

NO.45/TA/D3-KG/2025

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PEKERJAAN *PILE CAP* RS
MAYAPADA JAKARTA TIMUR**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan
Program D-III-Konstruksi Gedung
Politeknik Negeri Jakarta**

DISUSUN OLEH :

HARIST FAJRIL MAULANA

NIM 2201311036

PEMBIMBING :

RIZKI YUNITA SARI, S.PD., M.T.

NIP 198906302019032014

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI D3 KONTRUKSI GEDUNG
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PEKERJAAN PILE CAP RS MAYAPADA
JAKARTA TIMUR** yang disusun oleh **Harist Fajril Maulana (NIM 2201311036)** telah
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir

Pembimbing

Rizki Yunita Sari , S.Pd., M.T.

NIP 19890630201903201



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

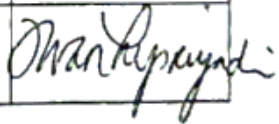
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul.

**ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PEKERJAAN PILE CAP RS MAYAPADA
JAKARTA TIMUR**

Yang disusun oleh:

Harist Fajril Maulana (NIM. 2201311036) telah dipertahankan dalam
Sidang Tugas Akhir Tahap II di depan Tim Penguji pada hari
Senin, tanggal 07 Juli 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Agung Budi Broto, S.T., M.T. NIP. 196304021989031003	
Anggota	Sidiq Wacono, S.T., M.T. NIP. 196401071988031001	
Anggota	Iwan Supriyadi, BSCE, M.T NIP. 196401041996031001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Isjaton, ST., MT.
NIP.196605181990102001



HALAMAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harist Fajril Maulana

NIM : 2201311036

Program Studi : D-III Konstruksi Gedung

Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul **“ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PEKERJAAN PILE CAP RS MAYAPADA JAKARTA TIMUR ”** ini merupakan hasil karya saya sendiri. Karya ini tidak menyalin atau menduplikasi Tugas Akhir yang pernah dipublikasikan sebelumnya. Segala kutipan atau referensi dari karya orang lain telah dicantumkan dengan jelas di dalam teks maupun daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Depok, 21 Juli 2025
Yang Menyatakan,

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

(Harist Fajril Maulana)
NIM. 2201311036

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Pengendalian Mutu Pekerjaan *Pile cap* RS Mayapada Jakarta Timur”. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan bagi mahasiswa program Diploma III (D3) jurusan Teknik Sipil, program studi Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Pada kesempatan kali ini, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam berbagai aspek, baik secara langsung maupun tidak langsung, hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

- 1.1 Kedua orang tua penulis, Ayah dan Ibu, yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta semangat yang tak terbatas. Terima kasih atas segala pengorbanan, baik secara moral maupun materil, yang telah diberikan kepada penulis hingga tahap ini. Doa dan dukungan dari Ayah dan Ibu menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- 1.2 Kakak dan adik penulis, yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, serta kebersamaan yang berarti dalam perjalanan akademik ini. Kehadiran mereka menjadi salah satu sumber kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- 1.3 Ibu Rizki Yunita Sari, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan penuh kepada penulis dalam setiap tahap penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kesabaran, ilmu, dan motivasi yang telah diberikan.
- 1.4 Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan di jurusan ini.
- 1.5 Ibu Lilis Tiyani, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi Konstruksi Gedung, yang telah memberikan arahan serta dukungan kepada penulis selama menjalani perkuliahan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Seluruh teman-teman kelas Gedung Dua Pagi, yang selalu memberikan bantuan, semangat, serta kebersamaan dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Dukungan dan motivasi dari teman-teman sangat berarti bagi penulis.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk menyempurnakan penulisan penelitian ini. Semoga penelitian ini nantinya dapat bermanfaat bagi pembaca, bahkan bagi penulis sendiri.

Harist Fajril Maulana





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN ORISINILITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Manajemen Proyek Konstruksi	6
2.2.1 Pengertian Manajemen Proyek	6
2.2.2 Fungsi dan Tujuan Manajemen Proyek.....	6
2.3 Manajemen Mutu dalam Konstruksi.....	7
2.3.1 Komponen Utama dalam Sistem Manajemen Mutu Konstruksi	8
2.3.2 Pengendalian Mutu dalam Konstruksi	8
2.3.2 Prinsip Pengendalian Mutu dalam Konstruksi.....	10
2.3.3 Standar dan Metode Pengujian Mutu dalam Konstruksi.....	12
2.4 Struktur Bawah : <i>Pile cap</i>	14
2.4.1 Definisi dan Fungsi <i>Pile cap</i>	14
2.4.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas <i>Pile cap</i>	15
2.4.3 Spesifikasi Teknis dan Mutu <i>Pile cap</i>	16
2.5 Pengendalian Mutu Pekerjaan <i>Pile cap</i>	21



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.1	Prinsip Dasar Pengendalian Mutu <i>Pile cap</i>	21
2.5.2	Tahapan Proses Pengawasan Mutu	22
2.5.3	Penanganan Defect Kritis.....	23
2.5.4	Teknologi dan Inovasi Pengendalian Mutu.....	25
2.5.5	Tantangan dan Solusi dalam Pengendalian Mutu <i>Pile cap</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Penjelasan Umum.....	30
3.2	Lokasi Proyek	30
3.3	Metode Pengumpulan Data	30
3.3.1	Jenis dan Sumber Data	30
3.3.2	Teknik Pengumpulan Data	34
3.4	Alur Penelitian	35
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Gambaran Umum Proyek.....	36
4.1.1	Deskripsi Umum Proyek	36
4.1.2	Data Umum Proyek.....	37
4.1.3	Data Teknis Proyek	37
4.2	Analisis Penerapan Sistem Pengendalian Mutu Pekerjaan <i>Pile cap</i>	38
4.2.1	Validasi Pakar	38
4.2.2	Hasil Wawancara.....	40
4.2.3	Penerapan Pengendalian Mutu pada Tahap Pra-Pelaksanaan	41
4.2.4	Penerapan Pengendalian Mutu Saat Pelaksanaan	52
4.2.5	Penerapan Pengendalian Mutu Pasca-Pelaksanaan.....	55
4.2.6	Dokumentasi Mutu.....	58
4.2.7	Analisis Temuan Lapangan	59
4.2.8	Kesimpulan Penerapan Sistem Pengendalian Mutu <i>Pile Cap</i>	60
4.3	Evaluasi Kesesuaian Pengendalian Mutu Pekerjaan <i>Pile cap</i>	63
4.3.1	Validasi Pakar	63
4.3.2	Hasil Wawancara	64
4.3.3	Spesifikasi Mutu Beton <i>Pile cap</i>	66
4.3.4	Spesifikasi Tulangan <i>Pile cap</i>	67
4.3.5	Spesifikasi Bekisting <i>Pile cap</i>	68
4.3.6	Evaluasi Visual dan Inspeksi Lapangan	69
4.3.7	Evaluasi Mutu Beton.....	71
4.3.8	Evaluasi Mutu Tulangan Baja	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.9 Evaluasi Mutu Bekisting	83
4.3.10 Analisis Kesesuaian terhadap RKS dan Standar SNI.....	85
4.3.11 Kesimpulan Evaluasi Kesesuaian Pengendalian Mutu Pekerjaan <i>Pile cap</i>	88
4.4 Evaluasi Permasalahan dan Tindakan Korektif Pekerjaan <i>Pile cap</i>	90
4.4.1 Validasi Pakar	91
4.4.2 Hasil Wawancara	92
4.4.3 Analisis Permasalahan Mutu dan Langkah Korektif di Lapangan	93
4.4.4 Kesimpulan Permasalahan dan Solusi Lapangan.....	97
4.5 Evaluasi Efektivitas Sistem Pengendalian Mutu	98
4.5.1 Efektivitas Sistem Pengawasan Mutu di Lapangan	98
4.5.2 Kelemahan dan Potensi Perbaikan	99
4.5.3 Evaluasi Efektivitas Siklus PDCA	99
4.5.4 Rekomendasi Penyempurnaan Sistem Mutu.....	100
4.5.5 Kesimpulan Evaluasi Efektivitas Sistem Pengendalian Mutu	100
BAB V PENUTUP	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran.....	102
LAMPIRAN.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	215

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Mutu Beton Berdasarkan SNI 2847:2019.....	17
Gambar 2. 2 Klasifikasi Kuat Tarik, Regangan, dan Diameter Pelengkung Baja Tulangan Beton	19
Gambar 2. 3 Honeycomb dan Penanganannya	24
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek.....	30
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Ilustrasi 3D Proyek.....	36
Gambar 4. 2 Denah Pondasi PileCap	42
Gambar 4. 3 Pengajuan Approval Shop Drawing	44
Gambar 4. 4 Approval Material Beton	45
Gambar 4. 5 Ringkasan Rks Terkait Pekerjaan Pile Cap	45
Gambar 4. 6 Dokumentasi Pemeriksaan Pembesian.....	47
Gambar 4. 7 Item Pemeriksaan Checklist Pembesian.....	47
Gambar 4. 8 Item Pemeriksaan Checklist Bekisting.....	48
Gambar 4. 9 Kesiapan Area Kerja.....	49
Gambar 4. 10 Surat Izin Pelaksanaan pengecoran.....	51
Gambar 4. 11 Penyerahan Docket.....	52
Gambar 4. 12 Uji Slump Beton Segar.....	52
Gambar 4. 13 Pengukuran Suhu Beton Segar.....	54
Gambar 4. 14 Pemadatan Beton Menggunakan Vibrator.....	55
Gambar 4. 15 Pemasangan kabel thermocouple di tengah pile cap sebelum cor	56
Gambar 4. 16 Inspeksi Visual Permukaan	57
Gambar 4. 17 Alur Penerapan Sistem Pengendalian Mutu Pile cap	62
Gambar 4. 18 Grafik Fluktuasi Nilai Slump Pada pengecoran Pile cap	73
Gambar 4. 19 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton.....	77
Gambar 4. 20 Grafik Monitoring Suhu TC	80
Gambar 4. 21 Genangan Air di Area Pile cap Sebelum pengecoran	94
Gambar 4. 22 Proses Penyedotan Air Menggunakan Pompa.....	95

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	4
Table 3. 1 Pertanyaan Wawancara.....	33
Table 4. 1 Profil Pakar Validasi Pertanyaan Wawancara Rumusan Masalah 1	38
Table 4. 2 Hasil Validasi Pakar.....	39
Table 4. 3 Hasil Wawancara	40
Table 4. 4 Item Pemeriksaan Pada Checklist untuk Lampiran IPL Pile Cap	51
Table 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Slump pada Pekerjaan Pile Cap	53
Table 4. 6 Rekapitulasi Hasil Pengukuran Suhu Beton Segar	54
Table 4. 7 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pile Cap pada Umur 7, 14, dan 28 Hari.....	57
Table 4. 8 Ringkasan Penerapan Pengendalian Mutu Pekerjaan Pile Cap.....	61
Table 4. 9 Profil Pakar Validasi Pertanyaan Wawancara Rumusan Masalah 2	63
Table 4. 10 Hasil Validasi Pakar.....	64
Table 4. 11 Hasil Wawancara Kesesuaian Pengendalian Mutu	65
Table 4. 12 Spesifikasi Mutu Beton Pile cap	67
Table 4. 13 Spesifikasi Tulangan Pile cap.....	67
Table 4. 14 Spesifikasi Teknis Bekisting Pile cap.....	69
Table 4. 15 Tabel Komponen Evaluasi dan Kriteria Penilaian	70
Table 4. 16 Temuan Visual dan Tindakan Korektif.....	70
Table 4. 17 Alat Bantu Pengendalian Mutu Lapangan.....	71
Table 4. 18 Nilai Slump Beton Pile cap – 25 Sample Pertama	72
Table 4. 19 Table Uji Kuat Beton Hari ke 7.....	74
Table 4. 20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton – Umur 14 Hari.....	75
Table 4. 21 Hasil Uji Kuat Tekan Beton – Umur 21 Hari.....	76
Table 4. 22 Hasil Uji Kuat Tekan Beton – Umur 28 Hari.....	76
Table 4. 23 Evaluasi Terhadap Spesifikasi Mutu	78
Table 4. 24 Data Hasil Monitoring Suhu Thermo Couple	79
Table 4. 25 Hasil Uji Tarik Tulangan Baja Pile cap	81
Table 4. 26 Table Hasil Uji Visual Lengkung	82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Table 4. 27 Verifikasi Berat Nominal Tulangan	83
Table 4. 28 Kriteria Evaluasi Mutu Bekisting.....	84
Table 4. 29 Evaluasi Spesifikasi Material Pekerjaan Pile cap	86
Table 4. 30 Rekapitulasi Kesesuaian Sistem Pengendalian Mutu Pile cap.....	88
Table 4. 31 Validasi Pakar terkait RM 3.....	91
Table 4. 32 Hasil Validasi Pakar (RM3).....	91
Table 4. 33 Evaluasi Permasalahan dan Tindakan Korektif di Lapangan.....	97





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Tugas TA- 1.....	105
Lampiran 2 Form TA-2	106
Lampiran 3 FORM TA-3A.....	107
Lampiran 4 Lembar Asistensi Pembimbing.....	108
Lampiran 5 Lembar Asistensi Tugas Akhir TA - 4.....	110
Lampiran 6 Persetujuan Pembimbing TA-5.....	113
Lampiran 7 Persetujuan Pembimbing	114
Lampiran 8 Persetujuan Penguji TA-6	115
Lampiran 9 Lembar Bebas Pinjama dan Urusan Administrasi TA-13.....	118
Lampiran 10 Lembar Validasi Pertanyaan Wawancara Pakar Akademis.....	119
Lampiran 11 Lembar Validasi Pertanyaan Wawancara Pakar Teknisi Lapangan ...	121
Lampiran 12 Lampiran Wawancara Narasumber QC Proyek.....	123
Lampiran 13 Surat Berita Acara.....	127
Lampiran 14 Surat Izin Pelaksanaan Pekerjaan (IPL)	128
Lampiran 15 Gambar Kerja Proyek	129
Lampiran 16 Form Checklist QC Pekerjaan Pile cap	134
Lampiran 17 Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Hari ke-7	139
Lampiran 18 Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Hari ke-14.....	145
Lampiran 19 Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Hari ke-21	152
Lampiran 20 Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Hari ke-28.....	158
Lampiran 21 Data Hasil Uji Tulangan	160
Lampiran 22 Work Method Statement (WMS) Pekerjaan Pile cap Proyek Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur	184
Lampiran 23 RKS Proyek	188
Lampiran 24 Data Bukti Pendataan Pengecekan Slump.....	214



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era pembangunan infrastruktur yang berkembang pesat di Indonesia, konstruksi beton bertulang tetap menjadi solusi utama dalam berbagai proyek konstruksi. Menurut Retno Palupi & Priyanto (2023), mayoritas pembangunan infrastruktur di Indonesia masih mengandalkan beton bertulang karena keunggulannya dalam hal kekuatan tekan, ketahanan jangka panjang, serta efisiensi biaya dibandingkan metode konstruksi lainnya. Di samping itu, kemajuan teknologi beton, mulai dari pencampuran, transportasi, hingga metode pengecoran, semakin meningkatkan efisiensi dan akurasi pekerjaan di lapangan, terutama pada proyek berskala besar seperti rumah sakit, jembatan, dan gedung bertingkat.

Salah satu elemen struktural penting dalam konstruksi beton adalah pile cap, yaitu struktur yang berfungsi mengikat beberapa tiang pondasi (pancang atau bor) dan mendistribusikan beban kolom ke pondasi di bawahnya. Pile cap memiliki fungsi strategis dalam sistem pondasi, karena kesalahan dalam pelaksanaannya dapat menyebabkan penyebaran beban yang tidak merata, yang berpotensi mengganggu stabilitas bangunan secara keseluruhan. Beberapa insiden kegagalan pile cap di Indonesia dilaporkan terjadi akibat perencanaan teknis yang kurang matang dan kualitas pelaksanaan di lapangan yang tidak sesuai spesifikasi mutu beton (Ciptadewi, 2020).

Oleh karena itu, pengendalian mutu dalam pekerjaan *pile cap* harus dilakukan dengan sangat teliti untuk memastikan hasil akhir sesuai dengan spesifikasi perencanaan (Manabung et al., 2018). Beberapa aspek yang perlu diawasi dalam pengendalian mutu ini meliputi pemilihan material, proses pengecoran, serta pemeriksaan terhadap cacat (defect) seperti honeycomb, retak, atau ketidaksesuaian dimensi. Mengingat bahwa *pile cap* adalah struktur yang akan tertutup tanah setelah konstruksi selesai, perbaikan setelah proses pembangunan akan menjadi sulit dan mahal, sehingga pemantauan kualitas sejak awal menjadi sangat penting.

Penelitian ini akan mengevaluasi sejauh mana kesesuaian pengendalian mutu *pile cap* dengan perencanaan yang telah ditetapkan serta mengidentifikasi langkah-langkah penanganan terhadap berbagai cacat yang mungkin muncul. Dengan studi kasus pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengendalian mutu *pile cap*, mengingat kompleksitas dan besarnya skala pembangunan rumah sakit yang membutuhkan sistem pondasi yang andal dan berkualitas tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan sistem pengendalian mutu dalam pekerjaan *pile cap* pada proyek pembangunan Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur?
2. Sejauh mana kesesuaian Pengendalian mutu *pile cap* yang telah dikerjakan dengan spesifikasi teknis dan standar yang ditetapkan dalam proyek tersebut?
3. Bagaimana solusi atau upaya perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan mutu pekerjaan *pile cap* di proyek tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis proses pengendalian mutu dalam pekerjaan *pile cap* pada proyek pembangunan Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur, termasuk metode dan prosedur yang digunakan.
2. Mengevaluasi sejauh mana kesesuaian sistem pengendalian mutu pekerjaan *pile cap* terhadap spesifikasi teknis, RKS proyek, dan standar nasional (SNI, ASTM), berdasarkan data uji, observasi lapangan, dan checklist pengawasan.
3. Mengidentifikasi kendala mutu di lapangan serta merumuskan solusi perbaikan dan rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas pengendalian mutu pekerjaan *pile cap* di proyek serupa di masa mendatang..

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian difokuskan pada pekerjaan struktur bawah khususnya pekerjaan *pile cap* pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur yang dikerjakan pada kurun waktu Januari hingga April 2024.
2. Sistem pengendalian mutu yang dianalisis meliputi dokumen teknis (RKS, WMS, IPL, Checklist QC), hasil uji laboratorium beton dan tulangan, serta dokumentasi visual pekerjaan *pile cap*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Evaluasi mutu dilakukan berdasarkan standar spesifikasi teknis proyek dan regulasi yang berlaku, seperti SNI 2847:2019 untuk beton bertulang dan SNI 2052:2017 untuk baja tulangan.
4. Permasalahan mutu yang dianalisis hanya terbatas pada temuan yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan *pile cap*, dan tidak mencakup pekerjaan struktur atas, struktur baja, maupun pekerjaan arsitektural lainnya.
5. Penelitian ini tidak mengulas aspek perhitungan struktur atau desain teknis, melainkan berfokus pada implementasi pengendalian mutu di lapangan serta efektivitas tindakan korektif yang dilakukan.
6. Metode analisis dalam penelitian ini bersifat kualitatif deskriptif, berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan tim QC proyek, dan validasi pakar konstruksi.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk menghasilkan penelitian yang terstruktur, maka sistematika penulisan ini di susun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan studi pustaka dari penelitian terdahulu, landasan teori untuk membahas teori yang berkaitan dengan pengujian di laboratorium dan menyelesaikan masalah yang ada.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan berisi bagaimana langkah langkah penelitian yang dilakukan penulis dalam pembuatan laporan tugas akhir yang meliputi kerangka penelitian, objek penelitian, metode penelitian, data yang digunakan, teknik pengolahan data, teknik pengumpulana, teknik analisa data dan langkah langkah pekerjaan yang dilakukan.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil analisa data dan pengujian di laboratorium yang dilakukan sesuai dengan teori, dan menganalisis perhitungan yang didapat hasil uji laboratorium sehingga dapat menghasilkan kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran terhadap analisis pengujian dan perhitungan hasil uji laboratorium selama penelitian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penerapan sistem pengendalian mutu pada pekerjaan *pile cap* dalam proyek pembangunan Rumah Sakit Mayapada Jakarta Timur. Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara teknis dengan pihak QC proyek, serta kajian terhadap dokumen proyek, maka kesimpulan yang diperoleh dalam menjawab ketiga rumusan masalah dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Penerapan Sistem Pengendalian Mutu

Penerapan pengendalian mutu dalam pekerjaan *pile cap* dilakukan secara sistematis dan terdokumentasi pada setiap tahap konstruksi, mulai dari pra-pelaksanaan, pelaksanaan, hingga pasca-pelaksanaan. Langkah-langkah pengendalian mutu tersebut mencakup:

- Pemeriksaan pembesian dan bekisting menggunakan checklist mutu
- Pengisian Form IPL (Izin Pelaksanaan Lapangan) sebelum pengecoran
- Pengujian beton segar (slump, suhu) di lapangan
- Dokumentasi mutu melalui form QC, berita acara, dan laporan uji laboratorium
- Tindakan korektif jika ditemukan deviasi mutu (misalnya grouting atau patching)

Tim QC kontraktor dan konsultan pengawas bekerja secara kolaboratif dalam melakukan inspeksi dan verifikasi, yang menjadi syarat utama sebelum pekerjaan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian mutu telah berjalan dengan baik dan menjadi bagian integral dari proses konstruksi.

- Kesesuaian Pengendalian Mutu terhadap Spesifikasi Teknis dan Standar Proyek

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem pengendalian mutu yang diterapkan telah berjalan sesuai dengan dokumen kontrak (RKS), standar nasional (SNI 2847:2019 dan SNI 2052:2017), serta prosedur mutu internal

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

proyek. Aspek yang dikendalikan mencakup material (beton dan baja tulangan), metode kerja, serta dokumentasi mutu. Data hasil uji laboratorium (slump, suhu, dan kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari) menunjukkan bahwa material beton telah memenuhi persyaratan teknis. Di sisi pelaksanaan, pengawasan visual terhadap dimensi bekisting, posisi tulangan, sambungan, dan ketebalan selimut beton dilakukan secara rutin dan dicatat dalam Form IPL dan checklist QC. Meskipun terdapat beberapa temuan lapangan bersifat minor, seluruhnya dapat ditangani dengan cepat melalui tindakan korektif dan didokumentasikan secara internal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian mutu yang berjalan telah mampu menjamin kesesuaian hasil pekerjaan dengan standar yang ditetapkan.

• **Permasalahan Mutu dan Langkah Korektif**

Permasalahan aktual yang ditemukan antara lain: genangan air di lokasi *pile cap* saat hujan, keterlambatan pengiriman beton saat pengecoran mass concrete (165 truk molen), lupa pencatatan suhu thermocouple, serta suhu TC yang melebihi ambang batas. Solusi yang dilakukan meliputi penyedotan air menggunakan pompa, koordinasi ketat dengan supplier beton, pembukaan penutup thermocouple saat suhu terlalu tinggi, serta koreksi langsung di lapangan berdasarkan checklist. Meskipun sistem dokumentasi koreksi belum didukung form NCR formal, tindakan korektif dilakukan dengan cepat dan disertai bukti lapangan.

Dengan demikian, sistem pengendalian mutu pekerjaan *pile cap* pada proyek ini telah terlaksana secara aktif, terdokumentasi, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan. Ketiga rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijawab secara komprehensif berdasarkan data primer dan sekunder yang relevan.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dan evaluasi selama penelitian, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas sistem pengendalian mutu pada proyek konstruksi berikutnya, khususnya dalam pekerjaan struktur bawah *pile cap*:

- Penerapan Formulir Non Conformance Report (NCR)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sebaiknya seluruh deviasi mutu, baik besar maupun kecil, didokumentasikan secara formal melalui formulir NCR. Hal ini penting untuk menjaga akuntabilitas sistem mutu dan memudahkan audit internal maupun eksternal.

- Automasi Monitoring Thermocouple

Untuk menghindari kelalaian pencatatan suhu beton, disarankan penggunaan sistem monitoring suhu berbasis alarm otomatis yang terhubung ke ponsel QC proyek. Langkah ini akan meminimalisir risiko overheating pada pengecoran mass concrete.

- Simulasi Logistik Pengecoran Skala Besar

Pada proyek dengan volume pengecoran tinggi, disarankan dilakukan simulasi atau time schedule ketat terhadap pengiriman beton dari batching plant. Ini akan membantu menghindari potensi cold joint dan menjaga kontinuitas pengecoran.

- Peningkatan Pemahaman SOP Mutu hingga ke Pelaksana Lapangan

Sosialisasi dokumen mutu seperti WMS, checklist, dan IPL sebaiknya tidak hanya terbatas pada QC dan pengawas, tetapi juga dijelaskan kepada pelaksana seperti mandor, tukang, dan operator. Hal ini akan mendorong budaya kerja berbasis mutu secara menyeluruh.

- Pengarsipan dan Pelaporan Dokumen Mutu secara Digital

Penerapan sistem arsip digital akan memudahkan pelacakan histori mutu pekerjaan dan menjadi bukti pendukung jika dilakukan evaluasi kualitas pekerjaan di masa mendatang.

Dengan selesainya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem mutu pekerjaan struktur bawah pada proyek-proyek gedung bertingkat di Indonesia. Selain itu, hasil ini juga diharapkan dapat menjadi acuan evaluasi internal bagi pihak kontraktor dan pemilik proyek dalam memastikan mutu tetap menjadi prioritas utama dalam setiap tahap pembangunan.



DAFTAR PUSTAKA

- ACI 224R-01. (2001). Control of Cracking in Concrete Structures Reported by ACI Committee 224. ACI 224R-01. *ACI Committee 224R-01*, 1–46.
- American Concrete Institute. (n.d.). *ACI 305R-10. Guide to Hot Weather Concreting*.
- American Concrete Institute. (2019). *ACI 318-19-Building Code Requirements for Structural Concrete*. <https://doi.org/10.14359/51716937>
- American Concrete Institute. (2020). ACI 308R-16 - Guide o External Curing -. *Journal GEEJ*, 7(2).
- ASTM-A615-A615M-22. (2010). Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement. *ASTM International*, 1(October), 5–7. <https://doi.org/10.1520/A0615>
- ASTM C33. (2023). *Designation: C33/C33M – 23 Standard Specification for Concrete Aggregates 1*. <https://doi.org/10.1520/C0033>
- ASTM C597 – 22. (2018). Standard Test Method for Ultrasonic Pulse Velocity Through Concrete1. *Designation: E 778 – 87 (Reapproved 2004)*, i(Reapproved), 3–5. <https://doi.org/10.1520/C0597-16.10.1520/C0597-22.2>
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7863:2012 – Bekisting Kedap Air dan Kuat Tekanan Beton*. [https://akses-sni.bsn.go.id/dokumen/2012/SNI 7833-2012/#p=1](https://akses-sni.bsn.go.id/dokumen/2012/SNI%207863-2012/#p=1)
- Badan Standardisasi Nasional. (2017a). Baja Tulangan Beton. *Sni 2052-2017*, 13.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017b). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia*, 8460, 1–323.
- C39/C39M. (2018). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. *Designation: E 778 – 87 (Reapproved 2004)*, i(Reapproved), 3–5. <https://doi.org/10.1520/C0039>
- Ciptadewi, N. S. (2020). *Penyebab Kegagalan Pelaksanaan Pengecoran Beton pada Bored Pile dan Perencanaan Alternatif Pondasi Sumuran beserta Dinding Penahan Tanah Studi Kasus* <https://repository.its.ac.id/78380/>
- Committee, A. (2018). ASTM C143/C143M-Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. *Designation: E 778 – 87 (Reapproved 2004)*, i(Reapproved), 3–5. <https://doi.org/10.1520/C0143>
- Cope, J. L., Ayres, R. A., Costa, W. J., Eschbach, R. M., Graham, D. E., Holland, T.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- C., King, J. C., Krell, W. C., Lee, S. H., Melby, K. R., Pierce, J. S., Sim, W. J., Stodola, P. R., & Tobin, R. E. (1985). ACI 304R-00-Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete. *Journal of the American Concrete Institute*, 82(3), 243–257. <https://doi.org/10.14359/10331>
- Ervianto, W. I. (2005). *Sinopsis-Manajemen_Proyek_Konstruksi-2-with-cover-page-v2*.
- ISO 9001. (2015). Standar Internasional ISO 9001:2015 Sistem Manajemen Mutu - Persyaratan. *Jurnal Sipil Statik*, 1–60. https://diploma.chemistry.uui.ac.id/wp-content/uploads/2020/03/4.-Standard-ISO-9001_2015-2-bahasa.pdf
- Istimawan Dipohusodo. (1996). *Manajemen proyek dan konstruksi jilid 2*.
- Kerzner, Harold, A. (2017). Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling / Harold Kerzner. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Kerzner, H. (2009). Project management : a systems approach to planning, scheduling, and conrolling. In *Project Manager (Il)* (Issue 3).
<https://doi.org/10.3280/pm2010-003015>
- Manabung, N., Dundu, A. K. T., & Walangitan, D. R. O. (2018). Sistem Pengawasan Manajemen Mutu Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unsrat). *Jurnal Sipil Statik*, 6(12), 1079–1084.
- Nasional, B. S. (2002). *SNI 15-2049-2004*. 10(1), 5–14.
<https://doi.org/10.1891/jnum.10.1.5.52550>
- Nasional, B. S. (2012). Sni 7656:2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*.
- Retno Palupi, A., & Priyanto, B. (2023). Analisa Pengendalian Mutu Pekerjaan Struktur Pada Pembangunan Gedung Anutapura Medical Center (Amc) Rumah Sakit Anutapura Palu. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(5), 1466–1473. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.322>
- Smoak, G. (2002). *ACI 546R-14, Guide to Concrete Repair*.
<https://books.google.com/books?id=mTC-EJ8iedEC>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SNI 1974: (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.*

<https://www.academia.edu/download/57886647/SNI-1974-2011-.pdf>

SNI 2847: (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.

Sulfate, M. (2012). ASTM C805. *Designation: E 778 – 87 (Reapproved 2004)*, i(Reapproved), 3–5. <https://doi.org/10.1520/C0805>

