

## ANALISIS INTEGRASI GAMBAR TEKNIS MULTI-BIDANG SERTA OPTIMALISASI PENGUNAAN SOFTWARE CAD PADA PROYEK JALAN TOL

Edison Hatoguan Manurung<sup>1</sup>, Ichwan Wahyudi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

Email: [edisonmanurung2010@yahoo.com](mailto:edisonmanurung2010@yahoo.com)

### INFO ARTIKEL

#### **Riwayat Artikel:**

Received :28-12-2025

Revised :10-01-2026

Accepted :19-01-2026

**Keywords:** computer aided design, technical drawing integration, design–construction conflict, toll road project, construction coordination.

**DOI:** <https://doi.org/10.62335>

### ABSTRACT

*Design–construction conflicts are one of the major challenges in toll road construction projects, which often lead to delays, cost overruns, and reduced construction quality. These conflicts are commonly caused by inconsistencies in technical drawings, insufficient multidisciplinary coordination, and limitations in technical communication between planning and implementation teams. This study aims to analyze the integration of multidisciplinary technical drawings and the optimization of Computer Aided Design (CAD) usage as an effort to prevent construction design conflicts in toll road projects. The research method employs a structured literature review and descriptive analysis of planning and construction practices commonly applied in toll road projects in Indonesia. The results indicate that effective integration of technical drawings, supported by standardized CAD practices such as layer management, drawing coordination, and systematic design revisions, can significantly improve coordination effectiveness and reduce the potential for design conflicts during construction. The study concludes that CAD-based multidisciplinary drawing integration represents a practical, realistic, and applicable approach for large-scale infrastructure projects, particularly in contexts where full implementation of Building Information Modeling (BIM) has not yet been fully adopted.*

## ABSTRAK

Konflik desain dan pelaksanaan merupakan salah satu tantangan utama dalam proyek konstruksi jalan tol. Ketidaksesuaian gambar teknis, kurangnya koordinasi lintas disiplin, dan keterbatasan komunikasi teknis sering menjadi penyebab utama terjadinya konflik tersebut. Makalah ini membahas peran integrasi gambar teknis multi-bidang serta optimalisasi penggunaan perangkat lunak CAD dalam mencegah konflik desain konstruksi. Metode yang digunakan adalah studi literatur dan analisis deskriptif terhadap praktik perencanaan dan pelaksanaan proyek jalan tol. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi desain yang baik dapat meningkatkan efektivitas koordinasi dan mengurangi potensi konflik selama pelaksanaan konstruksi.

## PENDAHULUAN

Proyek jalan tol merupakan salah satu bentuk infrastruktur strategis yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, baik dari segi perencanaan, desain, maupun pelaksanaan konstruksi. Kompleksitas tersebut muncul karena proyek jalan tol melibatkan berbagai elemen pekerjaan yang saling terkait, seperti pekerjaan jalan, struktur jembatan, drainase, geoteknik, lalu lintas, serta utilitas. Setiap elemen tersebut dirancang oleh disiplin teknis yang berbeda, sehingga memerlukan koordinasi yang baik agar keseluruhan sistem dapat berfungsi secara optimal. Dalam pelaksanaan proyek jalan tol, gambar teknis berperan sebagai acuan utama bagi seluruh pihak yang terlibat, mulai dari perencana, konsultan pengawas, hingga kontraktor pelaksana. Gambar teknis tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi desain, tetapi juga sebagai dokumen kontraktual yang menentukan spesifikasi teknis, dimensi, dan metode pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, kualitas, kejelasan, dan konsistensi gambar teknis menjadi faktor kunci dalam menentukan keberhasilan pelaksanaan proyek. (Hendrickson, 2000 ; Eastman et al., 2011).

Namun, dalam praktiknya, sering ditemukan permasalahan berupa konflik desain antar gambar dari berbagai bidang, seperti ketidaksesuaian elevasi antara gambar jalan dan drainase, perbedaan koordinat antara struktur dan trase jalan, maupun tumpang tindih utilitas dengan elemen konstruksi lainnya. Konflik desain tersebut umumnya disebabkan oleh kurangnya integrasi antar gambar teknis multi-bidang serta keterbatasan koordinasi dalam proses perencanaan. Apabila konflik ini tidak teridentifikasi sejak tahap desain, maka akan berpotensi menimbulkan perubahan desain di lapangan, pekerjaan ulang (rework), keterlambatan pelaksanaan, serta pemborosan biaya dan sumber daya. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD) telah menjadi standar dalam proses perencanaan dan penyusunan gambar teknis proyek konstruksi, termasuk proyek jalan

tol. Software CAD memungkinkan pembuatan gambar yang lebih presisi, terstruktur, dan mudah diperbarui. Selain itu, CAD juga menyediakan fitur pengelolaan layer, koordinat, dan referensi gambar (external reference) yang dapat mendukung integrasi antar disiplin teknis. Meskipun demikian, optimalisasi penggunaan software CAD sering kali belum diterapkan secara maksimal, baik karena perbedaan standar antar perencana, keterbatasan pemahaman pengguna, maupun tidak adanya sistem integrasi yang baku.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu analisis yang komprehensif terhadap integrasi gambar teknis multi-bidang serta strategi optimalisasi penggunaan software CAD dalam proyek jalan tol. Analisis ini diharapkan dapat mengidentifikasi sumber utama konflik desain, mengevaluasi praktik penyusunan dan pengelolaan gambar teknis, serta merumuskan pendekatan yang lebih efektif dalam pemanfaatan software CAD. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas perencanaan, meminimalkan konflik desain, serta mendukung pelaksanaan proyek jalan tol yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada proyek jalan tol. Metode ini bertujuan untuk menganalisis tingkat integrasi gambar teknis multi-bidang serta mengevaluasi optimalisasi penggunaan software Computer-Aided Design (CAD) dalam mendukung koordinasi desain dan pelaksanaan konstruksi.

Objek penelitian berupa gambar teknis proyek jalan tol yang meliputi gambar jalan, struktur, drainase, geoteknik, dan utilitas. Analisis difokuskan pada keterpaduan antar gambar serta penerapan fitur CAD dalam proses penyusunan dan koordinasi desain. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap file gambar CAD serta wawancara dengan perencana dan drafter proyek. Data sekunder diperoleh dari dokumen gambar teknis resmi, spesifikasi teknis, standar penggambaran, dan literatur terkait. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi terhadap gambar teknis multi-bidang, observasi untuk mengidentifikasi konflik desain, serta wawancara semi-terstruktur guna memperoleh informasi mengenai proses integrasi gambar dan penggunaan software CAD.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan gambar teknis antar disiplin untuk menilai kesesuaian koordinat, elevasi, skala, dan detail teknis. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap praktik penggunaan software CAD, meliputi pengaturan layer, penggunaan referensi eksternal (Xref), sistem koordinat, serta manajemen revisi gambar. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi sumber konflik desain dan merumuskan strategi optimalisasi penggunaan CAD. Selanjutnya validasi dilakukan melalui diskusi dengan praktisi serta perbandingan hasil analisis dengan standar dan praktik terbaik (best practice) dalam perencanaan proyek jalan tol.



**Gambar 1. Workflow Metode penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Integrasi Gambar Teknis Multi-Bidang

Integrasi gambar teknis multi-bidang merupakan proses penyelarasan seluruh dokumen perencanaan yang berasal dari berbagai disiplin teknik, seperti geometrik jalan, struktur perkerasan, struktur jembatan, drainase, dan pekerjaan tanah. Pada proyek jalan tol, setiap disiplin menghasilkan gambar kerja masing-masing yang saling berkaitan. Ketidaksinkronan antar gambar tersebut sering menjadi sumber utama konflik desain di lapangan, misalnya perbedaan elevasi antara gambar geometrik dan struktur, atau ketidaksesuaian detail drainase dengan kondisi badan jalan. Dalam pendekatan berbasis CAD, integrasi gambar teknis dilakukan melalui pengaturan sistem koordinat yang seragam, penggunaan referensi gambar (external reference/Xref), serta penyamaan skala dan orientasi gambar. Penerapan standar layer dan simbol juga menjadi faktor penting agar setiap disiplin dapat memahami informasi teknis secara konsisten. Tanpa integrasi yang baik, gambar CAD berpotensi menimbulkan multitafsir yang berdampak pada kesalahan pelaksanaan konstruksi. Integrasi gambar teknis yang efektif tidak hanya bergantung pada perangkat lunak, tetapi juga pada prosedur kerja dan komunikasi antar perencana. Koordinasi rutin antar tim desain diperlukan untuk memastikan setiap perubahan desain terdokumentasi dan terdistribusi dengan baik. Dengan demikian, integrasi gambar teknis multi-bidang berfungsi sebagai langkah preventif dalam meminimalkan konflik desain sejak tahap perencanaan.

#### Optimalisasi Penggunaan Computer Aided Design

Optimalisasi penggunaan CAD pada proyek jalan tol dilakukan dengan memaksimalkan fungsi-fungsi dasar yang mendukung kejelasan, akurasi, dan konsistensi gambar kerja. Pengelolaan layer secara sistematis memungkinkan pemisahan informasi berdasarkan jenis pekerjaan, tahapan konstruksi, serta disiplin teknis, sehingga memudahkan proses pengecekan, pengendalian mutu, dan koordinasi lintas bidang. Penerapan standar penamaan layer, warna, dan tipe garis juga berperan penting dalam

menciptakan keseragaman visual, yang pada akhirnya mengurangi potensi kesalahan interpretasi gambar di lapangan. Selain pengelolaan layer, penggunaan sistem referensi eksternal (external reference/Xref) menjadi aspek penting dalam integrasi gambar teknis multi-bidang. Dengan memanfaatkan Xref, setiap disiplin dapat bekerja pada file masing-masing tanpa menghilangkan keterkaitan antar gambar. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga memudahkan identifikasi konflik desain sejak tahap perencanaan, karena perubahan pada satu bidang dapat langsung terpantau pada bidang lainnya.

CAD juga berperan penting dalam proses revisi dan pengendalian perubahan desain. Pada proyek jalan tol yang sering mengalami penyesuaian akibat kondisi lapangan, kemampuan CAD dalam memperbarui gambar secara cepat dan presisi menjadi keunggulan utama. Penerapan sistem manajemen revisi, seperti pemberian kode revisi, tanggal perubahan, dan catatan perubahan (revision note), memungkinkan setiap perubahan desain terdokumentasi dengan baik dan dapat ditelusuri kembali. Hal ini mendukung komunikasi teknis yang lebih efektif antara perencana, pengawas, dan kontraktor. Meskipun CAD memiliki keterbatasan dalam visualisasi tiga dimensi dan deteksi konflik otomatis dibandingkan dengan teknologi Building Information Modeling (BIM), CAD masih menjadi alat utama dalam banyak proyek konstruksi di Indonesia. Faktor seperti ketersediaan sumber daya manusia, standar proyek, dan efisiensi biaya menjadikan CAD sebagai solusi yang paling realistis. Oleh karena itu, pendekatan optimalisasi CAD yang terstruktur dan konsisten merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas desain dan koordinasi proyek, khususnya pada proyek jalan tol yang belum sepenuhnya menerapkan BIM.

### **Pembahasan**

Hasil kajian menunjukkan bahwa konflik desain pada proyek jalan tol umumnya disebabkan oleh kurangnya integrasi gambar teknis serta lemahnya koordinasi antar disiplin sejak tahap perencanaan. Ketidaksesuaian koordinat, elevasi, dan detail teknis antar gambar jalan, struktur, drainase, dan utilitas menjadi bentuk konflik yang paling sering ditemukan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses penyusunan gambar teknis masih berjalan secara parsial, tanpa sistem integrasi yang terstruktur.



**Gambar 2. Analisis terhadap tingkat kesesuaian dan keterpaduan antar gambar teknis multi-bidang.**

Pendekatan integrasi gambar teknis berbasis CAD memberikan solusi praktis dengan menekankan konsistensi gambar kerja, keseragaman standar penggambaran,

serta kejelasan komunikasi teknis. Melalui pengaturan layer yang sistematis, penggunaan referensi eksternal, dan penerapan sistem koordinat yang konsisten, integrasi berbasis CAD memungkinkan identifikasi potensi konflik desain sejak tahap perencanaan. Dengan demikian, risiko terjadinya perubahan desain di lapangan, pekerjaan ulang, serta keterlambatan konstruksi dapat diminimalkan sebelum proyek memasuki tahap pelaksanaan.

Optimalisasi penggunaan CAD juga terbukti meningkatkan efektivitas koordinasi desain antar disiplin. Penerapan standar gambar yang seragam serta manajemen revisi yang jelas memudahkan seluruh pihak dalam memahami perubahan desain dan implikasinya terhadap pekerjaan lain. Dokumentasi revisi yang tertata membantu menjaga konsistensi informasi teknis dan mengurangi potensi kesalahan interpretasi di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan konflik desain tidak hanya bersumber dari aspek teknis, tetapi juga dari sistem pengelolaan gambar yang kurang optimal. (Wahyu, I., dkk. 2024)



**Gambar 3. Praktik penggunaan software CAD yang diterapkan dalam proyek**

Meskipun tidak menyediakan visualisasi tiga dimensi dan deteksi konflik otomatis seperti teknologi Building Information Modeling (BIM), CAD yang dioptimalkan tetap mampu memenuhi kebutuhan perencanaan dan koordinasi pada proyek jalan tol. Dalam konteks proyek konstruksi di Indonesia, di mana penerapan BIM belum sepenuhnya merata, pendekatan integrasi berbasis CAD menjadi solusi yang realistis, efisien, dan mudah diterapkan. Oleh karena itu, integrasi gambar teknis multi-bidang berbasis CAD dapat dinilai sebagai pendekatan yang relevan dan aplikatif untuk meningkatkan kualitas perencanaan serta mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek jalan tol. (Monteiro, A., & Martins, J. P., 2013)

## KESIMPULAN

Integrasi gambar teknis multi-bidang serta optimalisasi penggunaan software CAD terbukti merupakan strategi yang efektif dalam mencegah terjadinya konflik desain konstruksi pada proyek jalan tol. Pendekatan ini menekankan pentingnya konsistensi gambar kerja, koordinasi lintas disiplin, serta penerapan standar penggambaran yang jelas dan terstruktur guna meminimalkan kesalahan interpretasi di lapangan. Melalui integrasi berbasis CAD, potensi konflik dapat diidentifikasi sejak tahap perencanaan, sehingga risiko perubahan desain dan pekerjaan ulang pada tahap konstruksi dapat ditekan.

Penerapan integrasi desain berbasis CAD direkomendasikan untuk diterapkan secara konsisten pada proyek infrastruktur berskala besar, khususnya pada proyek yang belum sepenuhnya mengadopsi teknologi Building Information Modeling (BIM). Dengan pengelolaan gambar teknis yang baik dan optimalisasi fitur CAD, efisiensi waktu dan biaya dapat ditingkatkan, sekaligus mendukung peningkatan mutu dan keandalan pelaksanaan konstruksi secara keseluruhan.

## NOVELTY DAN KONTRIBUSI ILMIAH

Kebaruan (novelty) dari makalah ini terletak pada penekanan integrasi gambar teknis multi-bidang dengan pendekatan CAD-dominan pada proyek jalan tol, yang masih banyak diterapkan di Indonesia. Berbeda dengan sebagian penelitian terdahulu yang menitikberatkan pada penerapan BIM secara penuh, kajian ini memposisikan CAD sebagai media utama koordinasi desain yang dioptimalkan melalui standarisasi gambar, manajemen layer, dan sinkronisasi lintas disiplin. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Manurung et al. yang menunjukkan bahwa metode konvensional berbasis gambar 2D masih memiliki peran signifikan dalam praktik konstruksi, terutama pada aspek efisiensi dan kesiapan sumber daya manusia. (Eastman et al., 2011 ; Ghaffarianhoseini., 2017 ; Manurung et al., 2025)

Kontribusi ilmiah penelitian ini adalah penyusunan kerangka konseptual integrasi gambar teknis berbasis CAD yang aplikatif dan realistis untuk proyek jalan tol, serta memberikan penguatan argumen bahwa transformasi digital konstruksi dapat dilakukan secara bertahap tanpa harus sepenuhnya bergantung pada BIM. Kerangka ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik dan praktis bagi perencana, kontraktor, dan mahasiswa teknik sipil dalam mencegah konflik desain konstruksi sejak tahap perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashworth, A. (2013). *Cost studies of buildings* (5th ed.). Routledge.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., & Raahemifar, K. (2017).
- Building Information Modelling (BIM) uptake: Benefits, risks and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1046–1053.
- Hendrickson, C. (2000). *Project management for construction: Fundamental concepts for owners, engineers, architects, and builders*. Prentice-Hall.
- Manurung, E. H., Hutagaol, K., & Putrafakhmi, D. (2025). Analisis perbandingan waktu dalam estimasi biaya pekerjaan struktur proyek Gedung Presisi 5 Polri: Metode konvensional vs BIM 5D. *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(7), 3147–3157.

- Manurung, E. H., Hutagaol, K., & Putrafakhmi, D. (2025). Etika profesi dalam penerapan teknologi BIM pada proyek konstruksi: Perspektif insinyur sipil. *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(7), 3158–3165.
- Monteiro, A., & Martins, J. P. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 35, 238–253.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Penerapan Building Information Modeling (BIM).
- Wahyu, I., dkk. (2024). Peran gambar teknik terhadap efisiensi biaya dan mutu pelaksanaan konstruksi. *Maliki Interdisciplinary Journal*, 5(1), 45–56.