

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh:

Nida Mahpuzah

20180110024

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nida Mahpuzah
NIM : 20180110024
Judul : Pengaruh Perbedaan Tingkat Karat Pada Kuat Lentur
Beton Dengan Cangkang Kelapa Sawit Dan 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, 12 April 2022

Yang membuat pernyataan



SEPUUH BERKUALITAS
10000
TEL 20
METRA
TEMPER
CE2FCAJX775834146
Nida Mahpuzah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada **Allah SWT** atas segala nikmat sehat rohani dan jasmani serta kemudahan dan kelancaran dalam saya menjalankan kegiatan perkuliahan dan sampai pada titik bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas Akhir yang saya buat ini, saya persembahkan untuk:

Kedua Orang Tua

Terima kasih untuk segala do'a, dukungan dan nasihat baik secara materil maupun moril sehingga membuat saya semangat dan bisa menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir dengan baik.

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

Selaku dosen pembimbing dalam tugas akhir saya, saya ucapkan terima kasih untuk ilmu dan bimbingan dari bapak sehingga tugas akhir ini bisa saya selesaikan dengan baik.

Tim Tugas Akhir (Nisa, Jadid, Lina, Firda, Eki, Luthfi, Robi, Riki dan Rafli)

Terima kasih telah membantu saya dalam melakukan pengujian di laboratorium untuk tugas akhir ini.

Sahabat satu kos (Kila, Zhalfa, Maulin, Shafa)

Terima kasih telah membantu saya memotong masker untuk keperluan penelitian, serta sudah mendukung saya dan menemani saya ketika saya lagi sedih selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini.

Teman kelas A Teknik Sipil 2018

Terima kasih sudah menemani, mendukung, membantu dan mau direpotkan selama masa perkuliahan ini. Semoga kita semua sukses dalam hal apapun.

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 mengetahui pengaruh perbedaan tingkat karat pada kuat lentur beton dengan pergantian sebagian agregat kasar menggunakan cangkang kelapa sawit dan bahan tambah serat masker.

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 Tugas Akhir.
4. Bapak Sumadi, selaku penjaga laboratorium yang sudah membantu selama penelitian.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga saya yang telah memberikan do'a dan dukungan sehingga tugas akhir ini selesai.
6. Sahabat dan teman-teman yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan dalam masa perkuliahan dan 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, 12 April 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Nita' written in a cursive style.

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER	i
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	5
1.3 Lingkup Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	20
2.3 Dasar Teori	22
2.3.1 Beton	22
2.3.2 Beton Ringan	23
2.3.3 Bahan Penyusun Beton Ringan	23
2.3.4 Pemeriksaan Agregat	26
2.3.5 <i>Slump</i> Beton	30
2.3.6 <i>Curing</i> Beton	31
2.3.7 Korosi	31
2.3.8 Uji Kuat Lentur Beton	38

2.3.9	Beban-Defleksi.....	41
2.3.10	Daktilitas Beton.....	42
2.3.11	Kekakuan Beton.....	43
2.3.12	Pola Retak Pada Balok.....	44
BAB III. METODE PENELITIAN.....		46
3.1	Materi Penelitian.....	46
3.2	Alat dan Bahan.....	46
3.2.1	Alat.....	46
3.2.2	Bahan.....	53
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	56
3.4	Tahapan Penelitian.....	57
3.4.1	Studi Pustaka.....	58
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	58
3.4.3	Pengujian Material.....	59
3.4.4	Desain Benda Uji.....	63
3.4.5	<i>Mix Design</i> Campuran Beton.....	64
3.4.6	Pembuatan Benda Uji.....	64
3.4.7	Pengujian <i>Slump</i>	65
3.4.8	Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	65
3.4.9	Proses Pengkorosian.....	66
3.4.10	Pengujian Kuat Lentur.....	67
3.5	Analisis Data.....	67
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		69
4.1	Pengujian pada Agregat Halus.....	69
4.1.1	Pengujian Gradasi Butir.....	69
4.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir.....	70
4.1.3	Pengujian Berat Isi Pasir.....	70
4.1.4	Pengujian Kadar Air Pasir.....	70
4.1.5	Pengujian Kadar Lumpur Pasir.....	70
4.2	Pengujian Pada Agregat Kasar.....	71
4.2.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Kerikil.....	71
4.2.2	Pengujian Berat Isi Kerikil.....	71
4.2.3	Pengujian Kadar Air Kerikil.....	71
4.2.4	Pengujian Kadar Lumpur Kerikil.....	71
4.2.5	Pengujian Keausan Kerikil.....	71
4.3	Pengujian pada Cangkang Kelapa Sawit (CKS).....	72

4.3.1	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air CKS.....	72
4.3.2	Pengujian Berat Isi CKS	72
4.3.3	Pengujian Kadar Air.....	72
4.3.4	Pengujian Kadar Lumpur CKS	73
4.3.5	Pengujian Keausan CKS	73
4.4	<i>Mix Design</i>	73
4.5	Uji <i>Slump</i> Beton.....	74
4.6	Densitas Beton	74
4.7	Proses Pengujian Korosi	77
4.8	Beban-Defleksi	81
4.9	Daktilitas.....	84
4.9.1	Kekakuan.....	85
4.10	Kuat Lentur Beton	87
4.11	Hubungan Antara Densitas dan Kuat Lentur Beton Berkarat	89
4.12	Pola Keruntuhan	91
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN.....		102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil kuat tekan dan kuat lentur pada umur 28 hari	10
Tabel 2.2 Hasil pengujian beton <i>geopolymer</i>	15
Tabel 2.3 Hasil pengujian tiap benda uji.....	17
Tabel 2.4 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang	20
Tabel 2.5 Lanjutan perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang	21
Tabel 2.6 Lanjutan perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang	22
Tabel 2.7 Gradasi kekasaran agregat halus (pasir).....	27
Tabel 3.1 Detail benda uji	64
Tabel 4.1 Hasil pengujian pada agregat halus.....	70
Tabel 4.2 Hasil pengujian pada kerikil	72
Tabel 4.3 Hasil pengujian pada cangkang kelapa sawit.....	73
Tabel 4.4 Kebutuhan <i>mix design</i> per 1 m ³	73
Tabel 4.5 <i>Mix design</i> benda uji	74
Tabel 4.6 Hasil uji <i>slump</i> beton.....	74
Tabel 4.7 Nilai densitas beton sebelum korosi.....	75
Tabel 4.8 Perbandingan densitas kering sebelum dan sesudah korosi.....	76
Tabel 4.9 Perhitungan korosi menggunakan Hukum Faraday	77
Tabel 4.10 Persentase kehilangan massa tiap tulangan.....	80
Tabel 4.11 Nilai beban-defleksi tiap benda uji	82
Tabel 4.12 Nilai daktilitas	84
Tabel 4.13 Nilai kekakuan beton	85
Tabel 4.14 Hasil uji kuat lentur benda uji	87
Tabel 4.15 Densitas dan kuat lentur beton	90
Tabel 4.16 Tipe keruntuhan tiap benda uji.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Laju korosi berbagai macam baja tulangan.....	8
Gambar 2.2 Grafik perbandingan kuat lentur	9
Gambar 2.3 Grafik hubungan antara kuat lentur dengan persen <i>fly ash</i>	9
Gambar 2.4 Laju korosi pada suhu 30 °C	11
Gambar 2.5 Laju korosi pada suhu 40 °C	11
Gambar 2.6 Laju korosi pada suhu 50 °C	11
Gambar 2.7 Hasil uji lentur balok CC-F-6-1	12
Gambar 2.8 Hasil uji lentur balok CC-F-7-1	12
Gambar 2.9 Hasil uji lentur balok RCA-F-6-1	12
Gambar 2.10 Hasil uji lentur balok RCA-F-7-1.....	12
Gambar 2.11 Hasil kuat tekan beton cangkang kelapa sawit tanpa POF.....	13
Gambar 2.12 Hasil kuat tekan beton cangkang kelapa sawit dengan POF.....	14
Gambar 2.13 Hasil uji lentur beton cangkang kelapa sawit dengan POF.....	14
Gambar 2.14 Kuat tekan beton <i>geopolymer</i>	15
Gambar 2.15 Hasil kuat tekan selama 28 hari.....	16
Gambar 2.16 Hasil kuat tekan pada semua hari.....	16
Gambar 2.17 Hasil momen lentur untuk setiap benda uji.....	17
Gambar 2.18 Hasil kuat tekan 28 hari.....	18
Gambar 2.19 Hasil kekuatan tarik 28 hari	18
Gambar 2.20 Hasil kuat tekan bebas tiap sampel	19
Gambar 2.21 Perbandingan modulus ketahanan tiap sampel.....	19
Gambar 2.22 Kadar optimal <i>superplasticizer</i>	20
Gambar 2.23 Skema korosi pasif baja dalam beton.....	32
Gambar 2.24 Skema korosi aktif baja dalam beton	32
Gambar 2.25 Bentuk akibat <i>pitting corrosion</i> (Obeyesekere, 2017)	35
Gambar 2.26 Reaksi elektrokimia <i>pitting corrosion</i> (Loto, 2015)	36
Gambar 2.27 Proses percepatan korosi dengan teknik <i>impressed</i>	38
Gambar 2.28 Pengujian kuat lentur dengan beban terpusat.....	39
Gambar 2.29 Pengujian kuat lentur dengan dua titik pembebanan.....	40
Gambar 2.30 Bidang retak pada 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah	40
Gambar 2.31 Bidang retak berada pada luar pusat	41
Gambar 2.32 Mekanisme defleksi balok beton.....	41
Gambar 2.33 Kurva beban-defleksi (Kawasaki dkk., 2014).....	42
Gambar 2.34 Penjelasan (μ) dari daktilitas (Nur, 2009).....	42
Gambar 2.35 Perilaku dari beban-lendutan (Ujjanto, 2006).....	43
Gambar 2.36 Pola keruntuhan lentur	44
Gambar 2.37 Pola keruntuhan tekan geser.....	44
Gambar 2.38 Pola keruntuhan tarik diagonal.....	45
Gambar 3.1 Timbangan digital	46
Gambar 3.2 Nampan	47
Gambar 3.3 Ayakan	47
Gambar 3.4 <i>Concrete Mixer</i>	48
Gambar 3.5 Kurucut <i>Abrams</i>	48

Gambar 3.6 Batang penusuk	48
Gambar 3.7 Alas baja	49
Gambar 3.8 Meteran	49
Gambar 3.9 Cetakan	50
Gambar 3.10 Karung goni	50
Gambar 3.11 <i>Styrofoam</i>	50
Gambar 3.12 Kawat bendrat	51
Gambar 3.13 <i>D.C Power Supply</i>	51
Gambar 3.14 Sendok semen	52
Gambar 3.15 Alat uji lentur	52
Gambar 3.16 Tahu beton	52
Gambar 3.17 Oven	53
Gambar 3.18 Tabung <i>Erlenmeyer</i>	53
Gambar 3.19 Agregat halus	53
Gambar 3.20 Agregat kasar	54
Gambar 3.21 Cangkang kelapa sawit	54
Gambar 3.22 Semen	55
Gambar 3.23 Air	55
Gambar 3.24 NaCl	55
Gambar 3.25 Serat masker	56
Gambar 3.26 <i>Superplasticizer</i>	56
Gambar 3.27 Bagan alir penelitian	57
Gambar 3.28 Bagan alir penelitian (lanjutan)	58
Gambar 3.29 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	59
Gambar 3.30 Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	60
Gambar 3.31 Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit ...	60
Gambar 3.32 Pengujian berat isi	61
Gambar 3.33 Pengujian kadar air	61
Gambar 3.34 Pengujian gradasi butiran halus	62
Gambar 3.35 Pengujian keausan	62
Gambar 3.36 Uji kadar lumpur	63
Gambar 3.37 Pembuatan benda uji	65
Gambar 3.38 Pengujian <i>slump</i>	65
Gambar 3.39 Proses <i>curing</i>	66
Gambar 3.40 Proses korosi	66
Gambar 3.41 Skema proses korosi	67
Gambar 3.42 Proses uji lentur	67
Gambar 4.1 Grafik persen lolos kumulatif	69
Gambar 4.2 Grafik hasil daerah gradasi nomor 2	69
Gambar 4. 3 Densitas rata-rata beton sebelum korosi	75
Gambar 4.4 Perbandingan densitas kering sebelum dan sesudah korosi	77
Gambar 4.5 Benda uji korosi 1% setelah dihancurkan (a) B1A (b) B1B	78
Gambar 4.6 Benda uji korosi 2% setelah dihancurkan (a) B2A (b) B2B	78
Gambar 4.7 Benda uji korosi 3% setelah dihancurkan (a) B3A (b) B3B	79
Gambar 4.8 Benda uji korosi 4% setelah dihancurkan (a) B4A (b) B4B	79

Gambar 4.9 Benda uji korosi 5% setelah dihancurkan (a) B5A (b) B5B	79
Gambar 4.10 Baja tulangan setelah korosi.....	81
Gambar 4. 11 Grafik hubungan beban-defleksi	82
Gambar 4.12 Beban <i>ultimate</i> rata-rata	83
Gambar 4.13 Nilai defleksi rata-rata.....	83
Gambar 4.14 Daktilitas benda uji.....	85
Gambar 4.15 Grafik kekakuan rata-rata benda uji	86
Gambar 4.16 Hasil uji kuat lentur beton	88
Gambar 4.17 Hubungan antara densitas dan kuat lentur beton.....	91
Gambar 4.18 Pola keruntuhan balok beton (a) BN 1 dan (b) BN 2.....	91
Gambar 4.19 Pola keruntuhan balok beton (a) B0A dan (b) B0B	92
Gambar 4.20 Pola keruntuhan balok beton (a) B1A dan (b) B1B	92
Gambar 4.21 Pola keruntuhan balok beton (a) B2A dan (b) B2B	92
Gambar 4.22 Pola keruntuhan balok beton (a) B3A dan (b) B3B	93
Gambar 4.23 Pola keruntuhan balok beton (a) B4A dan (b) B4B	93
Gambar 4.24 Pola keruntuhan balok beton (a) B5A dan (b) B5B	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil.....	102
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit..	104
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil.....	106
Lampiran 4. Pengujian berat isi cangkang kelapa sawit	107
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil.....	108
Lampiran 6. Pengujian kadar air cangkang kelapa sawit.....	109
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil	110
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur cangkang kelapa sawit	111
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil.....	112
Lampiran 10. Pengujian keausan cangkang kelapa sawit	113
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir	114
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir	116
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir.....	118
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir	119
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir	120

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
V	[L ³]	Volume
W	[M ³]	Massa benda uji
Δm	[M ⁻³ /N]	Kehilangan massa tulangan baja
I	[I]	Kuat arus
t	[T]	Waktu
F	[I/T]	Konstan faraday
z	[-]	Muatan elektron yang bereaksi
M	[-]	Berat atom
F _{lt}	[M] [L ⁻²]	Kuat lentur
P	[M]	Beban maksimum
L	[L]	Panjang bentang
d	[L]	Tinggi balok beton
b	[L]	Lebar balok beton

DAFTAR SINGKATAN

CKS	: Cangkang Kelapa Sawit
MHB	: Modulus Halus Butir
SNI	: Standar Nasional Indonesia
BSN	: Badan Standar Nasional
BN	: Beton Normal
<i>OPS</i>	: <i>Oil Palm Shell</i>
<i>POC</i>	: <i>Palm Oil Clinker</i>

DAFTAR ISTILAH

1. *Mix Design*
Rancangan untuk memperoleh proporsi campuran untuk beton.
2. *Curing*
Perawatan yang dilakukan agar beton terjaga kelembapannya dan tidak mengalami kehilangan air yang berlebihan yang bisa menyebabkan beton mengalami retak.
3. *Slump*
Tingkat kelecakan campuran beton.
4. *Workability*
Kemudahan dalam melakukan pengadukan pada beton.
5. *Post Korosi*
Proses korosi pada beton dilakukan setelah beton dicetak dan selesai proses *curing* selama 28 hari.
6. *Optimum*
Sesuatu berada pada kondisi terbaiknya.