

Analisis Manajemen Konstruksi Pemeliharaan Dermaga Pelabuhan Pulau Untung Jawa: Tinjauan Mutu, Rab, dan Pengendalian Waktu

Rachmaiyanti¹, Edison Hatoguan Manurung²

¹⁻²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Jakarta, Indonesia
email: rachmaiyanti8@gmail.com¹, edisonmanurung2010@yahoo.com²

Article Info

Article history:

Received June 20, 2026

Revised July 11, 2026

Accepted July 16, 2026

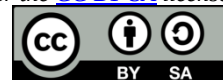
Keywords:

Concrete, Evaluation of Time and Cost Control in Construction Projects.

ABSTRACT

Maritime infrastructure in the tidal area of Untung Jawa Island Port is vulnerable to material degradation due to seawater corrosion and ship impacts. This study aims to evaluate the Untung Jawa Island Port Pier Maintenance Project implemented by PT Arideza Maju Bersama under UPPD I of the DKI Jakarta Transportation Agency based on three pillars of construction management (triple constraints). The research method used is descriptive quantitative-qualitative field case study by examining K-250 maritime concrete ($f'_c = 21.7$ MPa), a budget of Rp 264,014,100.81 (12% VAT), and the S-Curve from Week 1 to Week 9. The results of the analysis show efficient budget absorption under the ceiling without additional work, with SMKK priority since the beginning of work to ensure zero accidents. However, the time aspect experienced cumulative delays with the deepest critical point in Week 7 (deviation -5.084%) due to tidal constraints (tidal window 1.2 meters), sea logistics constraints from Tanjung Pasir, and the active public port area. The implementation of a crashing program, consisting of night shifts during the BMKG's maximum low tide, the implementation of a bulk logistics system, and the addition of parallel finishing teams, successfully restored physical progress, achieving 100% on-time completion in Week 9 (May 1, 2026). Suggestions include the integration of BMKG data into the master plan schedule, the implementation of a minimum of 15% site stockpiling of materials, and the digitalization of a cloud-based S-Curve system.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received June 20, 2026

Revised July 11, 2026

Accepted July 16, 2026

Kata Kunci:

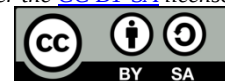
Beton Evaluasi Pengendalian Waktu dan Biaya Pada Proyek Konstruksi.

ABSTRAK

Infrastruktur maritim di area pasang surut Pelabuhan Pulau Untung Jawa rentan mengalami degradasi material akibat korosi air laut dan benturan kapal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi Proyek Pemeliharaan Dermaga Pelabuhan Pulau Untung Jawa yang dilaksanakan oleh PT Arideza Maju Bersama di bawah UPPD I Dinas Perhubungan DKI Jakarta berdasarkan tiga pilar manajemen konstruksi (triple constraints). Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif-kualitatif studi kasus lapangan dengan meneliti beton maritim K-250 ($f'_c = 21,7$ MPa), anggaran biaya senilai Rp 264.014.100,81 (PPN 12%), serta Kurva S dari Minggu Ke-1 hingga Minggu Ke-9. Hasil analisis menunjukkan penyerapan anggaran efisien di bawah pagu tanpa pekerjaan tambah, dengan prioritas SMKK sejak awal kerja untuk menjamin zero accident. Namun, aspek waktu mengalami keterlambatan kumulatif dengan titik kritis terdalam pada Minggu Ke-7 (deviasi -5,084%) akibat kendala pasang surut air laut (tidal window 1,2 meter), kendala logistik laut dari Tanjung Pasir, dan area pelabuhan publik aktif. Implementasi crashing program berupa kerja lembur malam (night shift) saat air surut maksimum BMKG, penerapan bulk logistical system, dan penambahan regu finishing paralel berhasil memulihkan progres fisik hingga mencapai penyelesaian 100% tepat waktu pada Minggu Ke-9 (01 Mei 2026). Sebagai saran, disarankan integrasi data BMKG pada jadwal rencana

induk, penerapan site stockpiling material minimal 15%, dan digitalisasi sistem Kurva S berbasis cloud.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Rachmaiyanti¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Jakarta, Indonesia

email: rachmaiyanti8@gmail.com¹

PENDAHULUAN

Pelabuhan Pulau Untung Jawa memiliki peran yang sangat strategis sebagai gerbang pariwisata utama sekaligus hub pergerakan logistik penting di kawasan Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta.¹ Mengingat tingginya intensitas kapal motor penumpang dan logistik yang bersandar setiap hari, keandalan struktural dermaga dan fasilitas terminal penunjang mutlak harus dijaga dalam kondisi prima. Namun, letak geografis dermaga di lingkungan lepas pantai membuatnya rentan terhadap serangan korosi air asin, fluktuasi suhu harian, pasang surut air laut, serta gesekan lambung kapal yang mendegradasi kekuatan fisik selimut beton tumpuan dan bantalan karet dermaga (fender).² Guna mengembalikan performa keandalan aset, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Unit Penyelenggara Pelabuhan Daerah I (UPPD I) Dinas Perhubungan mendelegasikan paket pekerjaan "Konstruksi Pemeliharaan Dermaga Pelabuhan Pulau Untung Jawa" kepada kontraktor pelaksana PT Arideza Maju Bersama dengan nilai kontrak Rp 264.014.100,81 (termasuk PPN 12%) dengan durasi kerja 60 hari kalender (03 Maret s.d. 01 Mei 2026).

Penelitian ini memfokuskan analisis pada evaluasi keselarasan metode teknis di area laut agresif, kesesuaian penyerapan pengeluaran finansial aktual terhadap dokumen anggaran rencana (RAB), serta efisiensi waktu jadwal pelaksanaan mingguan³. Melalui pemantauan instrumen Kurva S, penelitian ini mengkaji fenomena penurunan efisiensi waktu kerja di lapangan yang sempat mengalami keterlambatan kritis, serta menguji efektivitas program percepatan (crashing program) yang sukses menyelamatkan proyek hingga serah terima pertama pekerjaan (Provisional Hand Over / PHO) tepat waktu pada Minggu Ke-9.⁴

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif analitis dengan metode kuantitatif dan kualitatif berbasis studi kasus lapangan (field case study). Objek penelitian adalah Proyek Konstruksi Pemeliharaan Dermaga Pelabuhan Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu.

Data primer dikumpulkan melalui observasi pengawasan harian metode pengecoran beton skoneng K-250, pemasangan angkur pengikatan unit fender, pengujian dimensi fisik, wawancara taktis bersama pelaksana PT Arideza Maju Bersama, serta pencatatan rona cuaca harian di lokasi. Data sekunder berupa dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) rencana, laporan harian, laporan mingguan (M1 s.d. M9), serta dokumen Time Schedule rencana (Kurva S).⁵

¹ Manurung, E. H., "Analisis Kinerja Infrastruktur Pelabuhan di Wilayah Kepulauan," *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 2022.

² Pratama, R., "Degradasi Material Beton pada Lingkungan Air Laut," *Jurnal Rekayasa Struktur*, 2021.

³ Santoso, B., "Evaluasi Penyerapan Biaya dan Efisiensi Waktu pada Proyek Konstruksi," *Jurnal Ekonomi dan Teknik*, 2024.

⁴ Wijaya, S., "Optimalisasi Crashing Program dalam Proyek Maritim," *Jurnal Proyek Konstruksi*, 2025.

⁵ Manurung, E. H., "Strategi Pengendalian Biaya dan Waktu pada Proyek Konstruksi di Wilayah Pesisir," *Jurnal Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 2024.

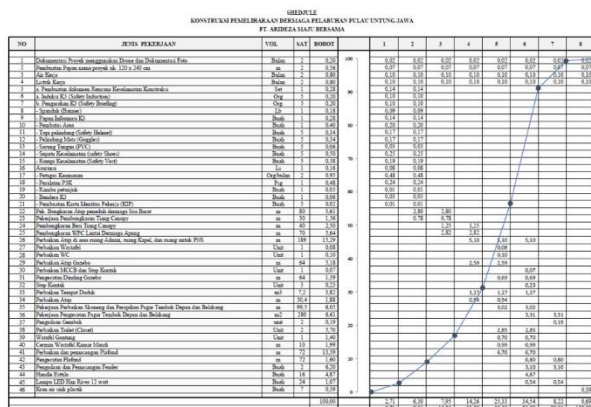
Instrumen analisis diklasifikasikan ke dalam tiga parameter:

- 1) Analisis Mutu Teknis: Kajian teoretis hidrasi semen komposit maritim, persamaan kimiawi reaksi korosi ion klorida pada besi tulangan beton, serta persamaan mekanika penyerapan energi kinetik sandar kapal (berthing energy).
- 2) Analisis Kesesuaian Biaya (RAB): Analisis komparatif pengeluaran finansial riil opname volume fisik mingguan terhadap batasan pagu rencana per divisi WBS (Work Breakdown Structure) menggunakan persamaan: $RAB_{total} = \sum (V_i \times HSP_i)$
- 3) Analisis Efisiensi Waktu (Kurva S): Mengukur deviasi jadwal kumulatif mingguan.⁶

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Anggaran Rencana dan Karakteristik Teknis

Sistem rincian kerja (*Work Breakdown Structure*) proyek pemeliharaan ini didekomposisi ke dalam tiga divisi pekerjaan utama. Total alokasi biaya rencana masing-masing divisi disajikan pada gambar dibawah ini:⁷

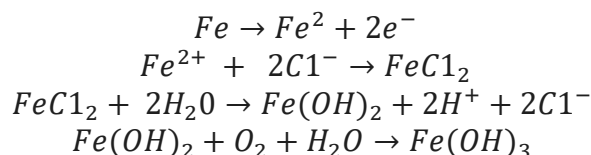


Gambar 1. Tabel Rencana Anggaran Biaya Kontrak.
(Sumber: Rachmayanti / dokument pribadi)

Rekayasa Teknis Beton Mutu K-250

Penggunaan beton kelas menengah K-250 pada dinding skoneng tumpuan perimeter dermaga dirancang kepad air dengan pembatasan rasio air-semen (water-cement ratio) maksimal 0,45 untuk meminimalisir porositas kapiler semen hasil hidrasi. Air pencampur wajib memanfaatkan air tawar murni guna mengeliminasi masuknya kandungan garam sejak awal.⁸

Zat garam atau ion klorida (Cl^-) dari air laut luar menyusup ke selimut beton lewat celah kapiler, merusak lapisan pasif pelindung besi tulangan (depassivation). Reaksi elektrokimia oksidasi besi (korosi) anodik berjalan cepat membentuk senyawa karat ekspansif:⁹



Karat besi ekspansif $Fe(OH)_3$ ini memicu pemuai volume fisik tulangan baja mencapai 4 hingga 6 kali lipat dari ukuran semula. Hal ini melahirkan tegangan tarik internal yang sangat tinggi di dalam selimut beton skoneng. Akibat rendahnya kuat tarik beton, selimut tumpuan retak

⁶ Prasetyo, B., & Utomo, D., "Evaluasi Kinerja Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Kurva S," *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 2024.

⁷ Wijaya, S., "Optimalisasi Crashing Program dalam Proyek Maritim."

⁸ Hidayat, R., & Santoso, I., "Pengaruh Rasio Air-Semen terhadap Ketahanan Beton pada Lingkungan Agresif Air Laut," *Jurnal Teknologi Bahan Konstruksi*, 2024.

⁹ Pratama, A., & Wijaya, H., "Analisis Mekanisme Korosi Klorida pada Tulangan Baja dalam Struktur Beton Maritim," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Struktur*, 2025.

searah baja tulangan hingga pecah terkelupas (spalling). Untuk memitigasi korosi klorida pasca perbaikan skoneng, kontraktor menerapkan Semen Portland Komposit (PCC) dengan tambahan fly ash agar senyawa semen lebih padat, kedap air, dan mengikat kalsium hidroksida bebas.¹⁰

Mekanika Penyerapan Energi Rubber Fender

Bantalan karet pengaman luar dermaga menggunakan 2 unit rubber fender tipe V ukuran 300 H X 1000 L untuk meredam gaya benturan sandar kapal (berthing energy). Energi kinetik sandar (EB) dirumuskan sebagai berikut:¹¹

$$E_B = \frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2 \cdot C_e \cdot C_s \cdot C_d$$

Gaya reaksi elastisitas deformasi karet dilarang melebihi kuat tekan skoneng beton tumpuan. Pemasangan tumpuan unit karet fender diikat kuat menggunakan baut angkur stainless steel grade SS316 diameter 24mm sedalam 250mm. Keandalan terhadap gaya geser (shear force) vertikal gesekan lambung kapal dan gaya cabut (pull-out force) akibat hempasan ombak diperkuat melalui metode pengangkuran kimiawi (chemical anchoring) berupa injeksi cairan epoksi resin sintesis dua komponen (two-part epoxy). Epoksi ini bertindak sebagai lem adhesi mikro-mekanis sekaligus sumbat kedap (waterproof seal) pencegah celah korosi karat di dalam lubang bor angkur beton.¹²

Evaluasi Pola Penyerapan Anggaran Biaya Aktual

Evaluasi penyerapan anggaran secara berkala menunjukkan kesesuaian finansial yang tertib antara realisasi opname volume fisik mingguan terhadap pagu RAB rencana kontrak.

1. Divisi K3 / SMK (Pencegahan Risiko): Pengeluaran pos SMK (Divisi II) senilai Rp 10.605.000,00 dialokasikan penuh sejak Minggu Ke-1 (target rencana sebaran 2,710%) dan Minggu Ke-2 (target rencana sebaran 6,300%). Pola penyerapan awal ini bertujuan untuk menyuplai kelengkapan 5 set Alat Pelindung Diri (APD) primer secara utuh bagi pekerja lapangan (topi pelindung, kacamata pelindung, sarung tangan PVC, sepatu keselamatan, dan rompi keselamatan) demi menjamin kepatuhan zero accident keselamatan kerja di lokasi proyek aktif.
2. Divisi Pekerjaan Utama (Divisi III): Pengeluaran fisik besar berpusat secara beruntun pada Minggu Ke-5 (pagu rencana mingguan 25,33%) dan Minggu Ke-6 (pagu rencana mingguan 34,54%). Distribusi modal terserap masif untuk pembelian komponen modular bernilai tinggi fabrikasi, yaitu perbaikan atap area admin seluas 189 m (total Rp 38.435.898,00), pemasangan plafond sepanjang 72 meter (total Rp 33.667.200,00), serta pengadaan sepasang bantalan karet rubber fender (total Rp 14.000.000,00). Pengendalian alokasi biaya aktual berhasil dikunci rapi di bawah pagu anggaran rencana tanpa adanya pengajuan pekerjaan tambah (variation order) yang merusak plafon anggaran kontrak Rp 264.014.100,81.

Upaya pemulihan jadwal kritis tersebut meliputi:

1. Kerja Lembur Malam (Night Shift): Penjadwalan lembur malam secara intensif dengan memantau tabel prediksi pasang surut BMKG secara presisi. Pekerjaan pengecoran beton K-250 skoneng tumpuan dan pengangkuran kimiawi unit baut rubber fender dikerjakan saat air laut surut maksimum harian, mengeliminasi batasan tidal window.
2. Bulk Logistical System: Mengubah skema pengiriman material arsitektural toilet, pintu, kelistrikan, dan finishing cat dari sistem ritase harian menjadi skema pengiriman massal

¹⁰ Setiawan, A., & Kusuma, D., "Strategi Mitigasi Korosi pada Struktur Beton Bertulang dengan Penggunaan Fly Ash," *Jurnal Teknologi Beton Indonesia*, 2025.

¹¹ Nugraha, Y., & Hidayat, F., "Analisis Penyerapan Energi dan Performa Rubber Fender pada Dermaga Tipe V," *Jurnal Rekayasa Maritim*, 2024.

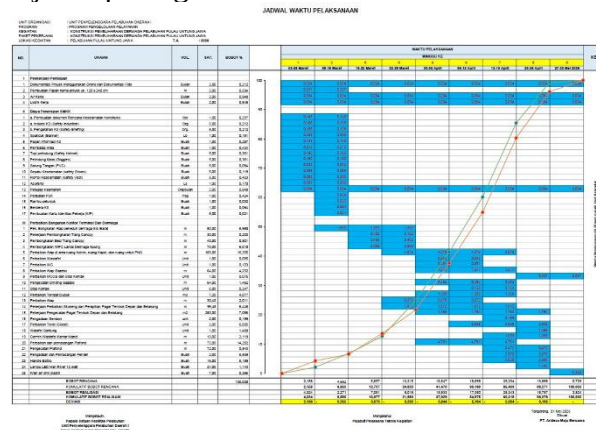
¹² Pratama, G., & Sari, M., "Evaluasi Kekuatan Chemical Anchoring dan Proteksi Epoksi pada Sambungan Rubber Fender di Lingkungan Maritim," *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur Maritim*, 2025.

sekali angkut menggunakan kapal motor berukuran besar, sehingga memotong risiko penundaan akibat fluktuasi gelombang laut.

3. Parallel Finishing Crew: Memobilisasi tambahan 1 kelompok kerja khusus (tukang finishing interior cat dan plafond) terpisah dari tim struktural utama, sehingga perbaikan gedung terminal kantor dapat dipercepat secara paralel bersamaan dengan perbaikan tepi dermaga.

Analisis Kinerja Waktu Pelaksanaan (Kurva S)

Kinerja ketepatan waktu proyek dipantau mingguan menggunakan persentase deviasi progres kumulatif rencana vs. realisasi aktual. Rekapitulasi pergerakan grafik Kurva S selama 9 minggu masa kontrak disajikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Tabel Rekap Laporan Mingguan Fisik Akhir Proyek
(Sumber: Rachmayanti / dokument pribadi)

Pembahasan Dinamika Pemulihan Jadwal Melalui Crashing Program

Berdasarkan data matriks Kurva S di atas, analisis tren pergerakan jadwal pelaksanaan terbagi ke dalam tiga fase utama:

1. Fase Efisiensi Waktu Awal (Minggu 1 s.d 3): Progres fisik lapangan sempat bergerak lebih cepat daripada target rencana (Ahead of Schedule), dengan mencatatkan nilai deviasi positif tertinggi sebesar +2,378% pada Minggu Ke-1. Akselerasi awal ini disebabkan oleh kecepatan penyelesaian dokumen administrasi K3, perizinan, pemasangan papan nama, dan ketersediaan APD.
2. Fase Penurunan Efisiensi Jadwal (Minggu 4 s.d 7): Kinerja waktu pengerjaan mulai merosot ke bawah target rencana ideal sejak Minggu Ke-4 dengan deviasi awal sebesar -3,336%. Defisit waktu mingguan ini terus membengkak tajam pada Minggu Ke-5 menjadi -3,738%, memburuk di Minggu Ke-6 sebesar -4,876%, dan mencapai kesenjangan deviasi terdalam pada akhir Minggu Ke-7 sebesar -5,084% (aktual kumulatif baru menyentuh 80,319% dari target rencana Kurva S sebesar 85,403%). Keterlambatan kritis ini disebabkan oleh tiga hambatan rona lingkungan lepas pantai: fluktuasi pasang surut air laut (tidal window harian rata-rata 1,2 meter) yang membatasi jam kerja efektif pengecoran tumpuan skoneng beton bawah dermaga, tinggi gelombang laut Terusan Jakarta (0,5 s.d. 1,0 meter) yang menghambat pelayaran kapal logistik material dari dermaga Tanjung Pasir, serta pengetatan barikade keselamatan karena area kerja merupakan wilayah pelabuhan umum aktif yang padat dikunjungi wisatawan harian.
3. Fase Akselerasi dan Tindakan Korektif (Minggu 8 s.d 9): Mengingat sisa durasi kontrak setelah Minggu Ke-7 hanya menyisakan 12 Hari Kalender untuk mengejar sisa fisik sebesar 19,681%. PT Arideza Maju Bersama mengimplementasikan program percepatan (crashing program) secara agresif di lapangan.

Tindakan korektif tersebut terbukti sangat berhasil. Pada Minggu Ke-8, deviasi negatif berhasil dipangkas kembali menjadi -3,195% dengan realisasi progres fisik kumulatif yang naik ke angka 96,076% (dalam satu minggu progres fisik melonjak melesat tajam sebesar +15,757%). Hingga akhirnya pada Minggu Ke-9 (01 Mei 2026), sisa volume sebesar 3,924% dituntaskan seluruhnya. Proyek resmi diselesaikan tepat 100% pada hari ke-60 kalender, bertepatan dengan tanggal jatuh tempo batas akhir masa kontrak, dan dilanjutkan ke proses serah terima pertama pekerjaan (Provisional Hand Over / PHO).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, pengamatan operasional selama pelaksanaan proyek, dan pembahasan komprehensif pada bab sebelumnya mengenai Proyek Pemeliharaan Dermaga Pelabuhan Publik Pulau Untung Jawa oleh PT Arideza Maju Bersama, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Metode Pelaksanaan Teknis Lapangan: Metode pelaksanaan teknis di lapangan telah diimplementasikan secara sistematis dengan membagi ruang lingkup kerja ke dalam tiga divisi utama, yaitu Pekerjaan Persiapan (Divisi I) dengan bobot 2,36%, Biaya Penerapan SMKK (Divisi II) dengan bobot 4,24%, dan Pekerjaan Perbaikan Bangunan Kantor Terminal dan Dermaga (Divisi III) sebagai porsi fisik terbesar dengan bobot 93,40%. Penerapan metode khusus untuk area maritim agresif telah dilakukan dengan baik, meliputi penggunaan beton karakteristik K-250 yang bebas kontaminasi klorida pada zona pasang surut, penguatan angkur besi stainless steel dan injeksi epoksi kimia pada pemasangan 2 unit rubber fender, serta proteksi utilitas elektrikal menggunakan komponen kedap air berspesifikasi minimal IP65.
2. Kesesuaian Alokasi Biaya Terhadap RAB: Alokasi pembiayaan aktual yang berjalan di lapangan memiliki tingkat kesesuaian yang sangat tinggi terhadap dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) resmi proyek dengan nilai total kontrak Rp 264.014.100,81 (sudah termasuk PPN 12%). Pengeluaran finansial awal difokuskan secara tertib untuk menuntaskan pos SMKK (penyediaan APD lengkap bagi 5 personel dasar). Distribusi pembiayaan fisik utama terserap secara efisien dan terkonsentrasi pada periode Minggu Ke-5 (plafon rencana 25,33%) dan Minggu Ke-6 (plafon rencana 34,54%) untuk pengadaan material pabrikan bernilai tinggi seperti perbaikan atap seluas 189 m dan perbaikan plafond sepanjang 72 m. Pengendalian biaya dinilai berhasil karena seluruh realisasi volume opname dikunci rapat di bawah batas pagu anggaran rencana tanpa mengalami indikasi pembengkakan (over budget).
3. Efisiensi dan Ketepatan Waktu Pelaksanaan: Manajemen jadwal pelaksanaan proyek dinilai tidak efisien pada pertengahan konstruksi karena mengalami defisit waktu dan keterlambatan kumulatif yang sangat signifikan dari lintasan rencana ideal pada dokumen Time Schedule (Kurva S). Kinerja waktu terus merosot sejak Minggu Ke-4 hingga menyentuh titik kritis pada akhir Minggu Ke-7 dengan nilai deviasi mencapai -5,084% (aktual kumulatif baru mencapai 80,319% dari rencana 85,403%). Hambatan utama di jalur kritis ini bersumber dari faktor eksternal (rona lingkungan), yaitu terbatasnya jam kerja efektif akibat siklus pasang surut air laut (tidal window), terganggunya pengiriman material logistik dari dermaga utama akibat cuaca buruk dan gelombang tinggi, serta terbatasnya ruang manuver pekerja karena area proyek merupakan fasilitas publik aktif yang harus tetap melayani pergerakan wisatawan. Namun, implementasi crashing program berupa kerja lembur malam (night shift) saat air surut maksimum, pengiriman logistik massal (bulk system), dan penambahan regu paralel finishing sukses menyelamatkan proyek hingga selesai tepat waktu 100% pada Minggu Ke-9 (01 Mei 2026).

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, R., & Santoso, I. "Pengaruh Rasio Air-Semen terhadap Ketahanan Beton pada Lingkungan Agresif Air Laut." *Jurnal Teknologi Bahan Konstruksi*, 2024.
- Manurung, E. H. "Analisis Kinerja Infrastruktur Pelabuhan di Wilayah Kepulauan." *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 2022.
- Manurung, E. H. "Strategi Pengendalian Biaya dan Waktu pada Proyek Konstruksi di Wilayah Pesisir." *Jurnal Manajemen Rekayasa Konstruksi*, 2024.
- Nugraha, Y., & Hidayat, F. "Analisis Penyerapan Energi dan Performa Rubber Fender pada Dermaga Tipe V." *Jurnal Rekayasa Maritim*, 2024.
- Prasetyo, B., & Utomo, D. "Evaluasi Kinerja Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Kurva S." *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 2024.
- Pratama, A., & Wijaya, H. "Analisis Mekanisme Korosi Klorida pada Tulangan Baja dalam Struktur Beton Maritim." *Jurnal Rekayasa Sipil dan Struktur*, 2025.
- Pratama, G., & Sari, M. "Evaluasi Kekuatan Chemical Anchoring dan Proteksi Epoksi pada Sambungan Rubber Fender di Lingkungan Maritim." *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur Maritim*, 2025.
- Pratama, R. "Degradasi Material Beton pada Lingkungan Air Laut." *Jurnal Rekayasa Struktur*, 2021.
- Santoso, B. "Evaluasi Penyerapan Biaya dan Efisiensi Waktu pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Ekonomi dan Teknik*, 2024.
- Setiawan, A., & Kusuma, D. "Strategi Mitigasi Korosi pada Struktur Beton Bertulang dengan Penggunaan Fly Ash." *Jurnal Teknologi Beton Indonesia*, 2025.
- Wijaya, S. "Optimalisasi Crashing Program dalam Proyek Maritim." *Jurnal Proyek Konstruksi*, 2025.