yang direncanakan. Model 3D disajikan dengan simulasi secara bertahap ditampilkan sesuai dengan waktu pelaksanaan pekerjaan.

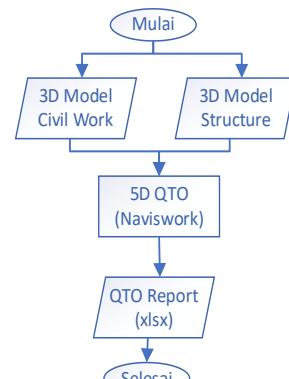


Gambar 7. Diagram alir pembuatan 4D sequence.

Integrasi model BIM dan waktu pelaksanaan dapat mempermudah pelaksana dalam fase persiapan sampai dengan pelaksanaan pekerjaan itu sendiri sehingga target penyelesaian pekerjaan dapat tercapai.

3.3. Report 5D Quantity Take-off

Proses 5D quantity take-off merupakan aktivitas untuk menghasilkan volume setiap item pekerjaan berdasarkan model 3D composite yang sudah dibuat. Informasi volume yang terdapat pada setiap item model



Gambar 8. Diagram alir pembuatan report 5D quantity take-off

Informasi volume pada model 3D dapat diekstrasi ke dalam format tabel dan diklasifikasi berdasarkan kelompok item pekerjaan, material, maupun lokasi pekerjaan. Hasil ekstrasi volume dari model BIM dapat menjadi kontrol terhadap volume rencana dari suatu pekerjaan yang akan dilaksanakan, serta dapat menjadi kontrol terhadap volume pekerjaan yang sudah dilaksanakan.

Tabel 5. Contoh hasil ekstrasi volume dari BIM model.

Kelompok Pekerjaan	Item Pekerjaan	Satuan	Volume
BOX CULVERT	Batu Granular	m ³	7209.81
	Beton Readymix Kelas C	m ³	2556.97
	Beton Readymix Kelas E	m ³	218.31
	Blinding Stone	m ³	452.64
OP & JEMBATAN	Angkur fixed dia 22mm dan Aksesoris	ea	81
	Angkur moved dia 22mm dan Aksesoris	ea	54
	Beton Readymix Kelas B	m ³	2918.73
		m ³	145.80
	Beton Readymix Kelas B Majumix	m ³	520.17
	Beton Readymix Kelas E MajuMix	m ³	116.63
	Bobok Tiang Pancang Beton dia 60 cm	ea	390
	Elastomeric Bearing Pad 350 x 280 x 44 mm	ea	48
	Elastomeric Bearing Pad 400 x 400 x 55 mm	ea	50
	Gelagar PC-I bentang nominal 16,80m , penyediaan	ea	24
	Gelagar PC-I bentang nominal 40,80m , penyediaan	ea	13
	Gelagar PC-I bentang nominal 45,80m , penyediaan	ea	12
PEKERJAAN PELENGKAP	Spun Pile d60cm B L=12m bottom	m	4680
	Spun Pile d60cm B0 L=10m Middle	m	300
	Spun Pile d60cm B0 L=8m Middle	m	3600
	Beton Readymix Kelas B	m ³	2615.61
		m ³	646.87
	Guardrail Kendaraan Tipe A	m	9300.10
		m	2300.02
	Guardrail Kendaraan Tipe A Upah	m	9300.10
		m	2300.02
	Marka Jalan, Tipe A (Penerapan Umum)	m ²	3869.98
PEKERJAAN PONDASI DAN PERKERASAN		m ²	690.00
	Marka Jalan, Tipe B (Penerapan Umum)	m ²	595.50
		m ²	105.88
	Agregat Kelas A	m ³	19201.95
		m ³	4745.41
	Beton Readymix Kelas E (LC)	m ³	11066.96
		m ³	2739.17
PEKERJAAN TANAH	Beton Readymix Kelas P	m ³	32642.82
		m ³	8072.97
	Galian Biasa untuk Dibuang (Waste)	m ³	106424.71
		m ³	450.53
	Timbunan Borrow	m ³	137920.99
		m ³	108503.15

3.4. Koordinasi dan Kolaborasi (Common Data Environment)

BIM membuat suatu sistem yang mewajibkan seluruh pemegang kepentingan di lingkup proyek memiliki sinergi dalam menjalankan pekerjaannya, sehingga perlu adanya kerjasama antara pengguna jasa, konsultan supervisi, dan penyedia jasa dalam suatu platform. Alur koordinasi dan kolaborasi setiap lapisan di proyek Jalan Tol Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II STA 67+400 – 75+000 menggunakan BIM 360 sebagai platform untuk proses tersebut.

Seluruh model BIM sampai dengan shop drawing yang sudah dibuat oleh penyedia jasa diajukan legalitasnya kepada konsultan supervisi dan pengguna jasa melalui proses review dan approval dokumen di CDE BIM 360. Setelah BIM model dan shop drawing mendapat persetujuan oleh pengguna jasa, produk tersebut dapat menjadi acuan dalam melaksanakan pekerjaan di lapangan. Produk BIM model dan shop drawing tersebut juga diarsipkan sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi, serta menjadi salah satu dokumen yang diserahterimakan kepada pengguna jasa setelah konstruksi

selesai guna pelaksanaan manajemen fasilitas selama masa pemeliharaan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada kegiatan ini dapat disimpulkan bahwa penerapan BIM di proyek Jalan Tol Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II STA 67+000 – 75+000 telah dilaksanakan sesuai permintaan pemilik pekerjaan dengan mengaplikasikan proses BIM 3D *modelling*, 4D Sequence, 5D *Quantity Take-off*, serta koordinasi dan kolaborasi antar *stakeholder* pada *Common Data Environment*. Implementasi BIM di proyek telah mengacu terhadap ISO 19650, panduan BIM dari Kementerian PUPR, surat edaran mengenai penerapan BIM, serta prosedur perusahaan di bidang BIM.

Proses pelaksanaan BIM di proyek dimulai dengan pembuatan model 3D berdasarkan gambar RTA. Informasi yang berkaitan dengan item pekerjaan ditambahkan untuk memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi objek dan dalam proses analisa. Pembuatan model 3D pada proses konstruksi dapat menghindari resiko terhadap kesalahan desain mulai dari tahap perencanaan maupun selama proses konstruksi.

Integrasi model BIM dengan jadwal pelaksanaan disajikan dalam animasi dapat memberikan kemudahan dalam menganalisa waktu pelaksanaan secara visual dan mengidentifikasi item pekerjaan yang akan dikerjakan. Selanjutnya analisa terhadap volume pekerjaan dilakukan dengan mengekstraksi volume BIM yang terdapat pada setiap model 3D. Nilai volume yang dihasilkan dapat menjadi kontrol terhadap kebutuhan material, sehingga dapat menjaga produktifitas dan efisiensi.

Koordinasi dan kolaborasi antar pemegang kepentingan dilakukan di CDE yang disediakan oleh pemilik pekerjaan. Proses pertukaran informasi dilakukan dalam cloud dimana setiap bagian dari pemegang kepentingan di proyek memiliki akses sehingga proses pengajuan dokumen dapat dilakukan secara digital.

5. Ucapan terima kasih

Puji syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini dengan baik. Penulis turut mengucapkan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses kegiatan hingga penulisan artikel ini diselesaikan. Semoga kegiatan yang disampaikan penulis dapat bermanfaat dan memberikan ilmu pengetahuan baru secara umum.

6. Daftar pustaka

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018). *Workflow dan Implementasi BIM pada Level Kolaborasi dalam Proses Monitoring Proyek*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Tim Proyek Kayuagung-Palembang-Betung Tahap II (2021). *BIM Execution Plan*. PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.
- M.Sastraa, dkk 2020 “Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan (Studi Kasus : Jalan Pambang ± Teluk Lancar Sta 1+600 ± Sta 3+100)
- F. Aryadi, dkk 2016 ³Analisa penerapan manajemen waktu pada proyek konstruksi jalan lingkungan lokasi Kalimantan Barat.

Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat,
Direktorat Jenderal Bina Marga No.2/SE/Db, 2018.