

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi masa kini menuntut efisiensi tinggi, ketepatan waktu, dan minimnya pemborosan material. Salah satu fase paling krusial dalam menentukan keberhasilan pelaksanaan lapangan adalah fase pembuatan gambar kerja (*Shop drawing*). Gambar kerja berfungsi sebagai jembatan pembacaan desain dari dokumen *Detail Engineering Design* (DED) menjadi instruksi praktis bagi pekerja di lapangan. Oleh karena itu, akurasi, validitas, dan kecepatan dalam proses pemeriksaan gambar kerja menjadi penentu utama agar tidak terjadi kesalahan pelaksanaan yang berujung pada pengerjaan ulang (*rework*) dan pembengkakan biaya proyek.

Namun, pada praktiknya, proses pemeriksaan gambar *Shop drawing* dengan metode konvensional berbasis dua dimensi (2D) masih menghadapi tantangan besar. Pemeriksaan manual mengharuskan konsultan pengawas atau manajemen konstruksi (MK) membandingkan lembaran gambar cetak lintas disiplin (struktur, arsitektur, dan mekanikal-elektrikal) secara visual satu per satu. Metode konvensional ini memiliki keterbatasan ruang *visual*, rentan terhadap kelalaian manusia (*human error*), serta memakan waktu birokrasi persetujuan (*approval*) yang sangat panjang. Akibatnya, konflik antar-elemen bangunan (*clash*) sering kali luput dari pemeriksaan dan baru disadari saat material sudah terpasang di lapangan.

Untuk mengatasi *inefisiensi* tersebut, teknologi BIM hadir sebagai paradigma baru dalam industri konstruksi global. Melalui regulasi pemerintah, seperti Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018 yang mewajibkan penggunaan BIM pada bangunan gedung negara, digitalisasi konstruksi di Indonesia terus diakselerasi. Keunggulan utama BIM terletak pada kemampuannya mengintegrasikan informasi multidisiplin ke dalam satu model tiga dimensi (3D) yang terpadu melalui platform *Common Data Environment* (CDE).

Pemanfaatan BIM dalam proses pemeriksaan *shop drawing* menawarkan lompatan efisiensi yang signifikan. Fitur deteksi benturan otomatis (*automated clash detection*) mampu mengidentifikasi konflik geometris antar-komponen sebelum gambar disetujui. Selain itu, sistem peninjauan digital (*digital markup*) dan pelacakan isu (*issue tracking*) berbasis awan (*cloud*) memungkinkan kolaborasi yang transparan, instan, dan terdokumentasi dengan baik antara kontraktor, pengawas, dan pemilik proyek.

Meski teknologi ini menawarkan potensi besar, tingkat efisiensi durasi dan akurasi nyata dari penerapan BIM dalam proses pemeriksaan gambar di lapangan perlu diukur dan dianalisis secara ilmiah. Banyak proyek yang mengadopsi BIM secara parsial atau menghadapi kendala adaptasi sumber daya manusia (SDM) dalam beralih dari metode kertas ke model digital.

Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa adopsi teknologi BIM pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru Zona 2 dan 3 menghadapi hambatan besar pada aspek sumber daya manusia. Para *engineer* yang telah bertahun-tahun terbiasa dengan metode pemeriksaan manual mengalami kesulitan besar saat harus beralih ke *platform digital* akibat minimnya pelatihan dan sosialisasi terstruktur. Oleh karena itu, penelitian ini mendesak untuk dilakukan guna memetakan alur pemeriksaan aktual dan mengevaluasi hambatan transisi digital tersebut secara objektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam proses pemeriksaan gambar *Shop Drawing* pada proyek Jalan Tol Lingkar Pekanbaru Zona/Seksi 2 dan 3 yang melintasi wilayah geografis Rimbo Panjang, Tarai Bangun, Kualu, Karya Indah (Kabupaten Kampar) hingga kawasan Palas dan Sri Meranti (Kota Pekanbaru)?
2. Bagaimana dampak implementasi *Building Information Modeling* (BIM) pada pemeriksaan gambar *Shop drawing* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

Untuk mengetahui dan menganalisis proses pemeriksaan gambar *Shop drawing* berbasis *Building Information Modeling* (BIM) pada proyek Jalan Tol Lingkar Pekanbaru Zona 2 dan 3.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi berbagai pihak, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis (Bagi Institusi/Pendidikan)

- a) Referensi Ilmiah: Menjadi salah satu referensi, literatur, dan bahan kajian ilmiah mengenai studi kasus nyata penerapan alur kerja (*workflow*) BIM pada proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia.
- b) Pengembangan Ilmu: Memperkaya khazanah ilmu manajemen konstruksi, khususnya dalam hal digitalisasi kontrol kualitas gambar kerja (*quality control drawing*).

2. Manfaat Praktis (Bagi Industri/Praktisi)

- a) Bagi Kontraktor dan Konsultan Proyek : Memberikan dokumentasi dan evaluasi objektif mengenai efektivitas alur proses pemeriksaan *shop drawing* berbasis BIM yang sedang berjalan pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru Zona 2 dan 3 sebagai bahan perbaikan internal.
- b) Bagi Praktisi Konstruksi Umum: Menjadi panduan atau *benchmark* (tolak ukur) bagi proyek infrastruktur jalan tol sejenis dalam menyusun standar operasional prosedur (SOP) pemeriksaan gambar kerja menggunakan teknologi BIM.
- c) Bagi Pemilik Proyek (Owner/Pemerintah): Memberikan gambaran nyata sejauh mana regulasi dan instruksi pemanfaatan BIM telah diterapkan secara efektif oleh tim teknis di lapangan.

1.5 Batasan Penelitian

1. Lingkup Wilayah Studi: Penelitian ini hanya mengkaji penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam proses pemeriksaan gambar *Shop drawing* pada proyek Jalan Tol Lingkar Pekanbaru khususnya pada Zona 2 dan Zona 3.
2. Lingkup Fase Proyek: Penelitian hanya berfokus pada fase pemeriksaan dan persetujuan (*review and approval*) gambar *Shop drawing* selama masa konstruksi berjalan, serta tidak membahas tahap perencanaan awal (*Detail Engineering Design/DED*) maupun tahap akhir (*As-Built Drawing*).
3. Lingkup Kedalaman BIM: Analisis penerapan dan dampak teknologi BIM pada penelitian ini dibatasi pada pemodelan dimensi geometris (BIM 3D) dan platform sirkulasi data (*Common Data Environment/CDE*), serta tidak mencakup analisis penjadwalan (BIM 4D) maupun estimasi biaya proyek (BIM 5D).

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam skripsi ini, pembahasan materi dibagi menjadi lima bab, yang masing masing terdiri dari bab-bab yang dijabarkan atas subbab yang lebih rinci. Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

BAB II Tinjauan Pustaka

BAB III Landasan Teori

BAB IV Metodologi Penelitian

BAB V Hasil dan Pembahasan

BAB VI Kesimpulan dan Saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam kajian pustaka ini bertujuan untuk menunjukkan posisi penelitian dalam konteks studi terdahulu.

1. Adji & Fransisco (2025) – Pemanfaatan *Building Information Modeling* (BIM) dalam Konstruksi sebagai Alat Komunikasi dan Kolaborasi dalam *Integrated Project Delivery* (IPD). Penelitian ini bertujuan; (a) mengidentifikasi tren dan perkembangan penerapan BIM dan IPD dalam industri konstruksi, (b) mengevaluasi kelebihan dan kekurangan pendekatan tersebut berdasarkan hasil penelitian terdahulu, (c) merumuskan rekomendasi strategi implementasi berdasarkan kesenjangan yang ditemukan dalam literatur. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (*Literature Review*) sebagai metode utama dalam mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis data yang relevan. Hasil penelitian ini menekankan pada kemampuan BIM dalam deteksi benturan dini, otomatisasi volume material, simulasi penjadwalan 4D, serta kolaborasi multi-disiplin yang terintegrasi.
2. Sihombing & Taufik (2025) – Evaluasi Efektivitas *Building Information Modeling* (BIM) Untuk Perancangan Bangunan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Jagakarsa.

Tujuan: mengevaluasi efektivitas penggunaan *Building Information Modeling* (BIM) dibandingkan metode konvensional 2D pada RSUD Jagakarsa, mencakup aspek efisiensi waktu, akurasi desain, koordinasi tim, dan biaya.

Metode: Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui studi kasus dan kuesioner kepada tenaga profesional, dianalisis menggunakan *mean score* pada variabel peralatan, organisasi, aplikasi, tim, dan proses.

Hasil: Hasil studi menunjukkan bahwa penggunaan *BIM* meningkatkan akurasi *clash detection*, meningkatkan presisi volume material, dan mempercepat koordinasi tim serta revisi desain.

3. Yoga Dwi Putra dkk. (2025) – Analisis *Building Information Modelling (BIM)* 5D Pada Pekerjaan Struktur Graha Sucofindo Balikpapan.
Tujuan: Menganalisis selisih volume, estimasi biaya dan membuktikan efisiensi penggunaan konsep BIM 5D pada pekerjaan struktur Graha Sucofindo Balikpapan.
Metode: Membandingkan langsung hasil kalkulasi volume dan biaya berbasis BIM dengan data sekunder dari perhitungan manual/konvensional milik konsultan.
Hasil: Perhitungan biaya dengan BIM 5D lebih rendah dan jauh lebih efisien dalam menghitung volume material dibandingkan metode konsultan.
4. Y. D. Putra dkk. (Des 2024) – Analisis *Building Information Modelling (BIM)* 5D Pada Pekerjaan Struktur Graha Sucofindo Balikpapan.
Tujuan: Mempelajari bagaimana penerapan konsep *Building Information Modeling (BIM)* menggunakan *software Autodesk Revit* dalam perencanaan anggaran biaya proyek konstruksi
Metode: Metodologi yang digunakan meliputi studi literatur, pengumpulan data, dan analisis estimasi biaya.
Hasil: Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan konsep BIM 5D dengan *Autodesk Revit* pada proyek Graha Sucofindo Balikpapan lebih efisien daripada metode konvensional.
5. Friastri & Setiawan (2023) – Peranan metode BIM dalam *Integrated Project Delivery (IPD)* untuk Mencapai *Triple Constraint*.
Tujuan: menganalisis peran dan efektivitas integrasi BIM-IPD dalam mengoptimalkan performa biaya, waktu, dan mutu proyek melalui studi literatur sistematis.
Metode: Dalam penelitian ini digunakan metode Kualitatif dengan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* atau Tinjauan Pustaka Sistematis.
Hasil: Hasilnya menunjukkan bahwa kolaborasi ini mempercepat visualisasi, meminimalisir kesalahan melalui *clash detection*, dan meningkatkan efisiensi biaya serta kualitas proyek.
6. Rahmadhini dkk. (2023) – Implementasi *Building Information Modeling (BIM)* Pada Gedung Ruang Kelas Baru MTSN. Padusunan Pariaman.

Tujuan: Menghemat biaya proyek dan meminimalisir risiko kesalahan kerja.

Metode: Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu

shop drawing/forcon yang digunakan sebagai gambar dasar pada pemodelan

Hasil: Menunjukkan bahwa implementasi BIM menggunakan *Open Buildings Designer* pada pembangunan MTsN Padusunan Pariaman menghasilkan pemodelan 3D terintegrasi, mencakup struktur, arsitektur, dan elektrik.

7. Nainggolan & Khatimi (2023) – Analisis *penerapan Building Information Modeling (BIM)* pada proyek pembangunan laboratorium terpadu yang mengalami perubahan kontrak atau *Contract Change Order (CCO)*.

Tujuan: Evaluasi efektivitas penggunaan model BIM dalam mengelola perubahan pekerjaan atau CCO pada proyek konstruksi.

Metode: Menerapkan metode studi kasus kuantitatif eksperimental berbasis pemodelan perangkat lunak (Autodesk Revit) untuk membandingkan volume material (*quantity takeoff*) hasil pemodelan BIM dengan metode manual konvensional pada CCO Proyek Pembangunan Laboratorium Terpadu ULM.

Hasil: Penerapan BIM meningkatkan akurasi data dalam pengajuan *Contract Change Order (CCO)* dan meminimalkan kesalahan manusia dalam perhitungan volume material.

8. Ramdani (2022) – "*Implementasi Building Information Modeling (BIM)* Pada Proyek Perumahan.

Tujuan: Menganalisis efisiensi dan akurasi penerapan konsep *BIM* (3D, 4D, 5D) dalam meningkatkan kolaborasi dan meminimalkan kesalahan pada proyek perumahan, dengan studi kasus *Golden Town House* Sukabumi.

Metode: Pembuatan desain dan perencanaan perumahan ini menggunakan data primer yang berupa gambar, penulis juga menggunakan data sekunder berupa literatur dari berbagai referensi seperti jurnal, buku dan makalah.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan *BIM* mempermudah integrasi kerja dan memberikan tingkat akurasi volume material yang tinggi dibandingkan metode konvensional, dengan selisih 1% hingga 7% pada berbagai elemen struktur.

9. N. L. Anggaraini dkk. (2022) – Analisis Perbandingan Volume Pekerjaan Struktur antara Perhitungan Manual dengan *BIM Autodesk Revit* pada Proyek Gedung Olahraga Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro.

Tujuan: Menilai selisih volume dan tingkat kemudahan hitung struktur.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif, metode ini merupakan pendekatan yang digunakan untuk mendeskripsikan dan membandingkan variable tertentu

Hasil: Penggunaan BIM memberikan proses hitung yang lebih cepat dan rinci, serta memperkecil risiko salah hitung manusia.

10. Gunawan & Kartika (2021) – Penerapan *Building Information Modelling (BIM)* Pada Proyek Pasar Soreang Kabupaten Bandung.

Tujuan: Studi ini fokus pada perbandingan bobot realisasi di lapangan dengan rencana awal untuk mengukur deviasi proyek.

Metode: metode studi kasus deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif terapan.

Hasil: Mengonversi gambar 2D menjadi model visualisasi 4D (dimensi waktu) menggunakan *Tekla Structures 19* pada proyek Pasar Soreang. Integrasi tersebut memungkinkan analisis kinerja waktu dan pemetaan deviasi antara jadwal rencana dengan realisasi aktual di lapangan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 *Building Information Modeling (BIM)*

Building Information Modeling (BIM) adalah proses yang memungkinkan seluruh pemangku kepentingan menghasilkan dan memanfaatkan data aset sepanjang siklus hidup bangunan untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan bangunan. Disebutkan bahwa BIM adalah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsi suatu fasilitas. Sistem ini dapat menyediakan sumber pengetahuan bersama untuk informasi fasilitas dan memberikan dasar yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan bersama (Cao dkk., 2022).

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa BIM merupakan suatu proses terintegrasi berbasis model digital yang berfungsi sebagai representasi karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan, serta menjadi sumber informasi bersama bagi seluruh pemangku kepentingan sepanjang siklus hidup proyek. BIM memungkinkan pengelolaan data yang akurat, terkoordinasi, dan berkelanjutan mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan konstruksi, hingga operasional bangunan.

Berikut adalah beberapa alasan mengapa Analisis Penerapan BIM dalam Proses Pemeriksaan Gambar *Shop drawing* itu penting dalam sebuah pekerjaan:

1. Pada cara konvensional

Koordinasi sangat bergantung pada orang, file dikirim lewat email atau WhatsApp, lalu disimpan masing-masing.

Versi gambar sering berbeda, dan klarifikasi harus dicari satu per satu.

Kalau ada revisi, tidak semua pihak langsung tahu, akhirnya, keputusan sering diambil berdasarkan data yang dirasa paling baru.

2. Dengan *Building Information Modeling (BIM)*

Koordinasi bertumpu pada sistem, semua dokumen berada di satu tempat yang sama. Versi data terkunci dan tercatat, siapa *submit*, siapa *review*, siapa *approve*, semuanya jelas. Keputusan diambil dari sumber data yang sama, bukan asumsi.

Dalam metode konvensional, kontrol proyek cenderung reaktif. Masalah baru terlihat setelah terjadi. Sedangkan penerapan BIM, kontrol lebih preventif, karena alur kerja dan histori data bisa ditelusuri sejak awal. Konvensional mengandalkan komunikasi manual sedangkan penerapan BIM dalam Proses Pemeriksaan Gambar *Shop drawing* membangun komunikasi berbasis data.

Karena itu, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dalam Proses Pemeriksaan Gambar *Shop drawing* bukan soal mengganti orang dengan teknologi, melainkan mengubah proses yang tadinya manual menjadi terstruktur dan terdokumentasi. Berikut beberapa koordinas model BIM:

1. *Model Coordination*

Model Coordination (Koordinasi Model) adalah proses manajemen kolaboratif yang bertujuan untuk mengintegrasikan, menyelaraskan, dan meninjau berbagai model spasial dari berbagai disiplin ilmu teknik (seperti geometrik jalan, struktur jembatan, drainase, dan mekanikal-elektrikal) menjadi satu kesatuan yang konsisten. Proses ini dilakukan sejak fase perencanaan hingga pelaksanaan konstruksi guna memastikan tidak ada inkonsistensi desain atau kesalahan tata letak antar-disiplin. Melalui koordinasi model, para pemangku kepentingan dapat melakukan penelaahan multi-disiplin secara simultan, memfasilitasi pengambilan keputusan teknis secara cepat, dan menyelesaikan potensi masalah lapangan di dalam lingkungan virtual sebelum berdampak pada efisiensi biaya serta waktu di lokasi proyek.

2. *Federated Model*

Federated Model (Model Gabungan) adalah sebuah model master 3D tunggal yang terbentuk dari hasil penggabungan (*assembly*) berbagai model parsial independen yang dibuat oleh masing-masing disiplin kerja. Karakteristik utama dari model federasi adalah sifatnya yang tidak mengubah atau melebur data asli dari model penyusunnya; setiap disiplin tetap memiliki kepemilikan dan tanggung jawab penuh atas file modelnya sendiri. Seluruh model komponen tersebut disatukan menggunakan satu sistem titik ikat koordinat acuan yang sama (*Shared Coordinate System*). Struktur ini mempermudah tim manajemen proyek untuk melihat hubungan spasial antar-elemen secara utuh, menjalankan simulasi visual, serta melakukan deteksi

benturan (*clash detection*) lintas disiplin tanpa risiko merusak integritas file asli milik masing-masing perancang.

3. *Model Review*

Model Review (Penelaahan Model) adalah kegiatan evaluasi berkala dan sistematis terhadap model BIM untuk memeriksa kualitas data, kelayakan konstruksi (*constructability*), pemenuhan terhadap regulasi, serta kesesuaian dengan persyaratan pemilik proyek (*Owner's Requirements*). Berbeda dengan deteksi benturan otomatis yang berfokus pada geometri fisik, *model review* melibatkan penilaian manusia (para ahli teknik, konsultan pengawas, dan pemilik proyek) untuk meninjau aspek non-geometris. Penelaahan ini mencakup pemeriksaan terhadap kedalaman informasi (*Level of Information / LoI*), visualisasi estetika, kemudahan metode pelaksanaan (*method statement*), pemenuhan standar K3 konstruksi, hingga kesiapan model untuk diekstrak menjadi dokumen legal seperti gambar kerja (*shop drawing*).

4. *Interoperability*

Interoperability (Interoperabilitas) adalah kemampuan dari berbagai sistem, perangkat lunak (*software*), dan aplikasi BIM yang berbeda untuk saling berkomunikasi, bertukar data, serta menggunakan informasi tersebut secara akurat tanpa kehilangan detail atau mengalami distorsi data. Mengingat setiap pemangku kepentingan sering kali menggunakan perangkat lunak yang berbeda (seperti Autodesk, Bentley, atau Tekla), interoperabilitas menjadi kunci keberhasilan kolaborasi digital. Guna mencapai tingkat interoperabilitas yang optimal, industri konstruksi global mengadopsi standar format data terbuka yang netral dan non-proprietary, salah satunya adalah *Industry Foundation Classes* (IFC). Standar ini memastikan alur kerja digital tetap berjalan mulus (*seamless workflow*) tanpa ada ketergantungan mutlak pada satu vendor perangkat lunak tertentu.

5. *Common Data Environment* (CDE)

Common Data Environment (CDE) adalah platform digital terpusat yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan, pengelolaan, pengumpulan, dan penyebaran seluruh data serta informasi proyek bagi seluruh tim yang terlibat.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, proses pemeriksaan gambar kerja (*shop drawing review*) dan pemodelan digital didukung oleh kombinasi ekosistem perangkat lunak (*software ecosystem*) komersial terintegrasi. Pemilihan perangkat lunak disesuaikan dengan kebutuhan pemodelan objek, koordinasi lintas disiplin, serta ekstraksi dokumentasi dua dimensi. Berikut adalah pembahasan mengenai fungsi, keunggulan, kekurangan, serta peran spesifik masing-masing perangkat lunak yang digunakan dalam proses tinjauan *shop drawing*:

1. Autodesk Revit

- a) Fungsi : Pemodelan Parametrik 3D: Berfungsi sebagai perangkat lunak utama (*authoring tool*) untuk membuat model digital infrastruktur (seperti jembatan tol, gerbang tol, dan gedung fasilitas operasional) berbasis objek cerdas parametrik, di mana setiap elemen memiliki data fisik dan teknis.
- b) Keunggulan : *Bi-directional Associativity* (Asosiativitas Dua Arah): Jika ada perubahan dimensi pada satu pandangan (misalnya merubah tebal balok di gambar potongan), maka pandangan lain (denah, tampak, perspektif 3D) dan tabel volume material akan otomatis ikut terbaru secara instan.
- c) Kekurangan : Membutuhkan komputer atau laptop dengan kapasitas RAM, kartu grafis, dan prosesor kelas atas (*high-end*) agar tidak mengalami kelambatan (*lagging*) saat membuka file proyek tol berukuran besar.
- d) Peran dalam Pemeriksaan *Shop Drawing* : Membantu Konsultan Pengawas (MK) memvalidasi kebenaran dimensi gambar *shop drawing* 2D dengan cara mengecek langsung potongan melintang pada model 3D Revit di area-area yang dicurigai salah dan memastikan bahwa volume material yang diajukan oleh Kontraktor dalam lembar *shop drawing* benar-benar akurat dan sesuai dengan visualisasi objek 3D-nya, meminimalkan risiko penggelembungan volume (*over-claim*).

2. Autodesk Civil 3D

- a) Fungsi : Berfungsi untuk mendesain alinyemen horizontal (trase/tikungan) dan alinyemen vertikal (kelandaian) jalan tol berdasarkan parameter standar kecepatan rencana dan mengolah data pengukuran tanah di lapangan (seperti data total station atau LiDAR *drone*) menjadi model digital

permukaan tanah (*3D Surface*), serta menghitung volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) tanah secara otomatis di sepanjang koridor proyek jalan tol.

- b) Keunggulan : Koridor jalan tol terikat secara parametrik dengan garis alinyemen dan profil tanah. Jika rute jalan digeser, seluruh model 3D koridor dan potongan melintang (*cross section*) akan ikut terbaru secara otomatis. Integrasi Data Geospasial mampu membaca data koordinat global secara presisi dan terintegrasi dengan sistem informasi geografis (GIS) untuk memetakan ruang milik jalan (Rumija).
- c) Kekurangan : Kurang detail untuk memodelkan komponen jembatan yang rumit atau gedung fasilitas tol, membutuhkan transfer data ke Autodesk Revit serta file koridor jalan tol yang sangat panjang menghasilkan beban kerja memori yang berat, berisiko menyebabkan program mendadak tertutup (*crash/force close*).
- d) Peran dalam Pemeriksaan *Shop Drawing* : Membantu Konsultan Pengawas memverifikasi elevasi permukaan aspal/beton dan kelandaian jalan pada gambar *shop drawing* kontraktor agar sesuai dengan kriteria keselamatan berkendara dan menjadi alat kontrol utama untuk menguji kebenaran volume tanah yang diklaim Kontraktor, mencegah manipulasi data volume *cut and fill*.

3. Autodesk Navisworks

- a) Fungsi : Berfungsi mengumpulkan dan menggabungkan berbagai file format berbeda (dari Revit, Civil 3D, Tekla, dll.) menjadi satu model makro tunggal (*Federated Model*) dan deteksi Benturan Otomatis (*Clash Detection*)
- b) Keunggulan : Memiliki algoritma deteksi benturan (*clash detection*) otomatis yang sangat kuat dengan kemampuan membaca file berukuran masif secara ringan tanpa mengalami kelambatan sistem (*lagging*).
- c) Kekurangan : Tidak memiliki fitur atau peralatan (*tools*) untuk membuat atau mengedit bentuk geometri objek dari nol, perangkat lunak ini murni hanya berfungsi sebagai alat peninjau (*reviewing*) dan koordinator data visual.

- d) Peran dalam Pemeriksaan *Shop Drawing* : Menjadi instrumen utama dalam melakukan audit *hard clash*.

Berikut regulasi yang menaungi implementasi BIM:

1. Standar dan Regulasi BIM di Indonesia

Peraturan Menteri Nomor 22 Tahun 2018. “Penggunaan BIM (Building Information Modeling) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m2 dan di atas 2 lantai”.

2. ISO 19650

adalah standar internasional seri payung (*umbrella series*) yang mengatur tentang pengelolaan informasi sepanjang siklus hidup aset binaan dengan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM).

3. Standar BIM Indonesia

Adopsi *Building Information Modelling* (BIM) di Indonesia digerakkan secara masif oleh pemerintah melalui pendekatan regulasi (*top-down approach*). Pemerintah Indonesia, khususnya melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), telah menerbitkan serangkaian regulasi, standar nasional, dan panduan teknis formal. Langkah ini diambil untuk menciptakan ekosistem hukum yang kuat guna mempercepat transisi digital di industri konstruksi nasional.

4. *Building SMART International*

BuildingSMART International adalah organisasi nirlaba internasional yang bertindak sebagai badan otoritas global dalam mengembangkan, mengelola, dan mempromosikan standardisasi digital terbuka (*open BIM*) pada industri aset binaan di seluruh dunia. Fokus utama dari bSI adalah menciptakan ekosistem konstruksi digital yang netral, tidak dikuasai oleh vendor perangkat lunak (*software*) tertentu, dan mendukung kolaborasi tanpa batas (*seamless collaboration*) lintas disiplin ilmu engineering. Dalam konteks pemeriksaan gambar kerja (*shop drawing review*), standardisasi yang dirancang oleh bSI menjadi fondasi utama yang memungkinkan pertukaran data model 3D berjalan akurat tanpa kehilangan informasi teknis yang krusial.

3.2 *Shop drawing*

1. Proses Pra-Konstruksi: *Detail Engineering Design* (DED) sebagai Dasar Acuan

Sebelum memasuki tahapan pembuatan gambar kerja (*shop drawing*), siklus perencanaan proyek konstruksi terlebih dahulu melewati fase *Detail Engineering Design* (DED) atau Rencana Teknik Akhir (RTA). DED merupakan dokumen desain teknis final yang diproduksi oleh Konsultan Perencana, yang mencakup gambar detail bangunan/infrastruktur secara komprehensif, spesifikasi teknis, laporan perhitungan struktur, serta Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang telah disahkan. Dalam hierarki dokumen proyek, DED berfungsi sebagai landasan hukum kontrak dan acuan utama bagi kontraktor. Namun, dokumen DED umumnya dirancang pada fase perencanaan sebelum mobilisasi lapangan dilakukan, sehingga detail geometris di dalamnya belum memperhitungkan dinamika, batasan ruang riil, metode pabrikan, serta potensi benturan (*clash*) material aktual yang dibeli di lapangan. Oleh karena itu, dokumen DED tidak dapat digunakan langsung sebagai panduan kerja oleh pekerja lapangan, melainkan harus ditransformasikan terlebih dahulu menjadi dokumen gambar kerja detail yang bersifat operasional, yaitu *Shop drawing*.

2. Definisi *Shop drawing*

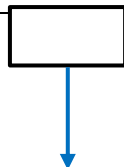
Shop drawing atau sering disebut juga gambar kerja detail, adalah seperangkat gambar teknis yang sangat rinci dan spesifik, dibuat berdasarkan gambar desain arsitektur dan struktur yang telah disetujui. Tujuan utama dari *Shop drawing* adalah untuk memberikan instruksi yang jelas dan tidak ambigu kepada para pelaksana di lapangan, baik itu kontraktor, subkontraktor, maupun pabrikan, mengenai bagaimana suatu komponen atau sistem bangunan harus dibuat, diproduksi, dirakit, dan dipasang. Gambar ini bukan sekadar *representasi visual*, melainkan sebuah panduan operasional yang memuat semua informasi yang diperlukan untuk proses konstruksi, mulai dari dimensi yang sangat akurat, material yang digunakan, metode sambungan, hingga detail-detail kecil yang mungkin tidak tercakup dalam gambar desain awal (Efendi, 2024).

3. Metode Pengajuan Dokumen *Shop drawing*

Berikut adalah bagan Metode pengajuan dokumen *Shop drawing* pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru zona 2 dan 3.

Tabel 3. 1 Metode Pengajuan dokumen *Shop drawing*

No	Uraian Aktivitas	Penanggung Jawab			Keterangan	
		Kontraktor	Konsultan/ <i>Owner</i>	RACI	Kelengkapan	<i>Output</i>
a	Mulai	Mulai				
b	<i>Approval</i> Gambar Kerja/ <i>Shop Drawing</i> di CDE			R: SEM A: SMA C: <i>Project Engineer</i> , <i>Project Director</i> I: <i>BIM Modeler</i>	Draft Gambar <i>Shop Drawing</i> (PDF)	Status “ <i>Approved For Information</i> ” di CDE
c	Konfirmasi Gambar Kerja/ <i>Shop Drawing For Information</i> di CDE			R: SEM A: SMA I: <i>BIM Modeler</i>	Draft Gambar F1 (PDF) Komentar dari Konsultan (jika ada)	Keputusan: Disetujui/Tidak Disetujui
d	Distribusi Revisi ke <i>BIM Modeler</i>			R: SEM A: SMA C: <i>Project Engineer</i> , <i>Project Director</i>	Komentar revisi dari CDE	Gambar revisi siap diunggah ulang oleh <i>BIM Modeler</i>
e	Proses <i>Download</i> Gambar Kerja/ <i>Shop Drawing</i> dari CDE			R: SEM A: SMA C: <i>Project Engineer</i> , <i>Project Director</i>	Gambar <i>Shop Drawing</i> disetujui F1 (PDF)	File <i>Shop Drawing</i> (PDF) tersimpan lokal oleh admin
f	Proses <i>Upload</i> Gambar			R: SEM A: SMA	File Gambar <i>Shop Drawing</i> (PDF) yang sudah di-	Gambar <i>Shop Drawing</i> tersedia di <i>One Drive /SOM</i>



	Kerja/Shop Drawing di One Drive			C:Project Engineer, Project Director	download	
g	Pencatatan Log Distribusi Gambar Kerja/Shop Drawing			R: SEM A: SMA C:Project Engineer, Project Director	1.Log distribusi 2.Nomor gambar 3.Revisi 4.Tanggal upload 5.PIC penerima	Log distribusi Gambar Shop Drawing
h	Pengendalian Versi Terbaru Gambar Kerja/Shop Drawing			R: SEM A: SMA C:Project Engineer, Project Director	Daftar induk Gambar Shop Drawing	Update Daftar Induk Gambar Shop Drawing (versi terbaru)
i	Bukti serah terima digital			R: SEM A: SMA C:Project Engineer, Project Director	• Screenshot status pada distribusi digital • One Drive • Link Drive • Notifikasi penerimaan SEM	Bukti serah terima digital
j	Selesai					

Sumber: Utama Karya Infrastruktur (HKI) Tahun 2025

Keterangan:

R – *Responsible*

Pihak yang melakukan pekerjaan secara langsung

A – *Accountable*

Pihak yang bertanggung jawab akhir dan berwenang menyetujui hasil

C – *Consulted*

Pihak yang dikonsultasikan dan memberi masukan sebelum Keputusan dibuat

I – *Informed*

Pihak yang diberi informasi setelah Keputusan aktivitas dilakukan

Metode pengajuan menurut Utama Karya Infrastruktur (HKI) adalah sebagai berikut:

a) Mulai

Proses dimulai setelah tim teknik (*BIM Modeler*) menyelesaikan penyusunan gambar *Shop drawing* dan mengunggahnya ke *platform Common Data Environment (CDE)* untuk dilakukan *review* dan *approval*.

b) *Approval* Gambar *Shop drawing* di *Common Data Environment (CDE)*

Pada tahap ini, gambar yang telah diajukan di-*review* oleh pihak Konsultan dan *Owner* melalui *Common Data Environment (CDE)*.

Jika disetujui: *Workflow* berlanjut ke tahap konfirmasi.

Jika tidak disetujui: Akan masuk ke jalur revisi.

c) Konfirmasi Status Gambar *Shop drawing* di *Common Data Environment (CDE)*

Setelah Konsultan/*Owner* melakukan *review* di *Common Data Environment (CDE)*, Konsultan/*Owner* memberikan konfirmasi pada *WhatsApp Group* terhadap status gambar (*Void/For Info*). *Document Controller* melakukan konfirmasi terhadap status *final* gambar:

i. *Approved Konsultan (For Info)*: Gambar siap diproses untuk distribusi kelapangan

ii. *Not Approved (Void)*: Akan dilakukan proses revisi.

d) Distribusi Revisi ke *BIM Modeler* (Jika tidak disetujui/*Void*)

Jika gambar tidak disetujui, *Document Controller* mengumpulkan seluruh komentar/marking dari *Common Data Environment* (CDE) dan meneruskannya kepada *BIM Modeler* untuk dilakukan revisi.

Aktivitas ini mencakup:

- i. Menarik komentar dari *Common Data Environment* (CDE).
- ii. Mengecek kelengkapan revisi.
- iii. Memberikan *feedback* ke *BIM Modeler*.
- iv. Melakukan control hingga revisi diajukan Kembali.
- v. Setelah revisi selesai, gambar dikirim kembali ke *Common Data Environment* (CDE) untuk dilakukan review ulang.

e) *Download Gambar Shop drawing* dari *Common Data Environment* (CDE)

Jika gambar sudah disetujui (*For Information*), *Document Controller* melakukan pengunduhan file PDF langsung dari *Common Data Environment* (CDE). File ini akan didistribusikan ke *Site Operation Manager* (SOM).

Tujuan tahap ini:

- i. Memastikan file yang di-*download* adalah versi resmi dan terbaru.
- ii. Menghindari distribusi file dengan versi lama atau tidak valid.

f) *Upload Gambar Shop drawing* ke *Onedrive*

Setelah file resmi berhasil diunduh dari *Common Data Environment* (CDE), *Document Controller* mengunggah file tersebut ke *OneDrive*. Pada folder tersebut, *Document Controller* memberikan hak akses (*shared folder*) kepada *Site Operation Manager* (SOM) dan pihak terkait lainnya.

Proses ini memastikan bahwa:

- i. Repositori file tetap terkendali oleh *Document Controller* sebagai pengelola dokumen.
- ii. SOM memiliki akses cepat terhadap gambar melalui link *OneDrive* yang sudah dibagikan.
- iii. Distribusi tetap terpusat, sehingga meminimalkan risiko versi ganda atau penyimpanan di lokasi berbeda. Semua histori file tersimpan otomatis oleh sistem *OneDrive*, sehingga memudahkan *tracking* versi.

Dengan mekanisme *shared access*, SOM dapat mengunduh, melihat, atau menggunakan file sesuai kebutuhan lapangan, tanpa kehilangan *control* versi oleh *Document Controller*.

g) Pencatatan Log Distribusi

Setiap distribusi gambar wajib dicatat dalam log distribusi oleh *Document Controller*.

Isi log mencakup:

- i. Judul Gambar
- ii. Revisi gambar
- iii. Tanggal upload
- iv. PIC Tertuju (SOM)

Fungsi log ini:

- a) Menjadi dokumentasi digital resmi
- b) Tracking histori distribusi

h) Pengendalian Versi Terbaru

Document Controller dan SEM melakukan *control* terhadap seluruh versi gambar yang telah didistribusikan melalui *update* Daftar Induk Gambar.

Keluaran tahap ini:

- i. Daftar Induk Gambar selalu *update*
- ii. Versi terbaru selalu menjadi acuan di lapangan
- iii. Mencegah penggunaan gambar lama

i) Bukti Serah Terima Digital

Bukti distribusi kepada SOM dibuat dalam bentuk rekam digital, misalnya:

- i. *Screenshot timestamp upload* di *One Drive*
- ii. Bukti notifikasi atau pesan penerimaan SOM
- iii. *Link file* sebagai bukti serah terima

Tujuan:

- a) Memastikan distribusi terdokumentasi
- b) Menjadi bukti formal bila terjadi *dispute*
- c) Meningkatkan transparansi alur gambar

j) Selesai

Jika file sudah didistribusikan, dicatat, dikendalikan versinya, dan bukti serah terima digital sudah dibuat, maka *workflow* dianggap selesai.

4. Jenis *Shop Drawing*

- a) *Shop Drawing* Disiplin Jalan (*Highways / Alignment*)
- b) *Shop Drawing* Disiplin Struktur (*Structures*)
- c) *Shop Drawing* jaringan drainase
- d) *Shop Drawing* Utilitas dan Fasilitas Pelengkap Tol (*MEP & Road Accessories*)

5. Standar *Shop Drawing*

Agar dapat dibaca secara universal oleh seluruh pihak, *shop drawing* harus memenuhi standar penggambaran teknis baku, jelas dan mudah dipahami.

6. Perbedaan *Shop Drawing*, *IFC Drawing*, dan *As Built Drawing*

Siklus hidup dokumen gambar dalam proyek konstruksi mengalami transformasi yang signifikan seiring berjalannya fase proyek, di mana perbedaan antara *IFC Drawing*, *Shop Drawing*, dan *As Built Drawing* dapat diidentifikasi melalui fase penggunaan, pihak pembuat, tingkat kedetailan, serta fungsi utamanya.

- a) *IFC Drawing* (*Issued for Construction*) merupakan dokumen yang dihasilkan oleh konsultan perencanaan pada akhir fase perencanaan atau awal fase tender. Gambar ini memiliki tingkat kedalaman informasi setara LOD 300 (*Design Model*) yang bersifat umum namun informatif, dengan fokus utama pada pemenuhan kriteria desain teknis. Fungsi utamanya adalah sebagai dasar acuan bagi kontraktor untuk menghitung penawaran harga tender serta menyusun draf gambar kerja selanjutnya.
- b) *Shop Drawing* (Gambar Kerja) dibuat oleh kontraktor pelaksana atau vendor teknis pada fase konstruksi sebelum pekerjaan fisik di lapangan dimulai. Gambar ini memiliki tingkat kedetailan yang sangat tinggi dan presisi, mencantumkan metode pemasangan, potongan pembesian, hingga detail fabrikasi yang setara dengan LOD 400 (*Construction Model*). Fungsi utama *shop drawing* adalah menjadi panduan mutlak bagi para pekerja di lapangan untuk mengeksekusi fisik bangunan guna menghindari kesalahan fatal dan pekerjaan ulang (*reworks*).

c) *As Built Drawing* (Gambar Terlaksana) disusun oleh kontraktor pelaksana bersama tim surveyor pada akhir fase konstruksi setelah seluruh pekerjaan fisik selesai 100%. Gambar ini mencerminkan dimensi nyata, posisi, dan elevasi aktual yang benar-benar terpasang di lapangan, termasuk mengakomodasi adanya toleransi atau pergeseran izin yang terjadi selama masa pelaksanaan, dengan tingkat kedalaman data mencapai LOD 500 (*As-Built Model*). Dokumen ini berfungsi sebagai berkas legal utama untuk proses serah terima aset (*handover*) kepada pemilik proyek serta menjadi panduan fundamental bagi tim operasional dalam melakukan pemeliharaan jangka panjang (*Asset Management*).

7. Pemeriksaan *Shop Drawing*

a) Pengertian Proses *Review Shop Drawing*

Proses *review shop drawing* merupakan serangkaian tindakan evaluasi teknis, verifikasi, dan penelaahan kritis terhadap draf gambar kerja yang diajukan oleh kontraktor pelaksana sebelum diterapkan di lokasi konstruksi. Secara substansial, proses ini bertindak sebagai gerbang kendali mutu administratif dan teknis untuk memastikan gambar kerja tersebut memenuhi kebutuhan kontrak, spesifikasi teknis, serta kelayakan metode pelaksanaan lapangan. Dalam ekosistem konstruksi modern berlandaskan mandat digital, proses review tidak lagi sekadar memeriksa coretan di atas kertas, melainkan melakukan validasi visual langsung pada platform *Common Data Environment* (CDE) tempat model koordinasi tiga dimensi berada. Hal ini memungkinkan pendeteksian ketidaksesuaian dimensi atau kegagalan sistemik desain diidentifikasi lebih awal sebelum berdampak pada kesalahan fisik di lapangan.

b) Tujuan Pemeriksaan

Pemeriksaan gambar kerja dijalankan dengan tujuan utama meminimalkan deviasi dan mengeliminasi kesalahan fatal selama masa konstruksi berlangsung. Melalui pemeriksaan yang ketat, tim manajemen proyek dapat mengidentifikasi adanya konflik spasial atau benturan antar-elemen struktur (*clash detection*), serta memastikan bahwa semua gambar kerja tetap selaras dengan filosofi desain awal (*Issued for Construction* / IFC). Selain menjaga

kualitas mutu bangunan, pemeriksaan ini juga bertujuan untuk memitigasi pembengkakan biaya akibat pengerjaan ulang (*reworks*) yang dipicu oleh instruksi gambar yang salah atau tidak jelas. Dari aspek manajemen risiko, proses ini memastikan bahwa seluruh tahapan kerja yang tergambar telah mengintegrasikan standar keselamatan kerja (*Job Safety Analysis / JSA*) demi menjamin keamanan para pekerja konstruksi di lapangan.

c) Tahapan Pemeriksaan

Tahapan pemeriksaan *shop drawing* dilaksanakan secara berjenjang dan sistematis melalui siklus kendali mutu proyek. Proses dimulai dari tahap persiapan, di mana kontraktor melakukan pengukuran aktual di lapangan melalui survei bersama (*joint survey*) atau pemindaian digital untuk memvalidasi kondisi topografi terkini. Hasil survei tersebut dituangkan ke dalam draf gambar kerja lalu diunggah ke folder koordinasi kolaboratif (*Shared*) agar dapat diakses oleh tim pengawas. Pada tahap evaluasi, konsultan pengawas atau direksi teknis melakukan pemeriksaan detail terhadap dimensi, skala, notasi material, hingga perhitungan pembesian (*bar bending schedule*). Jika ditemukan ketidaksesuaian, gambar akan diberi tanda revisi dan dikembalikan ke kontraktor; namun jika gambar dinyatakan bebas dari konflik teknis, dokumen akan diteruskan ke direksi lapangan untuk disahkan dan dipindahkan ke folder kerja siap pakai (*Published*).

d) Pihak yang Terlibat

Pelaksanaan reviu gambar kerja melibatkan kolaborasi aktif dari seluruh pemangku kepentingan utama proyek konstruksi (*stakeholders*) yang memiliki otoritas masing-masing. Kontraktor Pelaksana (melalui tim *engineer* dan *drafter*) bertanggung jawab penuh sebagai penyusun utama dokumen yang mengajukan draf gambar berdasarkan kondisi lapangan. Konsultan Pengawas / Manajemen Konstruksi (MK) bertindak sebagai verifikator teknis lini pertama yang bertugas menelaah, memberikan koreksi detail, serta merekomendasikan persetujuan gambar. Akhirnya, Owner selaku representasi pemilik proyek bertindak sebagai otoritas tertinggi yang memberikan pengesahan legal final agar gambar tersebut sah digunakan sebagai acuan pembayaran progres.

e) *Approval Shop Drawing*

Approval shop drawing adalah pemberian status legal formal berupa persetujuan tertulis atau cap resmi pada lembar gambar kerja yang menandakan dokumen tersebut sah menjadi acuan pelaksanaan fisik. Pemberian status ini umumnya dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan tingkat pemenuhan syarat kelayakannya. Status *Approved* diberikan apabila gambar kerja telah sepenuhnya memenuhi seluruh kriteria desain, bebas konflik, dan tanpa catatan koreksi. Adanya kejelasan status ini memberikan kekuatan hukum bagi kontraktor untuk memesan material ke vendor serta melakukan klaim penagihan volume pekerjaan yang terlaksana.

f) *Revisi Shop Drawing*

Apabila dalam tahapan pemeriksaan ditemukan kesalahan mayor yang berpotensi memicu kegagalan struktur, konflik spasial kritis, atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi umum kontrak, gambar kerja akan dijatuhkan pada status Revisi / Ditolak untuk Diperbaiki. Proses revisi mengharuskan kontraktor menarik kembali draf gambar tersebut ke folder internal untuk diperbaiki berdasarkan *redline markups* atau penandaan awan revisi (*revision cloud*) yang diberikan oleh konsultan pengawas. Selama proses perbaikan berjalan, alur kerja di lapangan pada area terdampak wajib ditangguhkan guna menghindari kesalahan bangun. Setiap lembar gambar yang telah revisi wajib diperbarui nomor urut indeks komunikasinya (misal dari Rev 0 menjadi Rev 1) serta dilengkapi lembar kronologi riwayat perubahan pada kop gambar agar seluruh tim lapangan dapat melacak perubahan teknis tersebut dengan mudah (*traceability*).

g) *Dokumen Pendukung*

Proses pemeriksaan gambar kerja tidak dapat berdiri sendiri dan membutuhkan kelengkapan dokumen pendukung sebagai dasar justifikasi akurasi parameter desain. Dokumen utama yang wajib dilampirkan adalah Gambar Perencanaan Awal (IFC/DED) sebagai tolok ukur keselarasan filosofi desain, beserta Spesifikasi Teknis Dokumen Kontrak yang mengatur standar mutu material. Kontraktor juga wajib menyertakan Data Hasil

Pengukuran Lapangan (Joint Survey/MC-0) berupa koordinat global dan elevasi aktual.

8. *Clash Detection*

a) Pengertian *Clash Detection*

Clash Detection adalah proses berbasis digital untuk mengidentifikasi, mendeteksi, dan menyelesaikan benturan atau inkonsistensi geometris antar-disiplin dalam model BIM sebelum pelaksanaan konstruksi di lapangan dimulai. Secara umum, benturan ini dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu

- i. *Hard Clash* yang terjadi ketika dua elemen fisik saling menembus ruang yang sama (seperti *Finish Grade* Jembatan yang tidak sejajar dengan *Finish Grade Mainroad*),
- ii. *Soft Clash* atau *clearance clash* yang terjadi saat suatu elemen melanggar batas ruang bebas atau jarak aman yang disyaratkan untuk keperluan operasional dan pemeliharaan.
- iii. *Workflow Clash* yang berkaitan dengan konflik urutan waktu atau kesalahan logika penjadwalan tahapan kerja dalam simulasi konstruksi.

b) Tahapan *Clash Detection*

Dimulai dari pengumpulan model dari masing-masing disiplin, penggabungan menjadi model federasi, pengaturan aturan deteksi (*clash rules*), penjalanan simulasi otomatis, peninjauan dan penandaan isu (*markup*), hingga penerbitan laporan koordinasi untuk direvisi oleh tim terkait. Guna mendukung efisiensi seluruh rangkaian proses tersebut, perangkat lunak yang lazim digunakan di industri konstruksi adalah *Autodesk Navisworks*.

Berikut adalah Contoh dokumen *Shop drawing* Jika disetujui, terdapat stempel For Info pada lembar depan gambar *Shop drawing* :



Gambar 3. 1 Contoh dokumen *Shop drawing For Info* pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru zona 2 dan 3

Dokumen yang ditampilkan diatas berasal dari proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Rengat–Pekanbaru Zona 2 dan 3, dokumen tersebut memuat gambar cross section mainroad pada STA 190+200–191+225 R0, yang menunjukkan potongan melintang jalan utama pada segmen tertentu.

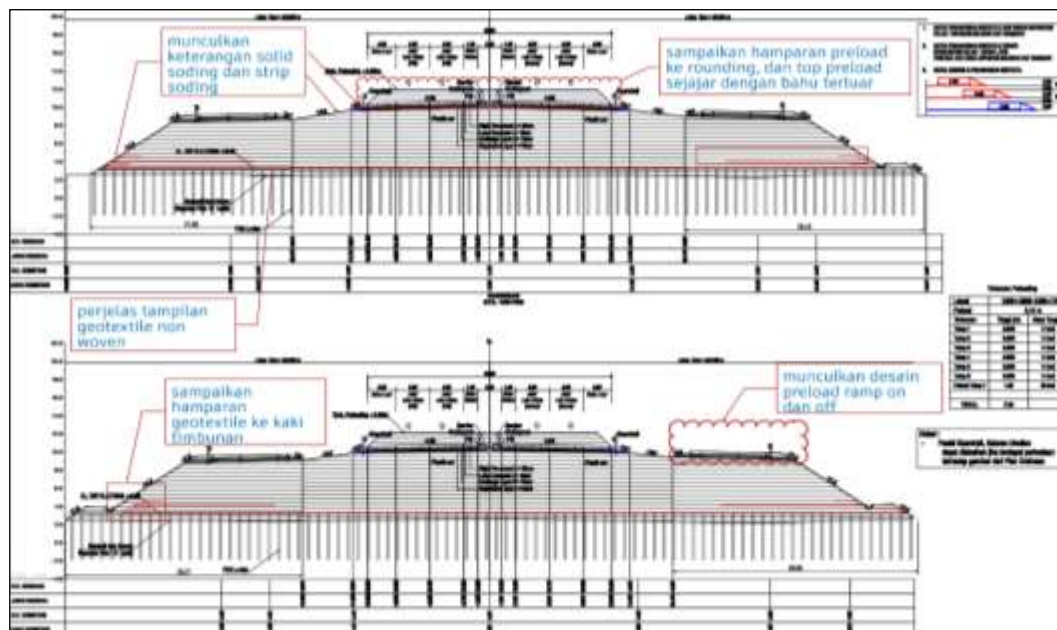
Contoh dokumen dari proyek Tol Lingkar Pekanbaru zona 2 dan 3 menunjukkan gambar *cross section* mainroad dengan stempel *For Info* bertanggal 12 Desember 2025. Walaupun secara administratif belum berstatus *Approved*, dokumen tersebut sudah dapat dijadikan acuan di lapangan karena telah mencakup detail teknis yang diperlukan untuk pekerjaan konstruksi. Dengan demikian, *For Info* dalam konteks ini bukan sekadar informasi, melainkan bentuk persetujuan tidak langsung yang memungkinkan pekerjaan berjalan tanpa menunggu proses legalisasi formal yang lebih panjang.

Lebih lanjut, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) membuat proses pemeriksaan dokumen *For Info* menjadi lebih efektif dibandingkan pemeriksaan manual. Dengan BIM, model digital yang terintegrasi memungkinkan deteksi dini terhadap potensi ketidaksesuaian, sehingga dokumen yang berstatus *For Info* dapat dipastikan kelayakannya secara lebih cepat dan

akurat. Hal ini mempercepat siklus validasi, mengurangi risiko kesalahan, serta meningkatkan efisiensi koordinasi antar pihak.

Dokumen ini memperlihatkan bagaimana proses komunikasi teknis berlangsung antara kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek sebelum gambar disahkan untuk pelaksanaan. Dengan demikian, analisis terhadap dokumen ini memberikan gambaran nyata tentang peran *Shop Drawing* sebagai instrumen penghubung antara desain perencanaan dan implementasi konstruksi di lapangan.

Berikut adalah Contoh dokumen *Shop drawing* Jika tidak disetujui/ *Void*:



Gambar 3. 2 Contoh dokumen *Shop drawing* Jika tidak disetujui/*Void* pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru zona 2 dan 3

Dalam proses konstruksi, *Shop Drawing* merupakan dokumen teknis yang harus melalui tahapan verifikasi dan persetujuan sebelum dapat digunakan sebagai acuan pelaksanaan di lapangan. Status dokumen menjadi indikator penting dalam menentukan validitas dan kelayakan gambar kerja. Salah satu status yang muncul adalah Tidak Disetujui atau *Void*, yang menandakan bahwa dokumen tersebut tidak dapat digunakan sebagai pedoman konstruksi.

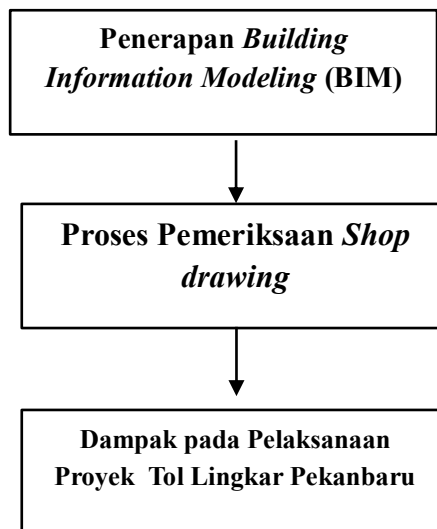
Contoh dokumen *Void* dari proyek Tol Lingkar Pekanbaru zona 2 dan 3 menunjukkan bagaimana catatan koreksi teknis diberikan untuk memperbaiki detail desain. Dengan BIM, catatan tersebut dapat langsung diintegrasikan ke

dalam model digital, sehingga revisi tidak hanya berupa anotasi manual, tetapi berupa pembaruan data yang konsisten di seluruh sistem. Proses ini mempercepat siklus validasi dan meningkatkan akurasi dokumen yang diajukan kembali. Secara akademis, status *Void* memiliki makna penting dalam sistem administrasi proyek. Pertama, ia berfungsi sebagai mekanisme kontrol kualitas, memastikan bahwa hanya dokumen yang valid dan sesuai standar yang digunakan di lapangan. Kedua, status ini mencerminkan adanya proses komunikasi teknis antara kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek, di mana setiap pihak memiliki peran dalam menjaga akurasi dan keamanan desain. Ketiga, status *Void* juga menjadi bukti dokumentasi bahwa proses verifikasi telah dilakukan secara formal, sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara administratif maupun akademis.

Dengan demikian, analisis terhadap dokumen *Void* memberikan gambaran nyata tentang bagaimana validasi teknis dijalankan dalam proyek konstruksi berskala besar. Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan proyek tidak hanya bergantung pada pelaksanaan fisik di lapangan, tetapi juga pada ketelitian administrasi dan koordinasi antar pihak yang terlibat.

3.3 Kerangka Konseptual

Berikut adalah kerangka konseptual pada penelitian ini:



Gambar 3. 3 Kerangka Konseptual

1. Kerangka konseptual penelitian ini menggambarkan penerapan *Building Information Modeling* (BIM) pada Proyek Tol Lingkar Pekanbaru berperan dalam menghasilkan gambar *Shop drawing* yang lebih akurat dan terintegrasi.

2. Proses pemeriksaan gambar *Shop drawing* yang baik akan memastikan informasi teknis dapat diterima secara tepat dan cepat oleh pelaksana lapangan. Kombinasi kedua aspek tersebut berdampak pada kelancaran dan efektivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi di proyek.