

## 3D MODELING OF EXISTING TOLL ROADS WITH BIM (Case Study: West Karawang Toll Exit)

Bahar Amal<sup>1</sup>, Dicki Dian Purnama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, 41361, Indonesia  
Email: [bahar.amal@ft.unsika.ac.id](mailto:bahar.amal@ft.unsika.ac.id)

### ABSTRACT

*Toll roads are an important transportation infrastructure to support access and mobility of goods and services. The availability of toll roads is very important in growing the national economy and access for each region which has very positive effect on regional growth. On this occasion, we will discuss the use of the BIM application with existing road requirements, the location where this research takes place is the result of aerial photography on the toll road towards the West Karawang toll exit. The purpose of this research is to display the shape of 3D model on the surface of the toll road and display real aerial view to provide toll road transportation information to stakeholders as basis for the government in making planning improvements. This research uses point cloud data taken from aerial photography. Point cloud data is generated by 3D modeling of road alignment and processing of topographic survey data, then BIM modeling of the design results and analysis in 3D form. Once completed, you can create or display 3D model of the toll road. The results of this research are 3D toll road modeling using point cloud data obtained from aerial photographs and processed with the BIM application.*

**Keywords:** BIM, Highway, 3D Modeling

### ABSTRAK

*Jalan tol merupakan infrastruktur transportasi yang penting untuk mendukung akses dan mobilitas kegiatan barang dan jasa. Ketersediaan jalan tol sangat penting dalam menumbuhkan ekonomi nasional dan sebagai akses setiap wilayah yang sangat memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan wilayah. Pada kesempatan ini akan dibahas tentang pemanfaatan aplikasi BIM dengan kebutuhan jalan yang ada, lokasi yang menjadi tempat penelitian ini adalah hasil fotografi udara di jalan tol arah exit pintu tol Karawang Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menampilkan bentuk model 3D pada permukaan jalan tol dan menampilkan pemandangan udara secara nyata untuk memberikan informasi transportasi jalan tol untuk seluruh stakeholder sebagai dasar pijakan bagi pemerintah dalam membuat perencanaan peningkatan. Penelitian pada kali ini memakai data point cloud yang diambil dari fotografi udara. Data cloud titik dibuat pemodelan 3D trase jalan dan pemrosesan data survei topografi, kemudian melakukan pemodelan BIM hasil desain dan analisis dalam bentuk 3D. Setelah selesai, maka dapat membuat atau menampilkan model 3D jalan tol, hasil dari penelitian ini adalah pemodelan tiga dimensi jalan tol eksisting dengan menggunakan data point cloud yang diperoleh dari foto udara, dan diolah dengan aplikasi BIM.*

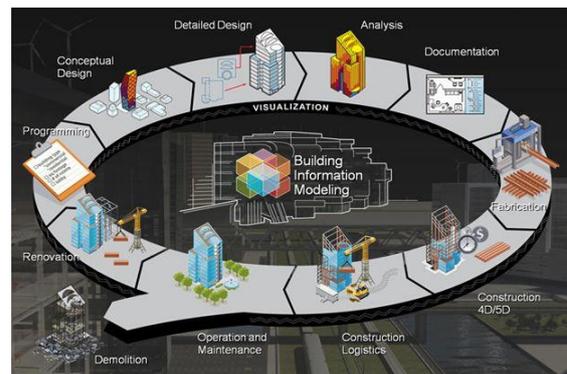
**Kata kunci:** BIM, Jalan Tol, Pemodelan 3D

## PENDAHULUAN

Fotografi udara dengan menggunakan fotogrametri merupakan teknologi yang semakin berkembang purwarupanya dalam beberapa tahun terakhir untuk memenuhi kebutuhan akan pemetaan beresolusi tinggi (Nugroho et al., 2022). Hasil pengukuran keadaan ini kemudian diubah menjadi awan titik 3D georeferensi menggunakan GPS/IMU. Awan titik 3D dipakai demi mengekstraksi DEM yang mewakili permukaan tanah. Akurasi pemetaan UAV berdasarkan fotogrametri diproyeksikan sebagai akurasi relatif dan absolut (Hoppe et al., 2019). Pada saat yang sama, akurasi absolut itu sendiri mengacu pada perbedaan antara lokasi yang dipilih untuk direkonstruksi dan lokasi aktualnya di lapangan. Building Information Modeling (BIM) adalah proses yang dimulai dengan pembuatan model 3D cerdas dan memungkinkan pengelolaan, koordinasi, dan simulasi dokumen selama siklus proyek (desain, teknik, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan). Model data digunakan untuk merencanakan dan mendokumentasikan rencana bangunan dan infrastruktur (Gaspari et al., 2022). Setiap detail konstruksi dimodelkan oleh model data (Irwani, 2022). Model ini dapat digunakan untuk menganalisis opsi desain dan membuat rendering yang membantu pemangku kepentingan memahami seperti apa bangunan sebelum dibangun (Susilo, 2023). Model ini kemudian digunakan untuk membuat dokumentasi desain untuk konstruksi (Priambodo et al., 2022).

Dari latar belakang tersebut penelitian ini membahas rumusan masalah, yaitu bagaimana melakukan pemodelan 3D jalan yang menunjukkan rendering nyata yang terletak di jalan tol ke arah pintu keluar tol Karawang Barat di Kabupaten Karawang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menampilkan bentuk model 3D pada permukaan jalan tol dan menampilkan

pemandangan udara secara nyata, selain itu juga untuk memberikan informasi transportasi jalan tol untuk seluruh stakeholder sebagai dasar pijakan bagi pemerintah dalam membuat perencanaan peningkatan keselamatan dan tersedianya peta yang informatif sebagai alat analisis resiko pada jalan tol (Febriansyah, 2021). Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menciptakan solusi pemetaan dan pemodelan jalan tol tiga dimensi untuk mendukung bidang penelitian pemetaan dengan penerapan yang efektif dan efisien dengan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM). Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan tol KM 46 menuju Pertigaan Tol Karawang Barat.



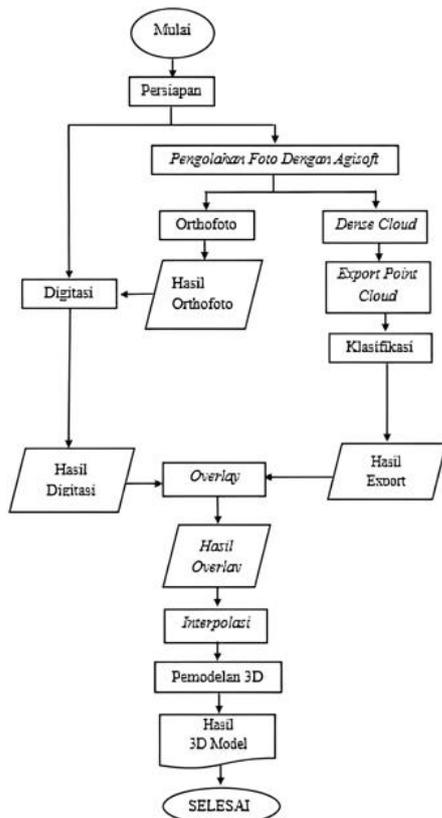
Gambar 1. Building Information Modeling

Gambar 1 pada jurnal ini menggambarkan siklus hidup Building Information Modeling (BIM) yang terdiri dari tahapan membuat program, desain konseptual, perencanaan spesifikasi desain, analisis, dokumentasi, proses pabrikan, konstruksi 4D/5D, konstruksi logistik, pengoperasian dan pemeliharaan bangunan, renovasi / penghancuran (Indrianto et al., 2019). Siklus ini menyoroti pentingnya penerapan BIM dalam semua tahapan proses bangunan, mulai dari perencanaan hingga penggunaan jangka panjang. Gambar tersebut juga menunjukkan bagaimana BIM dapat meningkatkan efisiensi, kolaborasi, dan akurasi data di setiap tahapan siklus hidup bangunan, serta memberikan manfaat jangka panjang dalam pengelolaan dan

pemeliharaan bangunan secara efektif (Apriansyah & Harintaka, 2023).

**METODE**

Tahapan penelitian diuraikan dalam persiapan, pelaksanaan, pendataan, pengolahan data, analisa data dan kesimpulan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol, 2005). Kajian tersebut membutuhkan diagram alir yang menjelaskan Langkah-langkahnya sebagai bagian penting dari penelitian. Tahapan penting dari penelitian dapat dilihat dalam flowchart berikut ini.



Gambar 2. Diagram Alir

Diagram alir pada Gambar 2 yang terdapat pada jurnal ini menggambarkan langkah-langkah utama yang dilakukan dalam penelitian. Diagram tersebut dimulai dengan tahap persiapan identifikasi masalah, diikuti oleh pengumpulan data melalui metode observasi lapangan, wawancara dan pengolahan data. Selanjutnya, data yang

terkumpul dianalisis menggunakan berbagai metode, baik itu analisis statistik maupun analisis kualitatif. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menyusun temuan penelitian yang kemudian disajikan dalam laporan akhir. Diagram ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai proses penelitian yang dilakukan dan menunjukkan hubungan antara setiap tahap penelitian secara terstruktur.

Penelitian ini dilakukan di jalan tol ke arah pintu keluar tol Karawang Barat di Kabupaten Karawang. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari hingga Mei 2023. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka, observasi dan studi kasus. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data foto udara dan data point cloud yang menjadi data uncontrol yang didapatkan dari hasil penelitian di lapangan yang kemudian diolah dengan *software agisoft*, yang digunakan untuk membuat pemodelan data jalan tol, serta pengumpulan jurnal atau makalah ilmiah yang terkait dengan topik penelitian. Tahapan prosedur penelitian menggunakan metode penelitian dan pengembangan, termasuk analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi lapangan untuk menentukan kondisi awal lokasi penelitian dan menentukan prosedur lapangan selanjutnya, dokumentasi, dan wawancara.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian data foto udara untuk penelitian ini merupakan data unmanaged yang diperoleh dari hasil survey lapangan, yang kemudian diolah dengan aplikasi *Building Information Modeling (BIM)*, digunakan sebagai data kebutuhan informasi pemodelan jalan 3D dan model 3D.

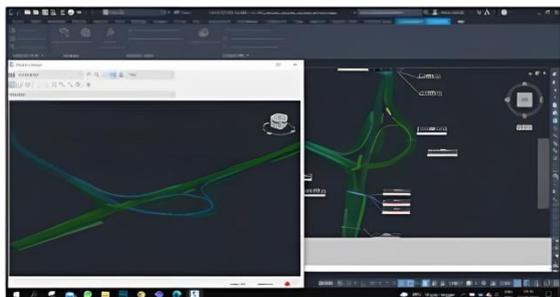
### 3D Modeling Of Existing (Amal / hal. 80-86)



Gambar 3. Hasil Orthofoto

Gambar hasil orthofoto yang disajikan dalam pada Gambar 3 pada jurnal ini merupakan representasi visual yang sangat detail dan akurat dari area penelitian. Orthofoto ini dibuat melalui proses pemetaan udara menggunakan fotogrametri, di mana citra udara diperbaiki secara perspektif untuk menghasilkan tampilan yang realistis. Gambar tersebut memberikan gambaran yang tepat dari topografi dan objek-objek di area penelitian, seperti bangunan, jalan, vegetasi, dan sebagainya. Dengan menggunakan hasil orthofoto ini, maka dapat melakukan analisis yang mendalam tentang karakteristik lahan, perubahan lingkungan, dan pemodelan spasial di wilayah penelitian yang spesifik.

Pemodelan data jalan tol dalam bentuk 3D menggunakan aplikasi *Building Information Modelling* (BIM) dilakukan dengan melakukan pemodelan 3D trase jalan dan pemrosesan data survei topografi. Hasil pemodelan objek yang dilakukan pada pekerjaan ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil 3D Trase Jalan dan Data Topografi

Gambar 4 yang disajikan dalam jurnal ini merupakan visualisasi hasil dari pemetaan 3D trase jalan dan data topografi. Gambar tersebut menampilkan representasi yang tiga dimensi dari jalur jalan beserta detail topografi di sekitarnya. Visualisasi ini dibuat dengan menggunakan teknologi pemodelan dan pemetaan yang canggih untuk memproses data topografi. Melalui gambar ini, maka dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang karakteristik topografi, elevasi, dan perubahan morfologi yang terkait dengan trase jalan yang sedang diteliti. Gambar hasil 3D trase jalan dan data topografi ini memberikan informasi yang penting dalam perencanaan, desain, dan evaluasi proyek-proyek infrastruktur, serta membantu menganalisis dengan lebih akurat dan komprehensif.

Pada permukaan jalan 3D dapat diproyeksikan sehingga dapat kita lihat bahwa ruas jalan tol ke arah exit pintu tol Karawang Barat di Kabupaten Karawang memiliki tinggi dan rendah dari permukaan jalan tersebut. Dari gambar 3D dapat kita lihat juga elevasi pada alinyemen vertikal dan horizontal pada ruas jalan tol, hasil 3D objek yang telah dikerjakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Pemodelan 3D Jalan Tol

Dalam jurnal ini, dapat dilihat Gambar 5 pemodelan 3D jalan tol yang mengesankan diperlihatkan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai struktur jalan tersebut. Gambar tersebut menggambarkan dengan detail jalan tol, termasuk jalur kendaraan, median, dan bahu jalan yang terlihat jelas. Pemodelan 3D

yang akurat memvisualisasikan dengan presisi tinggi fitur-fitur fisik jalan tol. Dalam gambar tersebut, terlihat dengan jelas geometri jalan tol, seperti tikungan yang halus, perubahan ketinggian, dan kemiringan yang tepat. Detail seperti pintu keluar, rambu-rambu lalu lintas, dan jembatan juga terlihat dengan jelas dalam pemodelan ini. Selain itu, gambar pemodelan 3D ini memberikan pandangan yang mendalam mengenai keberlanjutan dan keindahan jalan tol. Dalam gambar tersebut, ditampilkan dengan baik penanaman pepohonan dan vegetasi hijau di sepanjang jalan tol, menciptakan suasana yang menyegarkan dan menarik bagi pengguna jalan.

Pemodelan 3D jalan tol ini bukan hanya menyajikan representasi visual yang realistis, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai perencanaan dan desain jalan tol. Dengan menggunakan teknologi pemodelan 3D, penelitian ini secara efektif menggambarkan bagaimana elemen-elemen penting dalam jalan tol direncanakan dan dirancang. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah membuat model 3D sebagai gambar untuk memproyeksikan model jalan tol agar dapat dilihat secara real time. Berikut adalah render model pada jalan tol yang digunakan sebagai review.



Gambar 6. Tiga Dimensi Jalan Tol Pot. 1



Gambar 7. Tiga Dimensi Jalan Tol Pot. 2

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 ini, terdapat gambar potongan tiga dimensi jalan tol yang memberikan pemahaman lebih detail mengenai struktur dan karakteristik jalan tol. Gambar ini menggambarkan potongan melintang jalan tol dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Potongan tiga dimensi tersebut jelas menunjukkan lapisan-lapisan konstruksi jalan tol seperti aspal, sub-base, dan fondasi yang kuat. Selain itu, gambar ini juga menggambarkan dengan detail sistem drainase yang dirancang untuk mengalirkan air hujan dan menjaga kestabilan jalan tol.

Gambar potongan tiga dimensi ini juga memperlihatkan elemen penting lainnya seperti pengaturan lalu lintas, termasuk jalur kendaraan, median, dan bahu jalan. Rambu-rambu lalu lintas, marka jalan, dan peralatan keselamatan juga terlihat jelas dalam gambar ini. Dengan menyajikan gambar potongan tiga dimensi jalan tol, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih lengkap mengenai struktur dan komponen penting dalam jalan tol. Gambar ini membantu pembaca untuk secara visual memahami bagaimana perencanaan dan pembangunan jalan tol dilakukan dengan tingkat keakuratan yang tinggi, sehingga memberikan informasi yang lebih mendalam tentang infrastruktur jalan tol.

Tabel 1. Uji Validasi Jarak

Titik	Jarak Orthofoto	( $\Delta$ jarak) <sup>2</sup>
1-2	6,2683	0,069754
3-4	6,472	0,023681
5-6	6,49	0,005200
7-8	34,71	0,000100
9-10	13,69	0,066608
11-12	45,952	0,036270
Jumlah =		0,569271
Rata-Rata =		0,072882
RMSE =		0,787961

Tabel 1 ini menyajikan data hasil uji validasi yang bertujuan untuk memverifikasi keakuratan pengukuran jarak pada konteks jalan tol. Tabel tersebut terdiri dari kolom-kolom yang mencatat jarak aktual yang diukur pada jalan tol, serta hasil pengukuran jarak menggunakan metode atau instrumen yang digunakan dalam penelitian. Data pengukuran ini kemudian dibandingkan untuk mengevaluasi keakuratan metode yang digunakan. Tabel uji validasi jarak jalan tol ini memberikan informasi penting dalam memvalidasi pengukuran jarak pada jalan tol. Analisis data ini bertujuan untuk memahami sejauh mana metode pengukuran tersebut dapat diandalkan dan apakah ada perbedaan yang signifikan antara pengukuran aktual dan pengukuran menggunakan metode yang diteliti. Uji validasi jarak jalan tol ini memberikan dasar yang kuat untuk memastikan keakuratan pengukuran jarak pada jalan tol. Data yang disajikan dalam tabel ini memperkuat validitas penelitian dan memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang keakuratan metode pengukuran jarak yang digunakan.

## SIMPULAN

Kesimpulan pada hasil pemodelan 3D *existing* jalan tol dengan aplikasi *Building Information Modelling* (BIM) kurang baik dikarenakan pengambilan pemotretan foto udara yang kurang sempurna. Tetapi setelah dilakukan uji validasi jarak antara jarak di lapangan dengan jarak yang ada di pemodelan 3D maka hasilnya masih masuk dalam batas toleransi standar deviasi.

Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebaiknya digunakan foto udara dengan kualitas yang baik dan jelas, peralatan yang berkualitas tinggi pada proses pemodelan 3D, dan perlunya menggabungkan beberapa aplikasi untuk mencapai hasil yang optimal, dan oleh karena itu, yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- B. J. Nugroho, I. A. Baskoro and K. W. Widiatmoko, "Penerapan Aplikasi *Building Information Modelling* (BIM) Pada Proyek Rehabilitasi Dermaga Multifungsi Pulang Pisau," *Teknika*, vol. 17, no. 2, pp. 117–126, 2022, doi: 10.26623/teknika.v17i2.5419
- D. A. Priambodo, M. E. Tjahjadi, and K. T. Suhari, "Pembuatan Model 3D Jalan Raya Bayat Untuk Keperluan Existing Menggunakan Metode Foto Udara (UAV) di Klaten," *Teras Jurnal Teknik Sipil.*, vol. 12, no. 1, pp. 45-57, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i1.654>
- E. J. Hoppe, F. Novali, A. Rucci, A. Fumagalli, S. D. Conte, G. Falorni, and N. Toro "Deformation Monitoring of Posttensioned Bridges Using High-Resolution Satellite Remote Sensing," *Journal of Bridge Engineering.*, vol. 24, no. 12, 2019
- F. L. Irwani, R. Muryanto, "Implementasi Scan To BIM (*Building Information Modelling*) Untuk Pemodelan Digital Twin Menggunakan Mobile Laser

### 3D Modeling Of Existing (Amal / hal. 80-86)

- Scanner Pada Konstruksi Jalan Tol Sumatera (Studi Kasus: Jalan Tol Ruas Terbanggi Besar-Pemalang Panggang Kayu Agung (TBPPKA) STA 23+400 s.d. STA 24+550).,” Tugas Akhir. 2022, url: <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/213970>
- F. S. Febriansyah, “Implementasi BIM Pada Proyek Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi 4 Untuk Perhitungan Quantity Take-Off Timbunan,” *Agregat.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30651/ag.v6i2.9207.g4367>
- Gaspari, F. Loli, F. Barbieri, F. Belcore, and L. Pinto, “Integration Of Uav-Lidar and Uav-Photogrammetry For Infrastructure Monitoring and Bridge Assessment,” *The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*, XLIII, B2, pp. 995-1002, 2022, doi: <https://doi.org/10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLIII-B2-2022-995-2022>
- H. Susilo, M. N. Bani, and A. N. Fajarwati, “Analisis Pengaruh Jumlah GCP (Ground Control Point) Terhadap Akurasi Peta Orthofoto Pada Jalan Yang Berkarakter Curam Dengan Tikungan Tajam Hasil Pemotretan Udara Metode UAV-Fotogrametri,” *Qua Teknika.*, vol. 12, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.35457/quateknika.v13i1:2723>
- ISO, 19650-1, 2018 “Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling. The International Organization for Standardization.”
- L. Siburian, I. Gumilar, and D. Wisayantono, “Pemodelan 3D Jembatan Cisomang Menggunakan Metode Terrestrial Laser Scanner,” *ITB Indonesian Journal of Geospasial.*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, March. 2017, doi: 10.12928/telkomnika.v17i3.10167
- M. Fauzi, “Pemetaan Multi-Bencana Pada Jalur Kereta Api Lintas Selatan Dari Sta. Wates-Sta. Kutowinangun,” *Menara: Jurnal Teknik Sipil.*, vol. 16, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.21009/jmenara.v16i2>
- M. N. Bani, “Analisis Kerapatan 3D Point Clouds Pada UAV Fotogrametri,” *Qua Teknika.*, vol. 12, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.35457/quateknika.v12i01.2107>
- M. Apriansyah, H. Harintaka, “Pembuatan Model 3D Bangunan LoD3 Dengan Pemanfaatan Foto Udara dan Fotogrametri Terrestri,” *Geoid.*, vol. 18, no. 2, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j24423998.v18i2.14673>
- M. Dowaiy, D. Baranyai, A. Somogyi, R. Vrbovszki, and T. Lovas, “Comparative Analysis of Road Scanning Techniques,” *Nova Geosida.*, vol. 3, no. 1, pp. 111, 2023
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 tentang Jalan Tol
- R. Yudhistira, M. E. Tjahjadi, and A. Noraini, “Pemodelan 3D Existing Jalan Raya Dengan Pemotretan Foto Udara (UAV),” *ITN Malang.*, 2018, uri: <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/1062>
- Surat Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021, tanggal 19 Juli 2021, tentang Penerapan BIM Dalam Perencanaan Teknis, Konstruksi, dan Pemeliharaan Jalan & Jembatan di Lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga, Peran & Tanggung Jawab Business Owner/BUJT (Jasa Marga) Dalam Implementasi BIM.