**LAMPIRAN A**
**PEDOMAN TELAAH DOKUMEN PENELITIAN**

A.1 Daftar Dokumen yang Ditelaah

| No | Kategori | Jenis Dokumen | Relevansi | Jumlah Dokumen |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kontraktual | Kontrak induk pekerjaan fisik jalan (DOC-KON-01), dua perintah perubahan kontrak beserta addendum (DOC-KON-02, 03, 04), kontrak supervisi konsultan pengawas (DOC-KON-05), dan addendum personil supervisi (DOC-KON-06) | Risiko, Mutu, Biaya | 6 |
| 2 | Finansial | Dokumen pembayaran kontraktor yang mencakup uang muka 15% hingga pelunasan 100% dan Dokumen pembayaran konsultan supervisi yang mencakup uang muka 15% hingga pelunasan 100% | Biaya | 11 |
| 3 | Pengendalian Mutu | *Job Mix Formula* AC-WC (dua dokumen), laporan *core drill* jalur kiri dan kanan, *Marshall Test*, | Mutu, Risiko | 13 |

| No | Kategori | Jenis Dokumen | Relevansi | Jumlah Dokumen |
|---|---|---|---|---|
| | | pengujian laboratorium agregat (analisa saringan, berat jenis, *soundness test*, *abrasion test*, *sand equivalent test*), notulensi rapat koordinasi terpilih (NR-02, NR-04, NR-14), serta Berita Acara Pemeriksaan BPK | | |
| 4 | Pelaksanaan | Laporan Pelaksanaan Pekerjaan Mingguan Ke-16 yang merekam deviasi progres tertinggi dan kondisi pelaksanaan pada periode kritis. | Risiko, Mutu | 1 |
| 5 | Serah Terima | Berita Acara Serah Terima Hasil Pekerjaan kontraktor pelaksana (BASTHP-01), konsultan supervisi (BASTHP-02), dan Berita Acara Serah Terima Hasil Pekerjaan Kedua / *Final Hand Over* (BASTHP-03) | Mutu, Biaya | 3 |
| Total | | | | 34 |

A.2 Rekapitulasi Dokumen yang Ditelaah

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| 1 | DOC-KON-01 | Kontrak Fisik Jalan Hang Tuah PT. Kurnia Djaja Alam | Kontraktual | Memuat nilai kontrak awal Rp65.129.692.611,94 sebagai dasar pengendalian biaya dan baseline analisis hubungan risiko, mutu, dan biaya proyek. |
| 2 | DOC-KON-02 | Perubahan Surat Perjanjian I (CCO) | Kontraktual | Memuat kenaikan nilai kontrak menjadi Rp68.284.483.721,22 akibat penyesuaian lingkup pekerjaan yang mengindikasikan risiko manajerial dan peningkatan kompleksitas pengendalian mutu. |
| 3 | DOC-KON-03 | *Contract Change Order* (CCO) 1 Jalan Hang Tuah | Kontraktual | Memuat rincian perubahan item pekerjaan (drainase, gorong-gorong, *U-Ditch*, manajemen mutu) sebagai bukti bahwa perubahan kontrak merupakan sumber risiko manajerial dan teknis |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | yang berdampak pada mutu dan biaya. |
| 4 | DOC-KON-04 | Perubahan Surat Perjanjian II (MC-100) | Kontraktual | Addendum tahap akhir yang mengindikasikan masih diperlukan penyesuaian kontrak menjelang serah terima, relevan untuk analisis mutu pekerjaan akhir dan implikasinya terhadap biaya. |
| 5 | DOC-KON-05 | Kontrak Supervisi PT. Dwi Eltis Konsultan | Kontraktual | Memuat nilai investasi pengawasan mutu independen sebesar Rp1.547.650.000,00 yang menjadi komponen *Appraisal Cost* dalam analisis CoQ. |
| 6 | DOC-KON-06 | Addendum 1 Supervisi PT. Dwi Eltis Konsultan | Kontraktual | Memuat penyesuaian personil konsultan supervisi yang berdampak pada kapasitas dan efektivitas mekanisme pengawasan mutu |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | selama pelaksanaan proyek. |
| 7 | FIN-KON-01 | Kontraktor - Uang Muka 15% | Finansial | Dokumen pembayaran awal kepada kontraktor sebagai titik awal rekonstruksi rantai pembayaran proyek dalam analisis CoQ. |
| 8 | FIN-KON-02 | Kontraktor - Termin 1 Progress 18,03% | Finansial | Pembayaran termin saat progres 18,03% menunjukkan percepatan pekerjaan di tahap awal yang berpotensi memengaruhi konsistensi pengendalian mutu. |
| 9 | FIN-KON-03 | Kontraktor - Termin 2 Progress 30,44% | Finansial | Dokumen pembayaran termin kedua sebagai bagian rekonstruksi rantai pembayaran untuk analisis implikasi biaya dalam kerangka CoQ. |
| 10 | FIN-KON-04 | Kontraktor - Termin 3 Progress 54,39% | Finansial | Pembayaran pada fase pekerjaan utama *rigid pavement*, relevan untuk menganalisis korelasi |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | antara periode percepatan progres, mutu pekerjaan, dan realisasi pembayaran. |
| 11 | FIN-KON-05 | Kontraktor - Termin 4 Progress 79,138% | Finansial | Pembayaran pada fase kritis penyelesaian proyek di mana tekanan target berpotensi menurunkan efektivitas pengawasan mutu lapangan. |
| 12 | FIN-KON-06 | Kontraktor - Bukti Kas Pembayaran 100% | Finansial | Pembayaran penuh Rp68.284.483.721,22 yang dibandingkan dengan temuan kelebihan bayar BPK Rp980.049.700,32 sebagai dasar analisis *External Failure Cost*. |
| 13 | FIN-SUP-01 | Supervisi - Uang Muka 15% | Finansial | Dokumen pembayaran awal jasa supervisi sebagai bagian rekonstruksi realisasi *Appraisal Cost* dalam analisis CoQ. |
| 14 | FIN-SUP-02 | Supervisi - Termin 1 | Finansial | Dokumen pembayaran termin |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | Progres 10,59% | | pertama jasa supervisi sebagai bagian rekonstruksi distribusi biaya pengawasan mutu per periode pelaksanaan. |
| 15 | FIN-SUP-03 | Supervisi - Termin 2 Progres 38,726% | Finansial | Dokumen pembayaran termin kedua jasa supervisi yang melengkapi rekonstruksi distribusi *Appraisal Cost* selama pelaksanaan berlangsung. |
| 16 | FIN-SUP-04 | Supervisi - Termin 3 Progres 66,996% | Finansial | Dokumen pembayaran termin ketiga jasa supervisi pada fase kritis pekerjaan sebagai bagian rekonstruksi distribusi biaya pengawasan mutu. |
| 17 | FIN-SUP-05 | Supervisi - Termin 4 Progres 100% | Finansial | Pembayaran penuh jasa supervisi Rp1.547.650.000,00 yang menjadi total *Appraisal Cost* dalam struktur CoQ proyek. |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| 18 | DOC-MUT-012 | *Job Mix Formula* Laston Lapis Aus (AC-WC) - September 2023 | Pengendalian Mutu | Dokumen acuan mutu campuran aspal yang menjadi *baseline* pembanding hasil lapangan; ketidaksesuaian antara JMF dan realisasi lapangan menjadi faktor penyebab defisiensi ketebalan AC-WC. |
| 19 | DOC-MUT-013 | *Job Mix Formula* Laston Lapis Aus (AC-WC) No. 079 - Juni 2024 | Pengendalian Mutu | JMF revisi akibat pergantian *batching plant* dan *supplier*, mengindikasikan perubahan teknis campuran di pertengahan proyek yang berpotensi menimbulkan ketidakstabilan mutu pada *batch* awal pasca transisi. |
| 20 | DOC-MUT-014 | Laporan *Core Drill* Aspal (AC-WC) Jalur Kiri dan Kanan | Pengendalian Mutu | Memuat bukti konkret ketebalan AC-WC di bawah spesifikasi minimum 4 cm pada sejumlah STA yang menjadi dasar identifikasi dan penilaian risiko R-01 |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | dalam analisis FMEA. |
| 21 | DOC-MUT-015 | Pemeriksaan Laboratorium *Marshall Test* AC-WC | Pengendalian Mutu | Memuat hasil pengujian parameter campuran aspal (stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, VFA) sebagai bukti pelaksanaan pengendalian mutu material dan dasar evaluasi ketidaksesuaian teknis lapangan. |
| 22 | DOC-MUT-016 | Analisa Saringan Agregat *Hot Bin* | Pengendalian Mutu | Memuat hasil verifikasi gradasi agregat AMP terhadap spesifikasi JMF sebagai bagian rangkaian pengendalian mutu material campuran aspal AC-WC. |
| 23 | DOC-MUT-017 | Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat | Pengendalian Mutu | Memuat hasil pengujian *specific gravity* dan *absorption* agregat sebagai kontrol mutu material penyusun campuran AC-WC. |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| 24 | DOC-MUT-018 | *Soundness Test* Agregat | Pengendalian Mutu | Memuat hasil pengujian ketahanan agregat terhadap pelapukan sebagai bagian kontrol kualitas material perkerasan jalan. |
| 25 | DOC-MUT-019 | *Abrasion Test* (Los Angeles *Abrasion*) | Pengendalian Mutu | Memuat hasil pengujian keausan agregat yang memastikan material memenuhi persyaratan kekuatan terhadap beban lalu lintas kumulatif. |
| 26 | DOC-MUT-020 | *Sand Equivalent Test* Agregat Halus | Pengendalian Mutu | Memuat hasil evaluasi kebersihan agregat halus dari kandungan lempung sebagai bagian pengendalian mutu campuran AC-WC. |
| 27 | DOC-MUT-022 | NR-02 Pemaparan Draf *Mutual Check* Nol (MC-0) | Pengendalian Mutu | Memuat verifikasi kondisi eksisting lapangan terhadap gambar kerja sebelum pekerjaan utama dimulai, termasuk perubahan detail perkerasan dan tie bar yang |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | mengindikasikan potensi risiko desain awal. |
| 28 | DOC-MUT-023 | NR-04 Rapat Koordinasi Pelaksanaan Pekerjaan | Pengendalian Mutu | Memuat pembahasan penyesuaian elevasi, pemindahan utilitas, dan rencana *soil test* sebagai bukti koordinasi teknis multipihak dalam pengendalian mutu pelaksanaan lapangan. |
| 29 | DOC-MUT-027 | NR-14 Monitoring dan Evaluasi Progres Pekerjaan Minggu Ke-36 | Pengendalian Mutu | Memuat evaluasi *core drill* yang menemukan ketebalan AC-WC di bawah 4 cm disertai rekomendasi *sand sheet* dan *overlay* tambahan sebagai bukti kegagalan mutu yang teridentifikasi menjelang serah terima. |
| 30 | DOC-MUT-029 | Berita Acara Hasil Pemeriksaan BPK Jalan Hang Tuah | Pengendalian Mutu | Dokumen kunci yang memuat temuan kelebihan pembayaran Rp980.049.700,32 akibat kekurangan |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | volume Rp253.935.866,90 dan ketidaksesuaian mutu Rp726.113.833,42 sebagai bukti empiris *External Failure Cost* dalam analisis CoQ. |
| 31 | DOC-PLK-012 | Laporan Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Hang Tuah Minggu Ke-16 | Pelaksanaan | Memuat deviasi progres positif 13,455% pada minggu ke-16 bersamaan dengan proses CCO dan pelaksanaan *rigid pavement* K-350, sebagai bukti tekanan percepatan yang berpotensi memengaruhi mutu pekerjaan struktural. |
| 32 | DOC-ST-001 | Berita Acara Serah Terima Hasil Pekerjaan (BASTHP-01) Kontraktor Pelaksana | Serah Terima | Memuat pernyataan penyelesaian fisik 100% dan penetapan masa pemeliharaan 180 hari hingga 21 Februari 2025 sebagai penanda transisi dari fase konstruksi ke fase |

| No | Kode Dokumen | Nama Dokumen | Kategori | Relevansi terhadap Kerangka RBQM |
|---|---|---|---|---|
| | | | | pemeliharaan dalam rantai kausal RBQM. |
| 33 | DOC-ST-002 | Berita Acara Serah Terima Aset Hasil Pekerjaan (BASTHP-02) Konsultan Supervisi | Serah Terima | Memuat penutupan administrasi formal jasa pengawasan mutu independen senilai Rp1.547.650.000,00 yang menandai berakhirnya fungsi pengendalian mutu formal selama pelaksanaan proyek. |
| 34 | DOC-ST-004 | Berita Acara Serah Terima Hasil Pekerjaan Kedua / Final Hand Over (BASTHP-03) | Serah Terima | Memuat pernyataan resmi penyerahan akhir pekerjaan oleh kontraktor kepada BP Batam pada 27 Februari 2025 dengan kondisi baik, menegaskan tidak ada kegagalan mutu selama masa pemeliharaan sehingga EFC yang teridentifikasi berasal sepenuhnya dari temuan BPK, bukan dari kerusakan pascakonstruksi. |

A.3 Matriks Telaah Berbasis Kerangka RBQM

Matriks ini menghubungkan temuan dokumen dengan kerangka kausal RISIKO menuju MUTU menuju BIAYA, sekaligus menunjukkan jalur triangulasi dengan wawancara.

| No | 1 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Sumber risiko teknis (5M) | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-MUT-014 | Laporan *Core Drill* AC-WC Jalur Kiri & Kanan | Ketebalan lapisan AC-WC di bawah spesifikasi minimum 4 cm pada beberapa STA → kegagalan mutu pekerjaan perkerasan aspal |
| DOC-MUT-015 | Pemeriksaan Laboratorium *Marshall Test* AC-WC | Evaluasi stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, VFA → indikasi ketidaksesuaian parameter campuran aspal |
| DOC-MUT-012 | *Job Mix Formula* AC-WC (Sept 2023) | Standar mutu campuran aspal sebagai *baseline* pembanding hasil lapangan |
| DOC-MUT-013 | *Job Mix Formula* AC-WC No. 079 (Juni 2024) | Persetujuan JMF revisi → mengindikasikan adanya perubahan teknis campuran di pertengahan proyek |
| DOC-MUT-016 | Analisa Saringan *Agregat Hot Bin* | Verifikasi gradasi agregat AMP terhadap spesifikasi JMF |
| DOC-MUT-017 | Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat | Kontrol mutu material penyusun campuran AC-WC |
| DOC-MUT-018 | *Soundness Test* Agregat | Ketahanan agregat terhadap pelapukan |

| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
|---|---|---|
| DOC-MUT-019 | *Abrasion Test* (Los Angeles) | Kekuatan dan ketahanan agregat terhadap beban lalu lintas |
| DOC-MUT-020 | *Sand Equivalent Test* Agregat Halus | Tingkat kebersihan agregat halus dan kandungan lempung |
| DOC-MUT-029 | Berita Acara Pemeriksaan/BPK | Ketidaksesuaian mutu *rigid pavement* → faktor pengurang Rp726.113.833,42 |
| DOC-PLK-012 | Laporan Mingguan Ke-16 | Pelaksanaan *rigid pavement* K-350 lajur 3, 4, 5 di tengah deviasi progres tinggi |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Kegagalan mutu terdokumentasi pada dua komponen utama perkerasan, yaitu ketebalan AC-WC di bawah 4 cm pada sejumlah STA dan mutu *rigid pavement* yang tidak memenuhi spesifikasi, meskipun rangkaian pengujian material telah dilaksanakan. Inkonsistensi antara JMF dan realisasi lapangan mengonfirmasi adanya risiko teknis yang aktif pada aspek *Material* dan *Method* dalam kerangka 5M. | | |

| No | 2 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Sumber Risiko Manajerial | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-KON-02 | Perubahan Surat Perjanjian I (CCO) | Nilai kontrak naik dari Rp65,13M menjadi Rp68,28M → penyesuaian lingkup awal proyek |
| DOC-KON-03 | *Contract Change Order* (CCO) 1 | Penambahan item drainase, gorong-gorong, *U-Ditch*, manajemen mutu, MKLL → perubahan teknis signifikan |
| DOC-KON-04 | Perubahan Surat Perjanjian II (MC-100) | Addendum tahap akhir → indikasi masih ada penyesuaian pelaksanaan hingga menjelang serah terima |
| DOC-MUT-022 | NR-02 Pemaparan Draft MC-0 | Perubahan detail perkerasan, ketebalan lantai kerja, *tie bar* → risiko desain yang muncul di awal |
| DOC-MUT-023 | NR-04 Rapat Koordinasi Pelaksanaan | Perubahan elevasi, kebutuhan *soil test*, pemindahan utilitas, *crossing* simpang |
| DOC-MUT-027 | NR-14 Monitoring Minggu Ke-36 | Temuan *core drill* di bawah 4 cm → rekomendasi *sand sheet* dan *overlay* tambahan |
| DOC-PLK-012 | Laporan Mingguan Ke-16 | Percepatan + proses CCO berjalan bersamaan → kompleksitas pengendalian meningkat |

| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
|---|---|---|
| DOC-KON-05/06 | Kontrak & Addendum Supervisi | Nilai supervisi Rp1,54M; addendum personil → keterbatasan kapasitas pengawasan |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Deviasi progres positif yang mencapai puncaknya sebesar +27,63% pada bulan ketujuh berlangsung bersamaan dengan dua CCO dan dua addendum yang memperluas lingkup pekerjaan. Kombinasi tekanan percepatan dan dinamika perubahan kontrak ini teridentifikasi sebagai dua sumber risiko manajerial dominan yang berpotensi mengompromikan efektivitas pengendalian mutu lapangan. | | |

| No | 3 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Sumber Risiko Eksternal | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-MUT-023 | NR-04 Rapat Koordinasi Pelaksanaan | Kebutuhan *soil test* untuk memastikan kedalaman tanah keras → kondisi geoteknik tak terprediksi |
| DOC-KON-03 | CCO-1 | Item "Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas" sebagai respon risiko gangguan lalu lintas |
| DOC-MUT-022 | NR-02 Pemaparan Draft MC-0 | Verifikasi kondisi eksisting terhadap gambar kerja → kesenjangan antara perencanaan dan kondisi lapangan |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Interferensi jaringan utilitas PLN yang memerlukan relokasi kabel dan kondisi geoteknik yang membutuhkan *soil test* tambahan menjadi dua risiko eksternal yang paling terdokumentasi, keduanya berkontribusi pada perubahan teknis melalui CCO sehingga meningkatkan kompleksitas pengendalian mutu. Faktor eksternal lain seperti cuaca dan gangguan sosial tidak terdokumentasi secara eksplisit dalam dokumen proyek dan dikonfirmasi melalui wawancara. | | |

| No | 4 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Dampak terhadap Mutu | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-MUT-029 | Berita Acara/Hasil Pemeriksaan BPK | Ketidaksesuaian mutu *rigid pavement* → faktor pengurang Rp726.113.833,42; kekurangan volume Rp253.935.866,90 |
| DOC-MUT-014 | Laporan *Core Drill* AC-WC | Ketebalan lapis AC-WC di bawah spesifikasi 4 cm di sejumlah STA → *quality failure* terukur |
| DOC-MUT-027 | NR-14 Monitoring Minggu Ke-36 | Rekomendasi *sand sheet* dan *overlay* tambahan akibat hasil *curing* tidak memenuhi spesifikasi |
| DOC-MUT-015 | *Marshall Test* AC-WC | Parameter mutu campuran aspal sebagai dasar evaluasi ketidaksesuaian teknis |
| DOC-ST-001 | BASTHP Kontraktor Pelaksana (PHO) | Masa pemeliharaan 180 hari kalender (25 Agt 2024 - 21 Feb 2025) |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Ketidaksesuaian mutu terdokumentasi secara konkret pada ketebalan AC-WC yang tidak mencapai spesifikasi minimum di berbagai STA dan mutu *rigid pavement* K-350 yang tidak memenuhi parameter berdasarkan pemeriksaan akhir, dengan total nilai pengurang mencapai Rp726.113.833,42. Pola ketidaksesuaian yang terkonsentrasi pada periode percepatan progres antara bulan ke-3 hingga ke-7 mengindikasikan hubungan kausal antara tekanan penyelesaian pekerjaan dan penurunan mutu lapangan. | | |

| No | 5 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Implikasi terhadap Biaya | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-KON-01 | Kontrak Fisik Jalan Hang Tuah | Nilai kontrak awal Rp65.129.692.611,94 sebagai *baseline* pengendalian biaya |
| DOC-KON-02 | CCO/Addendum I | Nilai kontrak meningkat menjadi Rp68.284.483.721,22 → selisih Rp3,15M |
| DOC-MUT-029 | BA Pemeriksaan BPK | Kekurangan volume Rp253.935.866,90 + ketidaksesuaian mutu Rp726.113.833,42 = total indikasi kelebihan pembayaran Rp980.049.700,32 (1,44% nilai kontrak) |
| FIN-KON-01 s/d FIN-KON-06 | Pembayaran Termin Kontraktor (UM - 100%) | Realisasi pembayaran bertahap: 15% → 18,03% → 30,44% → 54,39% → 79,138% → 100% → basis analisis CoQ per fase |
| DOC-KON-05 | Kontrak Supervisi | Nilai jasa pengawasan Rp1.547.650.000,00 → biaya pencegahan/inspeksi formal |
| FIN-SUP-01 s/d FIN-SUP-05 | Pembayaran Termin Supervisi | Realisasi pembayaran supervisi bertahap → distribusi biaya pengendalian mutu per periode |
| DOC-ST-001 | BASTHP PHO Kontraktor | Masa pemeliharaan 180 hari |

| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
|---|---|---|
| DOC-MUT-027 | NR-14 Monitoring Minggu Ke-36 | Rekomendasi pekerjaan *overlay* tambahan akibat *core drill* < 4 cm |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Temuan pemeriksaan BPK mengonfirmasi total kelebihan pembayaran sebesar Rp980.049.700,32 yang bersumber dari kekurangan volume dan ketidaksesuaian mutu pekerjaan, sementara biaya pengawasan berupa kontrak supervisi Rp1.547.650.000,00 dan serangkaian pengujian laboratorium telah dikeluarkan sebelumnya. Perbandingan antara kedua komponen ini menjadi dasar empiris analisis *Cost of Quality* dalam penelitian. | | |

| No | 6 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Praktik Penerapan RBQM | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-KON-03 | CCO-1 | Pencantuman item "Manajemen Mutu" dan "Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas" → indikasi mitigasi risiko formal dalam kontrak |
| DOC-MUT-012/013 | *Job Mix Formula* AC-WC | Dokumen prosedur mutu preventif untuk campuran aspal sebelum pelaksanaan lapangan |
| DOC-MUT-014 | Laporan *Core Drill* AC-WC | Inspeksi mutu berbasis pengujian lapangan → praktik *quality inspection* lapangan |
| DOC-MUT-015 s/d 020 | Seri Pengujian Laboratorium | *Marshall Test,* analisa saringan, berat jenis, *soundness, abrasion, sand equivalent* → rangkaian prosedur pengendalian mutu material |
| DOC-MUT-022 | NR-02 *Draft* MC-0 | Verifikasi kondisi eksisting sebelum pekerjaan utama → elemen preventif perencanaan teknis |
| DOC-KON-05 | Kontrak Supervisi | Formalisasi fungsi pengawasan mutu independen melalui konsultan supervisi |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Pengendalian mutu yang berjalan mencakup pengujian laboratorium dan JMF, inspeksi lapangan berkala, serta verifikasi teknis awal melalui MC-0, namun tidak ditemukan *risk register* maupun *Quality Control Plan* berbasis risiko yang terstruktur. Ketiadaan kedua dokumen tersebut menjadikan pendekatan pengendalian lebih bersifat reaktif daripada preventif, dan hal ini merupakan *gap* utama yang dianalisis dalam penelitian. | | |

| No | 7 | |
|---|---|---|
| Aspek Analisis | Kendala dan Faktor Pendukung | |
| Sumber Dokumen Utama | | |
| Kode Dokumen | Nama Dokumen | Relevansi Spesifik |
| DOC-KON-02/03/04 | CCO dan Addendum I & II | Perubahan lingkup berulang → kendala perencanaan dan kompleksitas pengendalian |
| DOC-MUT-029 | BA Pemeriksaan BPK | Indikasi kelebihan pembayaran Rp980 juta → konsekuensi dari kelemahan pengendalian mutu |
| DOC-KON-05/06 | Kontrak & Addendum Supervisi | Keberadaan konsultan supervisi independen → faktor pendukung pengendalian mutu |
| DOC-MUT-012/013 | JMF AC-WC | Dokumen JMF yang disetujui resmi → faktor pendukung: basis teknis mutu campuran tersedia |
| DOC-MUT-022 | NR-02 MC-0 | Proses verifikasi awal kondisi eksisting → faktor pendukung: mitigasi risiko desain di awal |
| DOC-ST-001 | BASTHP PHO | Penetapan masa pemeliharaan 180 hari → mekanisme pertanggungjawaban mutu pasca konstruksi |
| Indikasi Temuan Awal | | |
| Dua kendala utama teridentifikasi dari dokumen, yaitu ketiadaan *risk register* formal dan QCP berbasis risiko yang menyebabkan pengendalian bertumpu pada inspeksi reaktif, serta tekanan percepatan progres yang berlangsung bersamaan dengan dua CCO dan dua addendum yang meningkatkan kompleksitas pengendalian. Keberadaan konsultan supervisi independen, kelengkapan prosedur pengujian material, dan mekanisme monitoring yang terdokumentasi menjadi faktor pendukung yang tersedia namun belum diintegrasikan secara optimal. | | |

Halaman ini sengaja dikosongkan.

**LAMPIRAN B**
**TRANSKRIP WAWANCARA**

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 1.1 - Mirza Saputra |
| Jabatan | Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) - BP Batam |
| Tanggal Wawancara | 5 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: FIN-KON-01 - FIN-KON-06 - DOC-MUT-029
Pembayaran kepada kontraktor sudah mencapai 100% sebelum BPK menerbitkan temuan kelebihan bayar Rp980.05 juta. Dari posisi Bapak sebagai PPK yang menandatangani persetujuan pembayaran, mekanisme verifikasi formal apa yang dijalankan sebelum setiap termin disetujui, dan di titik mana mekanisme itu tidak mampu menangkap selisih yang kemudian ditemukan BPK?
Jawaban:
Proses persetujuan termin itu tidak sederhana. Setiap termin harus dilengkapi berita acara dari konsultan, laporan progres fisik, dan konfirmasi bahwa tidak ada NCR yang masih terbuka. Dari sisi saya sebagai PPK, saya menelaah paket dokumen itu sebelum penandatanganan. Yang menjadi titik lemahnya adalah bahwa verifikasi volume yang menjadi dasar pembayaran selama ini bergantung sepenuhnya pada hasil opname bersama antara kontraktor dan konsultan, tanpa ada pengukuran silang dari pihak *owner*. BPK kemudian masuk dengan metode pengukuran yang lebih rinci dan menemukan selisih yang tidak tertangkap oleh opname rutin. Itu pembelajaran penting bagi saya.

P2 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-KON-04 BA
BPK mengonfirmasi bahwa sebagian pekerjaan yang sudah dibayar tidak memenuhi spesifikasi mutu dan volume. Apakah ada mekanisme formal dari sisi PPK untuk menahan pembayaran termin ketika NCR dari *Supervision Engineer* belum diselesaikan oleh kontraktor?

Jawaban:
Ada, dan mekanisme itu memang dijalankan. Setiap NCR yang diterbitkan SE harus ditutup dulu sebelum termin berikutnya bisa diproses. Dalam praktiknya, kontraktor mengajukan bukti penyelesaian NCR, konsultan memverifikasi, dan baru setelah itu saya tanda tangan persetujuan. Masalahnya, standar "sudah selesai" itu berbeda antara apa yang konsultan verifikasi di lapangan dan apa yang kemudian BPK ukur dengan lebih teliti. Pekerjaan yang dianggap sudah diperbaiki ternyata masih ada yang tidak sepenuhnya memenuhi standar. Jadi mekanismenya ada, tapi akurasi verifikasinya yang perlu ditingkatkan.

P3 Dokumen: DOC-MUT-029
Temuan BPK senilai Rp980,05 juta menjadi pembelajaran nyata tentang *gap* dalam sistem pengendalian proyek ini. Kebijakan atau prosedur apa yang menurut Bapak paling mendesak untuk diadopsi agar proyek serupa tidak menghadapi kondisi yang sama?
Jawaban:
Ada dua hal yang paling saya pikirkan setelah ini. Pertama, perlu ada mekanisme verifikasi volume yang melibatkan pihak *owner* secara langsung, tidak hanya bergantung pada laporan konsultan. Kedua, sistem pengendalian mutu perlu punya semacam ambang peringatan sebelum batas minimum, sehingga kita tahu lebih awal ketika ada tren yang mengarah ke ketidaksesuaian, bukan baru tahu ketika pekerjaan sudah selesai dan BPK datang memeriksa.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara. Saya memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis yang bersangkutan.

| | |
|---|---|
| Batam, 5 Mei 2026 | Batam, 5 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Mirza Saputra)** | **(Martina M. Yefena Tuulima)** |
| PPK BP Batam | NIM: 1472500005 |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 1.2 - Muhammad Hilmy |
| Jabatan | Penanggung Jawab *Quality & Quantity* - BP Batam |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 5 Mei 2026 |
| Lokasi | *Kota* Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-014 - DOC-MUT-027

Data *core drill* menunjukkan ketebalan AC-WC di bawah 4 cm pada sejumlah STA. Dari posisi Bapak sebagai PJ *Quality* yang memonitor hasil pengujian untuk BP Batam, kapan data tersebut pertama kali diketahui, dan bagaimana tindak lanjut formalnya saat itu?

Jawaban:

Data *core drill* itu masuk melalui laporan konsultan pengawas, bukan langsung dari lab. Jadi ada jeda antara pengujian dilakukan dan kami di BP Batam mendapatkan informasinya. Begitu kami tahu, koordinasi langsung dilakukan dengan konsultan dan temuan itu kemudian dituangkan dalam NR-14. Rekomendasi *overlay* sudah ada dan memang dieksekusi. Yang menjadi catatan saya, deteksinya terjadi setelah hamparan di titik-titik itu sudah selesai, bukan saat pekerjaan sedang berjalan. Jadi perbaikannya bersifat reaktif, bukan preventif.

P2 Dokumen: DOC-MUT-012 - DOC-MUT-013

JMF AC-WC direvisi pada Juni 2024 karena pergantian *batching plant* dan *supplier*. Dari sisi monitoring mutu *owner*, apakah pergantian itu menghasilkan perubahan yang terlihat dari angka pengujian yang masuk ke BP Batam?

Jawaban:

Kalau dilihat dari laporan pengujian yang masuk, ada fluktuasi yang lebih besar di *batch-batch* awal setelah pergantian *supplier*. Parameter gradasi dan kadar aspal optimum antara JMF pertama dan revisi memang berbeda dan itu terlihat dari angkanya. Tapi karena kami menerima laporan secara berkala dan

bukan *real-time*, respons dari sisi *owner* tidak bisa secepat yang seharusnya. Pada saat kami melihat tren itu, pekerjaan sudah cukup jauh berlanjut.

P3 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-PLK-012
Pengujian kuat tekan beton K-350 memerlukan 28 hari untuk hasil yang definitif. Dari pengalaman monitoring di proyek ini, bagaimana jeda waktu itu memengaruhi kemampuan deteksi dini *owner* terhadap risiko kegagalan mutu beton?
Jawaban:
Ini yang paling sulit. Ketika beton dicor hari ini, saya baru tahu hasilnya 28 hari kemudian, sementara itu pekerjaan terus berjalan dan segmen berikutnya sudah dikerjakan. *Hammer test* memang memberikan gambaran awal, tapi itu bukan data yang bisa jadi dasar keputusan formal. Jadi dari sisi monitoring *owner*, ada *blind spot* selama 28 hari itu di mana kita berharap semuanya berjalan baik tapi tidak punya data yang cukup untuk memastikannya. Idealnya ada mekanisme yang memperpendek jeda itu atau setidaknya memberikan sinyal peringatan sebelum hasil silinder keluar.

P4 Dokumen: DOC-MUT-029
Mengacu pada total ketidaksesuaian mutu senilai Rp726,11 juta dalam temuan BPK, apa titik lemah utama dalam mekanisme monitoring mutu dari sisi *owner* yang perlu diperbaiki?
Jawaban:
Kalau saya jujur, sistem monitoring kita selama ini lebih banyak bersifat dokumentatif daripada analitis. Kita menerima laporan, mencatat, dan bereaksi ketika ada masalah yang sudah jelas. Tapi tidak ada mekanisme yang secara otomatis menaikkan level pengawasan ketika ada item pekerjaan yang mulai menunjukkan tanda-tanda risiko. Semuanya baru bergerak ketika sudah melewati batas minimum, dan di titik itulah kerusakan sudah terjadi.

Pernyataan Informan

Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 5 Mei 2026 | Batam, 5 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Muhammad Hilmy)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| PJ *Quality & Quantity* | NIM: 1472500005 |
| BP Batam | |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 1.3 - Mujibur Rachman |
| Jabatan | Koordinator Pengawas Lapangan (Korwaslap) - BP Batam |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 5 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-PLK-012
Ketika NCR terkait ketidaksesuaian mutu beton diterbitkan oleh *Supervision Engineer* berdasarkan hasil uji silinder 28 hari yang berada di bawah fc' 30 MPa, bagaimana Bapak mengorganisir koordinasi tindak lanjut di lapangan dari sisi pengawasan dan apa tantangan terberat yang dihadapi saat itu?
Jawaban:
Setelah NCR dari SE keluar dan kami menerima tembusannya, koordinasi lapangan langsung kami lakukan bersama kontraktor untuk memastikan pekerjaan di segmen yang bermasalah dihentikan sementara. Dari sisi pengawasan, tugas kami adalah memastikan instruksi itu benar-benar dijalankan dan tidak ada pekerjaan yang terus berjalan melampaui titik yang sudah dikunci. Yang paling berat bukan pada segmen bermasalah itu sendiri, melainkan pada koordinasi agar pekerjaan di titik-titik lain sepanjang ruas tetap bisa berjalan. Menghentikan semua segmen sekaligus justru akan memperburuk situasi lalu lintas dan membebani jadwal keseluruhan. Pada akhirnya, tidak ada tindakan pembongkaran fisik yang dieksekusi. Pekerjaan diserahterimakan sebagaimana adanya, dan penyelesaian atas ketidaksesuaian mutu dilakukan melalui proses pemeriksaan BPK setelah serah terima, di mana faktor pengurang pembayaran ditetapkan berdasarkan selisih kuat lentur aktual terhadap spesifikasi fc' 30 MPa.

P2 Dokumen: FIN-KON-01 - FIN-KON-06 - DOC-MUT-029 - DOC-MUT-022
Opname volume lapangan yang menjadi dasar pembayaran termin melibatkan Bapak secara langsung. Bagaimana proses itu berjalan di lapangan, dan

kondisi apa yang membuat selisih volume Rp253,94 juta tidak terdeteksi saat opname berlangsung?
Jawaban:
Opname itu kita lakukan bersama, ada wakil dari konsultan QE, dari kontraktor, dan saya dari sisi *owner*. Kita ukur berdasarkan kondisi lapangan dan *as-built* yang ada. Yang sulit adalah ketika kita ingin memverifikasi item pekerjaan yang sudah tertutup lapisan berikutnya. Misalnya, volume *rigid pavement* yang sudah dilapisi AC-WC tidak bisa diukur ulang secara fisik dan kita hanya bisa mengandalkan gambar dan catatan sebelumnya. Saya rasa di situlah celah yang dimanfaatkan oleh pengukuran BPK yang lebih forensik sifatnya.

P3 Dokumen: DOC-MUT-027 - DOC-MUT-029
Dari pengalaman langsung sebagai Korwaslap, apa rekomendasi paling konkret yang Bapak ajukan untuk memperkuat pengawasan mutu dan verifikasi volume pada proyek jalan serupa?
Jawaban:
Satu hal yang paling saya rasakan kekurangannya di sini adalah jumlah orang di lapangan. Saya tidak bisa ada di semua titik di waktu yang bersamaan, sementara pekerjaan berjalan paralel di banyak segmen. Kalau personel pengawas lapangan ditambah, banyak masalah bisa ditangkap lebih awal. Selain itu perlu ada aturan yang lebih tegas bahwa sebelum lapisan berikutnya dipasang, volume dan mutu lapisan di bawahnya harus sudah terverifikasi dan terdokumentasi dengan baik.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 5 Mei 2026 | Batam, 5 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Mujibur Rachman)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Korwaslap - BP Batam | NIM: 1472500005 |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 2.1 - Ir. Baringin Tampubolon |
| Jabatan | Manajer Pelaksana - PT. Kurnia Djaja Alam (Kontraktor) |
| Pengalaman | ± 20 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 6 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-KON-02 - DOC-KON-03 CCO
menaikkan nilai kontrak dari Rp65,13 miliar menjadi Rp68,28 miliar. Dari posisi Bapak yang menanggung beban operasional langsung, apakah kenaikan itu benar-benar mengimbangi tambahan pekerjaan yang terjadi di lapangan, dan bagaimana perubahan lingkup itu memengaruhi rencana pengendalian mutu yang sudah disiapkan?
Jawaban:
Jujur saja, kenaikan Rp3,15 miliar itu menutupi sebagian biaya tambahan tapi tidak semuanya. Ada kompleksitas operasional yang muncul dari perubahan lingkup itu yang tidak sepenuhnya bisa diterjemahkan ke angka kontrak. Item-item *baru* seperti penyesuaian drainase dan gorong-gorong butuh koordinasi teknis yang berbeda, sementara rencana mutu awal kami tidak memasukkan item-item itu. Kami harus menyesuaikan prosedur QC di tengah jalan dalam situasi yang sudah cukup sibuk dengan pekerjaan utama.

P2 Dokumen: DOC-MUT-013 - DOC-MUT-012
Revisi JMF AC-WC pada Juni 2024 dipicu pergantian *batching plant* dan *supplier*. Bagaimana kontraktor mengelola risiko mutu dalam masa transisi itu, dan apakah *trial mix* ulang dilakukan secara penuh sebelum produksi skala besar dimulai kembali?
Jawaban:
*Trial mix* memang dilakukan, tapi kondisinya tidak ideal karena ada tekanan dari sisi jadwal. Tidak semua variasi sumber material yang baru mendapat trial yang selengkap seharusnya. Ini yang kemudian berkontribusi pada ketidakstabilan di beberapa *batch* awal setelah transisi. Kalau saya bisa

mengulang, saya akan lebih tegas meminta jeda yang cukup untuk *trial mix* yang komprehensif sebelum produksi dilanjutkan, meski itu berarti ada keterlambatan jadwal.

P3 Dokumen: DOC-MUT-029
Mengacu pada DOC-MUT-029, ketika hasil pemeriksaan BPK menetapkan bahwa mutu beton tidak memenuhi spesifikasi kuat lentur fs 4,1079 MPa di sejumlah segmen dan mengharuskan pengembalian kelebihan pembayaran sebesar Rp726.113.833,42, bagaimana beban finansial itu berdampak pada kontraktor dan apakah ada biaya terkait yang sebelumnya sudah terserap namun tidak terdokumentasi?
Jawaban:
Terus terang, pengembalian sebesar Rp726 juta lebih itu tidak kami antisipasi sama sekali. Semua pembayaran dari pihak owner sudah beres, proyek sudah diserahterimakan, lalu tiba-tiba ada kewajiban mengembalikan uang ke kas BP Batam. Itu cukup mengagetkan dari sisi arus kas kami. Di RAB tidak ada pos untuk situasi seperti ini, jadi pengembalian itu langsung memotong nilai yang sudah kami terima tanpa ada pencadangan sebelumnya. Yang lebih rumit lagi, selama pelaksanaan memang ada biaya pengujian ulang dan pengawasan *curing* yang kami keluarkan untuk segmen-segmen beton, tapi semua itu masuk ke *overhead* begitu saja tanpa dicatat secara terpisah. Jadi kalau ditanya berapa total kerugian mutu yang sesungguhnya kami tanggung, angkanya tidak pernah benar-benar terhitung. Restitusi ke BPK itu kelihatan, tapi biaya pengujian dan pengawasan tambahan yang kami keluarkan selama konstruksi tidak pernah terdokumentasi dengan rapi. Itulah kenapa *hidden failure cost* ini tersembunyi bahkan dari laporan keuangan internal kami sendiri.

P4 Dokumen: DOC-KON-01 - DOC-KON-03
Proyek ini berjalan tanpa *risk register* formal dari sisi kontraktor. Apakah ada dokumen manajemen risiko dalam bentuk apapun yang disiapkan, dan bagaimana risiko mutu dikelola sehari-hari tanpa dokumen tertulis itu?
Jawaban:
Tidak ada *risk register* formal. Kami mengelola risiko berdasarkan pengalaman tim, dan untuk proyek jalan dengan kompleksitas seperti ini, pengalaman itu biasanya cukup untuk hal-hal yang sudah umum dihadapi. Tapi untuk kombinasi risiko yang spesifik di proyek ini seperti *multi-supplier* di tengah percepatan progres dengan lalu lintas aktif, pengalaman saja tidak

cukup. Kalau ada *risk register* yang terdokumentasi, setidaknya kita punya panduan tertulis tentang item mana yang perlu pengawasan lebih ketat di kondisi tertentu.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 6 Mei 2026 | Batam, 6 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Ir. Baringin Tampubolon)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Manajer Pelaksana | NIM: 1472500005 |
| PT. Kurnia Djaja Alam | |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 2.2 - Zulkifli, ST |
| Jabatan | Lab Teknisi - PT. Kurnia Djaja Alam (Kontraktor) |
| Pengalaman | ± 10 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 6 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-015 - DOC-MUT-014

Hasil *Marshall Test* dan *core drill* adalah dua pengujian yang paling langsung berkaitan dengan defisiensi AC-WC. Kapan pertama kali data dari kedua pengujian itu menunjukkan angka yang mengkhawatirkan, dan bagaimana temuan itu dilaporkan secara formal?

Jawaban:

Dari data *Marshall*, sebetulnya ada beberapa parameter yang sudah berada di kisaran ambang batas sejak *batch-batch* awal. Nilainya tidak gagal, tapi tidak nyaman juga. Yang jadi masalah, tidak ada *warning threshold* (ambang peringatan) dalam sistem kami dan kami hanya punya batas minimum *pass/fail* (lulus atau gagal ). Jadi selama angkanya masih di atas batas minimum, pekerjaan jalan terus. Data saya laporkan sesuai jadwal laporan berkala, tapi tidak ada mekanisme yang membuat laporan itu memicu tindakan pencegahan sebelum nilai sampai ke batas minimum. *Core drill* kemudian mengkonfirmasi ada titik-titik yang tidak memenuhi ketebalan, tapi itu dilakukan setelah hamparan selesai.

P2 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-PLK-012

Kegagalan kuat tekan Fc 30 MPa baru terkonfirmasi melalui uji silinder 28 hari. Sebelum hasil definitif itu keluar, adakah sinyal dari data pengujian awal yang sudah mengindikasikan risiko kegagalan?

Jawaban:

Ada sinyal, tapi bukan dari data yang formal. Retak yang muncul di lapangan lebih dulu dari hasil silinder, dan *hammer test* yang dilakukan bersifat indikatif. Dari sisi saya sebagai lab teknisi, data yang bisa saya berikan

sebagai dasar keputusan formal memang baru tersedia di hari ke-28. *Slump test* saat pengecoran masih dalam toleransi, jadi tidak ada yang bisa saya tandai sebagai pelanggaran pada saat itu. Yang menjadi celah adalah tidak ada protokol yang menghubungkan sinyal informal seperti retak dan hasil *hammer test* dengan kewajiban mempercepat pengambilan keputusan atau penghentian segmen.

P3 Dokumen: DOC-MUT-015 - DOC-MUT-029
Dari seluruh pengalaman pengujian di proyek ini, satu perubahan sistem apa yang menurut Bapak paling berdampak untuk meningkatkan kemampuan deteksi dini kegagalan mutu?
Jawaban:
*Warning threshold.* Itu yang paling saya butuhkan sebagai lab teknisi. Kalau ada ambang peringatan di 90 atau 95 persen dari batas minimum untuk setiap parameter, saya bisa memberi sinyal lebih awal bahwa ada tren yang perlu diperhatikan sebelum benar-benar gagal. Selain itu, kalau data saya bisa langsung masuk ke sistem digital yang bisa diakses semua pihak pada hari yang sama, jarak antara data keluar dan keputusan lapangan bisa jauh lebih pendek. Saat ini data saya masih bergerak manual dan butuh waktu sebelum sampai ke yang membutuhkannya.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

Batam, 6 Mei 2026
Informan,

**(Zulkifli, ST)**
Lab Teknisi
PT. Kurnia Djaja Alam

Batam, 6 Mei 2026
Peneliti,

**(Martina Magdalena Tuulima)**
NIM: 1472500005

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | : 2.3 - Soekardi |
| Jabatan | : Pelaksana Lapangan - PT. Kurnia Djaja Alam (Kontraktor) |
| Pengalaman | : ± 24 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | : September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | : 6 Mei 2026 |
| Lokasi | : Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-014 - DOC-MUT-027

*Core drill* menemukan ketebalan AC-WC di bawah 4 cm pada sejumlah STA, sebagian di antaranya adalah segmen yang dikerjakan pada giliran kerja malam. Dari pengalaman langsung mengeksekusi hamparan aspal, kondisi lapangan apa yang paling menentukan terjadinya defisiensi ketebalan itu?

Jawaban:

Pekerjaan malam itu tantangannya beda dibanding pagi atau siang. Temperatur aspal turun lebih cepat begitu keluar dari truk, jadi waktu yang kita punya untuk menghampar dan memadatkan itu lebih sempit. Kalau *finisher* bergerak terlalu lambat karena ada segmen yang menyempit atau ada *obstacle* di tengah jalan, aspal sudah mulai dingin sebelum selesai dihampar. Di segmen transisi yang lebarnya tidak standar, kadang kita juga terpaksa kerja manual di bagian pinggir dan ketebalan di situ lebih sulit dikontrol dibanding yang dikerjakan pakai mesin. Ditambah target panjang per *shift* yang harus dipenuhi, ada tekanan untuk terus maju meski kondisi tidak ideal.

P2 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-PLK-012

Pengecoran beton K-350 dilakukan di beberapa lajur secara bertahap. Dari pengamatan Bapak di lapangan, adakah perbedaan kondisi pelaksanaan yang nyata antara lajur yang kemudian mengalami masalah dan lajur yang tidak?

Jawaban:

Kalau saya perhatikan polanya, lajur yang kemudian bermasalah itu kebanyakan dikerjakan di periode yang sama ketika progres sedang paling cepat. Di masa itu, begitu pengecoran selesai, perhatian langsung pindah ke segmen berikutnya. Prosedur *curing* yang seharusnya dijaga ketat selama segmen berikutnya.

beberapa hari kadang tidak mendapat perhatian yang sama karena semua orang sudah bergerak ke tempat lain. Kondisi cuaca di beberapa periode pengecoran itu juga kurang mendukung, dan itu kombinasi yang tidak bagus.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 6 Mei 2026 | Batam, 6 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Soekardi)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Pelaksana Lapangan | NIM: 1472500005 |
| PT. Kurnia Djaja Alam | |

IDENTITAS INFORMAN

| | | |
|---|---|---|
| Kode Informan | : | 3.1 - Indranirwan, ST |
| Jabatan | : | *Supervision Engineer* - PT. Dwi Eltis Konsultan (Konsultan Pengawas) |
| Pengalaman | : | ± 6 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | : | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | : | 9 Mei 2026 |
| Lokasi | : | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-KON-05
Ketika hasil uji silinder 28 hari menunjukkan kuat tekan di bawah fc' 30 MPa, NCR apa yang Bapak terbitkan dan bagaimana dokumentasi ketidaksesuaian itu dikelola hingga serah terima?
Jawaban:
NCR saya terbitkan berdasarkan dua temuan yang saling menguatkan. Ada indikasi retak struktural yang terlihat secara visual di lapangan, dan hasil uji silinder 28 hari menunjukkan kuat tekan di bawah fc' 30 MPa sehingga beton itu tidak memenuhi spesifikasi secara definitif. Kedua temuan itu saya dokumentasikan dalam NCR formal dengan mencantumkan lokasi segmen, hasil pengujian, dan catatan visual lapangan. Dari sisi saya sebagai SE, prinsipnya sederhana karena setiap ketidaksesuaian harus tercatat dan bisa dipertanggungjawabkan, tidak peduli tekanan dari mana pun. Tidak ada keputusan teknis yang saya ambil di luar data. Ketidaksesuaian yang sudah terdokumentasi itu akhirnya tidak ditindaklanjuti dengan pembongkaran fisik di lapangan. Pekerjaan tetap berjalan hingga serah terima, dan penyelesaian akhirnya dilakukan melalui pemeriksaan BPK yang menetapkan faktor pengurang pembayaran berdasarkan selisih kuat lentur aktual terhadap spesifikasi fs 4,1079 MPa.

P2 DOC-MUT-012 - DOC-MUT-013 - DOC-MUT-014
Proses *approval* JMF yang Bapak jalankan sudah mencakup serangkaian pengujian material yang komprehensif. Mengapa defisiensi ketebalan AC-WC tetap bisa terjadi di lapangan, dan di mana celah prosedural yang memungkinkan masalah itu tidak tertangkap lebih awal?

Jawaban:
JMF itu mengatur mutu campurannya, bukan ketebalan hasilnya di lapangan. Campuran yang memenuhi semua parameter JMF masih bisa menghasilkan ketebalan yang tidak memenuhi kalau proses hamparan dan pemadatannya tidak terkontrol dengan baik. Celah yang saya lihat ada di sini, tidak ada hold point yang cukup ketat untuk memverifikasi ketebalan per layer sebelum pemadatan dilanjutkan. *Core drill* yang kami lakukan adalah untuk konfirmasi setelah pekerjaan selesai dan bukan sebagai kontrol proses yang berjalan paralel dengan hamparan. Kalau ada pemeriksaan ketebalan yang lebih sistematis selama pekerjaan berlangsung, masalah ini bisa ditangkap lebih awal.

P3 Dokumen: DOC-MUT-029 BA
BPK menyebut ketidaksesuaian mutu senilai Rp726,11 juta. Apakah seluruh item dalam temuan BPK itu sudah tercakup dalam NCR yang Bapak terbitkan selama konstruksi, atau ada dimensi yang baru terungkap saat pemeriksaan BPK?
Jawaban:
Item-item bermasalah yang saya tangani selama konstruksi memang sudah terdokumentasi dalam NCR. Tapi BPK melakukan sesuatu yang berbeda dari yang bisa kami lakukan selama konstruksi berlangsung, yaitu mengagregasi semua ketidaksesuaian yang tersebar di banyak titik dan menghitung nilai finansialnya secara keseluruhan. NCR kami bekerja per kejadian, per segmen, per item. Ketidaksesuaian yang sifatnya kumulatif seperti ketebalan aspal yang sedikit di bawah spesifikasi di banyak titik tidak mudah dijangkau oleh NCR tunggal. Dari sisi angka finalnya, temuan BPK memang lebih besar dari yang kami perkirakan selama konstruksi.

P4 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-MUT-022
Untuk kekurangan volume Rp253,94 juta, apakah selama pelaksanaan SE menemukan indikasi ketidaksesuaian antara volume yang tercantum dalam dokumen pembayaran dan kondisi fisik yang teramati saat opname bersama?
Jawaban:
Opname bersama memang punya keterbatasan yang tidak selalu bisa disiasati. Beberapa item, terutama yang sudah tertutup lapisan berikutnya, tidak bisa diverifikasi ulang secara fisik. Saat opname berlangsung, kita mengandalkan as-built drawing dan catatan yang ada. Ada beberapa momen di mana saya

punya keraguan tentang akurasi pengukuran di item tertentu, tapi tanpa akses fisik yang cukup, keraguan itu tidak bisa dibuktikan. BPK datang dengan kewenangan dan metode pengukuran yang lebih forensik sehingga mereka bisa mengakses hal-hal yang tidak bisa kami akses dalam kondisi konstruksi normal.

P5 Dokumen: DOC-KON-01 - DOC-MUT-029
Secara keseluruhan, bagaimana Bapak menilai kematangan sistem RBQM yang berjalan dalam proyek ini, dan satu intervensi sistemik apa yang paling kritis untuk diterapkan pada proyek jalan serupa?
Jawaban:
Kalau saya nilai secara jujur, sistem RBQM di proyek ini berjalan pada level yang saya sebut *incidental risk-awareness*. Kesadaran bahwa risiko itu ada dan item-item yang berisiko tinggi sudah diketahui bersama oleh semua pihak. Tapi pengelolaannya bertumpu pada pengalaman dan intuisi masing-masing, bukan pada sistem yang terstruktur dan terdokumentasi. Intervensi yang paling kritis menurut saya adalah formalisasi *risk register* yang terhubung langsung dengan intensitas pengawasan. Artinya, ketika suatu item pekerjaan masuk dalam daftar risiko tinggi, ada kewajiban pengawasan yang berbeda dan lebih ketat, bukan standar pengawasan yang sama untuk semua item.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 9 Mei 2026 | Batam, 9 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Indramirwan, ST)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Supervision Engineer | NIM: 1472500005 |
| PT. Dwi Eltis Konsultan | |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 3.2 -Edwar Hafudiansyah, S.Pd., MT |
| Jabatan | *Quantity Engineer* -PT. Dwi Eltis Konsultan (Konsultan Pengawas) |
| Pengalaman | ± 8 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 9 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: FIN-KON-01 - FIN-KON-06 - DOC-MUT-022 - DOC-MUT-029
Verifikasi volume untuk setiap termin pembayaran adalah tanggung jawab utama *Quantity Engineer*. Pada tahap mana dalam proses itu akurasi paling rentan terganggu, dan adakah item pekerjaan yang secara teknis tidak bisa diukur ulang setelah tertutup lapisan berikutnya?
Jawaban:
Yang paling rentan adalah item pekerjaan yang sudah tertutup sebelum verifikasi selesai. *Rigid pavement* yang sudah dilapis AC-WC misalnya tidak bisa diukur tebalnya lagi dari permukaan dan kita hanya bisa mengandalkan catatan pengukuran sebelumnya dan *as-built*. Di proyek ini, ada kondisi di mana kecepatan pekerjaan membuat beberapa item sudah tertutup sebelum saya sempat memverifikasinya secara langsung. Saya kemudian melakukan verifikasi berbasis dokumen yang akurasinya tentu berbeda dari pengukuran fisik. Itulah titik rentan yang kemudian menjadi bagian dari selisih yang ditemukan BPK.

*P2 Dokumen: DOC-PLK-012 - DOC-MUT-029*
Pada periode percepatan progres tertinggi, kecepatan pekerjaan melampaui kapasitas verifikasi yang tersedia. Bagaimana Bapak mengelola prioritas verifikasi saat itu, dan item apa yang pada akhirnya hanya terverifikasi secara dokumentatif?
Jawaban:
Di periode itu saya harus membuat pilihan. Item dengan nilai besar dan risiko tinggi mendapat prioritas untuk verifikasi fisik langsung. Item yang lebih kecil

atau berada di segmen yang sudah jauh di belakang jadwal terpaksa diverifikasi melalui dokumen. Saya tahu itu bukan kondisi ideal, tapi dengan kapasitas yang ada tidak ada pilihan lain. Yang menjadi pelajaran penting adalah bahwa untuk proyek dengan percepatan seperti ini, jumlah *Quantity Engineer* yang ada memang tidak sebanding dengan volume dan kecepatan pekerjaan yang harus diverifikasi.

P3 Dokumen: DOC-MUT-029
Perubahan prosedural apa yang paling mendesak untuk mencegah terulangnya selisih volume yang baru terdeteksi saat audit BPK?
Jawaban:
Ada satu aturan yang menurut saya harus jadi kewajiban, yaitu verifikasi fisik wajib selesai sebelum suatu lapisan ditutup oleh lapisan berikutnya. Sesederhana itu, tapi implementasinya butuh komitmen dari semua pihak dan kadang berbenturan dengan target jadwal. Selain itu perlu ada mekanisme *checkpoint* volume yang melibatkan representasi dari *owner* secara langsung sebelum setiap termin pembayaran disetujui, bukan hanya mengandalkan laporan dari konsultan.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 9 Mei 2026 | Batam, 9 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Edwar Haluiiiasysah, S.Pd., MT)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Quantity Engineer | NIM: 1472500005 |
| PT. Dwi Eltis Konsultan | |

IDENTITAS INFORMAN

| | |
|---|---|
| Kode Informan | 3.3 -Luqman Dinoer Abiyasa, ST |
| Jabatan | *Quality Control* -PT. Dwi Eltis Konsultan (Konsultan Pengawas) |
| Pengalaman | ± 6 tahun di bidang konstruksi jalan |
| Periode Keterlibatan | September 2023 - Agustus 2024 |
| Tanggal Wawancara | 9 Mei 2026 |
| Lokasi | Kota Batam, Kepulauan Riau |

P1 Dokumen: DOC-MUT-014 - DOC-MUT-015
Pengujian *Marshall* secara umum memenuhi spesifikasi campuran, tapi *core drill* menemukan ketebalan AC-WC di bawah 4 cm di sejumlah STA. Dari pengalaman *joint inspection* yang Bapak jalankan, proses hamparan apa yang tidak cukup terkendalikan dan menjadi penyebab langsung defisiensi ketebalan itu?
Jawaban:
Ini yang sering disalahpahami. Campuran yang lulus semua parameter JMF di lab tidak otomatis menghasilkan ketebalan yang memenuhi di lapangan. Yang menentukan ketebalan akhir itu adalah proses hamparannya, kecepatan *finisher*, suhu aspal saat dihampar, dan jumlah lintasan *roller*. Dari hasil *joint inspection* saya, ada beberapa kondisi yang tidak optimal terutama di pekerjaan malam dan di segmen-segmen transisi. Suhu aspal yang sudah turun membuat pemadatan tidak optimal dan itu langsung berdampak pada kepadatan dan ketebalan akhir. Ini adalah domain QC lapangan yang tidak cukup tercover dalam *hold point* yang ada saat itu.

P2 Dokumen: DOC-MUT-029 - DOC-PLK-012
Prosedur *curing* beton K-350 adalah langkah kritis pasca pengecoran yang langsung memengaruhi kuat tekan akhir. Dari hasil *joint inspection*, apakah prosedur itu dijalankan konsisten di seluruh segmen termasuk segmen yang kemudian mengalami kegagalan kuat tekan?
Jawaban:
Tidak konsisten, dan itu yang saya catat dalam beberapa sesi *joint inspection*. Ada segmen di mana *curing cloth* diangkat lebih cepat dari yang seharusnya

karena area itu sudah dibutuhkan untuk pekerjaan berikutnya. Ada juga kondisi di mana *curing* dilaporkan sudah dilakukan tapi saat saya cek di lapangan kondisinya berbeda dari yang terdokumentasi. Saya sudah melaporkan temuan-temuan itu ke SE untuk ditindaklanjuti secara formal. Inilah fungsi QC konsultan sebagai lapisan independen, untuk menangkap hal-hal seperti ini yang mungkin tidak terdeteksi kalau pengawasannya hanya dari satu sisi.

P3 Dokumen: DOC-KON-05 - DOC-MUT-027
QC konsultan berperan sebagai lapisan pengawasan independen di atas QC kontraktor. Dari pengalaman proyek ini, di mana umpan balik antara dua lapisan QC itu paling sering terlambat, dan bagaimana keterlambatan itu berdampak pada kemampuan pencegahan?
Jawaban:
Paling sering terlambat di umpan balik data pengujian. QC kontraktor punya data lebih dulu dari saya karena mereka yang mengambilnya langsung, tapi tidak selalu segera melaporkan hasil yang marginal atau meragukan. Kadang saya baru tahu dari *joint inspection* berikutnya, dan pada saat itu pekerjaan sudah berlanjut dan kesempatan untuk mencegah sudah terlewat. Yang saya bayangkan ke depan adalah ada forum koordinasi harian yang ringan dan langsung, di mana temuan lapangan bisa dikomunikasikan secara *real-time* antara QC konsultan dan tim QC kontraktor tanpa harus menunggu proses pelaporan formal selesai lebih dulu.

Pernyataan Informan
Saya telah membaca dan memverifikasi bahwa isi transkrip ini mencerminkan dengan akurat apa yang saya sampaikan selama sesi wawancara, dan memberikan persetujuan atas penggunaan data ini untuk kepentingan akademik penelitian tesis.

| | |
|---|---|
| Batam, 9 Mei 2026 | Batam, 9 Mei 2026 |
| Informan, | Peneliti, |
| **(Luqmanul Moen Abiyasa, ST)** | **(Martina Magdalena Tuulima)** |
| Quality Control | NIM: 1472500005 |
| PT. Dwi Eltis Konsultan | |

Halaman ini sengaja dikosongkan.

**LAMPIRAN C**
**LEMBAR PENILAIAN *FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS* (FMEA)**

Lampiran ini memuat lembar kerja penilaian FMEA dengan parameter *Severity* yang dijabarkan menjadi S-Mutu dan S-Biaya, menghasilkan dua nilai RPN yang dianalisis secara paralel. Skala penilaian mengacu pada Tabel 2.5 sampai 2.9 di Subbab 2.2.4, dikalibrasi terhadap rekam jejak insiden nyata dari dokumen proyek dan transkrip wawancara. Seluruh kode dokumen dan kode informan merujuk pada Lampiran A dan Lampiran B tesis ini.

**Worksheet Penilaian Risiko: R-01**

| | |
|---|---|
| **Kode Risiko** | R-01 |
| **Kategori Risiko** | Teknis |
| **Faktor 5M** | *Method / Material / Machine* |
| **Deskripsi Risiko** | Ketebalan lapisan AC-WC terpasang di bawah spesifikasi minimum 4 cm pada sejumlah STA di jalur kiri maupun kanan |
| ***Failure Mode*** | Lapisan aspal perkerasan terlalu tipis akibat tiga kondisi yang saling memperkuat, yaitu penurunan temperatur campuran selama perjalanan dari AMP ke lokasi, kerusakan *asphalt finisher* di tengah operasi yang memaksa penghamparan manual, serta keterbatasan pengawasan pada giliran kerja malam ketika sebagian pekerjaan pengaspalan dialihkan untuk menghindari gangguan lalu lintas aktif |
| ***Effect* terhadap Mutu** | Penurunan umur layanan perkerasan dan ketahanan terhadap beban lalu lintas kumulatif; perkerasan rentan mengalami deformasi dan kerusakan dini |

| | |
|---|---|
| ***Effect* terhadap Biaya** | Biaya penambahan sand sheet dan overlay tambahan sebagai tindakan korektif; biaya sewa alat darurat saat kerusakan *finisher*; potensi peningkatan biaya pemeliharaan rutin jangka panjang |
| **Sumber Bukti - Dokumen** | DOC-MUT-014 (Laporan Core Drill AC-WC); DOC-MUT-027 (NR-14: evaluasi coring di bawah 4 cm); DOC-MUT-012; DOC-MUT-013 (JMF AC-WC) |
| **Sumber Bukti - Informan (Lampiran B)** | Transkrip 2.3 (Soekardi); Transkrip 3.1 (Indra Nirwan, ST); Transkrip 3.3 (Luqman Dinoer Abiyasa, ST) |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Severity* terhadap Mutu (S-Mutu)** | **8** | *Core drill* (DOC-MUT-014) mendokumentasikan ketebalan AC-WC di bawah 4 cm pada sejumlah STA; NR-14 (DOC-MUT-027) merekomendasikan *sand sheet* dan *overlay* sebagai tindakan korektif. Transkrip 3.1 menegaskan bahwa defisiensi ketebalan bukan disebabkan campuran yang tidak memenuhi JMF, melainkan oleh proses hamparan yang tidak terkontrol pada segmen malam dan saat *finisher* mengalami kerusakan di tengah operasi |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):** **(Lanjutan)**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Severity* terhadap Biaya (S-Biaya)** | **2** | Ketebalan AC-WC yang tidak memenuhi spesifikasi diselesaikan melalui pengembalian kelebihan pembayaran kepada PPK tanpa dilakukan pekerjaan perbaikan di lapangan. Biaya tambahan seperti *sand sheet*, *overlay*, sewa alat darurat, dan tenaga kerja manual tetap dibebankan dalam *overhead* kontrak sehingga tidak tercatat secara khusus. Berdasarkan perkiraan konservatif, dampak finansialnya berada di bawah 1% nilai kontrak sehingga dikategorikan Sangat Rendah, walaupun masih terdapat biaya tersembunyi (*hidden cost*)yang tidak terdokumentasi secara rinci. |
| ***Occurrence* (O)** | **7** | *Core drill* menemukan titik-titik ketebalan di bawah spesifikasi tersebar di berbagai STA jalur kiri dan kanan (DOC-MUT-014). Transkrip 2.3 dan 3.1 mengonfirmasi bahwa kondisi pengaspalan malam hari dengan jendela temperatur yang lebih sempit menjadi faktor berulang yang berkontribusi pada kemunculan defisiensi ketebalan, bukan kejadian yang terisolasi pada satu segmen |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):** **(Lanjutan)**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Detection* (D)** | **6** | Pengujian ketebalan tidak dilakukan menyeluruh di setiap STA sehingga sebagian titik defisiensi baru teridentifikasi saat evaluasi menjelang serah terima (DOC-MUT-027). Transkrip 3.1 menyatakan bahwa *core drill* dilakukan setelah hamparan selesai, bukan sebagai kontrol proses yang berjalan paralel dengan pekerjaan, sehingga NCR baru dapat diterbitkan setelah fakta kegagalan terkonfirmasi |

**Worksheet Penilaian Risiko: R-02**

| | |
|---|---|
| **Kode Risiko** | R-02 |
| **Kategori Risiko** | Teknis |
| **Faktor 5M** | *Material / Method* |
| **Deskripsi Risiko** | Beton semen pada pekerjaan *rigid pavement* tidak memenuhi persyaratan kuat tekan K-350 (Fc 30 MPa) dan timbul retak struktural pada permukaan perkerasan beton |
| ***Failure Mode*** | Kegagalan mutu kritis yang terkonfirmasi melalui kronologi berjenjang yaitu retak struktural yang terdeteksi secara visual di lapangan, dikuatkan oleh hasil uji silinder 28 hari yang menunjukkan kuat tekan di bawah Fc 30 MPa, dan berujung pada penetapan faktor pengurang pembayaran oleh BPK berdasarkan selisih kuat lentur aktual terhadap |

| | |
|---|---|
| | spesifikasi fs 4,1079 MPa. Kegagalan terkonsentrasi pada segmen yang dikerjakan di periode percepatan progres tertinggi di mana prosedur *curing* tidak mendapat pengawasan yang konsisten |
| ***Effect* terhadap Mutu** | Kegagalan mutu kritis yang mengancam integritas struktural *rigid pavement* dan berpotensi mengganggu fungsi layanan jalan dalam jangka panjang |
| ***Effect* terhadap Biaya** | Penerapan faktor pengurang pembayaran sebesar Rp726.113.833,42 berdasarkan pemeriksaan BPK; beton yang tidak memenuhi spesifikasi tetap terpasang di lapangan tanpa perbaikan fisik; tidak ada biaya konstruksi tambahan yang terdokumentasi; potensi biaya pemeliharaan dini akibat degradasi struktural lebih awal dari estimasi |
| **Sumber Bukti - Dokumen** | DOC-MUT-029 (BA Pemeriksaan BPK: ketidaksesuaian mutu Rp726.113.833,42); DOC-PLK-012 (*rigid pavement* K-350 lajur 3, 4, 5) |
| **Sumber Bukti - Informan (Lampiran B)** | Transkrip 1.1 (Mirza Saputra); Transkrip 2.1 (Ir. Baringin Tampubolon); Transkrip 3.1 (Indra Nirwan, ST) |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Severity* terhadap Mutu (S-Mutu)** | **9** | DOC-MUT-029 mengonfirmasi ketidaksesuaian mutu *rigid pavement* dengan nilai koreksi Rp726.113.833,42. Transkrip 3.1 menggambarkan kronologi kegagalan secara rinci yaitu retak struktural di lapangan yang dikuatkan hasil uji silinder 28 hari di bawah Fc 30 MPa dan kegagalan mutu terkonfirmasi melalui pengukuran BPK yang mendapati kuat lentur aktual di bawah fs 4,1079 MPa pada sejumlah segmen, diselesaikan via restitusi |
| ***Severity* terhadap Biaya (S-Biaya)** | **4** | Dampak finansial R-02 berupa penyetoran kembali kelebihan pembayaran kepada PPK sebesar Rp726.113.833,42 atau 1,06% nilai kontrak sehingga masuk kategori Rendah. Tidak ada biaya konstruksi tambahan yang teridentifikasi. Seluruh konsekuensi finansial terkonsentrasi pada restitusi Rp726.113.833,42. Skor 4 dipertahankan karena angka restitusi merepresentasikan dampak nyata terhadap pembayaran kontraktor. |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):** **(Lanjutan)**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Occurrence* (O)** | **6** | Ketidaksesuaian mutu beton terdokumentasi pada sejumlah titik pekerjaan *rigid pavement*, namun tidak muncul merata di seluruh area pengecoran. Transkrip 3.1 dan 2.3 mengonfirmasi bahwa kegagalan terkonsentrasi di segmen yang pengerjaannya bertepatan dengan periode percepatan tertinggi di mana prosedur *curing* tidak mendapat pengawasan yang setara |
| ***Detection* (D)** | **8** | *Hammer test* bersifat indikatif dan tidak cukup sebagai dasar keputusan formal, sehingga konfirmasi definitif hanya tersedia setelah uji silinder 28 hari selesai (Transkrip 3.1). Selama jeda 28 hari tersebut pekerjaan terus berlanjut tanpa ada mekanisme yang dapat menghentikannya, dan ketidaksesuaian baru terungkap secara menyeluruh melalui pemeriksaan BPK pasca serah terima (DOC-MUT-029) |

**Worksheet Penilaian Risiko: R-03**

| | |
|---|---|
| **Kode Risiko** | R-03 |
| **Kategori Risiko** | Teknis / Manajerial |
| **Faktor 5M** | *Management* / *Method* |
| **Deskripsi Risiko** | Volume pekerjaan fisik yang terpasang di lapangan lebih kecil dari volume yang tercantum dalam kontrak dan dokumen pembayaran, akibat kelemahan sistemik dalam mekanisme verifikasi volume yang tidak melibatkan pengukuran silang dari sisi pemilik pekerjaan |
| ***Failure Mode*** | Dimensi dan kuantitas pekerjaan tidak memenuhi persyaratan kontrak pada beberapa item sekaligus. Kekurangan volume tidak tertangkap melalui proses opname bersama karena sejumlah item pekerjaan sudah tertutup lapisan berikutnya sebelum verifikasi fisik selesai dilakukan, sehingga verifikasi hanya dapat dilakukan berbasis dokumen dengan akurasi yang lebih rendah dari pengukuran langsung |
| ***Effect* terhadap Mutu** | Ketidaksesuaian dimensi pekerjaan terpasang dengan persyaratan desain, spesifikasi teknis, dan batas toleransi mutu dalam dokumen kontrak; mencerminkan lemahnya sistem verifikasi volume selama pelaksanaan berlangsung |
| ***Effect* terhadap Biaya** | Kelebihan pembayaran kepada kontraktor sebesar Rp253.935.866,90 berdasarkan hasil pemeriksaan BPK; konsekuensi administratif berupa kewajiban pengembalian kelebihan pembayaran pasca proyek |
| **Sumber Bukti - Dokumen** | DOC-MUT-029 (BA Pemeriksaan BPK: kekurangan volume Rp253.935.866,90); DOC-KON-01 s.d. DOC-KON-04; FIN-KON-01 s.d. FIN-KON-06 |

| | |
|---|---|
| **Sumber Bukti - Informan (Lampiran B)** | Transkrip 1.1 (Mirza Saputra); Transkrip 1.3 (Mujibur Rachman); Transkrip 3.2 (Edwar Hafudiansyah, S.Pd., MT) |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Severity* terhadap Mutu (S-Mutu)** | **7** | DOC-MUT-029 mendokumentasikan kekurangan volume pada beberapa item pekerjaan sekaligus. Transkrip 1.1 mengonfirmasi bahwa verifikasi volume bergantung sepenuhnya pada opname bersama kontraktor dan konsultan tanpa pengukuran silang dari sisi pemilik pekerjaan, sehingga selisih yang kemudian ditemukan BPK tidak tertangkap oleh mekanisme verifikasi rutin |
| ***Severity* terhadap Biaya (S-Biaya)** | **2** | Dampak finansial langsung R-03 berupa pengembalian kelebihan pembayaran sebesar Rp253.935.866,90 atau 0,37% nilai kontrak sehingga masuk kategori Sangat Rendah. Temuan ini tidak memerlukan perbaikan fisik karena bersifat administratif dan terjadi setelah serah terima. Skor ditempatkan pada batas atas kategori Sangat Rendah karena menunjukkan kelemahan dalam proses verifikasi opname dan mekanisme pembayaran termin proyek. |

**Penilaian Parameter (skor 1 sampai 10):** **(Lanjutan)**

| Parameter | Skor | Justifikasi (Rujukan Dokumen & Informan) |
|---|---|---|
| ***Occurrence* (O)** | **6** | Kekurangan volume terdokumentasi pada beberapa item pekerjaan sekaligus, menunjukkan celah verifikasi yang bersifat tersebar dan berulang sepanjang proses pembayaran termin, bukan terisolasi pada satu item saja (DOC-MUT-029; FIN-KON-01 s.d. 06). Transkrip 3.2 mengonfirmasi bahwa pada periode percepatan tertinggi sejumlah item terpaksa diverifikasi berbasis dokumen karena kecepatan pekerjaan melampaui kapasitas verifikasi fisik yang tersedia |
| ***Detection* (D)** | **8** | Kekurangan volume tidak teridentifikasi melalui opname rutin, laporan bulanan, maupun proses pembayaran termin yang telah dilalui, melainkan baru terungkap melalui pengukuran forensik BPK pasca serah terima (DOC-MUT-029). Transkrip 1.1 menegaskan bahwa BPK menggunakan metode pengukuran yang jauh lebih rinci dari opname biasa dan menemukan selisih yang selama ini tidak tertangkap oleh mekanisme verifikasi yang berjalan |

**LAMPIRAN D**
**LEMBAR KATEGORISASI *COST OF QUALITY* (CoQ)**

Lampiran ini memuat identifikasi, klasifikasi, dan rincian komponen *Cost of Quality* pada proyek pelebaran Jalan Hang Tuah ruas Simpang Bandara-Simpang Batu Besar. Kategorisasi komponen mengacu pada model PAF sebagaimana diuraikan pada Subbab 2.2.4, yang membedakan biaya mutu ke dalam empat komponen yaitu *Prevention Cost* (PC), *Appraisal Cost* (AC), *Internal Failure Cost* (IFC), dan *External Failure Cost* (EFC). Perhitungan total CoQ dan analisis proporsinya disajikan pada Subbab 4.2.3.

D.1 Identifikasi dan Klasifikasi Komponen CoQ

| Komponen | Uraian | Nilai (Rp) | Status |
|---|---|---|---|
| *Prevention Cost* (PC) | Biaya pencegahan kegagalan mutu sebelum pekerjaan berjalan, mencakup penyusunan JMF, *trial mix*, dan verifikasi awal kondisi lapangan | - | Tidak terukur - tidak terdokumentasi sebagai pos tersendiri dalam laporan keuangan proyek |
| *Appraisal Cost* (AC) | Biaya pengawasan mutu independen melalui kontrak supervisi PT. Dwi Eltis Konsultan | Rp1.547.650.000,00 | Terukur - DOC-KON-05 |
| *Internal Failure Cost* (IFC) | Biaya perbaikan mutu sebelum serah terima, mencakup *overlay* AC-WC dan *sand sheet* serta pengujian ulang material. | - | Tidak terukur - seluruhnya diserap ke *overhead* kontraktor tanpa pos dokumentasi tersendiri (Transkrip 2.1, 2.3) |

Sumber: Olahan Peneliti, 2026

D.1 Identifikasi dan Klasifikasi Komponen CoQ (Lanjutan)

| Komponen | Uraian | Nilai (Rp) | Status |
|---|---|---|---|
| *External Failure Cost* (EFC) | Biaya kegagalan mutu yang baru terungkap setelah serah terima melalui pemeriksaan BPK | Rp980.049.700,32 | Terukur - DOC-MUT-029 |

Sumber: Olahan Peneliti, 2026

D.2 Rincian Appraisal Cost

| Uraian | Nilai (Rp) | Sumber |
|---|---|---|
| Kontrak supervisi PT. Dwi Eltis Konsultan | Rp1.547.650.000,00 | DOC-KON-05 |
| Total *Appraisal Cost* | Rp1.547.650.000,00 | |

Sumber: Olahan Peneliti, 2026

D.3 Rincian External Failure Cost

| Sub-komponen | Nilai (Rp) | Proporsi terhadap Total EFC | Sumber |
|---|---|---|---|
| Ketidaksesuaian mutu *rigid pavement* K-350 | Rp726.113.833,42 | 74,1% | DOC-MUT-029 |
| Kekurangan volume pekerjaan terpasang | Rp253.935.866,90 | 25,9% | DOC-MUT-029 |
| Total *External Failure Cost* | Rp980.049.700,32 | 100% | |

Sumber: Olahan Peneliti, 2026

D.4 Pemetaan Kausal Risiko terhadap Komponen CoQ

| Kode Risiko | Deskripsi Risiko | Komponen CoQ | Nilai (Rp) | Keterangan |
|---|---|---|---|---|
| R-01 | Ketebalan AC-WC di bawah 4 cm | IFC | Tidak terukur | *Overlay* dan *sand sheet* dilakukan sebelum serah terima, biaya diserap ke overhead (Transkrip 2.3, DOC-MUT-027) |
| R-02 | Beton K-350 tidak memenuhi Fc 30 MPa | EFC | Rp726.113.833,42 | Faktor pengurang pembayaran berdasarkan pemeriksaan BPK (DOC-MUT-029) |
| R-03 | Kekurangan volume pekerjaan terpasang | EFC | Rp253.935.866,90 | Kelebihan pembayaran teridentifikasi melalui pengukuran forensik BPK (DOC-MUT-029) |

Sumber: Olahan Peneliti, 2026

Halaman ini sengaja dikosongkan.

# DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH

## A. Singkatan

| Singkatan | Kepanjangan | Keterangan |
|---|---|---|
| 5M | Man, Method, Machine, Material, Management | Kerangka kategorisasi faktor risiko teknis dalam FMEA |
| AC | Appraisal Cost | Biaya inspeksi dan pengujian mutu |
| BoQ | Bill of Quantities | Daftar volume dan jenis pekerjaan dalam kontrak |
| BP Batam | Badan Pengusahaan Batam | Otoritas pemilik proyek di Kota Batam |
| CBR | California Bearing Ratio | Nilai daya dukung tanah dasar jalan |
| CCO | Contract Change Order | Perintah perubahan kontrak secara resmi |
| CoC | Cost of Conformance | Total biaya pemenuhan mutu (PC + AC) |
| CoNC | Cost of Non-Conformance | Total biaya kegagalan mutu (IFC + EFC) |
| CoQ | Cost of Quality | Total biaya mutu proyek (CoC + CoNC) |
| EFC | External Failure Cost | Biaya kegagalan mutu yang terdeteksi setelah serah terima |
| FMEA | Failure Mode and Effects Analysis | Analisis jenis dan efek kegagalan sebagai instrumen prioritas risiko |
| FHO | Final Hand Over | Serah terima akhir pekerjaan setelah masa pemeliharaan |

| Singkatan | Kepanjangan | Keterangan |
|---|---|---|
| IFC | *Internal Failure Cost* | Biaya kegagalan mutu yang terdeteksi sebelum serah terima |
| JMF | *Job Mix Formula* | Formula campuran bahan perkerasan jalan (aspal) |
| NCR | Non-Conformance Report | Laporan resmi ketidaksesuaian hasil pekerjaan terhadap spesifikasi |
| PAF | Prevention-Appraisal-Failure | Model tiga komponen utama dalam kerangka Cost of Quality |
| PC | *Prevention Cost* | Biaya yang dikeluarkan untuk mencegah kegagalan mutu |
| PHO | Provisional Hand Over | Serah terima pertama (sementara) setelah konstruksi selesai |
| PPK | Pejabat Pembuat Komitmen | Pejabat yang bertindak sebagai wakil pemilik pekerjaan secara kontraktual |
| QCP | *Quality Control Plan* | Dokumen rencana pengendalian mutu pelaksanaan |
| RAB | Rencana Anggaran Biaya | Estimasi biaya yang direncanakan oleh pemilik pekerjaan |
| RAP | Rencana Anggaran Pelaksanaan | Estimasi biaya versi kontraktor pelaksana |
| RBQM | Risk-Based Quality Management | Pendekatan manajemen mutu yang mengintegrasikan manajemen risiko |
| RFI | Request for Inspection | Formulir permohonan inspeksi pekerjaan kepada konsultan pengawas |
| RKS | Rencana Kerja dan Syarat | Dokumen teknis dan administratif yang menjadi acuan pelaksanaan kontrak |

| Singkatan | Kepanjangan | Keterangan |
|---|---|---|
| RPN | Risk Priority Number | Angka prioritas risiko hasil perhitungan FMEA (S × O × D) |
| SDM | Sumber Daya Manusia | Tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek |
| STA | Stationing / Chainage | Penanda posisi jarak sepanjang ruas jalan (misal: STA 1+200) |

## B. Istilah

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) | Lapis aus aspal beton | Lapisan perkerasan aspal paling atas yang berfungsi menerima langsung beban lalu lintas dan memberikan kenyamanan permukaan jalan. Dalam penelitian ini, ketidaksesuaian ketebalan AC-WC menjadi salah satu temuan mutu dominan melalui hasil core drill. |
| Ambang peringatan bertingkat (tiered warning threshold) | Sistem ambang peringatan berlapis | Mekanisme pengendalian mutu yang menggunakan beberapa level batas peringatan sebelum hasil pengujian mencapai kondisi gagal spesifikasi. Konsep ini digunakan untuk memperkuat deteksi dini risiko mutu. |
| Analisis retrospektif | Analisis berbasis rekonstruksi kejadian | Pendekatan analisis yang dilakukan setelah proyek selesai dengan merekonstruksi |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| | | kembali hubungan antara risiko, mutu, dan biaya berdasarkan dokumen serta wawancara. |
| Appraisal Cost (AC) | Biaya penilaian/pemeriksaan mutu | Komponen CoQ yang mencakup biaya pengujian laboratorium, inspeksi lapangan, core drill, Marshall test, dan verifikasi mutu lainnya untuk memastikan pekerjaan memenuhi spesifikasi. |
| As-built drawing | Gambar terlaksana | Dokumen gambar final yang menggambarkan kondisi aktual hasil pekerjaan di lapangan setelah pelaksanaan selesai, termasuk perubahan terhadap desain awal akibat kondisi eksisting proyek. |
| Asphalt finisher | Alat penghampar aspal | Peralatan utama penghampar campuran aspal panas pada pekerjaan perkerasan jalan. Dalam penelitian ini, kerusakan asphalt finisher di tengah pekerjaan menjadi salah satu jenis risiko mutu. |
| Backup volume | Data pendukung volume pekerjaan | Dokumen rincian perhitungan volume aktual yang digunakan sebagai dasar verifikasi quantity dalam proses pembayaran maupun perubahan kontrak (CCO). |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Bill of Quantities (BoQ) | Daftar kuantitas pekerjaan | Dokumen kontrak yang memuat daftar item pekerjaan beserta volume dan kuantitasnya sebagai dasar perhitungan nilai kontrak proyek. |
| Centralized monitoring | Monitoring terpusat | Sistem pemantauan mutu dan risiko yang terintegrasi dalam satu mekanisme pengawasan sehingga deviasi pekerjaan dapat terdeteksi lebih cepat dan konsisten. |
| Checklist | Daftar periksa | Instrumen bantu pengumpulan data yang digunakan untuk memastikan seluruh tahapan telaah dokumen dan wawancara terlaksana secara lengkap dan sistematis. |
| Compaction | Pemadatan | Proses peningkatan kepadatan material tanah atau agregat melalui alat pemadat untuk mencapai daya dukung sesuai spesifikasi teknis jalan. |
| Contract Change Order (CCO) | Perubahan kontrak pekerjaan | Mekanisme resmi perubahan volume, item, atau nilai pekerjaan akibat kondisi aktual lapangan yang berbeda dari asumsi awal kontrak. Pada proyek ini, CCO dipicu terutama oleh kondisi tanah dasar dan utilitas eksisting yang tidak sepenuhnya sesuai desain awal. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Core drill | Uji inti bor | Pengambilan sampel inti silinder dari lapisan perkerasan jalan untuk mengukur ketebalan aktual, kepadatan, dan kualitas pekerjaan aspal atau beton. |
| Cost of Conformance (CoC) | Biaya kesesuaian mutu | Total biaya untuk memastikan pekerjaan memenuhi spesifikasi mutu, terdiri atas *Prevention Cost* dan Appraisal Cost. |
| Cost of Non-Conformance (CoNC) | Biaya ketidaksesuaian mutu | Total biaya akibat kegagalan mutu pekerjaan, terdiri atas *Internal Failure Cost* dan External Failure Cost. |
| Cost of Quality (CoQ) | Biaya mutu | Pendekatan analisis biaya yang mengelompokkan biaya proyek berdasarkan biaya pemenuhan mutu dan biaya akibat kegagalan mutu. Penelitian ini menggunakan model PAF untuk merekonstruksi implikasi ekonomi dari penyimpangan mutu proyek jalan. |
| Curing | Perawatan beton | Proses menjaga kelembapan dan temperatur beton setelah pengecoran agar proses hidrasi berlangsung optimal dan mutu beton berkembang sesuai spesifikasi. Dalam penelitian ini, curing yang tidak konsisten menjadi salah satu risiko mutu rigid pavement. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Data laboratorium | Data hasil pengujian material | Hasil pengujian teknis terhadap material dan pekerjaan konstruksi seperti Marshall test, abrasion, soundness, dan kuat tekan beton yang digunakan sebagai dasar pengendalian mutu proyek. |
| Dependabilitas | Keterandalan proses penelitian | Tingkat konsistensi dan keterlacakan proses penelitian sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara metodologis. |
| Detection | Kemampuan deteksi | Parameter FMEA yang menunjukkan tingkat kemampuan sistem pengawasan mendeteksi potensi kegagalan sebelum berdampak terhadap mutu atau biaya proyek. Penilaian menggunakan skala 1-10. |
| Deviasi progres | Penyimpangan progres pekerjaan | Selisih antara progres rencana dan progres aktual proyek pada periode tertentu. Dalam penelitian ini, deviasi progres tinggi berkorelasi dengan meningkatnya kompromi prosedur mutu. |
| External Failure Cost (EFC) | Biaya kegagalan eksternal | Biaya kegagalan mutu yang muncul setelah pekerjaan diserahterimakan, seperti perbaikan masa pemeliharaan dan koreksi hasil pemeriksaan akhir. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Failure mode | Jenis kegagalan | Bentuk spesifik kegagalan yang berpotensi terjadi pada suatu aktivitas pekerjaan konstruksi akibat faktor manusia, metode, alat, material, atau lingkungan kerja. |
| Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) | Analisis jenis dan dampak kegagalan | Metode analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan memprioritaskan risiko berdasarkan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* sehingga menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN). |
| Good practice | Praktik terbaik | Pendekatan atau prosedur kerja yang terbukti efektif dalam menjaga mutu dan efisiensi pelaksanaan proyek serta layak dijadikan rujukan pada proyek sejenis. |
| Hidden failure cost | Biaya kegagalan tersembunyi | Komponen biaya kegagalan mutu yang tidak tercatat secara langsung dalam laporan biaya proyek, seperti penurunan produktivitas, tambahan koordinasi, waktu tunggu, dan pemborosan sumber daya. |
| Hold point | Titik henti pemeriksaan | Tahapan pekerjaan yang mengharuskan inspeksi atau persetujuan tertentu sebelum pekerjaan berikutnya dapat dilanjutkan. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| *Internal Failure Cost* (IFC) | Biaya kegagalan internal | Biaya akibat kegagalan mutu yang teridentifikasi sebelum pekerjaan diserahterimakan, seperti pekerjaan ulang, overlay ulang, dan pemadatan ulang. |
| *Job Mix Formula* (JMF) | Formula campuran kerja | Komposisi campuran material aspal yang ditetapkan melalui pengujian laboratorium untuk memastikan campuran memenuhi spesifikasi teknis pekerjaan jalan. |
| Joint inspection | Inspeksi bersama | Pemeriksaan lapangan yang dilakukan bersama oleh kontraktor, konsultan pengawas, dan pemilik pekerjaan untuk memverifikasi mutu dan kuantitas pekerjaan. |
| Joint survey | Survei bersama | Pemeriksaan kondisi eksisting lapangan yang dilakukan bersama oleh pihak proyek sebagai dasar verifikasi teknis dan quantity pekerjaan. |
| Marshall test | Uji Marshall | Metode pengujian campuran aspal untuk menentukan stabilitas, flow, dan karakteristik teknis campuran sebelum diterapkan di lapangan. |
| Mutual Check 0% (MC-0) | Pemeriksaan bersama awal | Pemeriksaan kondisi awal lapangan sebelum pekerjaan utama dimulai untuk memverifikasi volume, kondisi eksisting, dan kesiapan pelaksanaan proyek. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Mutual Check 100% (MC-100) | Pemeriksaan bersama akhir | Pemeriksaan akhir hasil pekerjaan setelah konstruksi selesai untuk memastikan kesesuaian volume, mutu, dan administrasi pekerjaan sebelum proses serah terima. |
| Non-Conformance Report (NCR) | Laporan ketidaksesuaian | Dokumen resmi yang diterbitkan ketika hasil pekerjaan tidak memenuhi spesifikasi teknis atau standar mutu yang dipersyaratkan. |
| *Occurrence* | Frekuensi kejadian | Parameter FMEA yang menunjukkan tingkat kemungkinan suatu risiko terjadi selama pelaksanaan proyek. |
| Overlay | Pelapisan ulang | Penambahan lapisan baru di atas permukaan jalan eksisting untuk memperbaiki mutu struktural atau ketebalan perkerasan yang tidak memenuhi spesifikasi. |
| *Pass/fail* system | Sistem lulus/gagal | Sistem evaluasi mutu yang hanya menentukan apakah hasil pengujian memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasi tanpa menggunakan ambang peringatan bertingkat. |
| Pavement | Perkerasan jalan | Struktur lapisan konstruksi jalan yang dirancang untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar secara aman. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| *Prevention Cost* (PC) | Biaya pencegahan | Biaya yang dikeluarkan untuk mencegah terjadinya kegagalan mutu, seperti pengawasan, penyusunan QCP, kalibrasi alat, dan pengujian awal material. |
| *Quality Control Plan* (QCP) | Rencana pengendalian mutu | Dokumen yang memuat prosedur inspeksi, pengujian, dan mekanisme pengendalian mutu selama pelaksanaan proyek konstruksi. |
| Quality tolerance limit (QTL) | Batas toleransi mutu | Rentang penyimpangan mutu yang masih dapat diterima sebelum suatu pekerjaan dinyatakan gagal mutu. |
| Recall bias | Bias ingatan | Potensi ketidakakuratan informasi akibat keterbatasan ingatan informan dalam menjelaskan kembali kejadian masa lalu pada wawancara retrospektif. |
| Request for Inspection (RFI) | Permohonan inspeksi | Dokumen formal yang diajukan kontraktor kepada konsultan pengawas untuk meminta pemeriksaan pekerjaan sebelum tahapan berikutnya dilaksanakan. |
| Retrospective interview | Wawancara retrospektif | Teknik wawancara yang dilakukan setelah proyek selesai dengan fokus pada rekonstruksi pengalaman dan pengambilan keputusan selama pelaksanaan proyek. |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| Rigid pavement | Perkerasan kaku | Jenis perkerasan berbasis beton semen yang memiliki tingkat kekakuan tinggi untuk menahan beban lalu lintas berat. |
| *Risk register* | Daftar risiko | Dokumen formal yang memuat identifikasi risiko, tingkat prioritas, potensi dampak, dan strategi mitigasi risiko proyek secara sistematis. |
| Risk-Based Quality Management (RBQM) | Manajemen mutu berbasis risiko | Pendekatan manajemen yang mengintegrasikan pengelolaan risiko, pengendalian mutu, dan implikasi biaya dalam satu kerangka pengelolaan proyek yang terpadu. |
| Risk Priority Number (RPN) | Angka prioritas risiko | Nilai prioritas risiko hasil perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* yang digunakan untuk menentukan tingkat kekritisan risiko dalam FMEA. |
| Risk response | Respons risiko | Tindakan mitigasi, pengendalian, atau penyesuaian yang dilakukan untuk mengurangi dampak maupun kemungkinan terjadinya risiko proyek. |
| Roller | Alat pemadat | Peralatan pemadatan yang digunakan untuk meningkatkan kepadatan tanah, agregat, atau lapisan perkerasan agar mencapai spesifikasi teknis. |
| *Severity* | Tingkat keparahan | Parameter FMEA yang menunjukkan besarnya dampak |

| Istilah | Padanan Indonesia | Penjelasan dalam Konteks Penelitian |
|---|---|---|
| | | risiko terhadap mutu maupun biaya proyek apabila risiko tersebut terjadi. |
| Soundness test | Uji ketahanan agregat | Pengujian laboratorium untuk menilai ketahanan agregat terhadap pengaruh cuaca dan perubahan lingkungan. |
| Stimulated recall | Recall berbantuan dokumen | Teknik wawancara yang menggunakan dokumen proyek sebagai pemicu ingatan informan agar penjelasan yang diberikan lebih kontekstual dan spesifik. |
| Trial compaction | Pemadatan percobaan | Pengujian awal metode dan lintasan alat pemadat sebelum pekerjaan utama dilaksanakan secara penuh. |
| Trial mix | Campuran percobaan | Percobaan awal komposisi campuran material untuk memastikan mutu campuran memenuhi spesifikasi teknis sebelum produksi massal dilakukan. |
| Warning threshold | Ambang peringatan | Nilai batas indikatif yang digunakan sebagai sinyal dini sebelum hasil pengujian melewati batas spesifikasi minimum. |

Halaman ini sengaja dikosongkan.

## RIWAYAT HIDUP



Martina Magdalena Tuulima lahir di Kupang, Nusa Tenggara Timur, pada 15 Maret 1983, sebagai anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan Joram Jonathan Tuulima dan Johana Magdalena Bolla. Pendidikan dasar hingga menengah atas ditempuh seluruhnya di Kota Kupang, dan diselesaikan berturut-turut pada tahun 1995, 1998, dan 2001. Gelar Sarjana Teknik Sipil diraih dari Universitas Katolik Widya Mandira Kupang pada tahun 2007. Melanjutkan pendidikan ke jenjang pascasarjana, penulis menempuh studi Magister Teknik Sipil di Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Tesis yang disusun berjudul "Analisis Penerapan *Risk-Based Quality Management* dalam Pengendalian Mutu dan Implikasinya terhadap Biaya pada Proyek Pelebaran Jalan Hang Tuah, Kota Batam" merupakan puncak dari perjalanan akademik sekaligus refleksi atas pengalaman profesional penulis selama lebih dari satu dekade di bidang pengawasan konstruksi.

Karir profesional penulis dirintis sejak tahun 2008 sebagai *Inspector* pada proyek pengawasan jalan nasional di NTT, dan berkembang secara bertahap melalui posisi *Chief Inspector*, *Quality Engineer*, hingga *Quantity Engineer* pada berbagai proyek jalan, jembatan, dan infrastruktur bandar udara di NTT, Jawa Timur, dan Kota Batam. Dalam setiap penugasan, penulis terlibat langsung dalam pengujian material, verifikasi volume pekerjaan, analisis *Job Mix Formula*, serta penyusunan rencana mutu proyek. Pengalaman di sektor bandar udara diperoleh melalui penugasan sebagai *Quantity Engineer* pada proyek Manajemen Konstruksi Pengembangan Fasilitas Bandara Banyuwangi yang dikelola PT. Angkasa Pura II periode 2018-2021, yang memperkuat kompetensi penulis dalam pengelolaan kontrak dan pengendalian biaya proyek berskala besar.

Sejak tahun 2022, penulis dipercaya mengemban tanggung jawab sebagai *Team Leader* konsultan supervisi, termasuk pada proyek Pelebaran Jalan Hang Tuah ruas Simpang Bandara-Simpang Batu Besar di Kota Batam pada periode pelaksanaan 2023-2024 hingga *Final Hand Over* Februari 2025, yang sekaligus menjadi objek studi kasus dalam penelitian ini. Keterlibatan langsung sebagai pemimpin tim pengawasan memberikan pemahaman empiris yang mendalam atas dinamika lapangan, mekanisme pengendalian mutu, serta pola koordinasi antar pemangku kepentingan sebagai basis analisis tesis ini. Penulis juga memegang sejumlah sertifikat kompetensi di bidang manajemen konstruksi, jalan, jembatan, geoteknik, dan bangunan gedung yang diterbitkan oleh lembaga sertifikasi profesi yang berwenang.

Penulis menikah dengan Juan Christo Selan dan saat ini bersama suami berdomisili di Jalan Dalek Esa Nomor 4, Kel. Oesapa, Kec. Kelapa Lima, Kota Kupang, Prov. Nusa Tenggara Timur.