

PENGARUH SUMBER DAYA MANUSIA, LINGKUNGAN, METODE KERJA DAN MATERIAL TERHADAP PENERAPAN STANDAR PEMBANGUNAN JEMBATAN

Suko Nugroho¹⁾, Rachmat Mudiyo²⁾

¹⁾Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

²⁾Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email :soekho74@gmail.com

ABSTRACT

The primary objective of this study is to identify key variables influencing the implementation of bridge construction standards, focusing on human resources, environment, work methods, and materials. Using a quantitative approach, the study involved 130 respondents, including project managers, field engineers, supervisors, construction workers, and supervising consultants. Data were collected through validated questionnaires and analyzed using linear regression to understand the relationships between the tested variables and the implementation of bridge construction standards. The results indicate that all four factors have a significant impact, with materials being the most dominant variable (regression coefficient of 0.49, p-value < 0.05) affecting the effectiveness of standard implementation. Additionally, human resources, environment, and work methods were found to play essential roles in improving construction quality and bridge safety. Effective human resource management, proper material selection, adaptation to environmental conditions, and efficient work methods are crucial to ensure compliance with construction standards. The findings of this study can serve as a reference for developing future construction regulations and policies, although there are limitations related to the scope and variables examined. Further research with a broader scope and additional variables, such as financial and technological aspects, is highly recommended to gain a more comprehensive understanding.

Keyword : variables ,strategy, implementation, bridge construction

ABSTRAK

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi beberapa variabel kunci yang mempengaruhi penerapan standar pembangunan jembatan, dengan fokus pada sumber daya manusia, lingkungan, metode kerja, dan material. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, penelitian ini melibatkan 130 responden yang terdiri dari manajer proyek, insinyur lapangan, supervisor, tenaga kerja konstruksi, dan konsultan pengawas. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner yang telah divalidasi. Analisis dilakukan dengan menggunakan regresi linier untuk memahami hubungan antara variabel-variabel yang diuji terhadap penerapan standar pembangunan jembatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keempat faktor di atas memiliki pengaruh signifikan, dengan material menjadi variabel yang paling dominan (koefisien regresi 0,49, p-value < 0,05) terhadap efektivitas penerapan standar. Selain itu, sumber daya manusia, lingkungan, dan metode kerja juga terbukti memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas konstruksi, dan keamanan jembatan. Manajemen sumber daya manusia yang efektif, pemilihan material yang tepat, penyesuaian terhadap kondisi lingkungan, serta penerapan metode kerja yang efisien sangat penting untuk memastikan kepatuhan terhadap standar konstruksi. Hasil penelitian ini kedepan dapat dijadikan acuan dalam pengembangan regulasi dan kebijakan konstruksi, meskipun masih terdapat sejumlah keterbatasan meliputi wilayah serta variabel yang diteliti. Kedepan, studi lanjutan dengan cakupan yang lebih luas dan juga penambahan variabel seperti aspek finansial dan teknologi sangat disarankan guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

Kata Kunci : Variabel, Strategi, Implementasi, Pembangunan Jembatan

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan fondasi bagi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan sosial, dengan jembatan memainkan peran krusial dalam menghubungkan wilayah-wilayah, mendukung mobilitas, dan memfasilitasi distribusi barang dan jasa. Kualitas, keamanan, dan daya tahan jembatan sangat bergantung pada penerapan standar konstruksi yang ketat. Standar tersebut mencakup berbagai aspek, mulai dari pemilihan material hingga metode

kerja, dan bertujuan untuk memastikan bahwa struktur jembatan dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang serta mampu menahan beban dan kondisi lingkungan yang beragam. Meskipun penerapan standar merupakan prioritas utama dalam proyek konstruksi, praktik di lapangan sering kali menghadapi berbagai tantangan yang menghambat implementasi yang efektif. Sejumlah studi sebelumnya telah membahas pentingnya standar dalam konstruksi jembatan, dengan fokus utama pada aspek teknis seperti desain struktural dan teknologi material. Misalnya, Basuki, (2013) menyoroti peran penting material berkualitas tinggi dalam meningkatkan durabilitas jembatan, sementara Alejo & Aigbavboa (2024) dan Suárez Sánchez et al., (2017) membahas bagaimana pemilihan metode kerja yang tepat dapat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan konstruksi. Meskipun demikian, terdapat kesenjangan dalam literatur yang secara khusus mengeksplorasi variabel non-teknis, seperti sumber daya manusia dan lingkungan, yang dapat berdampak signifikan pada keberhasilan penerapan standar konstruksi. Variabel-variabel seperti kompetensi sumber daya manusia, adaptasi terhadap kondisi lingkungan, dan pengelolaan metode kerja sering kali diabaikan dalam diskusi mengenai penerapan standar. Padahal, faktor-faktor ini memainkan peran yang tidak kalah penting dalam menentukan kualitas dan keberlanjutan hasil konstruksi. Manajemen sumber daya manusia yang efektif, misalnya, tidak hanya memastikan bahwa tenaga kerja memiliki keterampilan yang memadai, tetapi juga bahwa mereka mampu bekerja sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Kondisi lingkungan, seperti cuaca dan topografi, juga dapat menimbulkan tantangan tersendiri yang memerlukan penyesuaian dalam penerapan standar. Oleh karena itu, memahami bagaimana variabel-variabel ini saling berinteraksi dan mempengaruhi penerapan standar adalah langkah penting untuk meningkatkan kualitas konstruksi jembatan secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan dalam literatur dengan mengidentifikasi dan menganalisis variabel-variabel kunci yang mempengaruhi penerapan standar pembangunan jembatan. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, studi ini akan menguji sejauh mana sumber daya manusia, lingkungan, metode kerja, dan material berkontribusi terhadap efektivitas penerapan standar. Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan wawasan baru yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor penentu keberhasilan penerapan standar, tetapi juga membantu dalam pengembangan strategi yang lebih efektif untuk memastikan kepatuhan terhadap standar di masa depan. Dengan demikian, penelitian ini berupaya untuk menjawab kebutuhan akan pemahaman yang lebih holistik

mengenai penerapan standar dalam konteks konstruksi jembatan, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan kualitas dan keamanan infrastruktur.

Faktor - faktor yang berkontribusi terhadap kepatuhan implementasi standar konstruksi jembatan

Pembangunan infrastruktur, terutama jembatan, memiliki peran krusial dalam mendukung kelancaran mobilitas dan perkembangan ekonomi suatu wilayah. Namun, seringkali proyek pembangunan jembatan menghadapi tantangan dalam penerapan standar yang telah ditetapkan. Masalah ini muncul karena berbagai faktor, seperti kualitas sumber daya manusia, kondisi lingkungan yang tidak stabil, metode kerja yang kurang efisien, serta penggunaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis. Faktor-faktor ini tidak hanya memengaruhi kualitas hasil konstruksi, tetapi juga mempengaruhi keamanan dan keberlanjutan jembatan dalam jangka panjang. Banyak studi sebelumnya telah menyoroti pentingnya penerapan standar dalam pembangunan jembatan, tetapi sedikit yang mengeksplorasi secara mendalam variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan penerapan tersebut

Sumber daya manusia (SDM) dalam sebuah proyek konstruksi memiliki peran sentral dalam keberhasilan penerapan standar konstruksi, termasuk dalam proyek pembangunan jembatan. SDM yang berkualitas, termasuk manajer proyek, insinyur, dan pekerja lapangan, adalah tulang punggung yang memastikan semua proses berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Jiang et al., (2024), menyatakan bahwa kompetensi dan keahlian tim proyek secara langsung memengaruhi kualitas konstruksi dan kepatuhan terhadap standar keselamatan. Lebih lanjut dia menyatakan bahwa manajemen proyek yang efektif, yang melibatkan perencanaan, pengawasan, dan pengelolaan tim secara strategis, dapat meningkatkan keberhasilan proyek. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan dan pengembangan kompetensi SDM sangat diperlukan dalam strategi peningkatan penerapan standar (Erina et al., 2015).

Lingkungan fisik tempat jembatan dibangun, termasuk kondisi geografis dan cuaca, juga memiliki dampak signifikan terhadap keberhasilan penerapan standar konstruksi. Bles et al., (2016) menemukan bahwa perubahan cuaca ekstrem dan kondisi geografis yang sulit dapat menyebabkan deviasi dari standar yang diharapkan jika tidak diantisipasi dengan baik. Faktor lingkungan ini sering kali memerlukan adaptasi metode kerja dan penggunaan material khusus yang tahan terhadap kondisi tersebut. Misalnya, penggunaan material yang tahan terhadap

korosi di daerah dengan kelembapan tinggi dapat memperpanjang usia jembatan dan mengurangi biaya pemeliharaan (Huber et al., 2024). Oleh karena itu, memahami dan mempersiapkan diri terhadap tantangan lingkungan merupakan bagian penting dari pengembangan strategi konstruksi yang efektif.

Metode kerja yang diterapkan dalam pembangunan jembatan juga berperan krusial dalam menentukan kualitas akhir struktur. Metode konstruksi yang efisien, seperti prefabrikasi dan modularisasi, dapat mengurangi risiko kesalahan dan mempercepat proses konstruksi, yang pada gilirannya meningkatkan kepatuhan terhadap standar (Alexander Kvitko, Viktor Shendrik, 2018). Selain itu, pengawasan ketat terhadap penerapan metode kerja di lapangan menjadi kunci untuk memastikan setiap langkah konstruksi dilakukan sesuai dengan protokol yang telah ditetapkan (Jayasuriya et al., 2024). Wang et al., (2023) menggarisbawahi pentingnya inovasi dalam metode kerja untuk menyesuaikan dengan perkembangan teknologi dan perubahan kondisi lapangan, yang dapat membantu dalam mencapai standar yang lebih tinggi.

Material adalah komponen dasar yang menentukan kekuatan, durabilitas, dan keselamatan jembatan. Penggunaan material yang tepat dan sesuai dengan spesifikasi teknis adalah syarat mutlak dalam penerapan standar konstruksi. Kualitas material secara signifikan memengaruhi umur pakai dan stabilitas struktur bangunan. Dalam konteks ini, material yang tidak sesuai atau berkualitas rendah dapat menyebabkan kegagalan struktural yang berpotensi berbahaya. Oleh karena itu, seleksi dan kontrol kualitas material menjadi langkah penting dalam setiap proyek konstruksi. Pengawasan kualitas material dapat mengurangi insiden kegagalan konstruksi (Forde, 1995).

Berdasarkan kajian literatur di atas, fokus dari penelitian ini meliputi empat variabel kunci seperti sumber daya manusia, lingkungan, metode kerja, dan material, dalam upaya untuk memahami dan mengidentifikasi strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan. Masing-masing variabel secara teori memiliki dampak yang signifikan dan saling terkait dalam menentukan keberhasilan penerapan standar. Oleh karena itu, perlu untuk dikaji secara komprehensif dan empiris melalui metode pengukuran kuantitatif terkait pengaruh dari setiap variabel terhadap penerapan standar.

2. METODOLOGI

a. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode survei untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berpengaruh dalam menentukan strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan. Pendekatan ini dipilih karena dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh berbagai variabel, seperti sumber daya manusia, peralatan, dan lingkungan terhadap penerapan standar dalam proyek konstruksi jembatan. Analisis statistik dilakukan untuk mengukur hubungan antara variabel-variabel tersebut dan penerapan standar yang diusulkan.

b. Peserta Penelitian

Sampel penelitian ini terdiri dari 130 responden yang berasal dari berbagai pihak yang terlibat dalam proyek pembangunan jembatan, termasuk manajer proyek, insinyur lapangan, supervisor, tenaga kerja konstruksi, serta konsultan pengawas. Pemilihan responden dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, di mana responden dipilih berdasarkan keahlian dan pengalaman mereka dalam proyek pembangunan jembatan. Teknik digunakan karena keahliannya dalam memperoleh data yang relevan dan representatif dari partisipan yang memiliki pemahaman mendalam terkait penerapan standar (Morganstein & Som, 1999).

c. Instrumen Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui kuesioner tertutup yang dikembangkan berdasarkan literatur terdahulu terkait dengan faktor-faktor yang memengaruhi penerapan standar pembangunan jembatan (Menon, 2006) meliputi empat aspek yaitu sumber daya manusia, lingkungan, metode kerja, dan material. Kuesioner dirancang dengan skala Likert 5 poin untuk mengukur tingkat pengaruh variabel-variabel sumber daya manusia, lingkungan, peralatan, metode kerja, dan material terhadap penerapan standar. Selain itu, wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap beberapa responden kunci untuk mendalami isu-isu yang tidak terjangkau oleh kuesioner, memberikan pandangan kualitatif yang dapat memperkaya hasil analisis kuantitatif (Yin, 2011).

d. Proses Pengambilan Data

Data dikumpulkan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, kuesioner disebarkan kepada responden melalui platform digital dan survei lapangan langsung di lokasi proyek konstruksi. Selama periode pengumpulan data yang berlangsung 4 hingga 6 minggu, pengecekan rutin

dilakukan untuk memastikan data yang diperoleh akurat dan lengkap. Tahap kedua melibatkan wawancara mendalam dengan sejumlah responden yang dipilih secara purposif berdasarkan pengetahuan teknis mereka dan peran dalam pengambilan keputusan proyek. Wawancara ini dilakukan secara tatap muka dan direkam untuk analisis lebih lanjut.

e. Analisis Data

Data kuesioner yang terkumpul dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Analisis regresi linier berganda digunakan untuk menentukan variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap penerapan standar pembangunan jembatan. Pengujian reliabilitas instrumen dilakukan dengan uji Cronbach's Alpha, sedangkan uji validitas menggunakan confirmatory factor analysis (CFA) diterapkan untuk memastikan bahwa konstruk-konstruk yang diukur sesuai dengan model teoretis. Data dari wawancara dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk mengidentifikasi pola-pola penting yang berkaitan dengan strategi peningkatan penerapan standar (Braun & Clarke, 2006)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sumberdaya Manusia

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan terhadap 130 responden dari berbagai latar belakang seperti manajer proyek, insinyur lapangan, supervisor, tenaga kerja konstruksi, dan konsultan pengawas, ditemukan bahwa aspek sumber daya manusia merupakan faktor krusial dalam menentukan strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan. Analisis statistik menunjukkan bahwa variabel sumber daya manusia memiliki koefisien regresi sebesar 0.55 dengan $p\text{-value} < 0.01$, menunjukkan adanya hubungan positif dan signifikan antara kualitas tenaga kerja dan efektivitas penerapan standar. Nilai Adjusted R-squared sebesar 0.50 mengindikasikan bahwa 50% variasi dalam penerapan standar dapat dijelaskan oleh kualitas sumber daya manusia.

Data kuantitatif ini diperkuat oleh hasil wawancara semi-struktur dengan sejumlah responden terpilih. Seorang manajer proyek menyatakan, "Kualitas tenaga kerja di lapangan sangat menentukan apakah standar konstruksi bisa diterapkan dengan baik. Kami sering menghadapi masalah jika keterampilan teknis dan pengetahuan tenaga kerja tidak memadai." Hal ini mencerminkan pentingnya pelatihan dan pengalaman dalam mempengaruhi efektivitas penerapan standar. Lebih lanjut, seorang insinyur lapangan menambahkan, "Pelatihan teknis

yang berkelanjutan membantu kami memahami standar terbaru dan implementasinya. Tanpa pelatihan yang memadai, sulit untuk mengikuti perkembangan teknologi dan metode konstruksi yang baru.” Pernyataan ini menegaskan peran penting pelatihan dalam mengurangi risiko kesalahan dan meningkatkan efisiensi proyek. Kelompok supervisor juga menekankan bahwa kompetensi manajerial tidak kalah penting. Salah seorang supervisor mengungkapkan, “Manajemen yang efektif memastikan bahwa semua anggota tim memahami peran mereka dan dapat bekerja sesuai standar yang ditetapkan. Tanpa manajemen yang baik, bahkan tenaga kerja terampil sekalipun bisa gagal dalam penerapan standar.” Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya manusia yang baik melibatkan lebih dari sekadar keterampilan teknis, tetapi juga manajerial.

Temuan diatas sejalan dengan Maqbool et al., (2024), yang menyatakan bahwa tenaga kerja yang berpengalaman dan terlatih lebih mampu mengikuti standar teknis dalam proyek konstruksi. Pengelolaan sumber daya manusia yang efektif, termasuk pelatihan berkelanjutan dan peningkatan kompetensi, sangat berpengaruh dalam mengurangi kesalahan dan meningkatkan efisiensi proyek (Ekanayake et al., 2024; Maqbool et al., 2024).

Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan harus memprioritaskan pengembangan keterampilan tenaga kerja, baik melalui pelatihan teknis maupun manajerial. Pengelolaan sumber daya manusia yang optimal akan memastikan penerapan standar yang lebih efektif, meningkatkan kualitas konstruksi, dan meminimalkan risiko kesalahan di lapangan.

b. Lingkungan

Dalam mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan standar pembangunan jembatan, aspek lingkungan muncul sebagai variabel yang signifikan. Hasil daripada penelitian yang melibatkan 130 responden dari berbagai profesi seperti manajer proyek, insinyur lapangan, supervisor, tenaga kerja konstruksi, dan konsultan pengawas menunjukkan bahwa kondisi lingkungan berperan penting dalam strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan. Hasil analisis statistik mengungkapkan bahwa variabel lingkungan memiliki koefisien regresi sebesar 0.47 dengan p-value < 0.05, menandakan adanya hubungan signifikan antara faktor lingkungan dan efektivitas penerapan standar. Adjusted R-squared sebesar 0.42 menunjukkan bahwa 42% variasi dalam penerapan standar dapat dijelaskan oleh faktor lingkungan.

Temuan ini didukung oleh wawancara semi-terstruktur dengan beberapa responden kunci. Seorang manajer proyek menyatakan, “Kondisi cuaca ekstrem seringkali menjadi kendala besar dalam proyek kami. Jika tidak diantisipasi dengan baik, hal ini bisa memperlambat kemajuan dan menyulitkan penerapan standar.” Pernyataan ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan faktor cuaca dalam perencanaan proyek. Seorang insinyur lapangan menambahkan, “Kami harus sering menyesuaikan metode kerja dan material yang digunakan dengan kondisi geografis lokasi proyek. Jika tidak, penerapan standar akan menjadi sulit dan tidak konsisten.” Kondisi ini menunjukkan bahwa penyesuaian terhadap kondisi geografis sangat penting untuk mencapai keberhasilan dalam penerapan standar.

Salam satu supervisor proyek yang terlibat dalam studi ini juga menggarisbawahi terkait dengan aspek pengelolaan lingkungan yang baik: “Perencanaan yang matang untuk menghadapi perubahan cuaca dan kondisi akses yang buruk sangat penting. Jika tidak, proyek bisa mengalami keterlambatan yang berdampak pada keseluruhan kualitas dan standar konstruksi.” Temuan ini sejalan dengan penelitian Tennøy & Hagen, (2021), yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang tidak mendukung dapat memperlambat proyek dan menghambat penerapan standar teknis. Selain itu, Rathnayaka et al., (2023) menegaskan bahwa pengelolaan lingkungan yang baik, termasuk mitigasi risiko cuaca dan penyesuaian dengan kondisi geografis, dapat meningkatkan efisiensi dan memastikan penerapan standar secara konsisten.

Temuan sekaligus diskusi diatas menekankan mengisyaratkan perlunya strategi yang memperhitungkan faktor lingkungan dalam penerapan standar pembangunan jembatan. Pengelolaan lingkungan yang efektif, termasuk perencanaan terkait perubahan cuaca serta pemilihan material yang sesuai dengan kondisi geografis, harus menjadi bagian integral dari strategi peningkatan standar. Dengan pendekatan yang tepat, proyek pembangunan jembatan dapat lebih siap menghadapi tantangan eksternal dan mencapai hasil yang lebih baik serta sesuai dengan standar yang ditetapkan.

c. Metode kerja

Dalam analisis yang melibatkan 130 responden dari berbagai profesi, ditemukan bahwa metode kerja memainkan peran krusial dalam penerapan standar pembangunan jembatan. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa variabel metode kerja memiliki koefisien regresi sebesar 0.44 dengan $p\text{-value} < 0.05$, menandakan adanya hubungan signifikan antara efektivitas metode kerja dan penerapan standar. Nilai Adjusted R-squared sebesar 0.40 menunjukkan bahwa 40%

variasi dalam penerapan standar dapat dijelaskan oleh efektivitas metode kerja yang diterapkan dalam proyek.

Pentingnya metode kerja yang tepat dalam penerapan standar juga dikonfirmasi oleh wawancara semi-terstruktur dengan beberapa responden. Seorang insinyur lapangan mengungkapkan, “Metode kerja yang terstruktur dan berteknologi tinggi sangat penting untuk mengurangi kesalahan dan memastikan standar diikuti. Ketika metode kami tidak optimal, sering kali kami menghadapi masalah yang berdampak pada kualitas akhir proyek.” Pernyataan ini menegaskan bahwa penggunaan metode yang efisien dapat membantu meminimalkan kesalahan dan meningkatkan kepatuhan terhadap standar.

Seorang manajer proyek menambahkan, “Perencanaan yang matang dan alur kerja yang baik adalah kunci keberhasilan. Kami selalu berusaha untuk memanfaatkan teknologi terbaru dan teknik konstruksi modern untuk memastikan bahwa semua standar dipatuhi dengan baik.” Ini menunjukkan bahwa perencanaan yang baik dan penggunaan teknologi adalah faktor penting dalam memastikan bahwa standar diterapkan secara efektif.

Supervisor proyek juga menyampaikan, “Ketika metode kerja kami terorganisir dengan baik dan sesuai dengan standar terbaru, kami bisa melihat peningkatan dalam efisiensi dan kepatuhan. Namun, ketika metode kami ketinggalan zaman atau tidak terintegrasi dengan baik, hasilnya sering tidak memuaskan.” Temuan ini sejalan dengan penelitian (Zheng, 2024), yang menunjukkan bahwa penerapan metode kerja yang terstruktur dan berbasis teknologi dapat meningkatkan efisiensi proyek konstruksi, terutama dalam hal kepatuhan terhadap standar teknis yang ketat. Selain itu, Metode kerja yang tidak optimal sering menjadi penyebab keterlambatan proyek dan kegagalan dalam memenuhi standar kualitas (Cuadros & Ramirez, 2024; Alkhawaja & Varouqa, 2023)..

Berdasarkan temuan ini, jelas bahwa strategi utama untuk meningkatkan penerapan standar pembangunan jembatan adalah melalui optimalisasi metode kerja. Ini meliputi perencanaan yang lebih baik, penerapan teknologi konstruksi modern, dan pelatihan tenaga kerja terkait metode baru yang lebih efisien. Metode kerja yang terencana dan terorganisir tidak hanya meningkatkan efisiensi proyek tetapi juga memastikan bahwa standar yang ditetapkan diikuti secara konsisten di lapangan.

d. Material

Hasil analisis yang melibatkan 130 responden dari berbagai profesi, seperti manajer proyek, insinyur lapangan, supervisor, tenaga kerja konstruksi, dan konsultan pengawas, menunjukkan bahwa kualitas material adalah faktor krusial dalam penerapan standar pembangunan jembatan. Temuan statistik mengungkapkan bahwa variabel material memiliki koefisien regresi sebesar 0.49 dengan $p\text{-value} < 0.05$, menunjukkan hubungan signifikan antara kualitas material dan efektivitas penerapan standar. Adjusted R-squared sebesar 0.45 menunjukkan bahwa 45% variasi dalam penerapan standar dapat dijelaskan oleh kualitas material yang digunakan.

Pentingnya material berkualitas tinggi juga ditekankan oleh hasil wawancara semi-terstruktur. Seorang manajer proyek mencatat, "Kami sering menghadapi tantangan ketika menggunakan material yang tidak memenuhi spesifikasi. Ini sering menyebabkan keterlambatan dan masalah pada struktur jembatan. Kualitas material sangat menentukan keseluruhan keberhasilan proyek." Pernyataan ini mencerminkan bagaimana kualitas material dapat memengaruhi hasil akhir proyek konstruksi dan kesesuaian standar.

Seorang insinyur lapangan menambahkan, "Penggunaan material yang sesuai spesifikasi tidak hanya membantu dalam memenuhi standar tetapi juga mengurangi risiko kegagalan struktural di masa depan. Ketika kami memastikan material yang digunakan memenuhi kriteria, hasilnya jauh lebih baik dan lebih aman." Hal ini mendukung hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa kualitas material berpengaruh besar terhadap durabilitas dan keamanan struktur bangunan, terutama pada proyek infrastruktur seperti jembatan (Forde, 1995; H. Zhang et al., 2024).

Seorang supervisor proyek juga menegaskan bahwa, "Kontrol kualitas material harus menjadi prioritas utama. Material yang berkualitas tinggi memastikan bahwa konstruksi tidak hanya memenuhi standar tetapi juga dapat bertahan lama." Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang menyoroti bahwa ketersediaan dan kontrol kualitas material secara langsung mempengaruhi pencapaian standar konstruksi yang diinginkan. Bahan yang sesuai dengan spesifikasi teknis sangat penting untuk memastikan konstruksi berjalan sesuai rencana (Rehman et al., 2023; X. Zhang, 2021).

Diskusi sekaligus temuan diatas menggarisbawahi pentingnya pengelolaan material dalam strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan. Investasi dalam

pemilihan dan kontrol kualitas material yang ketat tidak hanya akan meningkatkan efisiensi konstruksi tetapi juga menjamin keberlanjutan dan keamanan jembatan dalam jangka panjang. Dengan demikian, strategi untuk meningkatkan penerapan standar harus mencakup fokus pada kualitas material yang digunakan, yang dapat memperbaiki hasil proyek dan memastikan bahwa standar teknis dipenuhi secara konsisten.

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing dan pihak yang memberikan bantuan teknis atas kontribusi dan bimbingannya. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan sejawat yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dimasa depan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil temuan dan diskusi diatas, ada empat variabel utama yang sangat mempengaruhi strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan, yaitu (1) sumber daya manusia yang mengacu pada kualitas dan kompetensi orang – orang yang terlibat dalam proyek dimana sumber daya manusia berdasarkan hasil kajian lapangan terbukti sangat penting mengingat tenaga kerja yang terampil dan manajemen yang baik mampu meningkatkan kepatuhan terhadap standar dimana pada akhirnya berpengaruh positif terhadap kualitas dan keamanan hasil konstruksi. (2) Variabel berikutnya, yaitu lingkungan, yang mencakup kondisi geografis dan cuaca, juga memiliki peran penting. Penyesuaian strategi konstruksi terhadap kondisi lingkungan yang tidak menentu adalah kunci untuk memastikan bahwa proyek dapat berlangsung dengan lancar dan sesuai rencana. (3) Selain dua variabel sebelumnya, metode kerja yang efektif berdasarkan hasil wawancara dan olah data statistic juga berperan penting dalam meningkatkan produktivitas dan menjaga kualitas konstruksi. Terakhir, (4) penggunaan material berkualitas tinggi adalah variabel krusial yang harus diperhatikan. Material yang sesuai dengan spesifikasi teknis tidak hanya memperkuat dan mengamankan struktur, tetapi juga memastikan ketahanan jembatan dalam jangka panjang.

Melanjutkan daripada kesimpulan diatas, temuan ini memiliki implikasi yang penting bagi para pengelola proyek dan pemangku kepentingan di industri konstruksi. Investasi dalam pelatihan sumber daya manusia, pemilihan material yang tepat, adaptasi terhadap kondisi

lingkungan, serta penerapan metode kerja yang efektif akan sangat membantu dalam meningkatkan standar pembangunan jembatan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkuat regulasi dan kebijakan terkait standar konstruksi di masa mendatang.

Meski demikian, penelitian ini juga mencatat beberapa keterbatasan. Ruang lingkup wilayah yang terbatas dan jumlah responden yang mungkin tidak sepenuhnya mewakili semua variasi dalam proyek konstruksi menjadi salah satu kendala. Selain itu, fokus penelitian ini hanya pada empat variabel utama, sehingga variabel lain seperti aspek finansial dan regulasi belum dianalisis secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mencakup wilayah yang lebih luas dan jumlah sampel yang lebih besar untuk meningkatkan validitas hasil. Penelitian yang lebih mendalam juga diperlukan untuk mengeksplorasi variabel lain seperti pengaruh kebijakan pemerintah, aspek finansial, dan teknologi, guna memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang strategi peningkatan penerapan standar pembangunan jembatan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alejo, A. O., & Aigbavboa, C. O. (2024). Emerging Trends of Safe Working Conditions in the Construction. 1–16.
- Alexander Kvitko, Viktor Shendrik, I. M. (2018). Traffic safety improvement through implementing innovative technologies and materials in construction of roads and bridges. Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, 404–410. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.115>
- Basuki, A. (2013). Aspek durabilitas material beton pada konstruksi jembatan. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 3 No.2, 61–68.
- Bles, T., Bessembinder, J., Chevreuil, M., Danielsson, P., Falemo, S., Venmans, A., Ennesser, Y., & Löfroth, H. (2016). Climate Change Risk Assessments and Adaptation for Roads - Results of the ROADAPT Project. *Transportation Research Procedia*, 14(0), 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.041>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Applied Qualitative Research in Psychology. *Applied Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-35913-1>
- Cuadros, A., & Ramirez, D. (2024). Improvement of risk management in the project scheduling of road construction projects - Case study. *Procedia Computer Science*, 239, 767–772. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.234>
- Ekanayake, B., Kwok, J., Wong, W., Ahmadian, A., Fini, F., & Smith, P. (2024). Deep learning-based computer vision in project management : Automating indoor construction progress monitoring. 5(December 2023).

- Erina, I., Ozolina-Ozola, I., & Gaile-Sarkane, E. (2015). The Importance of Stakeholders in Human Resource Training Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 794–800. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.477>
- Forde, M. C. (1995). High performance construction materials and systems: An essential program for America and its infrastructure technical report 93–5011, April 1993: American Society of Civil Engineers, New York ISBN 0-87262-938-2, 212 pp., \$100. *Construction and Building Materials*, 9(1), 61–62.
- Jayasuriya, S., Zhang, G., & Yang, R. J. (2024). Towards successful economic infrastructure partnership project delivery through effective stakeholder management. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 26(July), 101173. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101173>
- Jiang, T., Fang, Y., Zheng, N., & Chen, J. (2024). Understanding construction workers' cognitive processes under risky scenarios through electroencephalography. *Automation in Construction*, 166(May), 105674. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105674>
- Maqbool, R., Rashid, Y., Altuwaim, A., Shafiq, M. T., & Oldfield, L. (2024). Coping with skill shortage within the UK construction industry: Scaling up training and development systems. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(2), 102396. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102396>
- Menon, G. (2006). Book Review: Asking Questions: The Definitive Guide to Questionnaire Design: For Market Research, Political Polls, and Social and Health Questionnaires. In *Journal of Marketing Research* (Vol. 43, Issue 4, pp. 703–704). <https://doi.org/10.1509/jmkr.43.4.703>
- Morganstein, D. R., & Som, R. K. (1999). Practical Sampling Techniques. In *Technometrics* (Vol. 41, Issue 2). <https://doi.org/10.2307/1270743>
- Rathnayaka, B., Robert, D., Siriwardana, C., Adikariwattage, V. V., Pasindu, H. R., Setunge, S., & Amaratunga, D. (2023). Identifying and prioritizing climate change adaptation measures in the context of electricity, transportation and water infrastructure: A case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 99(June), 104093. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.104093>
- Rehman, A. U., Perrot, A., Birru, B. M., & Kim, J. H. (2023). Recommendations for quality control in industrial 3D concrete printing construction with mono-component concrete: A critical evaluation of ten test methods and the introduction of the performance index. *Developments in the Built Environment*, 16(August), 100232. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100232>
- Sa'dl Issa Alkhawaja, A., & Varouqa, I. F. (2023). Risks management of infrastructure line services and their impact on the financial costs of road projects in Jordan. *Measurement: Sensors*, 25(November 2022), 100647. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100647>
- Suárez Sánchez, F. A., Carvajal Peláez, G. I., & Catalá Alís, J. (2017). Occupational safety and health in construction: A review of applications and trends. *Industrial Health*, 55(3), 210–218. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0108>
- Tennøy, A., & Hagen, O. H. (2021). Urban main road capacity reduction: Adaptations, effects and consequences. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 96(May). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102848>
- Tobias Huber, Philipp Grasl, Michael Kleiser, Benjamin Kromoser, Philipp Preinstorfer. (2024). Holistic life cycle cost analysis of road bridges with non-metallic reinforcement. *Developments in the Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100533>

- Wang, C., Tang, Y., Mo, Y., Huang, M. M., & Abdul-Rahman, H. (2023). Structured mathematical modelling on innovation management in project-oriented small construction firms. *Heliyon*, 9(2), e13386. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13386>
- Yin, R. K. (2011). *Qualitative Research from Start to Finish*. The Guilford Press.
- Zhang, H., Li, B., Shi, J., Lu, Y., & Xu, P. (2024). Framework structure design based on porous permeable concrete material in expressway tunnel drainage system. *Desalination and Water Treatment*, 317(December 2023), 100308. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100308>
- Zhang, X. (2021). GMA material design and construction quality control for asphalt pavement of steel box girder: Case study of the Hong Kong–Zhuhai–Macau Bridge. *Journal of Road Engineering*, 1(September), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2021.11.002>
- Zheng, J. (2024). Recent Construction Technology Innovations and Practices for Large-Span Arch Bridges in China. *Engineering*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.05.019>