



**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU BETON INTEGRAL
WATERPROOFING UNTUK STRUKTUR COOLING TOWER
PADA PROYEK POWER PLANT PINDO DELI IV**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

U GIGIH ETQI WAHYUDIMAR
41123120019
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU BETON INTEGRAL
WATERPROOFING UNTUK STRUKTUR COOLING TOWER
PADA PROYEK POWER PLANT PINDO DELI IV**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
GIGIH ETQI WAHYUDIMAR
41123120019

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gigih Etqi Wahyudimar
NIM : 41123120019
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Analisis Pengendalian Mutu Beton Integral *Waterproofing* untuk Struktur Cooling Tower pada Proyek Power Plant Pindo Deli IV”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Agustus 2026



Gigih Etqi Wahyudimar

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **Gigih Etqi Wahyudimar**
NIM : **41123120019**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Analisis Pengendalian Mutu Beton Integral Waterproofing untuk Struktur Cooling Tower pada Proyek Power Plant Pindo Deli IV**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 24 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **7 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

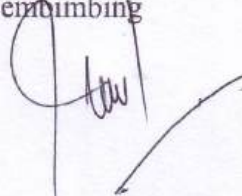
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Gigih Etqi Wahyudimar
NIM : 41123120019
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengendalian Mutu Beton Integral
Waterproofing untuk Struktur Cooling Tower
pada Proyek Power Plant Pindo Deli IV

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 8 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



(Yunita Dian Suwandari, S.T., M.M., M.T., Ph.D)
NIDN/NUPTK: 0314067603

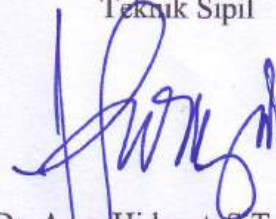
Jakarta, 20 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasara, M.T.)
NIDN/NUPTK: 0307037202

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



(Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T.)
NIDN/NUPTK: 0325067505

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasara, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Ibu Yunita Dian Suwandari, S.T., M.M., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dan memberi saran serta masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Pihak *Owner* (Indah Kiat Karawang) dan Kontraktor (PT. Modern Widya Tehnical) serta rekan-rekan di Proyek IKK Power Plant Pindo Deli IV yang telah memberikan dukungan dan kontribusi berupa data-data proyek untuk menunjang penelitian penulis.
6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan kasih sayang, semangat dan dukungan baik materiil maupun moril serta doa-doa terbaik yang tak pernah putus untuk penulis.
7. Reinina Nurhanifah, seseorang yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan untuk pengambilan keputusan dalam setiap keputusan, yang menemani penulis dalam setiap proses yang dilalui, termasuk dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Sahabat dan orang-orang terdekat penulis serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu memberikan doa dan dukungan terbaik dengan tulus untuk penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik tepat pada waktunya.

9. Teman-teman satu angkatan seperjuangan di Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Mercu Buana dari semester awal hingga saat ini yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan kepada penulis.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas seluruh kebaikan semua pihak yang telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kehidupan dalam masyarakat.

Jakarta, 15 Agustus 2026



Gigih Etqi Wahyudimar



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gigih Etqi Wahyudimar
NIM : 41123120019
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengendalian Mutu Beton Integral
Waterproofing untuk Struktur Cooling Tower
pada Proyek Power Plant Pindo Deli IV

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 15 Agustus 2026

Yang menyatakan,



(Gigih Etqi Wahyudimar)

**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU BETON INTEGRAL
WATERPROOFING UNTUK STRUKTUR COOLING TOWER PADA
PROYEK POWER PLANT PINDO DELI IV**

GIGIH ETQI WAHYUDIMAR

ABSTRAK

Struktur *cooling tower* pada instalasi pembangkit listrik menuntut spesifikasi beton yang mampu menahan paparan air secara terus-menerus dan tekanan hidrostatik tinggi untuk mencegah kegagalan struktural. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas prosedur pengendalian mutu (*quality control*) dalam menjamin konsistensi campuran beton integral *waterproofing* serta membuktikan secara empiris pencapaian standar durabilitas struktur *cooling tower* pada Proyek Power Plant Pindo Deli IV. Penelitian ini menggunakan metode analisis data deskriptif kuantitatif. Variabel penelitian mencakup aspek manajerial prosedur pengecoran di lapangan yang diukur melalui kepatuhan terhadap *Inspection and Test Plan* (ITP) dan pengajuan *Request for Inspection* (RFI) serta variabel teknis berupa pengujian absorpsi air (ASTM C642) dan permeabilitas (DIN EN 12390-8). Sampel penelitian difokuskan pada beton mutu K-350 FA yang dikombinasikan dengan bahan tambah Conplast WP421. Pengambilan data menggunakan teknik *purposive* sampling terhadap hasil uji laboratorium independen dengan umur beton minimal 28 hari. Hasil laboratorium menunjukkan penggunaan material integral *waterproofing* sangat efektif. Nilai rata-rata absorpsi sampel beton dari kedua pemasok mencatatkan angka 3,548% dan 2,658%, memenuhi syarat toleransi maksimal <5%. Uji permeabilitas membuktikan ketahanan struktur yang memuaskan dengan kedalaman rembesan air rata-rata sebesar 21,67 mm dan 20,00 mm, berada jauh di bawah ambang batas kegagalan maksimal 50 mm. Pada aspek manajerial, tingkat kepatuhan pelaksanaan operasional pengecoran berkinerja baik; mencapai persentase 95,05% pada elemen pelat lantai (*slab*) dan 95,33% pada elemen dinding (*wall/basin sump*). Secara keseluruhan, tingginya kedisiplinan pengawasan terhadap sistem *hold-point* pada proses RFI lapangan berkorelasi langsung dengan keberhasilan pemenuhan standar durabilitas material teknis. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi antara kepatuhan administrasi mutu yang ketat dan pengendalian spesifikasi material merupakan langkah krusial dalam perwujudan beton kedap air untuk struktur yang terpapar kondisi ekstrem.

Kata Kunci : Pengendalian Mutu, Integral *Waterproofing*, *Cooling Tower*, *Inspection Test Plan*, Manajemen Konstruksi.

ANALYSIS OF QUALITY CONTROL FOR INTEGRAL WATERPROOFING CONCRETE IN COOLING TOWER STRUCTURES AT THE PINDO DELI IV POWER PLANT PROJECT

GIGIH ETQI WAHYUDIMAR

ABSTRACT

The cooling tower structure in power plant installations demands concrete specifications capable of withstanding continuous water exposure and high hydrostatic pressure to prevent structural failure. This research aims to analyze the effectiveness of quality control procedures in ensuring the consistency of integral waterproofing concrete mixtures and to empirically prove the achievement of durability standards for the cooling tower structure at the Pindo Deli IV Power Plant Project. This study utilizes a quantitative descriptive data analysis method. The research variables include managerial aspects of on-site casting procedures—measured through compliance with the Inspection and Test Plan (ITP) and the submission of Requests for Inspection (RFI)—as well as technical variables consisting of water absorption (ASTM C642) and permeability (DIN EN 12390-8) testing. The research sample is focused on K-350 FA grade concrete combined with Conplast WP421 admixture. Data collection used a purposive sampling technique on independent laboratory test results with a minimum concrete age of 28 days. Laboratory results indicate that the use of integral waterproofing materials is highly effective. The average absorption values of the concrete samples from both suppliers recorded figures of 3.548% and 2.658%, meeting the maximum tolerance requirement of <5%. The permeability test proved satisfactory structural resistance with an average water penetration depth of 21.67 mm and 20.00 mm, well below the maximum failure threshold of 50 mm. In the managerial aspect, the compliance level of operational casting execution performed excellently, reaching 95.05% for the slab elements and 95.33% for the wall/basin sump elements. Overall, high supervisory discipline regarding the hold-point system in the on-site RFI process correlates directly with the successful fulfillment of technical material durability standards. These findings confirm that the integration of strict quality administration compliance and material specification control is a crucial step in the realization of watertight concrete for structures exposed to extreme conditions.

Keywords: Quality Control, Integral Waterproofing, Cooling Tower, Inspection Test Plan, Construction Management.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL TA.....	1
HALAMAN JUDUL TA	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Manajemen Proyek.....	6
2.2. Manajemen Pengendalian Mutu (<i>Quality Control Management</i>).....	6
2.3. Beton	7
2.3.1. Jenis-jenis Beton	8
2.3.2. Sifat-sifat Beton	9
2.4. Beton Fly Ash dan Integral Waterproofing.....	11
2.4.1. Beton Mutu K-350 dengan Fly Ash (FA).....	13
2.4.2. Mekanisme Hidrofobik Conplast WP421.....	13

2.5. Pengendalian Mutu Rantai Pasok Beton (<i>Supply Chain</i>).....	14
2.6. Parameter Durabilitas dan Standar Pengujian Internasional	14
2.6.1. Penetrasi Air Tekanan Tinggi (DIN EN 12390-8).....	14
2.6.2. Uji Absorpsi (ASTM C642)	14
2.7. Proteksi Korosi dan Masa Layan Struktur.....	15
2.8. Menara Pendingin (<i>Cooling Tower</i>).....	16
2.9. Penelitian Terdahulu.....	18
2.10. Research Gap.....	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1. Metode Penelitian.....	25
3.2. Prosedur Penelitian.....	27
3.3. Gambaran Umum Proyek.....	28
3.3.1. Lokasi Proyek	28
3.3.2. Data Umum Proyek	28
3.3.3. Spesifikasi Teknis Cooling Tower.....	29
3.3.4. Instrumen Penelitian	30
3.4. Objek dan Material Penelitian.....	31
3.5. Prosedur Pengendalian Mutu Beton (Tahapan Penelitian).....	32
3.5.1. Instrumen Pengendalian Mutu di Batching Plant (<i>Pre-Production</i>) ...	32
3.5.2. Pengendalian Mutu di Lapangan (<i>Production</i>).....	32
3.5.3. Pengujian Laboratorium (<i>Post-Production</i>)	32
3.5.4. Referensi Standar Apabila Terjadi Cacat/ <i>Defect</i> Pekerja.....	32
3.6. Teknik Pengumpulan Data Penelitian	33
3.6.1. Variabel Penelitian.....	34
3.6.2. Sub-Variabel Penelitian	36
3.7. Teknik Analisis Data Penelitian	36
BAB 4 PEMBAHASAN	38
4.1. Pendahuluan	38
4.2. Pengumpulan Data	40
4.3. Ruang Lingkup dan Siklus Pengendalian Mutu Lapangan	41
4.3.1. Variabel Konsistensi Job Mix Formula (JMF)	43
4.3.2. Pengaruh Ketidakkonsistenan JMF Terhadap Mutu Beton	43

4.4. Analisis Kinerja Material Berdasarkan Uji Laboratorium	44
4.4.1. Analisis Uji Penyerapan Air (<i>Water Absorption</i>)	44
4.4.2. Analisis Permeabilitas Air (<i>Water Permeability</i>)	50
4.5. Analisis Kepatuhan Pelaksanaan Pengecoran Struktur	55
4.5.1. Pelaksanaan dan Pengendalian Mutu Pengecoran Pelat Lantai (<i>Slab</i>)	56
4.5.2. Pelaksanaan dan Pengendalian Mutu Pengecoran Dinding (<i>Wall</i>).....	61
4.5.3. Analisis Korelasi Kepatuhan Pelaksanaan Pengecoran Pelat Lantai (<i>Slab</i>) terhadap Durabilitas Beton Integral <i>Waterproofing</i>	65
4.5.4. Analisis Korelasi Kepatuhan Pelaksanaan Pengecoran Dinding (<i>Wall</i>) terhadap Durabilitas Beton Integral <i>Waterproofing</i>	67
4.6. Validasi Pakar.....	68
4.6.1. Tujuan dan Metodologi Validasi	68
4.6.2. Ruang Lingkup Penilaian.....	69
4.6.3. Hasil Validasi.....	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 2. 2. Research Gap Berdasarkan Meta Analisis	21
Tabel 3. 1. Tingkat Kesesuaian Pelaksanaan Mutu	37
Tabel 4. 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Benda Uji Adhimix.....	49
Tabel 4. 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Absorpsi Benda Uji MJB	50
Tabel 4. 3. Rekapitulasi Hasil Uji Permeabilitas Benda Uji Adhimix	54
Tabel 4. 4. Rekapitulasi Hasil Uji Permeabilitas Benda Uji MJB.....	54
Tabel 4. 5. Indikator Kepatuhan Inspeksi Pengecoran Slab	60
Tabel 4. 6. Indikator Kepatuhan Inspeksi Pengecoran Wall	64
Tabel 4. 7. Rekapitulasi Hasil Validasi Pakar	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 2. Lokasi Proyek	28
Gambar 3. 3. Bangunan Cooling Tower.....	30
Gambar 3. 4. Bangunan Cooling Tower Tampak Atas	30
Gambar 3. 5. Form Request for Inspection	34
Gambar 3. 6. Form Pre-Concrete Inspection Checklist.....	35
Gambar 3. 7. Form Concrete Pour Card.....	35
Gambar 4. 1. Slump Test Sebelum Pengecoran di Lapangan	39
Gambar 4. 2. Proses Pengecoran Slab Cooling Tower.....	39
Gambar 4. 3. Proses Pengecoran Dinding/ Wall Cooling Tower	40
Gambar 4. 4. Sampel Benda Uji dari Adhimix dan MJB	45
Gambar 4. 5. Berat Kering Sampel Benda Uji	46
Gambar 4. 6. Proses Perendaman Benda Uji pada Suhu Tertentu	46
Gambar 4. 7. Berat Basah/ Massa Jenuh Sampel Benda Uji.....	47
Gambar 4. 8. Proses Pengujian Absorpsi di Laboratorium Mixindo	48
Gambar 4. 9. Proses Awal Uji Permeabilitas di Laboratorium	51
Gambar 4. 10. Pemasangan Benda Uji pada Alat Permeability Test	52
Gambar 4. 11. Pengecekan Area Penetrasi Air pada Benda Uji.....	53
Gambar 4. 12. Pengukuran Kedalaman Penetrasi Maksimum	53
Gambar 4. 13. Ilustrasi Pengukuran Rembesan Air pada Benda Uji	54
Gambar 4. 14. Inspeksi Sebelum Pengecoran Slab	59
Gambar 4. 15. Mapping Pengecoran Pelat Lantai (Slab) Cooling Tower.....	59
Gambar 4. 16. Inspeksi Sebelum Pengecoran Wall.....	63
Gambar 4. 17. Mapping Pengecoran Dinding (Wall) Cooling Tower	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 2. Lembar Validasi Pakar
- Lampiran 3. Gambar Layout Bangunan *Cooling Tower*
- Lampiran 4. Hasil Pengujian Permeabilitas dan Absorpsi MJB
- Lampiran 5. Hasil Pengujian Permeabilitas dan Absorpsi Adhimix
- Lampiran 6. Dokumen *Material Approval* Fosroc Conplast WP421
- Lampiran 7. Contoh Dokumen RFI Pengecoran *Wall Cooling Tower*
- Lampiran 8. Contoh Dokumen RFI Pengecoran *Slab Cooling Tower*
- Lampiran 9. Dokumen *Inspection Test Plan* (ITP)

