



Penerapan Profesionalisme, Etika Profesi, dan Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3) pada Pembangunan Jalan Tol di Pulau Jawa dengan Metode *Span-by-Span* dan Sistem *External Post-Tension* pada Struktur *Box Girder*

F H Njoko ^{a,*}, N A Husin ^a, G Prihantono ^b, R Bayuaji ^a, B Suswanto ^a

^aProdi Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Cokroaminoto, Surabaya

^bPersatuan Profesi Insinyur Jawa Timur

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima : 12 Mei 2025

Diterbitkan : 24 Juni 2025

Kata kunci:

Profesionalisme

Etika Profesi

Keselamatan dan Kesehatan
Kerja

Pembangunan Jalan Tol

Box Girder

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur memegang peranan yang sangat penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi pada suatu negara, tidak terlepas dari Indonesia. Salah satu bentuk infrastruktur adalah jalan tol. Pulau Jawa sebagai pulau dengan penduduk terpadat dan menjadi pusat perekonomian sangat membutuhkan pembangunan jalan tol. Dalam menghadapi tantangan kemacetan yang menghambat mobilitas, pembangunan jalan tol menjadi solusi strategis untuk memperlancar arus transportasi dan mendukung pertumbuhan ekonomi.

Pada studi ini meninjau penerapan profesionalisme, etika profesi, dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada sebuah proyek pembangunan jalan tol dengan metode *span-by-span* dengan sistem *external post-tension* pada struktur *box girder* di Pulau Jawa. Pada sisi profesionalisme dibagi menjadi beberapa tinjauan yaitu manajemen organisasi, *quality control*, dan metode pelaksanaan. Sisi etika profesi membahas mengenai penyelesaian dari masalah yang timbul akibat proses konstruksi. Sisi K3 membahas mengenai implementasi K3 di kantor dan di lokasi proyek. Studi ini disusun melalui pengumpulan data-data, wawancara, dan juga pengamatan visual di lokasi pembangunan jalan tol.

Hasil pengamatan dan pengawasan di lapangan menunjukkan bahwa penerapan profesionalisme, etika profesi, dan keselamatan serta kesehatan kerja (K3) telah dilaksanakan dengan baik. Penerapan ini sangat penting karena berperan dalam mendukung kelancaran pelaksanaan proyek, terutama pada proyek konstruksi yang memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi.

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur memainkan peranan yang sangat penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi suatu negara. Infrastruktur yang baik dan efisien tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas penunjang, tetapi juga sebagai pendorong utama dalam meningkatkan daya saing dan memperlancar arus kegiatan ekonomi. Pulau Jawa sebagai pusat perekonomian memiliki tantangan yang besar dikarenakan sebagai pulau dengan populasi terpadat di Indonesia. Hal ini mengakibatkan adanya kebutuhan infrastruktur yang mampu mengatasi kemacetan sekaligus meningkatkan efisiensi sistem transportasi (Safitri *et al*, 2024). Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur yang terencana dan efisien, seperti jalan tol dan jalur transportasi lainnya, menjadi solusi yang sangat dibutuhkan untuk memperlancar arus mobilitas (Hafiz, 2023).

Selain mempermudah pergerakan penduduk, pembangunan infrastruktur berperan besar dalam meningkatkan efisiensi jalur logistik (Tenriajeng, 2020). Dengan jaringan transportasi yang

lebih baik, distribusi barang dan jasa dapat berjalan lebih lancar, mengurangi biaya logistik, dan meningkatkan produktivitas di sektor industri. Hal ini secara langsung mendukung pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan (Nasrudin, 2019). Dari hal-hal tersebut dapat dituliskan bahwa pembangunan infrastruktur di Pulau Jawa, khususnya jalan tol, sangat penting dan menjadi kunci dalam mewujudkan perekonomian Indonesia yang lebih maju dan efisien (Trisnawan, 2021 dan Fahmi, 2024).

Pada proyek ini menggunakan konsep jalan tol layang (*elevated*) untuk memaksimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan gangguan lalu lintas yang ada. Proses konstruksi yang digunakan dapat bermacam-macam seperti: *balanced cantilever* maupun *span-by-span*. Sistem *span-by-span* dipilih karena dianggap lebih praktis dan efisien untuk bentang antara 40 hingga 50 meter. Penggunaan metode *span-by-span* akan merujuk Sistem ini melibatkan penggunaan *external post-tensioned prestress* yang membutuhkan analisis mendalam terhadap segmen-segmen khusus, seperti *deviator* dan *anchorage zone*. Pada kajian desain awal, *anchorage zone* dan *deviator*

*Penulis korespondensi.

E-mail: yangfillbert@gmail.com

dimodelkan dengan *frame element* dan *shell element*, namun akibat adanya gaya-gaya terpusat dari prestress, tegangan beton menjadi nonlinier dan memerlukan analisis lebih lanjut menggunakan *solid element*. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur yang dibangun telah memenuhi semua persyaratan teknis, memastikan bahwa proyek ini aman, efisien, dan memenuhi standar keselamatan serta kesehatan kerja yang berlaku. Proses analisis desain yang rumit menyebabkan proyek ini menarik untuk ditinjau dari sisi pelaksanaannya.

Pada studi ini membahas mengenai penerapan profesionalisme, etika profesi, dan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada sebuah pembangunan jalan tol di Pulau Jawa dengan metode *span-by-span* dan sistem *external post-tension* pada struktur *box girder*. Aspek profesionalisme mencakup beberapa tinjauan, yaitu manajemen organisasi, *quality control*, dan metode pelaksanaan. Aspek etika profesi membahas cara penyelesaian masalah yang muncul selama proses konstruksi. Sedangkan, aspek K3 berfokus pada penerapan keselamatan dan kesehatan kerja baik di kantor maupun di lokasi proyek.

1.1. Landasan teori

• Profesionalisme, Etika Profesi, dan K3

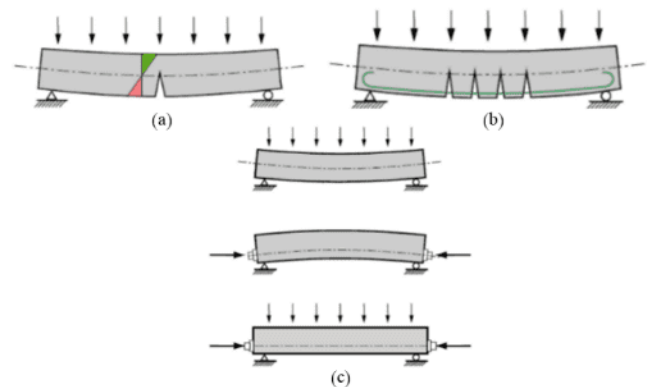
Profesionalisme adalah suatu sikap atau keadaan dalam melaksanakan pekerjaan yang memerlukan suatu keahlian yang didapatkan melalui pelatihan atau pendidikan dan digunakan untuk menjadi sumber pendapatan sebagai sebuah pekerjaan (Sedarmayanti, 2023). Dalam dunia pekerjaan, setiap orang yang terlibat harus memiliki profesionalisme karena hal ini mengandung unsur keahlian dalam mengoptimalkan pengetahuan, keterlampilan, waktu, tenaga, sumber daya dan strategi pencapaian yang dapat memuaskan semua pihak yang terlibat (Hudaya *et al*, 2024). Beberapa faktor yang mendukung sikap profesionalisme adalah prestasi kerja, akuntabilitas, dan loyalitas (Andriyani, 2015).

Etika profesi merujuk pada prinsip dan standar yang mengatur perilaku individu dalam menjalankan tugas atau pekerjaannya (Wibisono dan Musyafa, 2024). Hal ini sangat penting karena etika profesi membentuk pola pikir yang etis dalam pengambilan keputusan dan tindakan yang sesuai dengan prosedur yang berlaku, sehingga setiap tindakan dapat dipertanggungjawabkan. Setiap profesi memiliki kode etik yang dirancang untuk memastikan anggotanya bertindak dengan integritas dan transparansi, serta menjunjung tinggi nilai-nilai keadilan (Wibisono dan Musyafa, 2024). Kode etik ini juga bertujuan untuk melindungi kepentingan publik dan pihak-pihak terkait, sekaligus menjaga kredibilitas profesi tersebut (Dewa *et al*, 2023). Sehingga dengan penerapan kode etik akan meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap para profesional dan organisasi tempat orang-orang profesional bekerja.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dapat terlihat di Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970 mengenai Keselamatan Kerja. K3 mengatur segala kegiatan yang harus dilakukan untuk melindungi dan menjamin keselamatan semua orang yang terlibat dalam suatu pekerjaan. Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, K3 dilakukan melalui upaya analisis resiko dan potensi bahaya yang dapat terjadi pada suatu pekerjaan yang kemudian disusun upaya pencegahan untuk menghindari bahaya yang akan terjadi (Kresnadi *et al*, 2024).

• Beton Prategang

Menurut SNI 2847-2019, beton prategang merupakan beton bertulang yang diberikan tegangan tekan untuk mereduksi tegangan tarik potensial yang dihasilkan dari beban.

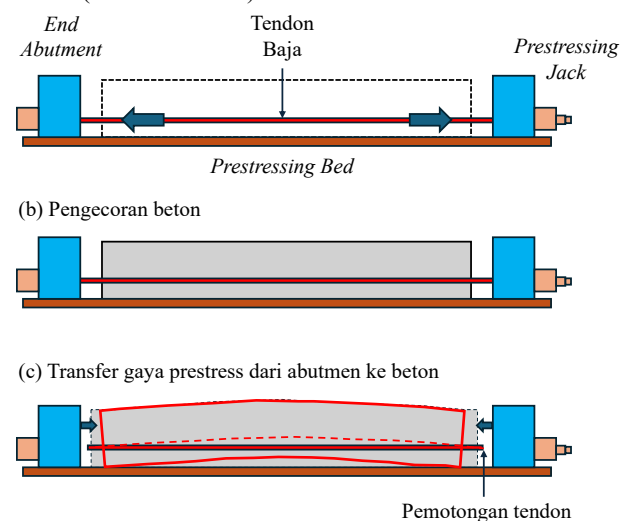


Gambar 1. Struktur beton: (a) beton tanpa tulangan, (b) beton dengan tulangan, dan (c) beton dengan prestress
Sumber: Vanessa, 2017

Gambar 1(b) menunjukkan sebuah balok beton diberi tulangan biasa maka kekuatan *ultimate* akan meningkat karena gaya tarik dapat sepenuhnya ditahan oleh tulangan baja. Hal ini berbeda dengan balok beton tanpa tulangan, yang dimana balok tanpa tulangan baja memiliki kapasitas tegangan tarik yang rendah, dapat terlihat pada **Gambar 1(a)**. **Gambar 1(c)** menunjukkan bahwa beton diberikan tegangan untuk menghasilkan gaya tekan pada beton, yang berfungsi untuk mengimbangi sebagian atau seluruh gaya tarik yang timbul akibat beban kerja.

• Metode Sistem Prestress

Metode sistem *prestress* dibagi menjadi dua yaitu: *pre-tension* dan *post-tension*. Metode *pre-tension* adalah proses pemberian gaya tarik pada *tendon* sebelum dilakukan pengecoran pada beton (SNI 2847-2019).



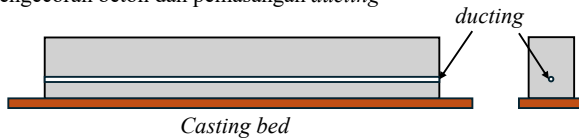
Gambar 2. Proses *pre-tension* pada struktur beton
Sumber: Lins dan Burn, 1981

Proses ini membutuhkan bekisting, *abutment*, dan *pre-tension bed*. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan memberikan tegangan pada *tendon*, lalu dilakukan *tendon* tersebut diangkurkan di *abutment*. Selanjutnya pengecoran pada

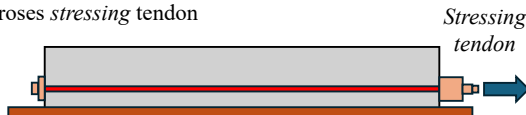
beton dilakukan. Setelah umur beton tercapai sesuai dengan spesifikasi teknis, maka *tendon* akan dipotong dari *abutment*. Hal ini mengakibatkan gaya *prestress* akan berpindah dari *abutment* kepada beton. Ilustrasi metode *pre-tension* dapat terlihat pada **Gambar 2**.

Metode *post-tension* adalah dimana tegangan diberikan pada saat beton telah dilakukan pengecoran dan telah mengalami pengerasan (SNI 2847-2019). Sebelum proses pengecoran, *ducting* atau selongsong dipasang didalam beton sebagai jalur untuk pemasangan *tendon*. Setelah umur beton tercapai untuk dilakukan *stressing*, maka *tendon* dimasukan kedalam *ducting*. Salah satu ujung diberikan angkur mati dan proses *stressing* dilakukan dari sisi yang lain (Nawy, 2001). Setelah dilakukan *stressing*, *ducting* akan diisi dengan *grouting* untuk meminimalisir dampak dari korosi. Proses *post-tension* dapat terlihat pada **Gambar 3**.

(a) Pengecoran beton dan pemasangan *ducting*



(b) Proses *stressing* tendon



(c) Proses *release jack*



Gambar 3. Proses *post-tension* pada struktur beton
Sumber: Lins dan Burn, 1981

• Letak *Prestress*

Prestress pada beton dapat dibagi menjadi dua Lokasi, yaitu: *internal prestress* dan *external prestress*. *Internal prestress* adalah *tendon* yang berada didalam penampang beton sehingga tertutupi oleh beton. Penggunaan *internal prestress* dapat terlihat pada **Gambar 4**. Pada gambar tersebut, *internal prestress* diletakan di *top slab* pada *box girder*.



Gambar 4. Penggunaan *internal prestress*

External prestress adalah *tendon* yang berada diluar penampang beton. *Tendon* yang tidak tertutupi oleh beton umumnya diberikan *ducting* yang terbuat dari HDPE untuk mencegah korosi terjadi. Pada *external prestress* terdapat segmen

ambahan yaitu: *anchorage zone* dan deviator. Fungsi dari *anchorage zone* adalah untuk sebagai tempat angkur. Sedangkan pada deviator berfungsi untuk merubah arah dari *tendon*. Kelebihan sistem ini adalah struktur menjadi lebih ringan karena *tendon* tidak tertutupi beton secara langsung (mengurangi volume beton). **Gambar 5** menunjukkan penggunaan *external prestress* yang berubah arah dengan bantuan deviator. Pada gambar tersebut, *tendon* dilapisi dengan pipa HDPE sebagai langkah perlindungan korosi.



Gambar 5. Penggunaan *external prestress*

• *Box Girder*

Box girder merupakan desain yang sangat efisien dan ekonomis karena memiliki stabilitas yang lebih baik serta kekakuan torsi yang tinggi. Penampang berbentuk *box* unggul dalam menahan puntir dibandingkan penampang berbentuk I, sehingga lebih stabil dan tidak mudah terguling, terutama selama fase konstruksi (Podolny dan Muller, 1982). Desain *box girder* dapat berupa *constant depth* atau *variable depth*. Hal ini tergantung dari metode pelaksanaan yang akan diterapkan. **Gambar 6** menunjukkan *box girder* dengan *constant depth*.



Gambar 6. Penggunaan *box girder* dengan *constant depth* menggunakan *full span launching gantry*

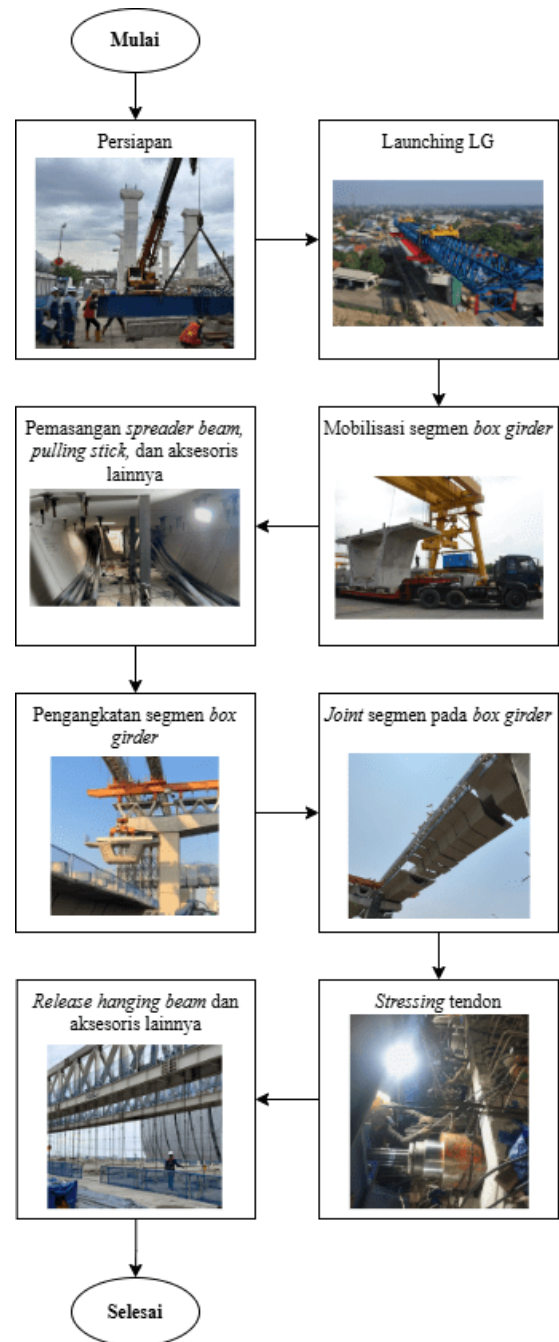
• Metode *span-by-span*

Metode *erection box girder* yang digunakan pada pembangunan jalan tol ini adalah metode *span-by-span*. Penerapan metode ini dibantu dengan alat berat yaitu *full span launching gantry*. Metode ini mengangkat *box girder* per segmen dengan menyelesaikan satu bentang terlebih dahulu. Setelah *box girder* diangkat, *box girder* akan digantung di *launching gantry* yang kemudian dirangkai untuk menjadi satu bentang (Ningrum, 2018). **Gambar 7** menunjukkan metode *erection box girder* dengan *span-by-span*.



Gambar 7. Metode erection box girder dengan span-by-span

Langkah-langkah erection dengan metode span-by-span dimulai dengan tahap persiapan, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 8**. Tahap ini mencakup persiapan seluruh kebutuhan terkait pelaksanaan erection agar berjalan lancar, termasuk persiapan pada launching gantry. Setelah semuanya dipastikan siap, segmen box girder dimobilisasi dari tempat pabrikasi ke lokasi proyek. Di lokasi proyek, dilakukan pemasangan komponen seperti spreader beam, pulling stick, hanging beam, steel shoe, maupun aksesoris lainnya untuk proses pengangkatan box girder. Setelah persiapan selesai, segmen box girder diangkat dan digantung pada launching gantry. Setelah seluruh segmen terpasang dan tergantung, proses dilanjutkan dengan penyambungan antar segmen box girder (joint segmen). Selanjutnya, dilakukan pemasangan tendon dan stressing tendon sesuai urutan yang ditentukan dalam spesifikasi teknis. Setelah dilakukan stressing pada tendon maka dilakukan pengecekan gaya dan elongasi pada tendon sesuai dengan standar dispesifikasi teknis. Setelah tahap stressing ini, satu bentang box girder siap dilepas dari launching gantry. Proses ini memastikan seluruh segmen box girder telah menjadi satu bentang utuh, sehingga launching gantry dapat dipindahkan ke bentang selanjutnya.



Gambar 8. Diagram alir langkah erection box girder dengan metode span-by-span

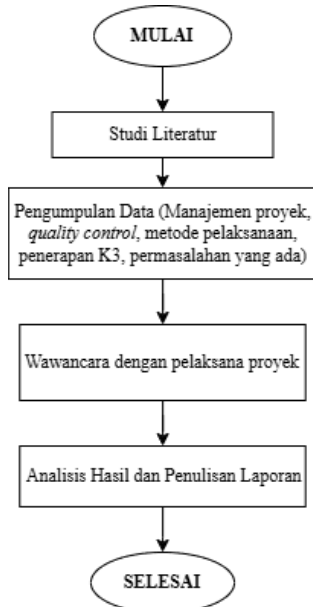
2. Metodologi

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Metode deskriptif kualitatif adalah pendekatan penelitian yang digunakan untuk penelitian ini. Metode ini menggambarkan, memahami, dan menganalisis fenomena berdasarkan data non-numerik yang berkaitan dengan profesionalisme, etika profesi, dan K3. Proses analisis dilakukan secara induktif, di mana peneliti membangun pemahaman berdasarkan fenomena yang muncul dari data-data yang dikumpulkan sesuai dengan konteks aslinya.

Data-data yang dikumpulkan terdiri dari dua jenis data, yaitu: data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya. Dalam penelitian ini,

data primer adalah data hasil observasi di lingkungan proyek dan wawancara. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari sumbernya atau melalui media perantara lain. Data sekunder pada penelitian ini adalah dokumen-dokumen proyek serta studi literatur, seperti buku dan jurnal penelitian yang berhubungan dengan tema dari penelitian ini.



Gambar 9. Diagram alir langkah-langkah penelitian

Gambar 9 menggambarkan langkah-langkah penelitian yang dilakukan, dimulai dengan studi literatur untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan dibahas. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data melalui observasi langsung di lapangan, meliputi pengumpulan data manajemen organisasi, *quality control*, metode pelaksanaan, penerapan K3, serta peninjauan permasalahan yang ada. Setelah itu, wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang terlibat untuk memperoleh informasi tambahan. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisis secara mendalam dan disusun menjadi laporan penelitian.

2.2 Tinjauan umum proyek

Proyek yang dibahas pada penelitian ini adalah pembangunan jalan tol layang (*elevated*) di Pulau Jawa sepanjang 9.69 km dengan 2×3 lajur. Jalan tol ini difungsikan sebagai jalan bebas hambatan untuk kendaraan bermotor dan diharapkan akan meningkatkan daya saing lingkungan disekitarnya. Selain itu proyek ini akan mengintegrasikan jalan tol disekitarnya sehingga menjadi jalan tol yang saling terkoneksi. Proyek ini merupakan tahap lanjutan pengembangan jalan tol, yaitu tahap II. Proyek ini memiliki konsultan perencana, kontraktor, dan manajemen konstruksi. Pemilik proyek melakukan penunjukan kepada dua perusahaan kontraktor umum dengan sistem kerjasama terintegrasi. Selain hal tersebut terdapat juga sub-kontraktor spesialis yang direkrut oleh kontraktor umum untuk melaksanakan pekerjaan-pekerjaan sesuai dengan bidangnya. Kontrak kerja dilakukan ditahun 2021 dengan masa konstruksi adalah 1095 hari kalender dan masa perawatan adalah 730 hari kalender. Tipe kontrak yang digunakan adalah *design and build* dengan *fixed unit price*. Sampai dengan Desember 2024, proyek masih dalam tahap pekerjaan konstruksi yang baru terlaksana sekitar 15% dari total presentasi pembangunan. Hal ini terjadi dikarenakan adanya masalah dalam pembebasan lahan.



Gambar 10. Proses konstruksi *double box girder*

Secara umum, keseluruhan jalan tol tahap dua ini akan menggunakan beberapa jenis struktur, diantaranya adalah *single box girder*, *double box girder*, *portal box girder*, *steel girder*, dan *PCU girder*. Peninjauan penelitian ini dilakukan dari bulan November hingga Desember 2024, dimana pada tahap tersebut telah dilakukan *erection box girder* pada segmen yang menggunakan struktur berjenis *double box girder* (**Gambar 10**). Pada saat tersebut sudah ada empat *box girder* yang telah di-*release* dari *launching gantry* dan *launching gantry* siap untuk dipindahkan ke segmen selanjutnya. Selain itu beberapa pekerjaan *pier head* telah selesai dilakukan dan sedang menunggu fase *erection box girder*. **Gambar 11** menunjukkan *pier head* yang telah selesai proses konstruksi dan akan menggunakan *single box girder*.



Gambar 11. Proses konstruksi *double box girder*

3. Hasil dan pembahasan

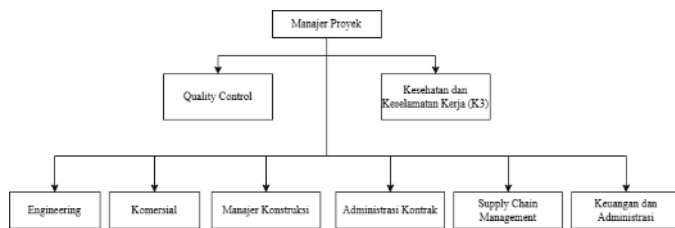
Penelitian ini menganalisis penerapan aspek profesionalisme, etika profesi, dan K3 pada proyek pembangunan jalan tol di pulau jawa dengan metode *span-by-span* dan sistem *external post-tension* pada struktur *box girder*.

3.1 Penerapan profesionalisme

Penerapan profesionalisme dibagi menjadi tiga pembahasan yang meninjau aspek manajemen organisasi, *quality control*, dan metode pelaksanaan. Berikut uraian yang didapatkan dari hasil pengamatan pada proyek ini :

- *Manajemen organisasi*

Manajemen organisasi memiliki peran penting dalam mempermudah pembagian tugas guna mendukung kelancaran proyek. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 12**, struktur organisasi kontraktor terdiri dari beberapa divisi yang bekerja secara terkoordinasi. Pada puncaknya, terdapat manajer proyek yang bertanggung jawab penuh atas keberhasilan proyek secara keseluruhan. Manajer proyek ini didukung oleh berbagai divisi, termasuk *quality control*, K3, *engineering*, komersial, konstruksi, administrasi konstruksi, *supply chain*, dan keuangan, yang masing-masing memiliki peran spesifik untuk memastikan setiap aspek proyek berjalan sesuai rencana.



Gambar 12. Susunan organisasi proyek

Fungsi dari divisi-divisi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: divisi *quality control* untuk menjaga mutu, divisi K3 untuk keselamatan kerja, divisi *engineering* untuk perencanaan dan pelaksanaan teknis, divisi komersial untuk pengelolaan anggaran proyek, divisi konstruksi untuk eksekusi konstruksi, divisi administrasi kontrak untuk pengelolaan dokumen kontrak, divisi *supply chain management* untuk pengadaan suplai material, serta divisi keuangan dan administrasi untuk manajemen keuangan dan sumber daya tenaga kerja.

- *Quality control*

Untuk menjamin kualitas hasil konstruksi, dilakukan pengawasan pekerjaan melalui penerapan *quality control*. Upaya ini mencakup pengawasan ketat pada berbagai aspek pekerjaan, contohnya adalah proses perakitan *launching gantry*, produksi *box girder*, *stressing tendon*. Hal ini guna memastikan bahwa setiap tahap memenuhi standar yang ditetapkan.

Quality control pada proses perakitan *launching gantry* dilakukan secara bertahap untuk memastikan keandalannya dalam mendukung beban kerja. Tahap pertama adalah analisis numerik sebagai langkah awal untuk memastikan bahwa desain *launching gantry* tersebut sanggup menerima beban kerja. Setelah perakitan selesai, dilakukan inspeksi visual untuk memastikan pemasangan sudah sesuai standar. Langkah terakhir adalah uji beban, di mana *launching gantry* diuji dengan beban statik dan dinamik. **Gambar 13** menunjukkan proses pengujian beban pada *launching gantry*.



Gambar 13. Uji beban pada *launching gantry*

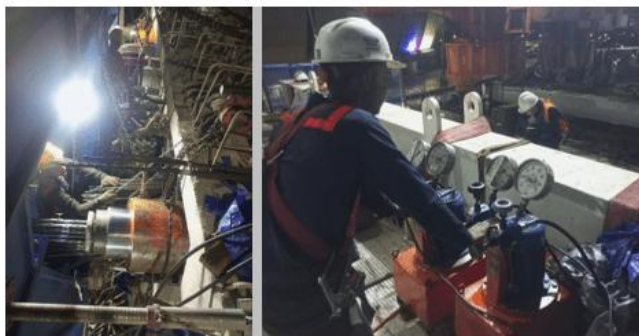
Produksi *box girder* memerlukan *quality control* yang baik untuk memastikan hasilnya sesuai dengan standar teknis. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi pengecekan pemasangan bekisting, tulangan, dan *ducting* agar sesuai dengan ukuran yang tercantum dalam spesifikasi teknis. Selain itu, dilakukan pengambilan sampel beton untuk menguji mutu beton yang dicor, serta pengujian tarik pada sampel tulangan. Untuk memastikan keseragaman beton, dilakukan *hammer test* dan *ultrasonic pulse velocity* (UPV). Selanjutnya, dilakukan korelasi antara hasil uji tekan beton, *hammer test*, dan UPV untuk memperkirakan mutu beton yang telah dicapai.

Pekerjaan *stressing tendon* memerlukan perhatian khusus untuk memastikan kualitas dan keandalannya. Sebelum tendon di-*stressing*, setiap *strand* dilapisi dengan cairan khusus anti karat sebelum dimasukkan ke dalam *ducting* yang berupa pipa HDPE (**Gambar 14**). Langkah ini sangat penting karena korosi pada tendon dapat mengurangi kekuatan ultimate struktur, sehingga diperlukan tindakan pencegahan yang efektif untuk menjaga daya tahan dan keselamatan struktur.



Gambar 14. Pelapisan cairan anti karat pada *strand*

Sebelum *stressing tendon*, beberapa hal yang perlu dipastikan adalah mutu beton yang harus mencapai 100% f_c , kondisi epoxy yang sudah dalam keadaan *setting*, serta permukaan beton yang rata dan tidak keropos. Saat *stressing*, *jacking force* harus tercapai seperti yang diisyaratkan di dokumen spesifikasi teknis dan elongasi akhir harus sesuai dengan nilai $\pm 7\%$. Proses *stressing* ini dapat dilihat pada **Gambar 15**. Apabila terjadi retak lebih besar dari 0.25 mm pada struktur, bagian tersebut harus diberikan *grouting* dengan mutu material minimal 75 MPa. Namun, jika retak lebih kecil dari 0.25 mm, dilakukan inspeksi visual untuk menentukan apakah retak tersebut bersifat non-struktural. Untuk memastikan kualitas, setiap pelaksanaan pekerjaan di proyek harus didampingi oleh kontraktor, sub-kontraktor, konsultan perencanaan, konsultan MK, serta perwakilan tim pemilik proyek. Setelah dilakukan *stressing*, maka dilakukan pengisian *grouting* pada pipa HDPE sebagai langkah mencegah korosi.



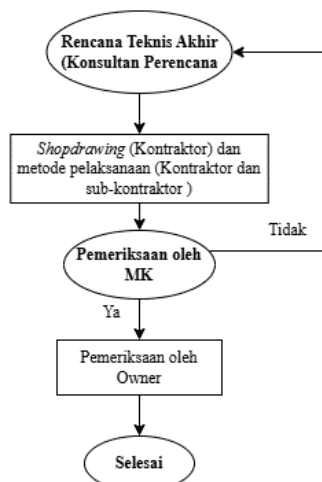
Gambar 15. Pelaksanaan dan *quality control* proses *stressing tendon*



Gambar 16. *Tendon* di dalam pipa HDPE yang telah *digruting*

• Metode pelaksanaan

Sebelum pelaksanaan di lapangan, dilakukan kajian dan diskusi terlebih dahulu antara semua pihak terkait untuk mencapai kesepakatan. Rencana teknis akhir yang disusun oleh konsultan perencana, yang mencakup laporan dan gambar struktur, akan diserahkan kepada kontraktor. Selanjutnya, kontraktor akan melanjutkan tahap pembuatan *shopdrawing* dan metode pelaksanaan. Metode pelaksanaan ini akan didiskusikan antara kontraktor umum dan sub-kontraktor spesialis, sehingga menghasilkan laporan metode pelaksanaan. Setelah itu, dokumen-dokumen tersebut akan diperiksa oleh Manajemen Konstruksi (MK). Jika MK tidak menyetujui, dokumen tersebut akan dikembalikan kepada konsultan perencana dan kontraktor untuk direvisi. Jika sudah sesuai, MK dan pemilik proyek akan menyetujui dokumen tersebut untuk pelaksanaan. Diagram alir proses pengajuan metode pelaksanaan dapat dilihat pada **Gambar 17**.



Gambar 17. Alur pengajuan metode pelaksanaan

3.2 Penerapan etika profesi

Dalam proyek pembangunan jalan tol ini, terdapat beberapa permasalahan dan solusi penyelesaian permasalahan tersebut. Berdasarkan hasil analisis, didapati beberapa hal yang menarik perhatian yang diuraikan sebagai berikut:

• Pekerjaan *stressing* tertunda

Kejadian ini bermula ketika *strand* dimasukkan ke dalam setiap lubang *ducting* untuk proses *stressing*, namun tidak dapat masuk karena lubang *ducting* tersumbat akibat epoxy yang meluap saat proses *joint* segmen antar *box girder* (**Gambar 18**). Hal ini dikarenakan pada tahap *joint* segmen ini, sisi yang akan disambung diberikan bahan perekat berupa epoxy untuk merekatkan *box girder*. Situasi ini mengakibatkan pekerjaan *stressing* yang semula dijadwalkan pada siang hari, tertunda hingga malam hari.

Sebagai langkah dalam etika profesi, maka kontraktor segera menyampaikan kepada pihak lainnya untuk diadakan rapat dalam menyelesaikan hal ini. Dalam rapat tersebut dihadiri oleh pemilik proyek, kontraktor, Manajemen Konstruksi (MK), dan konsultan perencana. Hasil keputusan disepakati bersama bahwa epoxy yang membeku akan dihancurkan dengan cara menumbukkan *strand* secara berulang-ulang ke dalam lubang *ducting*. Gambar 16 menunjukkan kondisi epoxy yang meluber dan mengeras setelah dilakukan *joint* segmen *box girder*.

Etika profesi yang diterapkan pada penyelesaian masalah ini adalah komunikasi yang terbuka dan transparan, kerjasama tim yang efektif, penyelesaian masalah secara professional dan kepatuhan terhadap regulasi.



Gambar 18. Sisa epoxy yang meluap dan mengeras setelah *joint* segmen *box girder*

Tabel 1. *Construction safety analysis* pada pekerjaan *stressing tendon*

No	Urutan Langkah Pekerjaan	Identifikasi Bahaya				Pengendalian	Penanggung Jawab
		1. Pekerja	2. Peralatan	3. Material	4. Lingkungan/ Keselamatan Publik		
4	Manual handling -> terjeping, terbentur Pemotongan strand -> lacerasi mata Setting jack -> tangan terkilir dan tubuh berbentur	Gerinda -> Error/putaran tidak maksimum Mesin dan komponen hidrolik -> daya listrik tidak mampu dan kinerja mesin hidrolik tidak optimal	Kualitas strand -> cacat produk akibat terjadinya oksidasi dan korosi	Limbah cair -> pembasah karat -> tumpah berantakan diarea kerja/jalangkungan	1. Pekerja *Safety induction semua pekerja yang berkepentingan diproyek *Kerjasama dan komunikatif tim, serta perhatikan langkah dititik kerja *Pastikan penerangan tersedia dititik pekerjaan (50W) *Gunakan APD standart, dan pelindung wajah *Gunakan APD khusus full body harness dipekerjaan ketinggian *Lantai kerja/scaffolding terpasang sesuai dengan kebutuhan ergonomi *Pemasangan proteksi falling object menggunakan safety net diarea kerja *Menyediakan wadah untuk penyimpanan handtools *Dilarang melewati dilepan hidrolik jack saat proses stressing *Komunikatif menggunakan HT dengan SPV sebagai komando *Sterilisasi dibawah area kerja menggunakan safety line dan rambu K3 dan dilarang masuk bagi orang yang tidak berkepentingan	*HSE Officer *SPV *HSE Officer *HSE Officer *SPV *HSE Officer *SPV *HSE Officer *SPV *HSE Officer	
	Setting Jack Hidrolik dan Proses stressing span Selang hidrolik -> terpental kena tubuh Hidrolik pump -> tubuh terkena pentalan part hidrolik Ergonomi -> Cedera otot punggung Stressing -> jatuh dari ketinggian			Sampah plastik -> berserakan di area kerja dan lingkungan proyek			
					2. Peralatan *Memastikan alat kerja telah di inspeksi kelayakan oleh HSE *Memastikan test fungsi oleh mekanik sebelum dialokasi ke area kerja *Mekanik memastikan semua part hidrolik dalam kondisi layak pakai 3. Material *Pastikan terpal/wadah penampung, tersedia diarea kerja *Inspeksi mutu material sebelum digunakan 4. Lingkungan/Keselamatan Publik dan Tindakan *Limbah padat sisa pekerjaan dikumpulkan house keeping dan ditempatkan di area TPS *Penerapan SR diarea dan selalu mengontrol ketertiban housekeeping	*HSE Officer *SPV *SPV *QC	*HSE Officer *SPV

- *Perubahan gambar rencana karena temuan di lokasi proyek*

Saat penggalian fondasi, ditemukan utilitas pipa air yang menghalangi pekerjaan fondasi. Dua opsi diusulkan: memindahkan pipa, yang berisiko menimbulkan kemacetan dan pemadaman air bagi warga sekitar, atau menggeser titik fondasi. Solusi yang dipilih adalah melakukan desain ulang titik fondasi dengan menggeser titik *bored pile* tanpa mengubah struktur *pier* agar *alignment* jalan tetap terjaga, agar tidak berdampak revisi mayor.

Selain itu, didapati menara sutet listrik dengan elevasi yang mendekati box girder, yang dapat membahayakan pekerja dan pengguna jalan tol. Untuk mengatasi hal ini, pihak proyek berkoordinasi dengan PLN, yang kemudian menyetujui peninggian menara sutet.

Etika profesi yang dapat ditangkap dari kasus ini adalah tanggung jawab terhadap keamanan dan keselamatan, transparansi dan koordinasi, penyelesaian masalah secara profesional, kepedulian terhadap dampak sosial, serta kepatuhan terhadap standar dan regulasi.

- *Penanganan kerusakan jalan dan pengalihan lalu lintas*

Pembangunan jalan tol ini terletak pada jalur utama dengan lalu lintas padat, menyebabkan kemacetan, terutama karena lokasinya yang dekat dengan stasiun kereta api. Hal ini diperburuk dengan seringnya penutupan jalan saat kereta melintas. Untuk mengatasi masalah ini, pelaksana proyek bekerja sama dengan Dinas Perhubungan dan Kereta Api Indonesia untuk mengalihkan akses jalan. Selain itu, dampak dari pembangunan dan galian fondasi merusak jalan yang ada, namun sebagai bentuk tanggung jawab, pihak pelaksana melakukan perbaikan jalan, seperti pada area pembangunan pier yang telah selesai.

Etika profesi yang diterapkan dalam hal ini adalah tanggung jawab sosial, kolaborasi dan koordinasi yang efektif dan tidak sembarangan, dan kepatuhan terhadap regulasi dan standar.

- *Masalah pembebasan lahan yang sulit*

Progress proyek hingga Desember mencapai sekitar 15%, menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan yang ditargetkan selesai pada April 2025. Keterlambatan ini disebabkan oleh tertundanya pembebasan lahan, yang merupakan tanggung jawab pihak pemilik proyek. Meskipun kontrak kerja menetapkan bahwa keterlambatan proyek akan menjadi tanggung jawab pelaksana karena kontrak bersifat *fixed unit price*, namun karena pembebasan lahan merupakan tanggung jawab pemilik proyek, maka perpanjangan waktu kontrak akan diberlakukan.

Dalam hal ini, penerapan etika profesi terlihat pada komunikasi yang transparan antara pelaksana proyek dan pemilik proyek, di mana pelaksana proyek secara profesional menyampaikan dengan kondisi tersebut maka proyek mengalami keterlambatan. Selain itu, terdapat tanggung jawab profesional dari kedua belah pihak untuk menyelesaikan masalah ini dan upaya untuk menjaga hubungan kerja yang harmonis.

3.3 Penerapan keselamatan dan Kesehatan kerja (K3)

Penerapan K3 pada pelaksanaan proyek salah satunya adalah penerapan *construction safety analysis* (CSA). CSA berisi mengenai identifikasi potensi bahaya yang mungkin terjadi akibat dari suatu pekerjaan. CSA tersebut diterapkan pada setiap jenis pekerjaan. Identifikasi bahaya tersebut didetailkan secara rinci terhadap pekerja, peralatan, material, dan lingkungan/keselamatan publik. Setelah diketahui identifikasi bahaya langkah selanjutnya dilakukan upaya pengendalian dan pencegahan agar potensi bahaya tersebut diminimalisir. Pada CSA dituliskan juga penanggung jawab dalam pengendalian potensi bahaya. Contoh CSA pada pekerjaan *stressing tendon* dapat terlihat pada **Tabel 1**. **Tabel 1** menunjukkan berbagai potensi bahaya yang dapat terjadi di lingkungan kerja. Bahaya bagi pekerja meliputi risiko terbentur atau terjepit saat melakukan pengangkatan barang secara manual (*manual handling*) serta kemungkinan iritasi mata saat memotong strand. Dari sisi alat, potensi bahaya mencakup putaran gerinda yang tidak optimal dan daya listrik yang tidak mencukupi selama operasional. Bahaya terkait material meliputi kerusakan pada strand, seperti cacat produk akibat korosi. Selain itu, bahaya lingkungan juga diidentifikasi, misalnya tumpahnya cairan antikarat yang berpotensi mencemari lingkungan.

Pengendalian bahaya bagi pekerja meliputi penggunaan alat pelindung diri (APD) dan pelaksanaan *safety induction* sebelum memulai pekerjaan. *Safety induction* bertujuan untuk mengingatkan pekerja agar bekerja dengan aman dan mendorong kerja sama antarpekerja. Dari sisi alat, pengendalian dilakukan melalui inspeksi berkala oleh petugas HSE serta pengecekan peralatan kelistrikan oleh mekanik sebelum pekerjaan dimulai. Pencegahan bahaya pada material dilakukan dengan menyimpan *strand* di tempat yang kering dan tidak lembap, serta melakukan pengecekan rutin terhadap kondisi material. Sementara itu, pencegahan bahaya lingkungan diwujudkan melalui pengumpulan sisa material di Tempat Pembuangan Sampah (TPS) proyek.

Gambar 19 menunjukkan rambu-rambu K3 yang terpasang di lokasi proyek. Pemasangan rambu-rambu ini berfungsi sebagai pengingat bagi para pekerja untuk selalu menjaga keselamatan dan bekerja dengan aman, sekaligus sebagai bentuk

penerapan budaya kerja yang peduli terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Sementara itu, **Gambar 20** menampilkan rambu-rambu yang dipasang di area ketinggian. Rambu-rambu tersebut tidak hanya mengingatkan para pekerja untuk lebih berhati-hati, tetapi juga menekankan pentingnya kewaspadaan terhadap potensi bahaya yang mungkin terjadi, seperti risiko jatuh atau kecelakaan lainnya. Dengan adanya rambu-rambu ini, diharapkan para pekerja dapat menjalankan tugas mereka dengan lebih aman, efektif, dan penuh kesadaran terhadap risiko di sekitarnya.



Gambar 19. Rambu-rambu K3 yang terpasang di lokasi proyek



Gambar 20. Rambu-rambu K3 yang terpasang di lokasi ketinggian

Gambar 21 menunjukkan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) oleh para pekerja di lokasi proyek. Dalam gambar tersebut, pekerja terlihat mengenakan rompi, helm proyek, sepatu *safety*, dan sarung tangan sebagai langkah perlindungan dari potensi bahaya yang dapat terjadi selama bekerja. Penggunaan APD ini tidak hanya bertujuan untuk meminimalkan risiko kecelakaan, seperti benturan, tertusuk, atau tergelincir, tetapi juga sebagai bentuk kepatuhan terhadap standar keselamatan kerja. Dengan perlengkapan ini, para pekerja diharapkan dapat menjalankan tugas mereka dengan lebih aman.



Gambar 21. Penggunaan APD saat sedang bekerja

4. Kesimpulan

Penerapan dalam aspek profesionalisme, etika profesi dan K3 pada pembangunan jalan tol di Pulau Jawa dengan metode span-by-span dan sistem *external post-tension* pada struktur *box girder* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Profesionalisme ditunjukkan melalui manajemen organisasi, *quality control*, dan metode pelaksanaan. Manajemen organisasi dirancang dengan struktur yang jelas untuk memastikan distribusi tanggung jawab yang efektif, sehingga mendukung kelancaran proyek. *Quality control* diterapkan secara menyeluruh, mulai dari tahap desain hingga instalasi *launching gantry*, serta pada proses produksi dan *erection box girder*, untuk memastikan mutu sesuai spesifikasi teknik. Selain itu, metode pelaksanaan disusun dengan melibatkan berbagai pihak proyek guna menjamin efektivitas, efisiensi waktu, dan keamanan pekerjaan.
- Etika profesi tercermin melalui penerapan transparansi dan kejujuran dalam pengambilan keputusan. Penyelesaian masalah dilakukan secara profesional dan bertanggung jawab dengan melibatkan berbagai pihak, mengutamakan keamanan keselamatan, serta menunjukkan kepedulian sosial dalam setiap langkah yang diambil.
- Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) diterapkan melalui *Construction Safety Analysis* (CSA) pada setiap tahapan pekerjaan. Penerapan K3 di lingkungan proyek juga diwujudkan melalui pemasangan rambu-rambu keselamatan dan kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) oleh seluruh pekerja.

Ucapan terima kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian artikel dan kepada perusahaan penyedia tempat dilaksanakannya praktik keinsinyuran. Terimakasih disampaikan kepada seluruh PSPPI dan Civitas Akademika Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Persatuan Profesi Insinyur Jawa Timur.

Daftar pustaka

- Andriyani, Y. (2015). Profesionalisme kerja pegawai dalam penyelenggaraan administrasi pelayanan publik di Kecamatan Samarinda Utara Kota Samarinda. *eJournal Administrasi Negara*, 4(1), pp. 2320–2333.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 - Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Dewa, M. L., Syafrudi, A., & Andayani, K. (2023). Kajian etika profesi insinyur teknik sipil pada pembangunan jalan tol. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 3(3), pp. 6033–6047.
- Fahmi, H. A. (2024). *Scheduling analysis for girder erection works in the Harbor Road II East Ancol-Pluit Toll (elevated) project* (Tugas Akhir). Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Hafiz, A. (2023). Modifikasi desain struktur jalan layang Harbour II menggunakan precast internal prestressed posttensioned box-girder dengan metode balanced cantilever (Tugas Akhir). Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

- Hudaya, R. G., Setiadji, J. S., & Lesmana, A. L. (2024). Analisis profesionalisme pada proyek konstruksi restoran X di Bali. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 2(2), pp. 15–22.
- Kresnadi, D. M., Hermawan, S., & Prasetyo, S. B. (2024). Analisis keprofesionalan dan K3 dalam manajemen waste pada proyek konstruksi rumah tinggal di Surabaya. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 2(1), pp. 21–30.
- Lins, C. D., & Burns, N. H. (1981). *Design of Prestressed Concrete Structures*. United States: John Wiley & Sons.
- Nasrudin, M. R. (2019). Analisis dampak pembangunan jalan tol Trans Sumatra terhadap ahli fungsi lahan permukiman dan persawahan masyarakat ditinjau dalam perspektif ekonomi Islam (Skripsi). Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung.
- Nawy, E. G. (2001). *Prestressed concrete: A fundamental approach* (4th ed.). Prentice Hall.
- Ningrum, S. M., Budiono, & Nugraha, W. T. (2018). Analisa metode konstruksi span by span pada pembangunan jalan layang (Studi kasus proyek pembangunan jalan tol Bogor Outer Ring Road). *Jurnal Online Mahasiswa*, 1(1), pp.1–9.
- Republik Indonesia. (1970). Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1970 Nomor 1.
- Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 100.
- Safitri, S. I., Yudono, A., & Firdausiyah, N. (2024). Pengaruh jalan tol terhadap pertumbuhan ekonomi kota/kabupaten yang dilalui jalan tol Surabaya-Malang. *Planning for Urban Region and Environment*, 13(3), pp. 183–192.
- Sedarmayanti. (2023). Good governance (Kepemerintahan yang baik) bagian kedua: Membangun manajemen sistem kinerja guna meningkatkan produktivitas menuju good governance. Mandar Maju.
- Tenriajeng, A. T. (2020). Analisis manajemen risiko pelaksanaan pembangunan jalan tol (Studi kasus: Proyek pembangunan jalan tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu). *Rekayasa Sipil*, 14 (1), pp. 18–25.
- Trisnawan, Y. L. (2021). Pengaruh infrastruktur, investasi, biaya transportasi terhadap jumlah UMKM dan pertumbuhan ekonomi daerah yang dilalui Tol Batang – Semarang. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 11(1), pp. 20–77.
- Vanessa. (2017). Modifikasi perencanaan struktur flyover menggunakan segmental box girder dengan metode span by span: Proyek jalan tol Bekasi Cawang Kampung Melayu (Becakayu) (Tugas Akhir). Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Wibisono, A. I., & Musyafa, A. (2024). Pentingnya penerapan etika profesi teknik sipil dalam pengambilan keputusan risiko keselamatan dan kesehatan kerja & lingkungan (K3L). *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(3), pp. 279–290.