Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 35418-35429

PELAKSANAAN PENUTUPAN VOID AREA TANGGA AKIBAT PERUBAHAN FUNGSI MENJADI PELAT LANTAI PADA PROYEK REHABILITASI TOTAL SDN DUKUH 05

Rafi Zainul Tamam[1], Adhi Purnomo[2], Selvia Agustina[3]

[1,2,3]Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

*Email: tamamrafi30@gmail.com, apurnomo@unj.ac.id, selvia.agustina@unj.ac.id
Corresponding Author: Rafi Zainul Tamam, tamamrafi30@gmail.com

Published: Juni, 2026

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pelaksanaan perubahan desain pada Proyek Rehabilitasi Total SDN 05 Dukuh Pagi, khususnya penutupan void area tangga tipe 2 yang dialihfungsikan menjadi pelat lantai. Perubahan desain terjadi karena tangga menuju rooftop dihilangkan atas permintaan pemilik proyek, sehingga area void seluas 36,48 m² pada elevasi +16,270 perlu ditutup menggunakan pelat beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses teknis serta implikasi manajerial dari perubahan desain tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan deskriptif melalui observasi lapangan, analisis dokumen proyek, serta wawancara dengan pihak terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan penutupan void memerlukan koordinasi intensif melalui mekanisme Request for Information (RFI) yang melibatkan kontraktor, konsultan pengawas, pemilik proyek, dan perencana. Dari sisi teknis, diperlukan perhitungan ulang pada elemen struktur balok dan pelat lantai dengan konsekuensi adanya tambahan volume beton, tulangan, serta bekisting sesuai SNI 2847:2019. Dampak yang timbul meliputi peningkatan biaya material sekitar tiga persen serta keterlambatan pekerjaan finishing lebih dari satu persen pada minggu ke-46. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan perubahan desain secara sistematis agar tidak mengganggu mutu, biaya, dan waktu proyek, serta memberikan kontribusi praktis bagi penerapan manajemen konstruksi berbasis standar di proyek rehabilitasi sekolah.

Kata Kunci : Void area, Pelat lantai, Perubahan desain, Rehabilitasi gedung, Manajemen konstruksi

ABSTRACT

This study examines the implementation of design changes in the Total Rehabilitation Project of SDN 05 Dukuh Pagi, particularly the closure of staircase type 2 void area which was converted into a floor slab. The design change occurred because the staircase to the rooftop was eliminated at the project owner's request, necessitating the closure of a 36.48 m² void area at elevation +16.270 using reinforced concrete slabs. This research aims to analyze the technical processes and managerial implications of these design changes. The research method employed is a case study with a descriptive approach through field observations, project document analysis, and interviews with relevant parties. The results indicate that the implementation of void closure requires intensive coordination through a Request for Information (RFI) mechanism involving contractors, supervising consultants, project owners, and planners. From a technical perspective, recalculation of beam and floor slab structural elements is required, with consequences of additional concrete volume, reinforcement, and formwork in accordance with SNI 2847:2019. The resulting impacts include an increase in material costs of approximately three percent and a delay in finishing work of more than one percent at week 46. These findings emphasize the importance of systematic design change management to avoid disrupting project quality, cost, and time, while providing practical contributions for the application of standards-based construction management in school rehabilitation projects.

Keywords : *Void Area, Floor Slab, Design Change, Building Rehabilitation, Construction Management*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Proyek rehabilitasi gedung sekolah merupakan salah satu upaya strategis dalam meningkatkan kualitas infrastruktur pendidikan guna menciptakan lingkungan belajar yang aman, nyaman, dan sesuai dengan standar pelayanan pendidikan. Ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai memiliki peran penting dalam mendukung proses pembelajaran serta meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan. Menurut Mulyasa (2017), fasilitas pendidikan yang baik dapat meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar karena mampu menciptakan suasana belajar yang kondusif bagi peserta didik maupun tenaga pendidik. Oleh karena itu, rehabilitasi bangunan sekolah menjadi salah satu bentuk investasi jangka panjang dalam pengembangan sumber daya manusia.

Dalam pelaksanaannya, proyek rehabilitasi gedung sekolah sering menghadapi berbagai tantangan teknis maupun manajerial. Salah satu tantangan yang paling sering terjadi adalah adanya perubahan desain (*design change*) selama proses konstruksi berlangsung. Menurut Barrie dan Paulson (2018), perubahan desain merupakan kondisi yang umum terjadi pada proyek konstruksi karena adanya kebutuhan penyesuaian terhadap kondisi lapangan, perubahan kebutuhan pemilik proyek, perkembangan teknologi, maupun pertimbangan efisiensi biaya dan waktu. Perubahan desain dapat memberikan dampak signifikan terhadap kinerja proyek, terutama pada aspek biaya, mutu, dan jadwal pelaksanaan.

Hermawan et al. (2020) menjelaskan bahwa perubahan desain dapat dipicu oleh berbagai faktor, mulai dari permintaan pemilik proyek (*owner request*), perubahan fungsi bangunan, ketidaksesuaian kondisi eksisting dengan gambar perencanaan, hingga munculnya permasalahan teknis saat pekerjaan konstruksi sedang berlangsung. Sementara itu, Fisk dan Reynolds (2014) menyatakan bahwa perubahan desain yang terjadi setelah konstruksi dimulai berpotensi menyebabkan pekerjaan ulang (*rework*), penambahan biaya (*cost overrun*), serta keterlambatan penyelesaian proyek (*schedule delay*). Oleh sebab itu, setiap perubahan desain perlu dikelola secara sistematis melalui prosedur yang jelas agar tidak mengganggu pencapaian tujuan proyek.

Salah satu permasalahan yang cukup sering muncul dalam proyek rehabilitasi gedung adalah keberadaan *void area* yang tidak lagi berfungsi sesuai dengan perencanaan awal. *Void area* merupakan ruang terbuka yang sengaja dibuat pada struktur bangunan untuk tujuan tertentu, seperti akses vertikal, pencahayaan alami, ventilasi, maupun kebutuhan arsitektural lainnya. Menurut Ching (2015), keberadaan *void* dalam bangunan harus dirancang secara terintegrasi dengan sistem struktur agar tidak mengurangi performa dan stabilitas bangunan. Apabila fungsi *void* berubah atau dihilangkan, maka diperlukan penyesuaian desain yang mempertimbangkan aspek keselamatan dan kekuatan struktur.

Proyek Rehabilitasi Total SDN Dukuh 05 yang dikerjakan oleh PT. Citra Prasasti – Gentayu Cakra Wibowo KSO mengalami kondisi serupa. Pada proyek tersebut ditemukan adanya *void area* pada tangga tipe 2 di lantai *rooftop* yang terletak pada grid G-H/1-2 elevasi +16,270. Tangga yang semula direncanakan sebagai akses penghubung antara lantai 4 dan *rooftop* akhirnya dihilangkan berdasarkan permintaan pemilik proyek. Akibatnya, area yang sebelumnya berfungsi sebagai bukaan tangga menjadi ruang kosong yang harus ditutup kembali agar sesuai dengan kebutuhan fungsi bangunan dan tetap memenuhi persyaratan keselamatan struktur.

Keberadaan *void* yang dibiarkan terbuka tanpa penanganan yang tepat dapat menimbulkan berbagai risiko struktural. Menurut Kusumawati dan Widodo (2019), *void* yang tidak lagi berfungsi dapat menyebabkan berkurangnya kekakuan lateral struktur serta memunculkan konsentrasi tegangan pada elemen-elemen di sekitarnya. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan stabilitas bangunan apabila tidak dilakukan perkuatan atau modifikasi struktur yang memadai. Senada dengan itu, Schodek (2014) menyatakan bahwa setiap perubahan pada sistem pelat lantai harus dievaluasi secara menyeluruh karena dapat memengaruhi distribusi beban, deformasi, dan perilaku struktur secara keseluruhan.

Dalam konteks manajemen proyek, perubahan desain seperti penutupan *void area* memerlukan proses koordinasi yang melibatkan berbagai pihak. Menurut PMBOK Guide yang diterbitkan oleh *Project Management Institute* (2021), setiap perubahan ruang lingkup pekerjaan (*scope change*) harus melalui proses pengendalian perubahan (*change control*) agar seluruh pemangku kepentingan memiliki pemahaman yang sama mengenai dampak teknis, biaya, dan jadwal yang ditimbulkan. Salah satu instrumen yang sering digunakan dalam pengelolaan perubahan adalah *Request for Information* (RFI),

yaitu dokumen resmi yang digunakan untuk meminta klarifikasi atau persetujuan terhadap suatu kondisi yang belum tercantum secara jelas dalam dokumen kontrak maupun gambar kerja.

Menurut Hinze (2011), penggunaan RFI yang efektif dapat membantu mengurangi kesalahan komunikasi, mempercepat pengambilan keputusan, dan meningkatkan koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Melalui mekanisme RFI, kontraktor, konsultan pengawas, konsultan perencana, dan pemilik proyek dapat mendiskusikan alternatif solusi yang paling tepat sebelum pekerjaan dilaksanakan. Dengan demikian, risiko kesalahan pelaksanaan dapat diminimalkan dan kualitas hasil pekerjaan dapat tetap terjaga.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perubahan desain memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja proyek konstruksi. Penelitian Tripoli (2017) mengenai modifikasi struktur pada bangunan bertingkat menunjukkan bahwa perubahan desain memerlukan evaluasi teknis yang komprehensif untuk memastikan keamanan struktur tetap terpenuhi. Penelitian Istimawan (2019) juga menemukan bahwa penyesuaian desain pada elemen struktur beton bertulang harus mempertimbangkan kapasitas beban serta kesesuaian dengan standar perencanaan yang berlaku. Namun demikian, kedua penelitian tersebut lebih berfokus pada aspek analisis struktural dan belum mengkaji secara mendalam proses koordinasi perubahan desain dalam manajemen proyek.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Pratama dan Nugroho (2021) menunjukkan bahwa keterlambatan pengambilan keputusan terhadap perubahan desain dapat menyebabkan peningkatan biaya proyek hingga 8–15% dari anggaran awal. Sementara itu, penelitian Sari et al. (2022) mengungkapkan bahwa implementasi sistem RFI yang terstruktur mampu meningkatkan efektivitas komunikasi proyek dan mengurangi potensi sengketa konstruksi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi perubahan desain tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh efektivitas koordinasi antar pemangku kepentingan.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang menarik untuk dikaji. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti aspek teknis perencanaan dan analisis struktur, sedangkan kajian yang mengintegrasikan perspektif manajemen proyek dengan pelaksanaan teknis perubahan desain masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengkaji proses penutupan *void area* pada Proyek Rehabilitasi Total SDN Dukuh 05 melalui pendekatan yang lebih komprehensif dengan menggabungkan aspek koordinasi proyek, mekanisme RFI, serta analisis teknis pelaksanaan pekerjaan sesuai ketentuan SNI 2847:2019.

Adapun tujuan penelitian ini meliputi empat aspek utama. Pertama, menganalisis proses koordinasi dan mekanisme persetujuan perubahan desain melalui sistem RFI. Kedua, mengevaluasi tahapan pelaksanaan teknis penutupan *void area* berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019. Ketiga, mengidentifikasi dampak perubahan desain terhadap biaya dan jadwal proyek. Keempat, merumuskan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan dalam penanganan kasus serupa pada proyek rehabilitasi gedung lainnya sehingga proses perubahan desain dapat dilaksanakan secara efektif, efisien, dan tetap memenuhi standar keselamatan konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Dari berbagai literatur yang ada, penanganan *void area* dalam struktur beton bertulang ternyata merupakan isu yang cukup penting dan perlu perhatian khusus, baik dari sisi struktural, teknis, maupun manajerial. Kusumawati dan Widodo (2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa *void* yang tidak punya fungsi jelas bisa mengurangi kekakuan lateral struktur dan bahkan menimbulkan konsentrasi tegangan sampai 30% pada zona tumpuan. Ini tentunya mempengaruhi distribusi beban dan stabilitas bangunan secara keseluruhan. Pratama dan Sari (2020) menambahkan bahwa kalau memang *void area* direncanakan untuk sirkulasi vertikal seperti tangga atau *lift*, perlu dipastikan bahwa keberadaannya tidak mengganggu struktur utama dan masih sesuai dengan fungsi bangunan. Sementara Hidayat dan Kurniawan (2021) lebih menekankan pada aspek keselamatan dan kenyamanan, terutama untuk desain tangga di bangunan sekolah yang harus memenuhi persyaratan tertentu seperti lebar minimum, tinggi langit-langit yang cukup, dan bebas dari halangan. Ketika *void* harus ditutup dengan pelat lantai tambahan, ada hal-hal teknis yang perlu diperhatikan. Wijaya dan Kusuma (2020) dalam penelitiannya tentang perencanaan pelat lantai tambahan untuk penutupan *void* menjelaskan bahwa detail sambungan dengan struktur yang sudah ada menjadi sangat krusial untuk memastikan integritas

struktural. Mereka merekomendasikan penggunaan penjangkaran tulangan minimum 40 kali diameter tulangan dan aplikasi *grouting* untuk memastikan ikatan yang sempurna antara beton lama dan baru.

Pelat lantai beton bertulang sendiri, Istimawan (2019) menjelaskan bahwa pelat lantai merupakan elemen struktur horizontal yang fungsinya memikul beban hidup dan beban mati, kemudian menyalurkannya ke balok dan kolom. Pelat lantai ini terdiri dari kombinasi beton yang kuat menahan gaya tekan dan tulangan baja yang kuat menahan gaya tarik, sesuai dengan yang diatur dalam SNI 2847:2019. Tripoli (2017) lebih detail lagi membahas bahwa kebutuhan tulangan dalam pelat lantai sangat dipengaruhi oleh distribusi beban dan konfigurasi struktur. Dari hasil penelitiannya, pelat lantai dengan bentang 4-6 meter biasanya memerlukan tulangan minimum D10-200 mm dengan tebal pelat minimal 120 mm, ini kalau menggunakan mutu beton fc' 25 MPa.

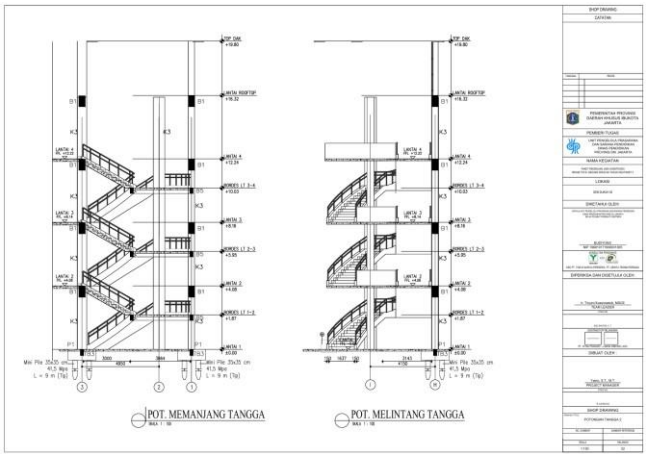
Setiawan dan Agus (2016) menambahkan catatan penting bahwa untuk pelat lantai tambahan yang fungsinya menutup *void*, perlu dipertimbangkan kontinuitas struktur dan kemampuan transfer beban ke elemen struktur yang sudah ada. Ini berarti detail sambungannya harus benar-benar diperhatikan. Winoto (2020) juga mengidentifikasi bahwa modifikasi struktur dalam rehabilitasi sekolah memerlukan perhatian khusus terhadap aspek keamanan dan kekuatan bangunan. Pendekatan yang disarankan adalah yang sistematis, melibatkan analisis struktural, perencanaan konstruksi, dan manajemen pelaksanaan yang terintegrasi.

Dari sisi manajemen, beberapa peneliti sudah meneliti tentang perubahan desain dalam proyek konstruksi dengan fokus yang berbeda-beda. Hermawan et al. (2020) menganalisis 15 proyek rehabilitasi sekolah di Jakarta dan menemukan fakta menarik bahwa ternyata 60% proyek mengalami perubahan desain struktural dengan rata-rata peningkatan biaya berkisar 5-8%. Ini menunjukkan bahwa perubahan desain memang perlu analisis khusus untuk memastikan keamanan dan kesesuaian dengan fungsi bangunan pendidikan.

Suseno (2024) menjelaskan tentang pentingnya mekanisme *Request for Information* (RFI) dalam manajemen perubahan desain. Menurutnya, *Contract Change Order* (CCO) yang didasarkan pada RFI berfungsi sebagai dasar hukum untuk mengubah ruang lingkup pekerjaan dan menjadi mekanisme pengendalian perubahan yang terstruktur. Dari penelitiannya terhadap proyek konstruksi di Kabupaten Cilacap, dia menemukan bahwa proyek dengan sistem RFI yang baik ternyata mengalami keterlambatan 15% lebih rendah dibandingkan dengan proyek yang tidak punya sistem RFI yang jelas. Ini cukup signifikan. Prasetyo dan Hartono (2021) meneliti perencanaan *rooftop* pada bangunan gedung bertingkat dan menekankan bahwa *rooftop* bangunan sekolah memerlukan perencanaan khusus terkait aspek keamanan dan fungsionalitas. Mereka merekomendasikan bahwa akses ke *rooftop* pada bangunan pendidikan sebaiknya dibatasi dengan sistem keamanan yang memadai. Sementara Sari dan Nugroho (2021) lebih fokus pada faktor keselamatan pengguna, sistem drainase yang baik, dan kemudahan akses untuk pemeliharaan. Dari studi kasus mereka pada 20 gedung sekolah di Jakarta, ternyata 70% gedung dengan *rooftop* yang tidak terencana dengan baik mengalami masalah kebocoran dan kerusakan struktural dalam 5 tahun pertama operasional. Angka yang cukup mengkhawatirkan.



Gambar 1. Denah Struktur Lantai Roof Top Sebelum Ditutup Pelat Lantai



Gambar 2. Potongan Memanjang Melintang Tangga Tipe 2

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode campuran (*mixed method*) yang menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif. Objek penelitiannya adalah pelaksanaan penutupan *void area* tangga tipe 2 pada Proyek Rehabilitasi Total SDN Dukuh 05 yang lokasinya di Jl. Penggilingan Baru No.26, RT.08/RW.04, Kelurahan Dukuh, Kecamatan Kramat Jati, Jakarta Timur. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, dari Januari sampai Juli 2025, bertepatan dengan masa magang.

Untuk pengumpulan data, ada tiga metode utama yang digunakan. Pertama, observasi lapangan. Observasinya mencakup seluruh proses pelaksanaan penutupan *void area*, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan bekisting, pembesian, pengecoran, sampai *finishing*. Untuk memastikan observasi berjalan sistematis, digunakan *checklist* observasi yang sudah disiapkan berdasarkan standar SNI 2847:2019.

Kedua, analisis dokumen. Dokumen-dokumen yang dianalisis cukup lengkap, mulai dari *shop drawing*, surat RFI, surat persetujuan dari konsultan perencana dan *owner*, Ijin Pelaksanaan Pekerjaan (IPL), Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Contract Change Order* (CCO), sampai laporan *progress* mingguan. Tujuan dari analisis dokumen ini adalah untuk memahami alur koordinasi, proses perubahan desain, dan dampaknya terhadap aspek biaya dan jadwal.

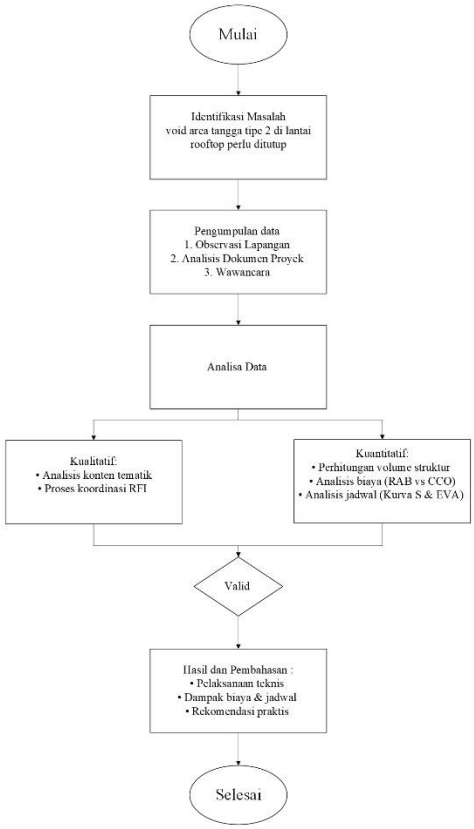
Ketiga, wawancara semi-terstruktur dengan 4 *key informan*. Informannya terdiri dari *Site Manager*, *QC Engineer*, *Drafter*, dan Pelaksana Lapangan. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses pengambilan keputusan, tantangan-tantangan yang dihadapi selama pelaksanaan, dan solusi-solusi yang diterapkan di lapangan.

Untuk analisis datanya, data kualitatif dari observasi dan wawancara dianalisis menggunakan teknik analisis konten tematik. Tujuannya untuk mengidentifikasi pola, tema, dan isu-isu kunci dalam proses pelaksanaan penutupan *void area*. Sementara data kuantitatif berupa perhitungan volume struktur, kebutuhan material, dan analisis biaya diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan AutoCAD.

Perhitungan volume struktur dilakukan berdasarkan SNI 2847:2019 dengan beberapa tahapan. Pertama, analisis dimensi balok BA2 (25×40 cm), B2A (30×60 cm), dan BK1 (30×55 cm). Kedua, perhitungan kebutuhan bekisting dan perancah. Ketiga, perhitungan pembesian berdasarkan *shop drawing* yang sudah disetujui. Dan terakhir, perhitungan volume pengecoran beton.

Untuk analisis dampak biaya, dilakukan perbandingan antara data RAB awal dengan CCO setelah terjadi perubahan desain. Rumus yang digunakan cukup sederhana: Persentase Peningkatan Biaya = [(Biaya CCO - Biaya RAB) / Biaya RAB] × 100%. Sementara untuk analisis dampak terhadap jadwal, dilakukan perbandingan antara kurva S rencana dengan *progress* aktual menggunakan metode *Earned Value Analysis* (EVA) untuk mengukur deviasi waktu pelaksanaan.

Validasi data dilakukan melalui tiga cara. Pertama, triangulasi sumber, yaitu membandingkan data dari berbagai informan. Kedua, triangulasi metode, yaitu membandingkan hasil observasi, dokumen, dan wawancara. Dan ketiga, *member checking*, yaitu konfirmasi hasil analisis dengan informan kunci untuk memastikan interpretasi data sudah tepat. Alur penelitian secara lengkap bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perubahan desain *void area* tangga tipe 2 menjadi pelat lantai diawali dengan identifikasi permasalahan oleh tim kontraktor pada Februari 2025. Tangga yang sebelumnya direncanakan untuk menghubungkan lantai 4 dengan *rooftop* akhirnya dihilangkan berdasarkan permintaan *owner* dengan dua pertimbangan utama yaitu optimalisasi fungsi ruang dan aspek keamanan siswa. Konsekuensi dari keputusan ini adalah terbentuknya *void area* seluas 36,48 m² pada elevasi +16,270 yang harus ditutup untuk menjaga integritas struktural bangunan.

Mekanisme koordinasi untuk perubahan desain ini dilakukan melalui sistem *Request for Information* (RFI) yang melibatkan empat pihak utama, yakni kontraktor pelaksana, konsultan pengawas, *owner* yang dalam hal ini adalah PPK Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta, serta konsultan perencana. Meskipun melibatkan berbagai pemangku kepentingan, proses koordinasi berlangsung cukup efisien karena responsivitas yang baik dari seluruh pihak.

Pada tanggal 5 Maret 2025, kontraktor mengajukan surat RFI kepada konsultan pengawas yang dilengkapi dengan *shop drawing* usulan penutupan *void area*. Dokumen ini mencakup denah lantai *rooftop* dan potongan tangga tipe 2 yang menunjukkan bahwa area yang sebelumnya direncanakan untuk tangga akan ditutup menggunakan pelat lantai beton bertulang dengan ketebalan 125 mm dan penulangan berupa *wiremesh* M10-150 *double layer*.



F-06

Pemberi Tugas	Konsultan Pengawas	Kontraktor
UNIT PENGELOLA PRASARANA DAN SARANA PENDIDIKAN	KSO PT. YODYA KARYA (PERSERO), PT. ARINTA TEKNIK PERSADA	PT. CITRA PRASASTI - CAKRA WIBOWO, KSO

Nama Paket : Jasa Konstruksi Rehab Total Gedung Sekolah Tahun 2024 Paket 2
Nama Kegiatan : SDN DUKUH 05
Hari/ Tanggal : Rabu, 05 Maret 2025
Nomor : 007/RFI/DUKUH/STR/CP-CW/III/2025

REQUEST FOR INFORMATION (RFI)

Kepada Yth : Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) Dinas Pendidikan DKI Jakarta
Perihal : Perubahan dan Penentuan Gambar Kerja
Lampiran :
Bidang Pekerjaan : ☑ - Struktur ☐ - Arsitektur ☐ - MEP ☐ - .....

NO	PERTANYAAN	Gambar Nomor	Spesifikasi Nomor
1	Pada gambar struktur rooftop area tangga type 2 yang awalnya menggunakan dinding dan atap curtain wall, sesuai arahan dari perencana tanggal 05 Maret 2025 ditadakan dan berubah menjadi atap dak beton, dan diajukan : Untuk kolom menggunakan kolom K4 ukuran 30 x 30 cm Untuk balok menggunakan BK2 ukuran 25 x 40 cm, B2A ukuran 30 x 60 cm, dan BK1 ukuran 30 x 55 cm Untuk pelat menggunakan tebal 12,5 cm dan menggunakan penulangan wiremash M10 - 150 double layer	Halaman 87 dan 88	

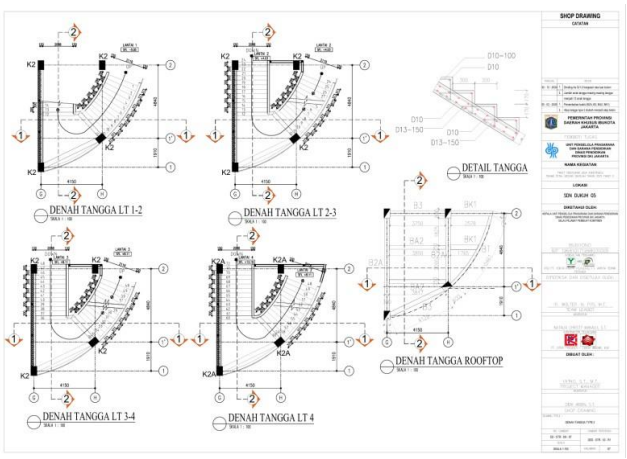
Demikian RFI ini disampaikan untuk dapat di tindak lanjuti, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih

JAWABAN	TANGGAL :

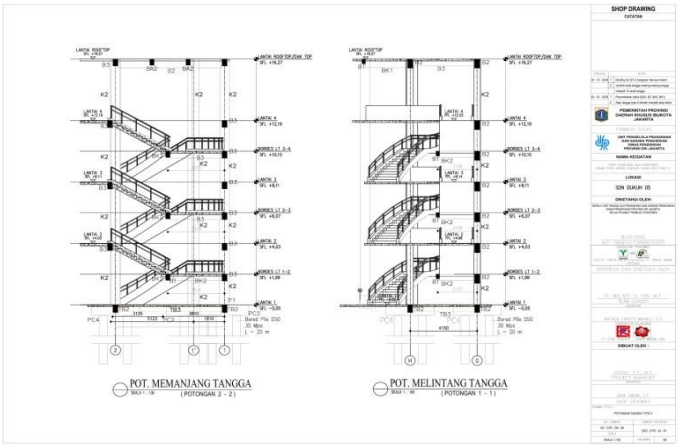
Diperiksa/ Disetujui oleh :		Diajukan oleh :
Diterima Tanggal ...../...../.....	Diterima Tanggal ...../...../.....	Diajukan Tanggal ...../...../.....
Konsultan Pengawas	Konsultan Perencana	Kontraktor
KSO PT. Yodya Karya (Persero), PT. Arinta Teknik Persada	PT. Kanta Karya Utama KSO PT. Rekakota Manajemen Konsultan	PT. CITRA PRASASTI - CAKRA WIBOWO, KSO
..... Team Leader	..... Team Leader	.....

Pemberian izin ini sama sekali tidak membebaskan tanggung jawab kontraktor atas pemenuhan dalam dokumen kontrak

Gambar 4. Surat *Request For Information* (RFI)



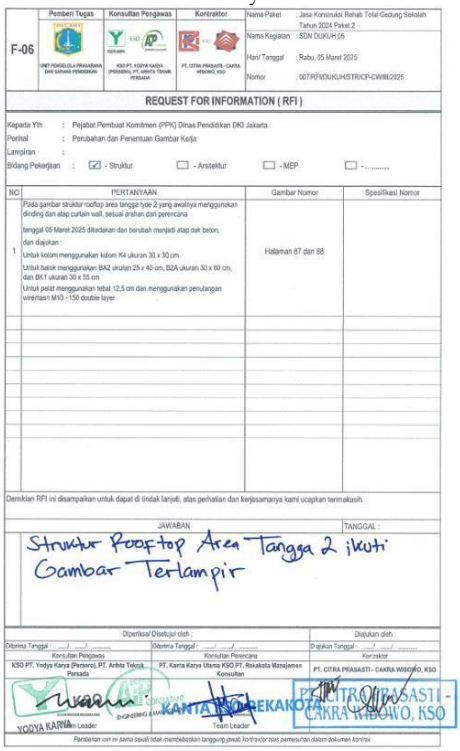
Gambar 5. Denah Tangga Tipe 2



Gambar 6. Potongan Tangga Tipe 2

Konsultan pengawas selanjutnya meneruskan surat RFI melalui *owner* kepada konsultan perencana untuk dilakukan perhitungan struktur ulang dan verifikasi desain. Pada tanggal 10 Maret 2025, konsultan perencana memberikan respons dengan melakukan analisis untuk memastikan bahwa penambahan pelat lantai tidak menyebabkan *overstress* pada struktur eksisting. Konsultan perencana menyetujui usulan dengan memberikan beberapa catatan teknis, terutama berkaitan dengan detail sambungan tulangan dan spesifikasi beton. Surat persetujuan dilengkapi dengan *shop drawing* revisi yang telah diverifikasi secara struktural.

Setelah memperoleh persetujuan dari konsultan perencana, konsultan pengawas memberikan rekomendasi persetujuan kepada *owner* dari perspektif teknis pengawasan dengan memastikan bahwa usulan penutupan *void* tidak mengganggu sistem struktur eksisting dan memenuhi persyaratan SNI 2847:2019. Setelah seluruh proses persetujuan selesai, kontraktor menerbitkan Ijin Pelaksanaan Pekerjaan (IPL) dan memulai mobilisasi sumber daya.



F-06

Pemberi Tugas	Konsultan Pengawas	Kontraktor
UNIT PENGELOLA PRASARANA DAN SARANA PENDIDIKAN	KSO PT. YODYA KARYA (PERSERO), PT. ARKITA TEKNIK PERSADA	PT. CITRA PRASASTI - CAKRA WIBOWO, KSO

Nama Paket : Jasa Konstruksi Rehab Total Gedung Sekolah Tahun 2024 Paket 2
Nama Kegiatan : SDN DUKUH 05
Hari/ Tanggal : Rabu, 05 Maret 2025
Nomor : 007/RFI/DUKUH/STR/CP-CWIB/2025

REQUEST FOR INFORMATION (RFI)

Kepada Yth : Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) Dinas Pendidikan DKI Jakarta
Perihal : Perubahan dan Penentuan Gambar Kerja
Lampiran :
Bidang Pekerjaan : ☑ - Struktur ☐ - Arsiteitur ☐ - MEP ☐ -.....

NO	PERTANYAAN	Gambar Nomor	Spesifikasi Nomor
1	Pada gambar struktur rooftop area tangga type 2 yang awalnya menggunakan dinding dan atap curtain wall, sesuai arahan dari perencana tanggal 05 Maret 2025 ditiadakan dan berubah menjadi atap dak beton, dan diajukan : Untuk kolom menggunakan kolom K4 ukuran 30 x 30 cm Untuk balok menggunakan BA2 ukuran 25 x 40 cm, B2A ukuran 30 x 60 cm, dan BK1 ukuran 30 x 55 cm Untuk pelat menggunakan tebal 12,5 cm dan menggunakan perulangan wiremesh M10 - 150 double layer	Halaman 87 dan 88	

Demikian RFI ini disampaikan untuk dapat di tindak lanjuti, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih

JAWABAN : TANGGAL :

Struktur Rooftop Area Tangga 2 ikuti Gambar Terlampir

Diperiksa/ Disetujui oleh : Diajukan oleh :

Diterima Tanggal	Diterima Tanggal	Diajukan Tanggal
Konsultan Pengawas	Konsultan Perencana	Kontraktor
KSO PT. Yodya Karya (Persero), PT. Arkita Teknik Persada	PT. Karta Karya Utama KSO PT. Rotakota Manajemen Konsultan	PT. CITRA PRASASTI - CAKRA WIBOWO, KSO
Team Leader	Team Leader	

Pemberian ceri ini sama sekali tidak membebaskan tanggung jawab kontraktor atas pemenuhan dalam dokumen kontrak

Gambar 7. Jawaban Surat *Request For Information* (RFI) Dari Perencana

Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem RFI yang terstruktur dan melibatkan seluruh pemangku kepentingan terbukti efektif dalam mengelola perubahan desain. Responsivitas konsultan perencana yang memberikan respons dalam waktu 5 hari kerja untuk melakukan analisis struktural dan verifikasi desain mencerminkan koordinasi yang baik antar pihak. Hal ini sejalan dengan temuan Suseno (2024) yang menyatakan bahwa proyek dengan sistem RFI yang baik mengalami keterlambatan lebih rendah dibandingkan proyek tanpa sistem RFI yang terstruktur. Proses yang efisien ini berhasil meminimalkan potensi permasalahan struktural dan legal yang mungkin muncul di kemudian hari. Pelaksanaan teknis penutupan *void area* dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis berdasarkan standar SNI 2847:2019, meliputi persiapan dan fabrikasi material, pemasangan perancah dan bekisting, pembesian balok dan pelat lantai, serta pengecoran dan perawatan beton. Tahap persiapan diawali dengan fabrikasi tulangan baja untuk balok dan pelat lantai. Berdasarkan *shop drawing* yang telah disetujui, terdapat kebutuhan untuk tiga tipe balok, yaitu 2 buah Balok BA2 dengan dimensi 25×40 cm dan bentang 3850 mm menggunakan tulangan utama D19 serta sengkang D10-200, 1 buah Balok B2A dengan dimensi 30×60 cm dan bentang 4328 mm menggunakan tulangan utama D16 serta sengkang D10-150, dan 1 buah Balok BK1 dengan dimensi 30×55 cm dan bentang 1765 mm menggunakan tulangan utama D22 dan D19 dengan sengkang D10-100.

Fabrikasi tulangan dilaksanakan di area fabrikasi proyek menggunakan *bar bender* dan *bar cutting* dengan memperhatikan detail penjangkaran minimum 12db untuk tulangan utama dan penggunaan

kawat bendrat untuk pengikatan. Total kebutuhan tulangan untuk balok mencapai 390,48 kg dengan rincian tulangan D22 seberat 90,44 kg, D19 seberat 219,97 kg, D16 seberat 47,89 kg, dan D10 seberat 100,55 kg.

Sistem perancah yang digunakan adalah *Pipe Support & Cup-lock* (PCH) dengan konfigurasi *jack base*, pipa *support*, *ledger*, dan *U-head*. Perhitungan kebutuhan perancah untuk ketiga tipe balok menghasilkan total 24 unit pipa *support*, 24 unit *jack base*, 24 unit *U-head*, 96 unit *ledger*, 12 unit suri-suri, 24 unit penyiku, dan 48 unit *tie rod*.

Pemasangan bekisting menggunakan *plywood* multiplek dengan dimensi 2440×1220×12 mm yang dibagi menjadi *bottomform* dan *sideform* dengan

mempertimbangkan tinggi balok dikurangi tebal pelat (125 mm) untuk memastikan elevasi bekisting balok sejajar dengan bekisting pelat. Total kebutuhan *plywood* untuk bekisting balok adalah 7 lembar dengan rincian 4 lembar untuk BA2, 2 lembar untuk B2A, dan 1 lembar untuk BK1. Untuk bekisting pelat lantai yang memiliki bentuk ¼ lingkaran tidak sempurna dengan luas 36,48 m^2, digunakan 13 lembar *plywood*. Sistem pendukung bekisting pelat menggunakan *hollow* 50×50×3 mm sebagai balok melintang dan memanjang dengan jarak antar *hollow* 300 mm.

Pembesian balok dilaksanakan sesuai dengan detail *shop drawing* yang telah disetujui. Untuk Balok BA2, digunakan tulangan menerus atas 5D19 sepanjang bentang, tulangan ekstra atas 7D19 pada zona tumpuan (¼L), tulangan lapangan bawah 5D19 pada zona lapangan (½L), dan tulangan tumpuan bawah 5D19 pada zona tumpuan (¼L). Tulangan sengkang D10-150 dipasang dengan jarak yang lebih rapat pada zona tumpuan dan jarak 200 mm pada zona lapangan.

Pembesian pelat lantai menggunakan *wiremesh* M10-150 *double layer* dengan total kebutuhan 8 lembar *wiremesh* atau setara 378,3 kg. Pemasangan dimulai dengan lapis bawah arah x dan y, kemudian dipasang cakar ayam untuk menjaga jarak antara tulangan atas dan bawah, diikuti pemasangan lapis kedua yang hanya terdapat pada bagian tumpuan pelat lantai. *Overlap* sambungan *wiremesh* sepanjang 200 mm dan *overlap* ke balok juga 200 mm diperhitungkan untuk memastikan kontinuitas struktur. Total berat tulangan untuk seluruh pekerjaan penutupan *void area* adalah 552,5 kg yang terdiri dari 390,48 kg untuk balok dan 162,02 kg untuk pelat. Beton *decking* dipasang dengan jarak 1500 mm untuk balok dan 1000 mm untuk pelat dengan total kebutuhan 32 buah.

Pengecoran dilakukan secara bersamaan untuk balok dan pelat lantai menggunakan beton *ready mix* dengan mutu fc' 24,9 MPa. Volume pengecoran total adalah 5,986 m^3 yang terdiri dari 1,1 m^3 untuk balok BA2, 0,297 m^3 untuk balok B2A, 0,225 m^3 untuk balok BK1, dan 4,56 m^3 untuk pelat lantai. Sebelum dilakukan pengecoran, dilakukan uji *slump* dengan target nilai 12±2 cm sesuai spesifikasi teknis proyek.

Proses pengecoran menggunakan *concrete pump* dengan tinggi jatuh tidak lebih dari 1 meter untuk mencegah segregasi. Pemadatan dilakukan menggunakan *concrete vibrator* dengan jarak penggetaran yang teratur. Permukaan pelat diratakan menggunakan raskam hingga mencapai elevasi yang direncanakan. Perawatan beton (*curing*) dilakukan dengan metode penyiraman air minimal 2 kali sehari selama 14 hari untuk mempertahankan kondisi lembab dan mencegah kehilangan air pada awal pengerasan beton. Pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai dilakukan setelah umur beton mencapai 21 hari dengan syarat beton telah diuji kuat tekannya dan dipastikan mampu menahan beban sendiri.

Analisis dampak biaya dilakukan dengan membandingkan data RAB awal dengan CCO setelah terjadinya perubahan desain. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan penutupan *void area* tangga tipe 2 menyebabkan peningkatan biaya material sebesar Rp 32.463.862,89 atau 3,02% dari total biaya pekerjaan struktur zona tersebut. Rincian peningkatan biaya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Biaya RAB Dengan CCO

Item Pekerjaan	RAB Awal (Rp)	CCO (Rp)	Selisih (Rp)
Beton *Ready Mix*	425.380.250	438.245.820	12.865.570
Tulangan Baja	315.228.640	330.842.385	15.613.745

Bekisting & Perancah	245.650.380	248.235.928	2.585.548
Pekerjaan Tambahan	82.562.350	83.961.350	1.399.000
Total	**1.068.821.620**	**1.101.285.483**	**32.463.863**

Peningkatan biaya sebesar 3,02% yang terjadi akibat perubahan desain penutupan void area pada proyek rehabilitasi gedung sekolah ini masih berada dalam kategori wajar dan dapat diterima dalam praktik manajemen konstruksi. Kenaikan biaya tersebut menunjukkan bahwa perubahan desain yang dilakukan tidak menimbulkan konsekuensi finansial yang signifikan terhadap total nilai kontrak proyek. Temuan ini sejalan dengan penelitian Hermawan et al. (2020) yang menyatakan bahwa perubahan desain struktural pada proyek rehabilitasi bangunan umumnya menyebabkan peningkatan biaya antara 5–8% dari nilai pekerjaan terkait. Dengan demikian, persentase kenaikan biaya yang lebih rendah pada penelitian ini mengindikasikan bahwa proses identifikasi kebutuhan perubahan, penyusunan desain alternatif, serta pengendalian biaya telah dilakukan secara efektif.

Rendahnya peningkatan biaya tersebut juga dapat dikaitkan dengan proses Request for Information (RFI) yang berjalan secara sistematis dan terdokumentasi dengan baik. Melalui mekanisme RFI, kontraktor dapat mengkomunikasikan kebutuhan perubahan kepada konsultan perencana dan pihak pemilik proyek sebelum pekerjaan dilaksanakan. Proses ini memungkinkan seluruh pihak untuk mengevaluasi dampak teknis maupun finansial secara komprehensif sehingga keputusan perubahan dapat diambil secara tepat dan cepat. Selain itu, penggunaan struktur eksisting sebagai bagian dari sistem pendukung pelat lantai baru turut membantu mengurangi kebutuhan material dan pekerjaan tambahan yang berpotensi meningkatkan biaya secara signifikan.

Dari aspek waktu pelaksanaan, analisis dampak perubahan desain dilakukan dengan membandingkan jadwal rencana berdasarkan kurva S dengan capaian progress aktual di lapangan. Kurva S merupakan salah satu alat pengendalian proyek yang banyak digunakan untuk memantau hubungan antara waktu dan progres pekerjaan secara kumulatif. Berdasarkan jadwal awal proyek, pekerjaan dinding lantai rooftop direncanakan mencapai penyelesaian 100% pada minggu ke-38 atau akhir Juni 2025, sedangkan pekerjaan finishing dak atap ditargetkan selesai pada minggu ke-48 atau pertengahan Juli 2025. Jadwal tersebut disusun berdasarkan urutan pekerjaan yang mempertimbangkan ketergantungan antaraktivitas konstruksi.

Hasil monitoring menunjukkan bahwa pekerjaan dinding lantai rooftop berhasil mencapai progres 100% tepat pada minggu ke-38 sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Capaian ini menunjukkan bahwa pekerjaan penutupan void yang dimulai sejak Maret 2025 tidak memberikan dampak signifikan terhadap pekerjaan dinding maupun aktivitas lain yang berada pada jalur kritis proyek. Keberhasilan menjaga kesesuaian jadwal tersebut menunjukkan efektivitas koordinasi antar pihak proyek serta kemampuan kontraktor dalam mengintegrasikan pekerjaan tambahan ke dalam jadwal pelaksanaan yang telah ada.

Meskipun demikian, dampak perubahan desain mulai terlihat pada pekerjaan finishing dak atap. Berdasarkan hasil monitoring pada minggu ke-46, progres pekerjaan finishing dak atap baru mencapai 98,35%, sehingga terdapat deviasi sebesar 1,65% dibandingkan dengan target rencana. Keterlambatan ini terutama disebabkan oleh adanya kebutuhan waktu curing atau pengeringan beton pelat lantai baru selama kurang lebih 21 hari sebelum area tersebut dapat menerima pekerjaan lanjutan berupa waterproofing, screeding, maupun pekerjaan finishing lainnya. Dalam pekerjaan beton bertulang, proses curing merupakan tahapan yang tidak dapat diabaikan karena berpengaruh langsung terhadap pencapaian kuat tekan beton sesuai desain. Oleh karena itu, keterlambatan yang terjadi lebih disebabkan oleh kebutuhan teknis untuk menjamin kualitas struktur daripada akibat lemahnya pengendalian proyek.

Jika dibandingkan dengan berbagai kasus perubahan desain pada proyek konstruksi lainnya, keterlambatan sebesar 1,65% dapat dikategorikan sebagai dampak yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan desain yang terjadi tidak mengganggu jalannya proyek secara keseluruhan. Keberhasilan tersebut didukung oleh strategi percepatan yang diterapkan kontraktor melalui optimalisasi pekerjaan pada area lain yang tidak terdampak perubahan desain. Pendekatan ini memungkinkan sumber daya tenaga kerja, peralatan, dan material tetap dimanfaatkan secara maksimal

sehingga produktivitas proyek dapat dipertahankan. Strategi tersebut sesuai dengan konsep manajemen proyek modern yang menekankan pentingnya fleksibilitas, rescheduling, dan adaptasi terhadap perubahan kondisi lapangan sebagaimana dijelaskan oleh Suseno (2024).

Temuan penelitian ini juga memperlihatkan bahwa keberhasilan pengelolaan perubahan desain tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kualitas komunikasi dan koordinasi antar pemangku kepentingan proyek. Perubahan desain sering kali menjadi sumber konflik antara pemilik proyek, konsultan, dan kontraktor apabila tidak disertai dokumentasi yang jelas. Namun pada penelitian ini, seluruh proses perubahan dilakukan melalui tahapan formal mulai dari pengajuan RFI, evaluasi teknis, penerbitan gambar revisi, hingga persetujuan pelaksanaan pekerjaan. Mekanisme tersebut terbukti mampu meminimalkan potensi perselisihan, klaim biaya tambahan, maupun perbedaan interpretasi terhadap desain yang akan dilaksanakan.

Dari perspektif manajerial, hasil penelitian menegaskan pentingnya penerapan sistem administrasi proyek yang terstruktur dalam menghadapi perubahan desain selama pelaksanaan konstruksi. Dokumentasi yang lengkap memberikan dasar yang kuat dalam proses pengambilan keputusan sekaligus menjadi bukti administratif apabila di kemudian hari terjadi audit maupun evaluasi proyek. Selain itu, keterlibatan aktif konsultan perencana dalam proses verifikasi desain perubahan memastikan bahwa modifikasi yang dilakukan tetap memenuhi persyaratan keamanan, fungsi bangunan, dan ketentuan teknis yang berlaku. Dengan demikian, perubahan desain tidak hanya menyelesaikan kebutuhan fungsional pengguna bangunan, tetapi juga tetap menjaga kualitas dan keselamatan struktur.

Dari aspek teknis, penutupan void area merupakan pekerjaan yang memerlukan perhatian khusus karena melibatkan penyambungan antara struktur eksisting dan struktur baru. Kontinuitas struktur harus dijamin melalui penggunaan detail sambungan yang memadai, termasuk panjang penyaluran tulangan, penjangkaran minimum sebesar 12db, serta penggunaan material grouting pada area sambungan. Langkah tersebut bertujuan untuk menciptakan transfer gaya yang efektif antara beton lama dan beton baru sehingga struktur dapat bekerja sebagai satu kesatuan sistem. Selain itu, seluruh perhitungan struktur harus mengacu pada ketentuan SNI 2847:2019 agar kapasitas struktur yang dihasilkan mampu menahan beban mati, beban hidup, serta kombinasi pembebanan lainnya sesuai fungsi bangunan.

Pelaksanaan pekerjaan di lapangan juga harus mengikuti prosedur standar konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan, pemasangan bekisting, fabrikasi dan pemasangan tulangan, pengecoran beton, hingga proses curing. Setiap tahapan memerlukan pengawasan mutu yang ketat untuk memastikan spesifikasi teknis yang direncanakan dapat tercapai. Kegagalan pada salah satu tahapan berpotensi menurunkan kualitas struktur dan menimbulkan biaya perbaikan yang lebih besar pada masa mendatang. Oleh karena itu, penerapan quality control dan quality assurance secara konsisten menjadi faktor penting dalam keberhasilan pekerjaan penutupan void area.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan desain penutupan void area pada proyek rehabilitasi gedung sekolah dapat dilaksanakan dengan baik melalui kombinasi antara pengelolaan administrasi proyek yang efektif, koordinasi antar pihak yang intensif, serta penerapan metode teknis yang sesuai standar. Dampak terhadap biaya dan waktu proyek terbukti masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, yaitu peningkatan biaya sebesar 3,02% dan keterlambatan progres sebesar 1,65%. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan desain tidak selalu berdampak negatif terhadap kinerja proyek apabila dikelola secara profesional melalui perencanaan yang matang, komunikasi yang efektif, dan pengendalian yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis proses pelaksanaan penutupan *void area* tangga tipe 2 yang berubah fungsi menjadi pelat lantai pada Proyek Rehabilitasi Total SDN Dukuh 05. Mekanisme koordinasi melalui sistem *Request for Information* (RFI) yang melibatkan kontraktor, konsultan pengawas, *owner*, dan konsultan perencana terbukti efektif dalam mengelola perubahan desain, dimana proses yang dimulai pada 5 Maret 2025 mendapat respons dari konsultan perencana pada 10 Maret 2025 menunjukkan koordinasi yang baik antar pihak. Pelaksanaan teknis penutupan *void area* seluas 36,48 m^2 pada elevasi +16,270 dilakukan secara sistematis berdasarkan SNI 2847:2019 dengan total volume

beton 5,986 m^3, kebutuhan tulangan 552,5 kg, dan bekisting 49,83 m^2. Dampak perubahan desain terhadap biaya dan jadwal dapat dikelola dengan baik, dimana peningkatan biaya sebesar 3,02% dan keterlambatan *progress* sebesar 1,65% masih tergolong wajar. Penelitian ini menghasilkan rekomendasi praktis yang mencakup aspek perencanaan, pelaksanaan, dan monitoring untuk penanganan perubahan desain serupa. Kontribusi penelitian terletak pada dokumentasi komprehensif yang mengintegrasikan perspektif manajemen proyek dengan analisis teknis pelaksanaan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan studi komparatif pada beberapa proyek dengan karakteristik berbeda, menganalisis dampak jangka panjang terhadap performa struktural, mengembangkan model prediktif dampak biaya dan jadwal, serta meneliti aspek komunikasi tim proyek dalam merespon perubahan desain.

REFERENCES

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Barrie, D. S., & Paulson, B. C. (2018). *Professional construction management* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Ching, F. D. K. (2015). *Building construction illustrated* (5th ed.). John Wiley & Sons.

Fisk, E. R., & Reynolds, W. D. (2014). *Construction project administration* (10th ed.). Pearson Education.

Gunawan, R., & Wahyudi, L. (2019). Evaluasi kinerja sistem *Request for Information* (RFI) dalam proyek konstruksi. *Jurnal Manajemen Konstruksi*, 5(2), 78–89.

Hermawan, A., Setiawan, B., & Nugraha, D. (2020). Analisis faktor-faktor penyebab perubahan desain pada proyek konstruksi gedung. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 87–96.

Hermawan, D., Kusuma, A., & Wijaya, T. (2020). Analisis modifikasi struktur pada rehabilitasi bangunan sekolah di Jakarta. *Jurnal Konstruksi Bangunan*, 8(2), 89–102.

Hidayat, A., & Kurniawan, B. (2021). Analisis desain tangga pada bangunan sekolah berdasarkan aspek keselamatan dan kenyamanan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 12(1), 78–85.

Hinze, J. (2011). *Construction contracts* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Istimawan, D. (2019). Analisis perubahan desain struktur beton bertulang pada proyek gedung bertingkat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 45–53.

Istimawan, D. (2019). Perencanaan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2019. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 145–158.

Kusumawati, R., & Widodo, A. (2019). Pengaruh keberadaan *void* terhadap perilaku struktur gedung bertingkat. *Jurnal Teknik Struktur*, 7(2), 112–121.

Kusumawati, R., & Widodo, S. (2019). Pengaruh *void area* terhadap kekakuan lateral struktur bangunan bertingkat. *Jurnal Rekayasa Struktur*, 7(1), 34–47.

Mulyasa, E. (2017). *Manajemen berbasis sekolah*. PT Remaja Rosdakarya.

Pratama, R., & Nugroho, S. (2021). Dampak perubahan desain terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek konstruksi. *Jurnal Konstruksia*, 12(1), 56–67.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020). Pengaruh penambahan serbuk besi terhadap kuat tekan beton mutu K225. *Jurnal Deformasi*, 5(2), 103–112.

Sari, D., Wibowo, A., & Kurniawan, F. (2022). Implementasi *Request for Information* (RFI) dalam meningkatkan efektivitas komunikasi proyek konstruksi. *Jurnal Manajemen Konstruksi Indonesia*, 11(2), 88–98.

Schodek, D. L. (2014). *Structures* (7th ed.). Pearson Education.

Seno, R. H. T., & Ahyudanari, E. (2015). Evaluasi kekuatan perkerasan sisi udara (*runway, taxiway, apron*) Bandara Juanda dengan metode perbandingan ACN-PCN. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), E10–E15.

Suharno, H. (2015). *Manajemen dan perencanaan bandar udara* (Edisi 2). Rajawali Pers.

Tripoli, M. (2017). Kajian modifikasi struktur pada bangunan bertingkat akibat perubahan desain konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(1), 23–31.