

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PERBEDAAN MUTU BETON DAN SELIMUT  
BETON TERHADAP AKSELERASI KOROSI DAN NILAI  
KUAT LENTUR BETON**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Muhammad Iqbal Hattami**

**20190110035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Hattami  
NIM : 20190110035  
Judul : Pengaruh Perbedaan Mutu Beton dan Selimut Beton  
terhadap Akselerasi Korosi dan Nilai Kuat Lentur Beton

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 April .....2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Iqbal Hattami

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbil'alamiin saya bersyukur kepada Allah SWT atas nikmat sehat dan karunia-Nya, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menjalani perkuliahan dengan lancar, sehat, aman, dan barokah yang pada akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

### **Keluarga yang saya sayangi dan saya cintai**

Alhamdulillah rabbil'alamiin terimakasih sudah menjadi motivasi terkuat untuk bisa mampu berjuang dan bertahan sampai dititik ini, semoga kedepannya diri ini bisa banyak berbuat dan berarti untuk keluarga.

### **Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D**

Saya ucapkan terima kasih banyak untuk bapak selaku dosen pembimbing tugas akhir saya yang telah menerima saya sebagai mahasiswa bimbingan Bapak dan kemudian telah membimbing saya dengan sabar. Terima kasih atas ilmu dan nasehatnya, atas waktu yang telah diluangkan untuk membimbing saya, dan semua jasa bapak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Saya hanya selalu berdoa semoga Bapak selalu diberikan nikmat dan barokah dari Allah SWT.

### **Tim Tugas Akhir (Anisa, Adhafa, Prisa, Firda, Lilis, Yana, Yogi, Tania, Chanief, Afifi, Wira, Fahri, Bubi, Rivky)**

Terima kasih atas bantuan dan dukungan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.

### **Teman terdekat saya (Anisa, Adhafa, Yusuf, Gojo, Tania, Yogi, Rahardyan)**

Saya adalah manusia dengan banyak kekurangan, tidak pernah terfikir bisa mempunyai orang-orang baik seperti kalian di perantauan ini. Terima kasih sudah meluangkan waktu untuk membantu saya dalam meluangkan waktunya, terutama untuk Anisa. Atas bantuan dan motivasinya, akhirnya saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

### **Keluarga Teknik Sipil 2019, Teknik Sipil UMY, FKMTSI REG VII**

Terima kasih atas pertemanan, bantuan, dukungannya. Selamat berjuang dan semoga berhasil untuk kita semua.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk pengaruh perbedaan mutu beton dan selimut beton terhadap akselerasi korosi dan nilai kuat lentur beton.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ir. As'at Pujiyanto, M.T., IPM selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Keluarga saya yang telah memberikan do'a serta dukungan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Sahabat dan teman yang sudah seperti keluarga di perantauan selama kuliah yang selalu memberikan dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 8 April 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR ISTILAH .....	xviii
ABSTRAK .....	xix
<i>ABSTRACT</i> .....	20
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Penelitian Terdahulu .....	5
BAB III METODE PENELITIAN .....	37
3.1 Bahan atau Materi .....	37
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	59
4.1 Pengujian pada Agregat Kasar .....	59
4.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar .....	59
4.1.2 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar .....	59
4.1.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar .....	59

4.1.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar .....	59
4.1.5	Pengujian Keausan Agregat Kasar .....	60
4.2	Pengujian pada Agregat Halus.....	60
4.2.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	60
4.2.2	Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	61
4.2.3	Pengujian Berat Isi Agregat Halus .....	61
4.2.4	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus .....	61
4.2.5	Pengujian Gradasi Butir Agregat Halus .....	61
4.3	<i>Mix Design</i> .....	63
4.4	Pengujian <i>Slump</i> Beton.....	64
4.5	Densitas Beton .....	65
4.6	Pengujian Akselerasi Korosi.....	68
4.7	Pengujian Kuat Lentur Beton .....	72
4.8	Perbandingan Densitas dan Kuat Lentur .....	73
4.9	Beban-Defleksi .....	74
4.10	Kekakuan Beton.....	76
4.11	Daktilitas.....	77
4.12	Pola Keruntuhan Beton.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		82
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran .....	82
DAFTAR PUSTAKA .....		xxi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik penurunan kuat tekan dengan selimut beton 20 mm.....	6
Gambar 2. 2 Grafik penurunan kuat tekan dengan selimut beton 30 mm.....	6
Gambar 2. 3 Grafik penurunan kuat tekan dengan selimut beton 40 mm.....	6
Gambar 2. 4 Grafik penurunan kuat lentur dengan selimut beton 20 mm.....	7
Gambar 2. 5 Grafik penurunan kuat lentur dengan selimut beton 30 mm.....	7
Gambar 2. 6 Grafik penurunan kuat lentur dengan selimut beton 40 mm.....	7
Gambar 2. 7 Bentuk retakan dengan selimut beton 20 mm .....	8
Gambar 2. 8 Bentuk retakan dengan selimut beton 30 mm .....	8
Gambar 2. 9 Bentuk retakan dengan selimut beton 40 mm .....	8
Gambar 2. 10 Kuat lentur untuk <i>batch</i> beton seri-R .....	9
Gambar 2. 11 Kuat lentur untuk <i>batch</i> beton seri-S.....	9
Gambar 2. 12 Hubungan antara lebar penampang dan lebar retak .....	9
Gambar 2. 13 Grafik hubungan tebal selimut beton dan waktu retak.....	10
Gambar 2. 14 Grafik hubungan kehilangan massa baja akibat retakan selimut ...	12
Gambar 2. 15 Grafik hubungan tebal selimut dan retakan maksimum yang terjadi .....	13
Gambar 2. 16 Kapasitas penampang balok dalam memikul momen lentur.....	14
Gambar 2. 17 Hasil pengujian kuat Tarik baja tulangan.....	15
Gambar 2. 18 Hubungan kuat lentur dan kuat tekan pada beton .....	16
Gambar 2. 19 Skema pengujian kuat lentur dengan beban terpusat .....	26
Gambar 2. 20 Skema pengujian kuat lentur dengan metode dua titik pembebanan .....	27
Gambar 2. 21 Retakan pada lokasi pusat .....	28
Gambar 2. 22 Retakan berlokasi diluar bagian pusat.....	28
Gambar 2. 23 Reaksi korosi pada tulangan (Broomfield, 2007).....	31
Gambar 2. 24 Proses pengikisan lapisan pasif oleh klorida.....	31
Gambar 2. 25 Metode akselerasi korosi (Su., dkk., 2019).....	32
Gambar 2. 26 Kurva hubungan beban dan defleksi .....	34
Gambar 2. 27 Keruntuhan lentur.....	35
Gambar 2. 28 Pola keruntuhan tekan geser.....	35
Gambar 2. 29 Pola keruntuhan tarik diagonal.....	36

Gambar 3. 1 Semen .....	37
Gambar 3. 2 Agregat kasar .....	38
Gambar 3. 3 Agregat halus.....	38
Gambar 3. 4 Air.....	38
Gambar 3. 5 <i>Sodium Chloride</i> (NaCl) .....	39
Gambar 3. 6 Besi tulangan .....	39
Gambar 3. 7 Ayakan .....	40
Gambar 3. 8 <i>Sieve Shaker</i> .....	40
Gambar 3. 9 <i>Oven</i> .....	41
Gambar 3. 10 Sendok semen.....	41
Gambar 3. 11 Timbangan digital .....	41
Gambar 3. 12 <i>Mini Concrete Mixer</i> .....	42
Gambar 3. 13 Kerucut <i>Abrams</i> .....	42
Gambar 3. 14 Batang penumbuk.....	43
Gambar 3. 15 Alas baja.....	43
Gambar 3. 16 Penggaris .....	44
Gambar 3. 17 Cetakan benda uji .....	44
Gambar 3. 18 Kawat Bendrat.....	44
Gambar 3. 19 Nampan .....	45
Gambar 3. 20 Mesin <i>Loss Angeles</i> .....	45
Gambar 3. 21 <i>DC power supply</i> .....	46
Gambar 3. 22 <i>Universal Machine Test</i> .....	46
Gambar 3. 23 Diagram alir penelitian.....	47
Gambar 3. 24 Pengujian berat isi agregat .....	48
Gambar 3. 25 Pengujian kadar air.....	48
Gambar 3. 26 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	49
Gambar 3. 27 Pengujian berat jenis dan agregat kasar .....	50
Gambar 3. 28 Pengujian gradasi butiran halus.....	50
Gambar 3. 29 Pengujian kadar lumpur .....	51
Gambar 3. 30 Pengujian keausan .....	51
Gambar 3. 31 Desain benda uji .....	52
Gambar 3. 32 Pembuatan benda uji .....	53



Gambar 3. 33 Mengukur ketinggian nilai <i>slump</i> .....	54
Gambar 3. 34 <i>Curing</i> dengan metode menyelimuti dengan karung goni basah ...	54
Gambar 3. 35 Skema pengujian laju korosi .....	55
Gambar 3. 36 Uji kuat lentur.....	56
Gambar 3. 37 Hasil pengujian kuat lentur beton .....	56
Gambar 3. 38 Pengujian kuat tekan .....	57
Gambar 3. 39 Hasil uji kuat tekan.....	57
Gambar 4. 1 Grafik persen lolos kumulatif.....	62
Gambar 4. 2 Grafik hasil daerah gradasi 2.....	62
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan densitas kering beton sebelum dan setelah korosi .....	66
Gambar 4. 4 Densitas sebelum korosi.....	67
Gambar 4. 5 Densitas setelah korosi .....	67
Gambar 4. 6 Benda uji mutu 26 MPa persentase korosi 10%, (a) tebal selimut 2 cm, (b) tebal selimut 3 cm, dan (c) tebal selimut 4 cm. ....	70
Gambar 4. 7 Benda uji mutu 30 MPa persentase korosi 10%, (a) tebal selimut 2 cm, (b) tebal selimut 3 cm, dan (c) tebal selimut 4 cm. ....	70
Gambar 4. 8 Benda uji mutu 32 MPa persentase korosi 10%, (a) tebal selimut 2 cm, (b) tebal selimut 3 cm, dan (c) tebal selimut 4 cm. ....	70
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan kehilangan massa tulangan selimut beton 2 cm .....	71
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan kehilangan massa tulangan selimut beton 3 cm .....	71
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan kehilangan massa tulangan selimut beton 4 cm .....	72
Gambar 4. 12 Grafik hasil pengujian kuat lentur .....	73
Gambar 4. 13 Grafik hubungan kuat lentur dan densitas.....	74
Gambar 4. 14 Beban defleksi tebal selimut 2 cm.....	75
Gambar 4. 15 Beban defleksi tebal selimut 3 cm.....	75
Gambar 4. 16 Beban defleksi tebal selimut 4 cm.....	76
Gambar 4. 17 Grafik nilai kekakuan benda uji .....	77
Gambar 4. 18 Grafik nilai daktilitas benda uji.....	78

Gambar 4. 19 Pola keruntuhan pada 26 MPa (a) selimut beton 2 cm, (b) selimut beton 3 cm, (c) selimut beton 4 cm .....	79
Gambar 4. 20 Pola keruntuhan pada 30 MPa (a) selimut beton 2 cm, (b) selimut beton 3 cm, (c) selimut beton 4 cm .....	80
Gambar 4. 21 Pola keruntuhan pada 32 MPa (a) selimut beton 2 cm, (b) selimut beton 3 cm, (c) selimut beton 4 cm .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jarak rata – rata lebar retakan pada beton .....	12
Tabel 2. 2 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian saat ini yang akan dilakukan .....	17
Tabel 3. 1 <i>Mix design</i> dengan variasi mutu, dan selimut beton .....	52
Tabel 4. 1 Hasil pengujian agregat kasar .....	60
Tabel 4. 2 Hasil pengujian agregat halus .....	62
Tabel 4. 3 Kebutuhan <i>mix design</i> per 1 m <sup>3</sup> mutu 26 MPa.....	63
Tabel 4. 4 Kebutuhan <i>mix design</i> per 1 m <sup>3</sup> mutu 30 MPa.....	63
Tabel 4. 5 Kebutuhan <i>mix design</i> per 1 m <sup>3</sup> mutu 32 MPa.....	63
Tabel 4. 6 <i>Mix design</i> benda uji .....	64
Tabel 4. 7 Hasil pengujian <i>slump</i> beton .....	64
Tabel 4. 8 Perbandingan nilai densitas kering sebelum dan setelah korosi .....	65
Tabel 4. 9 Perhitungan korosi menggunakan hukum <i>Faraday</i> .....	68
Tabel 4. 10 Persentase kehilangan masa aktual .....	69
Tabel 4. 11 Hasil pengujian kuat lentur .....	72
Tabel 4. 12 Nilai beban defleksi benda uji.....	74
Tabel 4. 13 Nilai kekakuan benda uji.....	76
Tabel 4. 14 Nilai daktilitas beton .....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar .....	24
Lampiran 2. Pengujian kadar air agregat kasar .....	26
Lampiran 3. Pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	27
Lampiran 4. Pengujian berat isi agregat kasar .....	28
Lampiran 5. Pengujian keausan agregat kasar .....	29
Lampiran 6. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. ....	30
Lampiran 7. Pengujian gradasi butir agregat halus .....	32
Lampiran 8. Pengujian berat isi agregat halus .....	34
Lampiran 9. Pengujian kadar air agregat halus .....	35
Lampiran 10. Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	36
Lampiran 11. Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton ACI 211.1 – 91 FAS 0,477 Mutu Beton 26 MPa.....	37
Lampiran 12. Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton ACI 211.1 – 91 FAS 0,437 Mutu Beton 30 MPa.....	39
Lampiran 13. Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton ACI 211.1 – 91 FAS 0,42 Mutu Beton 32 MPa .....	41

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$f_c$	[MPa]	Kuat tekan beton
P	[N]	Beban maksimum
A	[mm <sup>2</sup> ]	Luas penampang
$F_{lt}$	[MPa]	Kuat lentur
L	[mm]	Jarak bentang tumpuan
b	[mm]	Lebar balok
d	[mm]	Tinggi balok
V	[mm <sup>3</sup> ]	Volume
M	-	Berat atom atau molekul logam
I	[A]	Arus listrik
t	[det]	Waktu
z	-	Elektron yang bereaksi
F	[A/det]	Konstanta Faraday
D	[kg/m <sup>3</sup> ]	<i>Density</i>
M	[kg]	Massa total

## DAFTAR SINGKATAN

MHB : Modulus Halus Butir

SNI : Standar Nasional Indonesia

BSN : Badan Standar Nasional

PBI : Peraturan Beton Bertulang Indonesia

ACI : *American Concrete Institute*

ASTM : *American Society for Testing and Material*

## DAFTAR ISTILAH

1. *Curing*  
Perilaku yang bertujuan untuk menjaga kelembaban beton, sehingga tidak terjadi hidrasi pada permukaan beton yang menyebabkan retak.
2. *Slump*  
Tingkat kekentalan dari campuran beton segar.
3. *Optimum*  
Suatu hal atau pencapaian pada kondisi terbaik.
4. *Mix design*  
Rancangan untuk menentukan kebutuhan material beton dengan kuat tekan tertentu.
5. *Workability*  
Kemampuan kerja dalam pengadukan beton.
6. *Hardened concrete*  
Beton dalam keadaan keras dan siap dilakuka pengujian.
7. *Fresh concrete*  
Kondisi dimana beton segar sedang dalam proses pencampuran.
8. *Accelerated corrosion test*  
Pengujian korosi dengan bantuan listrik yang dihasilkan dari DC Power Supply untuk mempercepat korosi.
9. *Flow Test*  
Pengujian permeabilitas beton dengan cara metode uji aliran.