

## SURAT TUGAS

Nomor: 11-R/UNTAR/PENELITIAN/II/2024

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

**WIDODO KUSHARTOMO, S.Si., M.Si., Dr.**

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : ANALISIS PERBANDINGAN PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON  
Nama Media : JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL  
Penerbit : PRODI SARJANA TEKNIK SIPIL FT UNTAR  
Volume/Tahun : 7/1/2024  
URL Repository : <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts>

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

13 Februari 2024

**Rektor**



**Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN**

Print Security : 9097a487cfce853148a6e75cd64a1b83

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

### Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

### Fakultas

- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

# JMITS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 7 No. 1 Februari 2024



e-ISSN : 2622-545X  
Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

## **JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil**

Volume 7, Nomor 1, Februari 2024

### **Redaksi**

<b>Ketua Dewan Editor</b> <i>(Editor-in-Chief)</i>	Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D.
<b>Editor Pelaksana</b> <i>(Executive Editors)</i>	Andy Prabowo, S.T., M.T., Ph.D. Vittorio Kurniawan, S.T., M.Sc. Arif Sandjaya, S.T., M.T.
<b>Dewan Editor</b> <i>(Editorial Board)</i>	Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si. Dr. Daniel Christianto, S.T., M.T. Yenny Untari Liucius, S.T., M.T. Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. Ir. Arianti Sutandi, M.Eng. Ir. Sunarjo Leman, M.T.
<b>Mitra Bestari</b> <i>(Reviewers)</i>	Prof. Ir. Roesdiman Soegiarso, M.Sc., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Prof. Ir. Chaidir Anwar Makarim, MCE., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Basuki Anondho, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Najid, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Ir. Oei Fuk Jin, S.T., M.Eng., D.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Mega Waty, M.T. (Universitas Tarumanagara) Alfred J. Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Onnyxiforus Gondokusumo, M.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Nurul Fajar Januriyadi (Universitas Pertamina) Dr. Ir. Usman Wijaya, S.T., M.T. (Universitas Kristen Krida Wacana) Vienti Hadsari, PhD (Universitas Atma Jaya Yogyakarta) Ir. Andryan Suhendra, M.T. (Binus University) Reynaldo Siahaan, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas) Hokbyan R. Angkat, S.T., M.Sc. (Praktisi Transportasi) Ir. Ali S. Iskandar, S.T., M.T. (Praktisi Geoteknik)
<b>Alamat Redaksi</b> <i>(Editorial Address)</i>	Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara Alamat: Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440 Kampus 1 Gedung L Lantai 5 Telepon: 021-5672548 ext.331 E-mail: jmts@untar.ac.id

## **JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil**

Volume 7, Nomor 1, Februari 2024

### **Kata Pengantar**

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil (E-ISSN 2622-545X) merupakan jurnal *peer-reviewed* yang dipublikasikan oleh Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara sebagai wadah peneliti, mahasiswa, dan dosen dari dalam maupun luar UNTAR untuk mempublikasikan makalah hasil penelitian dan studi ilmiah dalam bidang Teknik Sipil.

JMTS mempublikasikan artikel ilmiah pada bidang Teknik Sipil dengan sub-bidang sebagai berikut:

- Struktur
- Material Konstruksi
- Geoteknik
- Sistem dan Teknik Transportasi
- Manajemen Konstruksi
- Keairan

Tim editor JMTS menerima artikel yang berisi laporan kegiatan pengujian laboratorium/lapangan disertai simulasi numerik berbasis metode teruji yang bertujuan untuk memperoleh temuan baru, evaluasi terhadap hasil temuan eksisting, kritik terhadap metode eksisting. Selain itu, JMTS juga menerima artikel berisi *literature review* mengenai perkembangan dan penerapan *building information modelling*, *artificial intelligence*, *virtual reality*, *augmented reality* dan aspek digitalisasi lainnya pada dunia konstruksi.

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil terbitan Volume 7 Nomor 1 bulan Februari 2024 merupakan terbitan ke-23 sejak terbitan pertama pada Agustus 2018. Penerbitan JMTS dilakukan secara berkala setiap 3 bulan, yaitu pada bulan Februari, Mei, Agustus, dan November.

Pada edisi Volume 7 Nomor 1 terdapat artikel yang merupakan laporan kegiatan magang mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Artikel ini menjadi syarat luaran bagi mahasiswa yang memilih kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui kegiatan magang.

JMTS berhasil mendapatkan akreditasi peringkat 4 akreditasi jurnal ilmiah periode 1 tahun 2022 (Sinta4).

Penerbitan jurnal ini dapat berlangsung secara maksimal berkat kontribusi berbagai pihak. Terima kasih kepada tim editor yang telah membantu proses penerbitan dan Reviewer yang telah berkenan memberikan saran perbaikan untuk menjaga kualitas jurnal. Semoga jurnal ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil.

Salam,

Tim Redaksi Jurnal Mitra Teknik Sipil

## **JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil**

Vol. 7 No. 1, Februari 2024

### **Daftar Isi**

ANALISIS DAMPAK INFRASTRUKTUR JALAN TOL SOROJA TERHADAP PERTUMBUHAN BISNIS KECIL DAN MENENGAH <i>Riva Ramadhan Sena dan Basuki Anondho</i>	1-10
PENGARUH PERTUMBUHAN LAPANGAN PEKERJAAN SETEMPAT TERHADAP PERANCANGAN KELAYAKAN INFRASTRUKTUR <i>Carlos Chandra dan Basuki Anondho</i>	11-20
PERHITUNGAN DURASI PROYEK JALAN TOL DENGAN METODE EARNED SCHEDULE <i>Chraladea Chrisna dan Basuki Anondho</i>	21-28
ANALISIS PENGGUNAAN ABU CANGKANG SAWIT TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL <i>Marco Christian dan Widodo Kushartomo</i>	29-36
ANALISIS PERBANDINGAN PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON <i>Ezra Evert dan Widodo Kushartomo</i>	37-44
PERINGKAT PENGARUH FAKTOR-FAKTOR SMK3L TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PROYEK IT MANDIRI BUMI SLIPI JAKARTA <i>Muhammad Nur Irwansyah Amun dan Mega Waty</i>	45-56
ANALISIS PENGGUNAAN PROGRAM SOLVER UNTUK OPTIMASI PEMOTONGAN BESI PADA PROYEK RUMAH TINGGAL X <i>Brian Giovanni Axel Mamahit dan Onnyxiforus Gondokusumo</i>	57-70
PENGARUH PENAMBAHAN GETAH KARET TERHADAP STABILITAS NILAI MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC) <i>Alfina Trisman Yanti, Lely Masthura, dan Defry Basrin</i>	71-78
PENINGKATAN KUAT TEKAN PADA BETON GEOPOLIMER AKIBAT METODE PERAWATAN DIPANASKAN <i>Kevin Aprilio Wibowo, Daniel Christianto, dan Jack Widjajakusuma</i>	79-86
ANALISIS DAYA DUKUNG DAN EFISIENSI TIANG BOR DENGAN BERBAGAI UKURAN DAN KEDALAMAN DI JAKARTA PUSAT <i>Edward Suhartono, Aniek Prihatiningsih, dan Alfred Jonathan Susilo</i>	87-98
ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TIANG PADA BATUAN LEMPUNG DENGAN BERBAGAI DIAMETER <i>Elbert Conroy Zai dan Aniek Prihatiningsih</i>	99-106
ANALISIS HUBUNGAN PARAMETER KUAT GESER DAN NILAI N-SPT PADA SUATU PROYEK DI CIAWI <i>Revin dan Aniek Prihatiningsih</i>	107-114

ANALISIS FAKTOR PERFORMA DENGAN METODE EARNED SCHEDULE <i>Nonny Ersa Miradz dan Henny Wiyanto</i>	115-122
ANALISIS DISTRIBUSI TEGANGAN ARAH HORIZONTAL DENGAN SAMBUNGAN PADA PELAT TARIK MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR <i>Kritananda Tantra Halim dan Sunarjo Leman</i>	123-136
<i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> UNTUK MENENTUKAN FAKTOR DOMINAN PENYEBAB WASTE MATERIAL <i>Johanes Nicholas dan Henny Wiyanto</i>	137-148
ANALISIS KAPASITAS BALOK KOMPOSIT DENGAN VARIASI TULANGAN PELAT TERHADAP KERUNTUHAN KOLOM MENGGUNAKAN APLIKASI MIDAS FEA <i>Richard Wijaya dan Sunarjo Leman</i>	149-164
MODEL PENGARUH KOMPOSISI JUMLAH KENDARAAN TERHADAP TINGKAT KECELAKAAN PADA PROVINSI BALI <i>I Made Kariyana, Tri Hayataning Pamungkas, dan Tiara Ayu Anggraini</i>	165-174
PRODUKTIVITAS DAN BIAYA ALAT BERAT <i>HYDRAULIC STATIC PILE</i> <i>DRIVER PADA PEKERJAAN FONDASI TIANG PANCANG</i> <i>Muhammad Reza Syahputra dan Ida Farida</i>	175-186
PENERAPAN AUDIT KESELAMATAN JALAN DAN METODE HIRARC UNTUK PENANGANAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN <i>Ardilson Pembuain, Vemara M. Matitaputty, Richrisna H. Waas, dan Yesly Pellaupessy</i>	187-198
ANALISIS KEBUTUHAN AIR PADA DAERAH IRIGASI LAKBOK UTARA BENDUNG PATARUMAN KOTA BANJAR <i>Syifa Khoirunnisa dan Sulwan Permana</i>	199-214
ANALISIS PERBANDINGAN DEBIT PADA DAS CIMANUK-COPONG KABUPATEN GARUT AKIBAT PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN <i>Fira Mardianti dan Sulwan Permana</i>	215-228
PENGARUH MOTIVASI PEKERJA TERHADAP PROGRES Pengerjaan PROYEK MASJID KRS <i>Krisna Imanda dan Arif Sandjaya</i>	229-236
ANALISIS NILAI WASTE KERAMIK PADA PROYEK X <i>Kevin Mathew dan Mega Waty</i>	237-248
ANALISIS BATA RINGAN YANG PECAH SAAT DIANGKAT OLEH <i>TOWER</i> <i>CRANE</i> <i>Dika Warmana Yuda dan Mega Waty</i>	249-254
<i>QUALITY CONTROL</i> PEKERJAAN <i>SLOOF</i> DI PROYEK X <i>Elnando Juwanto dan Arianti Sutandi</i>	255-262

METODE PEKERJAAN <i>CORE WALL</i> PADA PROYEK TURYAPADA TOWER <i>Johny Five dan Arif Sandjaya</i>	263-274
METODE KONSTRUKSI <i>RIGID PAVEMENT</i> PADA PROYEK JALAN TOL <i>Muhammad Raihan Suganda dan Yenny Untari Liucius</i>	275-288
ANALISIS PERAN <i>QUANTITY SURVEYOR</i> PADA PROYEK JATILUHUR INDUSTRIAL SMART CITY (JISC) <i>Vincent Theddy dan Wati Asriningsih Pranoto</i>	289-294
OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK X MENGGUNAKAN METODE <i>LEAST COST ANALYSIS</i> <i>Gervan Abraham Tanuwihardjo dan Basuki Anondho</i>	295-304
EVALUASI PENGGUNAAN RANGKA BAJA <i>HOLLOW</i> SEBAGAI SISTEM PENYANGGA BEKISTING PLAT LANTAI PADA PROYEK X <i>Angga Wijaya dan Hendy Wijaya</i>	305-314
PENGARUH TANGGA <i>SCAFFOLDING</i> PROYEK TERHADAP WAKTU Pengerjaan PLESTER DAN ACIAN <i>Caesar Dasha Prameswara dan Arianti Sutandi</i>	315-320
ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PADA Pengerjaan KOLOM DI PROYEK DNL <i>Daniel Nathan Iskandar dan Giovanni Pranata</i>	321-328
ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PENGADAAN MATERIAL PADA STASIUN X <i>Dimas Wahono dan Andy Prabowo</i>	329-338
METODE PEKERJAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PEMBANGUNAN JALAN AKSES TURYAPADA TOWER <i>Johanes Prasetyo Nugroho Melkisedek dan Edison Leo</i>	339-348
ANALISIS BETON <i>HONEYCOMB</i> DI PROYEK GW10 <i>Lie Jorge William dan Widodo Kushartomo</i>	349-356
FAKTOR–FAKTOR PENGHAMBAT PROYEK <i>FLYOVER</i> GRAND WISATA <i>Eldwin Imantaka dan Andy Prabowo</i>	357-362
PROYEKSI POTENSI PENGHEMATAN AIR DENGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN PADA RUSUNAWA <i>Vittorio Kurniawan, Arianti Sutandi, dan Michael Randy Raharja</i>	363-372

## ANALISIS PERBANDINGAN PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON

Ezra Evert<sup>1</sup> dan Widodo Kushartomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*ezra.325190088@stu.untar.ac.id*

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*widodo@untar.ac.id*

Masuk: 14-07-2023, revisi: 22-07-2023, diterima untuk diterbitkan: 29-07-2023

### ABSTRACT

*There are many factors that affect the strength of concrete. Most of them are the constituent materials as well as concrete maintenance. The purpose of concrete maintenance is to maintain the concrete in a predetermined condition after opening the formwork. With concrete maintenance, the strength of concrete is expected to approach or reach the planned strength in the mix design. This study aims to understand the effect of the treatment method on the plan concrete with 20 MPa and 30 MPa on the compressive strength of concrete. The test specimens in this test are cylinders having a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. The compressive strength test is carried out when the concrete is 14 and 28 days old. concrete treatment methods are divided into 3 variations, namely soaking, watering, and without treatment. The strength or quality of concrete obtained from this study for 20 MPa concrete of age 28 is 9.74 MPa for the treatment method left, 11.44 MPa for the treatment method watered, and 16.39 MPa for the treatment method soaked. The compressive strength obtained from this study for 30 MPa concrete at the age of 28 days was 20.53 MPa for the left treatment method, 30.34 MPa for the watered treatment method, and 32.32 MPa for the soaked treatment method.*

*Keywords: curing; concrete; strength; compressive*

### ABSTRAK

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan beton. Sebagian besarnya adalah material penyusunnya serta perawatan beton. Tujuan dari pemeliharaan beton untuk memelihara beton dalam kondisi yang sudah ditetapkan setelah pembukaan bekisting. Dengan adanya perawatan beton, kekuatan beton diharapkan mendekati atau mencapai kekuatan rencana dalam perencanaan campuran atau *mix design*. Studi ini bertujuan untuk memahami pengaruh metode perawatan pada beton rencana dengan mutu 20 MPa dan mutu 30 MPa terhadap kuat tekan beton. Benda uji dalam pengujian ini berbentuk silinder yang memiliki diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Uji kuat tekan dilakukan saat beton berumur 14 dan 28 hari. metode perawatan beton dibedakan menjadi 3 variasi yaitu perendaman, penyiraman, dan tanpa perawatan. Besar kekuatan atau mutu beton yang diperoleh dari penelitian ini untuk beton mutu 20 MPa umur 28 adalah 9,74 MPa untuk metode perawatan dibiarkan, 11,44 MPa untuk metode perawatan disiram, dan 16,39 MPa untuk metode perawatan direndam. Besar kuat tekan yang diperoleh dari penelitian ini untuk beton mutu 30 MPa umur 28 hari adalah 20,53 MPa untuk metode perawatan dibiarkan, 30,34 MPa untuk metode perawatan disiram, dan 32,32 MPa untuk metode perawatan direndam.

Kata kunci: perawatan; beton; kekuatan; penekanan

### 1. PENDAHULUAN

Pada era yang sedang mengalami perkembangan pesat ini, suatu negara tak dapat lepas dari upaya pembangunan infrastruktur. Oleh karena itu, pembangunan atau konstruksi membutuhkan penggunaan material berkualitas dan sesuai standar nasional. Salah satu langkah yang penting dan juga krusial dalam proses konstruksi adalah perawatan beton setelah dicetak, yang biasa disebut *curing*. Perawatan beton ini memiliki peranan yang sangat penting.

Perawatan beton adalah tahapan akhir dari suatu pekerjaan pembetonan. Tujuan merawat beton untuk menjaga permukaan beton agar kondisi tetap segar dan lembab sejak dipadatkan hingga proses hidrasi cukup atau mendekati sempurna. Jika beton tidak dilakukan perawatan akan terjadi penguapan air dari beton segar, sehingga air mengalir keluar dari dalam beton segar, dan akan timbul retakan-retakan pada permukaan beton (Tjokrodinuljo, 2007).

Perawatan beton diperlukan untuk mencegah beton terjadi penguapan serta agar kelembaban dan suhu beton tetap terjaga. Perlakuan ini dilakukan dengan tujuan agar beton mencapai mutu yang diinginkan dan menghindari masalah



seperti keretakan (*plastic shrinkage*) atau penurunan mutu (degradasi). Dalam praktik pembetonan, seringkali terjadi ketidaksesuaian mutu beton rencana dengan mutu beton di lapangan. Ketidaksesuaian ini merupakan masalah serius dalam konstruksi bangunan karena berkaitan dengan keamanan dan keselamatan pengguna.

Ketidaksesuaian antara mutu beton yang direncanakan dan mutu beton di lapangan dapat menimbulkan sengketa antara pihak-pihak yang terlibat. Oleh karena itu, perlu diamati perbedaan mutu beton yang diuji dengan menggunakan metode perawatan yang berbeda. Metode perawatan tersebut antara lain perendaman beton dalam air, penempatan beton dalam ruangan tertutup tanpa perawatan, dan penyiraman beton secara berkala (Kushartomo et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa masalah yang perlu diidentifikasi untuk penelitian ini. Masalah-masalah tersebut meliputi lokasi perawatan beton, pengawasan, jumlah sampel, waktu, biaya, keterbatasan sumber daya, tempat penampungan sampel, dan pengaruh variasi beton. Lokasi perawatan beton dapat menjadi masalah jika terpapar sinar matahari atau berada di tempat yang kering. Untuk mencegah dehidrasi pada beton, sampel perawatan beton harus ditempatkan di lokasi yang lembab. Pengawasan yang kurang intensif dapat menyebabkan penurunan mutu beton atau bahkan kegagalan beton, terutama saat cuaca panas. Oleh karena itu, pengawasan yang lebih intensif diperlukan untuk mengatasi masalah seperti keluarnya air berlebih dari beton. Perbedaan mutu dalam perawatan beton dapat meningkatkan biaya, memperpanjang durasi yang dibutuhkan, membutuhkan tenaga kerja yang lebih memadai, dan memerlukan tempat penampungan yang lebih luas. Oleh karena itu, perencanaan perawatan beton harus mempertimbangkan untuk meminimalkan waktu, biaya, serta memperhatikan faktor sumber daya manusia dan kapasitas tempat penampungan yang tersedia. Dengan memperhatikan masalah-masalah tersebut, perawatan beton dapat direncanakan dengan baik untuk mencapai efisiensi dalam hal waktu, biaya, serta memperhitungkan keterbatasan sumber daya manusia dan tempat penampungan.

Dengan membandingkan mutu beton yang dihasilkan melalui metode perawatan tersebut, dapat diketahui apakah mutu beton di lapangan berbeda dengan mutu beton di laboratorium. Perbedaan metode juga dapat mengetahui metode perawatan beton pada lapangan menghasilkan kuat tekan yang signifikan dengan perawatan yang berada di laboratorium.

Rumusan masalah yang dihasilkan dari penelitian ini adalah apakah metode perawatan beton di lapangan menghasilkan perbedaan kuat tekan yang signifikan dibandingkan dengan perawatan yang dilakukan di laboratorium. Selain itu, rumusan masalah yang dihasilkan adalah apakah perbedaan yang terjadi masih memenuhi batasan yang telah ditetapkan oleh standar SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

Berdasarkan rumusan masalah di penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan perbedaan nilai kuat tekan beton yang ada di lapangan dengan yang ada di laboratorium. Selain itu, tujuan penelitian ini juga adalah untuk menghitung kriteria penerimaan mutu beton yang berlaku di lapangan berdasarkan standar SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

## Tinjauan pustaka

Beton merujuk pada suatu campuran yang terdiri dari air, agregat kasar, agregat halus, semen portland atau jenis semen hidrolis lainnya, serta mungkin juga dengan penambahan bahan tambahan atau *admixture*. Seiring dengan berjalannya waktu, beton akan mengalami proses pengerasan dan akan mencapai kekuatan yang direncanakan ( $f^c$ ) setelah 28 hari. Beton digunakan untuk berbagai jenis struktur, terutama pada bangunan, jalan, dan jembatan karena memiliki daya tahan tekan yang baik sehingga banyak (Standar Nasional Indonesia, 2013).

Semen Portland atau *Ordinary Portland Cement* (OPC) adalah jenis semen hidrolis yang diproduksi dengan menggiling semen Portland. Semen Portland terdiri dari kalsium silikat yang dapat mengalami reaksi hidrolisis. Selama proses penggilingan, terak ini dicampur bersama dengan satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat sebagai bahan tambahan. Selain itu, semen ini juga dapat ditambah dengan bahan tambahan lainnya sesuai kebutuhan. (Standar Nasional Indonesia, 2004).

Air memiliki peran penting dalam proses pembuatan pasta semen, kelangsungan dalam reaksi semen serta perawatan beton. Dalam hal kualitas beton, pengaruh air dapat diamati melalui seberapa banyak atau seberapa sedikit air yang digunakan, yang disebut juga sebagai faktor air semen (Febriandy et al., 2016).

Agregat yaitu partikel mineral alami yang digunakan sebagai bahan pelengkap di dalam campuran beton atau mortar. Agregat biasanya menyusun sekiranya 70% dari volume total beton atau mortar. Sebab itu, karakteristik agregat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

*Silica fume* merupakan bagian dari bahan tambahan mineral yang tergolong sebagai material pozzolan halus, dengan kandungan silika yang lebih tinggi. Karena sifat fisik serta kimianya, *silica fume* mempunyai dua pengaruh utama pada campuran beton. Pertama, sebagai bahan pengisi (*filler*) yang mengisi ruang kosong dalam campuran beton. Kedua, sebagai bahan pozzolan yang bereaksi secara kimia dengan komponen semen. *Silica fume* mempunyai ukuran

partikel yang benar-benar halus yaitu 100 kali lebih kecil jika dibandingkan dengan partikel semen. *Silica fume* mempunyai kemampuan dan peran untuk mengisi celah dan ruang kosong dalam campuran beton dengan ukuran partikel yang halus ini, sehingga campuran beton menjadi lebih padat. Hal ini dapat meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan terhadap penetrasi air (impermeabilitas) dari beton. (Hapsari et al., 2017).

*Superplastisizer* secara signifikan meningkatkan kelecakan campuran beton. Suatu perpaduan dengan nilai *slump* senilai 7,5 cm dapat meningkat menjadi 20 cm dengan penggunaan *superplastisizer*. *Superplastisizer* umumnya digunakan dalam beton bermutu tinggi, serta dapat berpotensi mengurangi kebutuhan air hingga 30%. Prinsip kerja setiap *superplastisizer* pada dasarnya sama, yaitu dengan menciptakan gaya tolak-menolak (dispersi) yang cukup antara partikel semen. Hal tersebut mencegah penggumpalan partikel semen (flokulasi) yang dapat menyebabkan terbentuknya rongga udara pada suatu campuran beton, yang akan mengurangi kekuatan dan kualitas beton tersebut. (Nugraha & Antoni, 2007).

Nilai kekuatan beton dengan bentuk silinder diperoleh melalui uji standar. Kekuatan tekan dari masing-masing benda uji dapat ditentukan oleh kekuatan tekan tertinggi ( $f'c$ ) yang dicapai oleh benda uji setelah umur 28 hari. (Dipohusodo, 1996).

Hidrasi merupakan reaksi antara semen dan air menghasilkan senyawa utama yang mengikat beton menjadi satu. Hidrasi adalah reaksi kimia yang awalnya reaksi kimia yang cepat tetapi secara bertahap melambat yang membutuhkan air untuk melanjutkan reaksi tersebut (Taylor, 2014)

## 2. METODE PENELITIAN

Pada studi digunakan metode eksperimental dimana dilakukan sejumlah pengujian pada beton untuk mengetahui pengaruh metode perawatan beton terhadap kuat tekan beton. Jenis variasi metode perawatan beton yang diuji adalah metode perawatan beton dengan merendam, menyiram, dan membiarkan sampel beton. Langkah pertama dilakukannya penelitian ini adalah dengan melakukan pemeriksaan *properties* dari pasir dan kerikil alami yang digunakan pada penelitian ini. Pemeriksaan *properties* yang dilakukan pada pasir dan kerikil alami yang digunakan pada penelitian ini berupa kadar air, kadar lumpur, berat jenis spesifik, absorpsi, berat volume, modulus kehalusan, dan gradasi butiran. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji beton yang memiliki bentuk silinder dengan mutu 20 MPa dan 30 MPa yang memiliki tinggi 20 cm dan diameter 10 cm sebanyak 60 benda uji. Selanjutnya dilakukan perawatan benda uji dengan teknik merendam, menyiram, dan membiarkan sampel beton selama 14 dan 28 hari. Seluruh benda uji akan di uji setelah dilakukannya perawatan untuk mencari kuat tekan sampel beton.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengecekan agregat halus dan kasar

Tabel 1. *Summary* data hasil pemeriksaan agregat halus

Kode	Karakteristik	Interval	Hasil Percobaan
a	Kandungan Lumpur	0,2% - 6%	9,10%
b	Kandungan Air	3% - 5%	1,01%
c	Berat Isi	1,4 kg/ltr – 1,9 kg/ltr	1,40
d	Absorpsi	0,2% - 2%	2,99%
e	Berat Jenis Spesifik		
	Kering	1,6 - 3,3	2,61
	SSD	1,6 - 3,3	2,62
	Semu	1,6 - 3,3	2,65
f	Modulus Kehalusan	2,2 - 3,1	2,97

Tabel 2. *Summary* data hasil pemeriksaan agregat kasar

Kode	Karakteristik	Interval	Hasil Percobaan
a	Kandungan Lumpur	0,2% – 1,0%	0,0095%
b	Kandungan Air	0,5% – 2,0%	0,02%
c	Absorpsi	0,2% – 4,0%	5,6%
d	Berat Isi Lepas	1,4 kg/ltr – 1,9 kg/ltr	1,16 kg/ltr
e	Berat Jenis Spesifik		
	Kering	1,6 – 3,2	2,1
	SSD	1,6 – 3,2	2,26
	Semu	1,6 – 3,2	2,43

Pengujian kandungan lumpur dilakukan untuk menentukan jumlah kandungan lumpur yang terdapat dalam agregat. Semakin besar kandungan lumpur, kuat tekan beton semakin rendah karena kandungan lumpur menghalangi ikatan semen dengan agregat. Berdasarkan Tabel 1, kandungan lumpur pada agregat halus melebihi ambang batas. Jika kandungan lumpur dalam agregat melebihi batas, agregat sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu supaya dapat meningkatkan mutu dari beton yang dihasilkan.

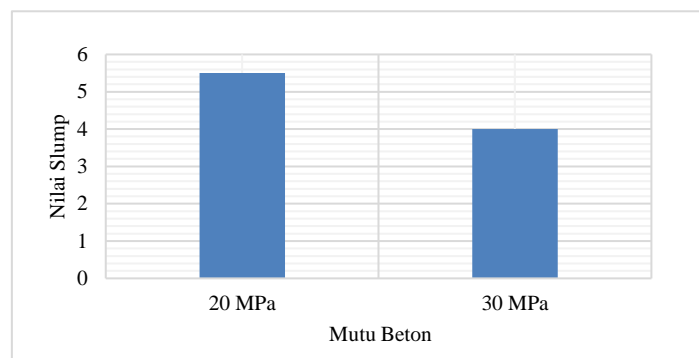
Pengujian kandungan air dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air terhadap berat kering butir agregat. Dalam perencanaan adukan, harus dilakukan penyesuaian jumlah air supaya tidak berlebihan. Air yang berlebihan akan menimbulkan pori-pori yang terlalu banyak. Pori-pori yang banyak akan membuat kuat tekan semakin rendah.

Pengujian berat isi dilakukan untuk mengetahui perbandingan berat agregat halus dengan volume agregat. Pada Tabel 2, berat isi dalam kondisi lepas hanya memasukkan agregat kasar ke dalam silinder lalu meratakan dengan besi bulat sehingga masih ada kemungkinan silinder tersebut memiliki ruang kosong yang tidak terisi.

Berat jenis umumnya digunakan untuk perencanaan perhitungan volume agregat di dalam berbagai jenis *mix* atau campuran beton yang mengandung agregat secara proposional. Berat jenis juga digunakan untuk mengidentifikasi kepadatan dari agregat. Semakin besar nilai berat jenis agregat, agregat akan semakin padat. Semakin padat agregat, semakin kuat kekuatan beton yang dihasilkan. Nilai penyerapan digunakan dalam perhitungan penyerapan air oleh pori-pori yang disebabkan oleh perubahan berat agregat, dibanding dengan kondisi kering. Jika penyerapan tidak diketahui, dapat terdapat banyak pori-pori pada agregat sehingga agregat dapat menyerap air secara berlebihan sehingga kadar air pada adukan berkurang serta dapat menurunkan *workability*. Hal ini juga dapat menyebabkan keropos pada beton.

Pengujian modulus kehalusan dan gradasi butiran dilakukan untuk menentukan gradasi atau susunan butiran yang digunakan pada perencanaan adukan beton. Jika tingkat gradasi butiran terlalu bervariasi, ketidakpadatan kandungan agregat dalam campuran beton akan terjadi.

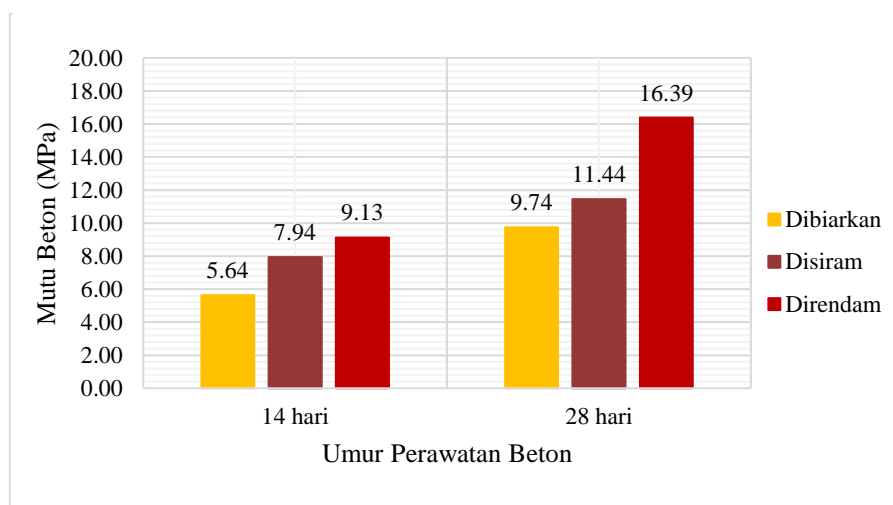
### Hasil pengujian *slump*

Gambar 1. Nilai *slump* beton

Pengujian *slump* dilaksanakan untuk mengetahui seberapa kental adukan beton, yang dapat menggambarkan tingkat *workability* beton. Semakin tinggi nilai *slump*, maka semakin mudah pengerjaannya (*workability*). Tetapi semakin tinggi nilai *slump* semakin rendah nilai kuat tekan yang di dapat. Oleh karena itu, untuk beton mutu tinggi diperlukan *superplasticizer* untuk memudahkan pengadukan, menjaga nilai *slump*, dan meningkatkan kuat tekan beton yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 1, beton dengan mutu yang lebih tinggi memiliki nilai *slump* yang lebih rendah dari pada mutu normal. Hal ini dapat terjadi karena beton dengan mutu tinggi memakai faktor air semen yang lebih rendah dari pada beton normal.

### Hasil pengujian tekan

Menurut SNI 2847:2013 pasal 5.6.4.4, diperlukan peningkatan dalam prosedur perlindungan dan perawatan beton ketika kekuatan silinder yang dirawat di lapangan dengan umur yang telah ditetapkan untuk menentukan  $f_c'$  (kuat tekan beton) lebih rendah dari 85 persen dari kekuatan pembanding silinder yang dirawat di laboratorium. Dalam percobaan ini, metode perawatan beton dengan cara dibiarkan mewakili perawatan beton pada lapangan yang tidak sepenuhnya terawat. Metode perawatan dengan cara disiram mewakili perawatan beton pada lapangan yang biasanya dilakukan untuk menjaga kelembaban beton. Untuk metode perawatan dengan cara direndam mewakili perawatan beton di laboratorium.

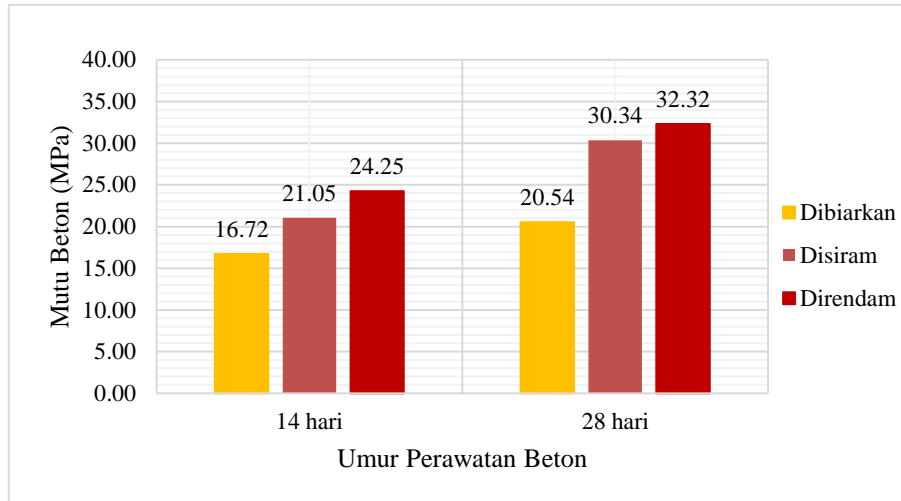


Gambar 2. Grafik batang perbandingan perbedaan metode perawatan beton dengan mutu 20 MPa

Tabel 3. Kekuatan silinder 20 MPa

Metode Perawatan Sampel Beton Silinder	$f_c'$ (MPa)	85% $f_c'$ Laboratorium (SNI 2847:2013) (MPa)
14 Hari Direndam	9,12	7,75
14 Hari Disiram	7,94	-
14 Hari Dibiarkan	5,64	-
28 Hari Direndam	16,39	13,93
28 Hari Disiram	11,44	-
28 Hari Dibiarkan	9,74	-

Data pada Tabel 3, metode perawatan beton mutu 20 MPa dengan metode disiram dan dibiarkan tidak memenuhi kriteria penerimaan pada SNI 2847:2013 karena nilai kekuatan beton yang dihasilkan lebih rendah dari pada 85 persen dari nilai kekuatan beton yang dirawat di laboratorium.



Gambar 3. Grafik batang perbandingan perbedaan metode perawatan beton dengan mutu 30 MPa

Tabel 4. Kekuatan silinder 30 MPa

Metode Perawatan Sampel Beton Silinder		$f_c'$ (MPa)	85% $f_c'$ Laboratorium (SNI 2847:2013) (MPa)
14 Hari	Direndam	24,25	20,61
14 Hari	Disiram	21,05	-
14 Hari	Dibiarkan	16,72	-
28 Hari	Direndam	32,32	27,47
28 Hari	Disiram	30,34	-
28 Hari	Dibiarkan	20,53	-

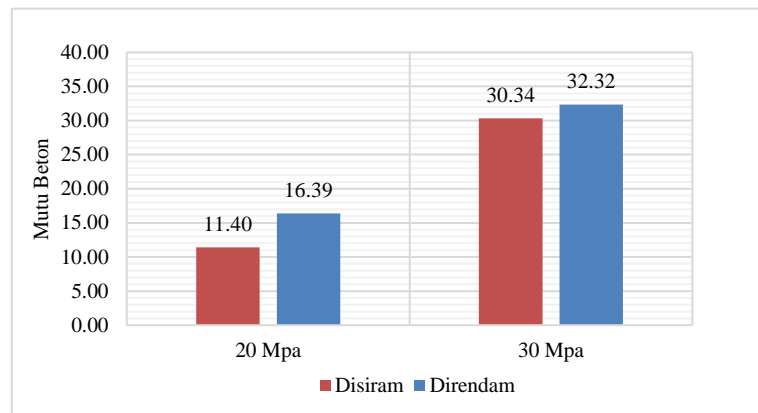
Berdasarkan data pada Tabel 4, metode perawatan beton mutu 30 MPa dengan metode dibiarkan tidak memenuhi kriteria penerimaan, sedangkan disiram memenuhi kriteria penerimaan pada SNI 2847:2013 karena nilai kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dari pada 85 persen dari nilai kekuatan beton yang dirawat di laboratorium.

Berdasarkan data di atas, tidak merawat beton secara baik dan benar atau hanya dibiarkan akan membuat kuat tekan atau mutu dari beton turun secara signifikan sekitar 59-69% dari kuat tekan beton laboratorium. Hal ini tidak disarankan dan dapat membahayakan sistem struktur secara keseluruhan. Sedangkan, dengan dilakukannya perawatan beton dengan cara yang teratur atau disiram secara berkala beton dapat mencapai kriteria penerimaan mutu beton yang telah ditetapkan pada SNI 2847:2013. Sedangkan, perawatan beton di lapangan dengan metode yang benar seperti disiram secara berkala dengan di laboratorium memiliki penurunan kuat tekan yang tidak begitu signifikan yaitu sekitar 6-13%. Untuk perawatan beton dengan cara direndam, kuat tekan beton dapat mencapai kekuatan tekan maksimum. Di umur 14 dan 28 terjadi peningkatan mutu beton berdasarkan mutu beton. Hal ini dapat terjadi karena proses hidrasi yang terjadi pada beton.

Pada saat beton mengalami hidrasi, beton akan mengeluarkan air dengan cara penguapan. Pada beton tanpa perawatan, beton sama sekali tidak mendapatkan air kandungan air dalam beton menguap secara cepat. Tanpa adanya air, proses hidrasi tidak akan dapat berjalan. Penguapan air dalam beton yang berlebihan juga menimbulkan pori-pori pada beton. Pori-pori air yang hilang pada beton akan menurunkan kekuatan beton. Pada beton metode penyiraman, proses hidrasi akan tetap terjadi akibat pemberian air yang terus-menerus sehingga beton tidak mengalami penguapan yang menyeluruh karena kandungan air dalam beton terus terjaga. Pada beton dengan metode perendaman, kandungan air tetap terjaga pada sehingga proses hidrasi pada beton terjadi secara menyeluruh.

Proses hidrasi dikenal sebagai reaksi kimia antara semen dan air. Reaksi ini segera dimulai setelah air dan semen dicampur dan berlangsung melalui beberapa tahap dari waktu ke waktu. Produk hidrasi dari silikat adalah berbagai bentuk kalsium, silika, dan air, yang secara umum dikenal sebagai kalsium-silikat hidrat atau biasa disebut C-S-H. Bentuk C-S-H bervariasi berdasarkan jumlah relatif kalsium dan silika di dalamnya. Hal tersebut merupakan senyawa

yang memberikan kekuatan dan kedap terhadap air sehingga membuat beton berguna dalam konstruksi. C-S-H terlihat seperti jari-jari tipis yang mulai tumbuh dari butiran semen ketika hidrasi dimulai. Ketika jari-jari saling berkaitan, campuran mulai mengeras dan berubah dari cair menjadi padat. Saat hidrasi berlangsung, ruang-ruang tersebut terisi dengan lebih banyak C-S-H untuk membentuk suatu massa yang padat.



Gambar 4. Grafik batang perbandingan metode penyiraman dengan perendaman

Berdasarkan Gambar 5, mutu beton 20 MPa dengan metode penyiraman mengalami penurunan sebesar 30,44% dari mutu beton dengan metode perendaman. Sedangkan, mutu beton 30 MPa dengan metode penyiraman mengalami penurunan sebesar 6,12% dari mutu beton dengan metode perendaman. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi mutu beton, metode perawatan secara teratur atau disiram sudah dapat mendekati nilai mutu beton pembeding di laboratorium. Sedangkan semakin kecil mutu beton, metode perawatan dengan metode perawatan penyiraman mengalami penurunan dibawah kriteria penerimaan mutu beton pada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung sehingga pada beton dengan mutu yang tergolong rendah, perawatan beton harus dilakukan dengan lebih teliti dan intensif.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Perawatan beton di lapangan pada beton dengan metode yang kurang benar tidak disarankan karena tanpa dirawatnya beton, mutu beton yang dihasilkan tidak dapat mencapai kuat tekan secara sepenuhnya dan akan mengalami penurunan kuat tekan di bawah 85 persen dari kuat tekan beton pembeding yang dirawat di laboratorium. Dalam hal ini beton mengalami penurunan yang signifikan yaitu sekitar 59-69%.
2. Perawatan beton di lapangan dengan metode yang benar seperti penyiraman dapat meningkatkan mutu beton normal maupun tinggi dengan mencapai syarat penerimaan pada SNI 2847:2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
3. Perawatan dengan metode perendaman, memiliki mutu yang paling tinggi dibandingkan dengan metode penyiraman dan dibiarkan.
4. Semakin tinggi mutu beton, metode perawatan secara teratur atau disiram sudah dapat mendekati nilai mutu beton pembeding di laboratorium. Sedangkan semakin kecil mutu beton, metode perawatan dengan dengan metode perawatan penyiraman mengalami penurunan dibawah kriteria penerimaan mutu beton pada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
5. Besarnya perbedaan kuat tekan beton yang terjadi dipengaruhi oleh proses hidrasi dimana proses hidrasi merupakan suatu reaksi kimia yang terjadi pada beton saat awal mulanya pencampuran adukan semen dengan air. Saat hidrasi berlangsung, ruang-ruang akan terisi dengan lebih banyak C-S-H untuk membentuk suatu massa yang padat yang akan meningkatkan mutu atau kuat tekan pada beton.

##### Saran

Setelah dilakukannya percobaan dan pembahasan saran dari penelitian ini adalah diperlukan penelitian lebih lanjut tentang syarat penerimaan beton di lapangan dengan syarat penerimaan beton secara standar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. (1996). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. [https://www.academia.edu/40382011/STRUKTUR\\_BETON\\_BERTULANG\\_ISTIMAWAN](https://www.academia.edu/40382011/STRUKTUR_BETON_BERTULANG_ISTIMAWAN)
- Febriandy, A., Samsurizal, E., & Djaya, C. (2016). Tinjauan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Modulus Elastisitas. *JeLAST*, 1-13. <https://www.neliti.com/id/publications/207409/tinjauan-faktor-air-semen-terhadap-kuat-tekan-kuat-tarik-belah-dan-modulus-elast>
- Hapsari, S. P., Wibowo, & Safitri, E. (2017). Kajian Pengaruh Variasi Komposisi Silica Fume. *Matriks Teknil Sipil*, 5(4), 1449-1456. <https://core.ac.uk/download/pdf/211768671.pdf>
- Kushartomo, W., Sutandi, A., & Linggasari, D. (2020). Memperkirakan Perbandingan Kadar Air Semen pada Beton Keras. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran, dan Ilmu Kesehatan*, 177-186. <https://doi.org/10.24912/jmstkk.v4i1.7416>
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset. [https://www.researchgate.net/profile/Tri-Mulyono/publication/328282664\\_TEKNOLOGI\\_BETON\\_Dari\\_Teori\\_Ke\\_Praktek/links/5c932538299bf111693b7439/TEKNOLOGI-BETON-Dari-Teori-Ke-Praktek.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tri-Mulyono/publication/328282664_TEKNOLOGI_BETON_Dari_Teori_Ke_Praktek/links/5c932538299bf111693b7439/TEKNOLOGI-BETON-Dari-Teori-Ke-Praktek.pdf)
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Buku ANDI offset.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Semen Portland SNI (15-2049-2004)*. <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-15-2049-2004.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-2847-2013.pdf>
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Buku Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Taylor, P. C. (2014). *Curing Concrete*. London, New York: CRC Press Books.