

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERBEDAAN TINGKAT KARAT PADA KUAT LENTUR
PRE-KOROSI BETON DENGAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN
SERAT MASKER**



**Disusun oleh:
Sa'adatun Nisa'
20180110022**

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sa'adatun Nisa'
NIM : 20180110022
Judul : Pengaruh perbedaan tingkat karat pada kuat lentur pre-korosi beton dengan cangkang kelapa sawit dan bahan tambah serat masker

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, 18 April 2022

Yang membuat pernyataan



Sa'adatun Nisa'

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sa'adatun Nisa'

NIM : 20180110022

Judul : Pengaruh perbedaan tingkat karat pada kuat lentur pre-korosi beton dengan cangkang kelapa sawit dan bahan tambah serat masker

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul *Durability and Mechanical Properties of Corroded Lighweight Concrete and Mortars* dan didanai melalui skema hibah kolaboratif luar negeri oleh Lembaga Riset dan Inovasi (LRI) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2022 dengan nomor hibah 01/RIS-LRUU2022.

Yogyakarta, 18 April 2022

Penulis,

Dosen Peneliti,



Sa'adatun Nisa'

Ir. Ahmad Zaki, S.K., M.Sc., Ph.D

Dosen Anggota Peneliti 1,



Dr. Ir. Seplika Yadi, ST, MT

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada **Allah SWT** atas segala karunia-Nya sehingga saya diperlancarkan dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Keluarga

Terima kasih terutama untuk ibu saya dan keluarga yang selalu mendukung, baik secara materiil maupun secara moril, menyemangati, mendoakan agar dalam penyusunan tugas akhir ini saya selalu dimudahkan.

Tim Tugas Akhir

Terima kasih untuk semua tim dalam pengujian maupun dalam menyusun tugas akhir ini yang dari awal sampai akhir pengujian ini selalu membantu dan saling menyemangati satu sama lain, semoga kita selalu mendapatkan nasib yang baik dikemudian hari.

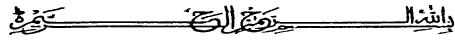
Sahabat serta teman-teman yang selalu mendukung

Terimakasih untuk sahabat saya Nida, Deagita, Adinda selalu memberi dukungan dan menyemangati apabila saya sedang bermalasan dalam mengerjakan tugas akhir ini. Serta teman-teman seperjuangan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terima kasih telah menemani selama saya menempuh perkuliahan ini.

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

Terima kasih saya ucapkan untuk bapak Zaki selaku dosen pembimbing saya atas ilmu yang diberikan kepada saya dan teman-teman.

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 menganalisis pengaruh perbedaan tingkat karat pada beton dengan cangkang kelapa sawit dan serat masker terhadap kuat lentur.

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. Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Pendamping Tugas Akhir.
4. Orang Tua dan Saudara saya yang telah memberikan banyak dukungan, doa serta nasihat dalam menyusun tugas akhir ini hingga dapat selesai dengan baik
5. Sahabat serta teman-teman seperjuangan yang telah membantu, menyemangati serta menemani saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 18 April 2022


Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
ABSTRAK	xx
<i>ABSTRACT</i>	xxi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1. Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar	6
2.1.2. Pengaruh Tingkat Karat Terhadap Kuat LenturBeton	17
2.2 Dasar Teori	24
2.2.1 Beton	24
2.2.2 Material penyusun beton ringan.....	26
2.2.3. Pemeriksaan Agregat	33
2.2.4 Korosi.....	38
2.2.5 <i>Density</i>	44
2.2.6 Beban-defleksi (lendutan)	44
2.2.7 Kekakuan.....	44

2.2.8	Daktalitas.....	45
2.2.9	Uji Kuat Lentur Beton Bertulang.....	46
2.2.6	Pola Keruntuhan pada Beton Bertulang.....	48
2.2.6.	<i>Curing</i>	50
2.2.7.	Umur Beton.....	50
BAB III. METODE PENELITIAN.....		51
3.1	Bahan atau Material.....	51
3.2	Alat dan Bahan	51
3.2.1	Alat.....	51
3.2.2	Bahan.....	61
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	64
3.4	Tahapan Penelitian.....	64
3.4.1	Studi Pustaka.....	66
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan	66
3.4.3	Pengujian Material	67
3.4.4	<i>Mix Design</i> Pada Campuran Beton	71
3.4.5	Proses Pengkorosian	71
3.4.6	Pembuatan Benda Uji.....	72
3.4.7	Pengujian <i>Slump</i>	73
3.4.8	Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	73
3.4.9	Pengujian Kuat Lentur	74
3.5	Analisis Data.....	74
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		76
4.1	Pengujian Material Penyusun Beton.....	76
4.1.1	Hasil Pengujian Pada Agregat Halus	76
4.1.2	Hasil Pengujian Pada Agregat Kasar	78
4.1.3	Hasil Pengujian Pada Cangkang Kelapa Sawit.....	79
4.2	<i>Mix Design</i>	81
4.3	<i>Slump</i>	82
4.4	Akselerasi Korosi	82
4.5	<i>Density</i>	83
4.6	Pengujian Kuat Lentur Beton	85
4.6.1	Beban-Defleksi.....	87
4.6.2	Daktilitas	90
4.6.3	Kekakuan.....	92
4.6.4	Hubungan Uji Kuat Lentur dengan densitas (<i>density</i>).....	94

4.6.5 Pola Keruntuhan.....	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
5.1 Kesimpulan.....	98
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	xxii
LAMPIRAN.....	xxv

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Kuat tekan beton PSCC	6
Tabel 2.2 Nilai Kuat tarik belah dan kuat lentur beton PSCC	7
Tabel 2. 3 Hasil kuat tekan beton (MPa).....	9
Tabel 2. 4 Hasil kuat tekan beton.....	11
Tabel 2. 5 Hasil kuat lentur beton	12
Tabel 2. 6 Hasil kekuatan tarik (uji belah).....	12
Tabel 2. 7 nilai laju korosi BB dan BBP media rendaman NaCl 3,5%	18
Tabel 2. 9 Nilai laju korosi BB dan BBP media rendaman air tawar	19
Tabel 2. 10 Kapasitas korosi dan lentur balok	20
Tabel 2. 11 Perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang.....	22
Tabel 2. 12 Lanjutan perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang.....	23
Tabel 2. 13 Senyawa utama yang ada pada semen (Zongjin, 2011).....	28
Tabel 2. 14 Kandungan yang ada pada semen (Zongjin, 2011).....	29
Tabel 2. 15 Kandungan yang ada pada cangkang kelapa sawit	32
Tabel 2. 16 Hasil pengujian pada cangkang kelapa sawit.....	32
Tabel 2. 17 Pembagian daerah gradasi butiran agregat halus	34
Tabel 4. 1 Gradasi kekasaran pasir	77
Tabel 4. 2 Hasil dari pengujian agregat halus	78
Tabel 4. 3 Hasil dari pengujian agregat kasar	79
Tabel 4. 4 Hasil dari pengujian CKS	80
Tabel 4. 5 Jumlah material untuk 1 buah balok (0% CKS)	81
Tabel 4. 6 Jumlah material untuk 1 buah balok (10% CKS)	81
Tabel 4. 7 Jumlah material tiap 1 m ³ balok.....	82
Tabel 4. 8 Hasil pengujian <i>slump</i>	82
Tabel 4. 9 Hasil akselerasi korosi	83
Tabel 4. 10 Nilai <i>density</i>	84
Tabel 4. 11 Grafik hasil nilai defleksi.....	89
Tabel 4. 12 Nilai Daktilitas	91
Tabel 4. 13 Nilai kekakuan	93
Tabel 4. 14 Hasil densitas dengan kuat lentur.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik kekuatan tekan	7
Gambar 2. 2 Grafik hasil kuat lentur dan kuat geser.....	8
Gambar 2. 3 Grafik hasil kuat tekan beton (MPa)	9
Gambar 2. 4 Grafik hasil kuat tarik beton (MPa).....	10
Gambar 2. 5 Grafik hasil kuat tekan beton	11
Gambar 2. 6 Grafik hasil kuat lentur beton.....	12
Gambar 2. 7 Grafik hasil kekuatan tarik (uji belah).....	13
Gambar 2. 8 Grafik hasil kuat tekan beton dengan POF.....	13
Gambar 2. 9 Grafik hasil kuat lentur pada beton dengan dan tanpa POF.....	14
Gambar 2. 10 Grafik penyerapan air pada beton CKS tanpa POF	15
Gambar 2. 11 Kuat tekan beton 28 hari	16
Gambar 2. 12 Kuat tekan beton 3, 7, 14, dan 28 hari.....	16
Gambar 2. 13 Korosi pada suhu 30°C.....	17
Gambar 2. 14 Korosi pada suhu 40°C.....	17
Gambar 2. 15 Korosi pada suhu 50°C.....	17
Gambar 2. 16 Reaksi korosi pada tulangan (Broomfield, 2003).....	39
Gambar 2. 17 Skema pengkikisan akibat ion klorida pada lapisan pasif (Broomfield, 2003).....	41
Gambar 2. 18 Proses korosi (Su et al., 2019).....	41
Gambar 2. 19 Bentuk-bentuk <i>pitting corrosion</i> (Ginanjar, 2016)	42
Gambar 2. 20 Proses percepatan korosi dengan teknik <i>impressed current</i>	43
Gambar 2. 21 Grafik hubungan antara <i>displacement</i> dengan beban (Merriza et al., 2016)	47
Gambar 2. 22 Skema pengujian dengan beban terpusat pada kuat lentur beton...	47
Gambar 2. 23 Skema pengujian dengan beban dua titik pada kuat lentur beton ...	48
Gambar 2. 24 Keruntuhan tekan geser	49
Gambar 2. 25 Keruntuhan lentur.....	49
Gambar 2. 26 Keruntuhan tarik diagonal	50
Gambar 3. 1 Timbangan digital	51
Gambar 3. 2 Nampan	52
Gambar 3. 3 Tabung <i>erlenmeyer</i>	52
Gambar 3. 4 Mesin Abrasi <i>Los Angeles</i>	53
Gambar 3. 5 Ayakan	53
Gambar 3. 6 Mesin <i>shaker</i>	54
Gambar 3. 7 Oven	54
Gambar 3. 8 <i>Concrete mixer</i>	55
Gambar 3. 9 Cetakan.....	55
Gambar 3. 10 Tabung ukur	56
Gambar 3. 11 Kerucut <i>Abrams</i>	56
Gambar 3. 12 Batang penusuk	57
Gambar 3. 13 Penggaris	57
Gambar 3. 14 Jangka sorong.....	57

Gambar 3. 15 Alas Baja	58
Gambar 3. 16 Alat uji lentur	58
Gambar 3. 17 Kawat bendrat	59
Gambar 3. 18 <i>D.C Power Supply</i>	59
Gambar 3. 19 Sendok semen.....	59
Gambar 3. 20 Karung goni.....	60
Gambar 3. 21 <i>Styrofoam</i>	60
Gambar 3. 22 Meteran.....	61
Gambar 3. 23 Agregat halus	61
Gambar 3. 24 Agregat kasar	61
Gambar 3. 25 Cangkang kelapa sawit.....	62
Gambar 3. 26 Semen	62
Gambar 3. 27 Air.....	63
Gambar 3. 28 Garam NaCl.....	63
Gambar 3. 29 <i>Superplasticizer</i>	63
Gambar 3. 30 Serat masker	64
Gambar 3. 31 Bagan alir penelitian.....	65
Gambar 3. 32 Bagan alir penelitian (lanjutan)	66
Gambar 3. 33 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	67
Gambar 3. 34 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.....	68
Gambar 3. 35 Pengujian berat isi	68
Gambar 3. 36 Pengujian kadar air.....	69
Gambar 3. 37 Pengujian gradasi butiran halus.....	69
Gambar 3. 38 Pengujian keausan	70
Gambar 3. 39 Uji kadar lumpur	71
Gambar 3. 40 Proses korosi	72
Gambar 3. 41 Skema pengujian korosi	72
Gambar 3. 42 Proses pembuatan beton	73
Gambar 3. 43 Pengujian <i>slump</i>	73
Gambar 3.44 Pengujian uji lentur	74
Gambar 4. 1 Grafik persen lolos kumulatif pasir.....	76
Gambar 4. 2 Grafik hasil daerah gradasi nomor 2	77
Gambar 4. 3 Hasil pengkorosian pada tulangan	83
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara <i>density</i> dengan tingkat korosi.....	85
Gambar 4. 5 Benda uji balok (a) BN1, (b)BN2, (c) 0A, (d) 0B,.....	86
Gambar 4. 6 Grafik beban-defleksi pada semua jenis benda uji.....	88
Gambar 4. 7 Grafik beban <i>ultimate</i>	90
Gambar 4. 8 Grafik defleksi pada saat <i>ultimate</i>	90
Gambar 4. 9 Hubungan antara daktilitas pada benda uji dengan berbagai tingkat korosi.....	92
Gambar 4. 10 Grafik hubungan antara kekakuan dengan benda uji berbagai tingkat korosi.....	93
Gambar 4. 11 Grafik hubungan densitas kering dengan kuat lentur.....	95
Gambar 4. 12 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) BN 1 dan (b) BN 2....	95
Gambar 4. 13 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) 0A dan (b) 0B.....	95

Gambar 4. 14 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) A1 dan (b) A2	96
Gambar 4. 15 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) B1 dan (b) B2.....	96
Gambar 4. 16 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) C1 dan (b) C2.....	96
Gambar 4. 17 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) D1 dan (b) D2	97
Gambar 4. 18 Pola keruntuhan pada benda uji normal (a) E1 dan (b) E2	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil.....	xxvi
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit	xxviii
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil.....	xxx
Lampiran 4. Pengujian berat isi cangkang kelapa sawit.....	xxxii
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil.....	xxxiii
Lampiran 6. Pengujian kadar air cangkang kelapa sawit.....	xxxiv
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil.....	xxxv
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur cangkang kelapa sawit.....	xxxvi
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil.....	xxxvii
Lampiran 10. Pengujian keausan cangkang kelapa sawit.....	xxxviii
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir.....	xl
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir.....	xli
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir.....	xlii
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir.....	xliii
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir.....	xliv
Lampiran 16. Pengujian <i>mix design</i>	xlvi
Lampiran 17. Hasil uji kuat lentur benda uji N.....	xlix
Lampiran 18. Hasil uji kuat lentur benda uji O.....	l
Lampiran 19. Hasil uji kuat lentur benda uji A.....	li
Lampiran 20. Hasil uji kuat lentur benda uji B.....	lii
Lampiran 21. Hasil uji kuat lentur benda uji C.....	liii
Lampiran 22. Hasil uji kuat lentur benda uji D.....	liv
Lampiran 23. Hasil uji kuat lentur benda uji E.....	lv