

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PERBEDAAN *CURING* TERHADAP KUAT  
LENTUR BETON DENGAN CANGKANG KELAPA SAWIT  
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR**

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



**Irvan Rahma Adi Kirana**

**20170110222**

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

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irvan Rahma Adi Kirana  
NIM : 20170110222  
Judul : Pengaruh Perbedaan *Curing* Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar

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, ..... 13 Juli ..... 2021

Yang membuat pernyataan



Irvan Rahma Adi Kirana

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irvan Rahma Adi Kirana

NIM : 20170110222

Judul : Pengaruh Perbedaan Curing terhadap Kuat Lentur Beton dengan Tempurung Kelapa Sawit sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul *Durability and Mechanical Properties Assessment of Structural Lightweight Concrete Incorporating Palm Oil Aggregates in Corrosive Environments* dan didanai melalui skema hibah penelitian kolaboratif luar negeri pada tahun 2021 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021 dengan nomor hibah 554/PEN-LP3M/III/2021.

Yogyakarta, .....12.....Juni..... 2021

Penulis,



Irvan Rahma Adi Kirana

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti 1,



Ir. Fadillawaty S, M.T.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada saya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Terima kasih kepada Ir. Ahmad Zaki S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah memberikan bimbingan selama ini hingga akhirnya tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Terima kasih kepada bapak dan ibuk yang selalu memberikan support dan dukungan serta adik-adik penulis dimana dengan dukungan dan bantuan moril dari kalian penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Terima kasih kepada tim: Shodiq, Ditya, Candra, Hesti, Abellito, Yoga yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada Afani Nur Fauziyyah yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta motivasi untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada teman-teman penulis kelas E Teknik Sipil 2017 UMY: Galih, Arul, Ikhwan, Wahyu, Nia, Yusuf, Bella, Krisna, Farhan, Abel, Devinta, Dina, Fian, Dini, Bagus serta teman-teman kelas E lainnya yang sudah menemani penulis dalam masa-masa covid-19 ini dengan memberikan dukungan serta motivasi.

Terima kasih kepada teman-teman angkatan 2017 yang telah menemani penulis di awal hingga akhir semester ini.

## 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 *curing* terhadap kuat lentur beton menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar

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. Bapak Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Dr. Guntur Nugroho, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan serta perbaikan dalam naskah Tugas Akhir.

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, ..... 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
ABSTRAK .....	xix
<i>ABSTRACT</i> .....	xx
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Pendahuluan .....	6
2.2 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.3 Dasar Teori.....	19
2.3.1 Beton.....	19
2.3.2 Bahan Penyusun Beton .....	19
2.3.3 Pemeriksaan Agregat .....	22
2.3.4 Kuat Lentur .....	24
2.3.5 <i>Fresh Properties</i> .....	25
2.3.6 <i>Hardened Properties</i> .....	26
2.3.7 Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	28
2.3.8 Umur Beton.....	28

BAB III. METODE PENELITIAN .....	30
3.1 Bahan atau Materi.....	30
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.2.1 Alat .....	30
3.2.2 Bahan .....	36
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	39
3.4 Tahapan Penelitian.....	39
3.4.1 Studi Literatur.....	40
3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan .....	41
3.4.3 Pengujian Material.....	41
3.4.4 Pembuatan Benda Uji .....	44
3.4.5 Metode <i>Curing</i> yang Digunakan .....	44
3.4.6 Pengujian Kuat Lentur Beton.....	47
3.4.7 Hasil Uji Kuat Lentur Beton .....	48
3.5 Analisis Data .....	48
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Pengujian Sifat Penyusun Beton .....	49
4.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil .....	49
4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Cangkang Kelapa Sawit .....	49
4.1.3 Pengujian Berat Isi Kerikil.....	50
4.1.4 Pengujian Berat Isi Cangkang Kelapa Sawit .....	50
4.1.5 Pengujian Kadar Air Kerikil .....	50
4.1.6 Pengujian Kadar Air Cangkang Kelapa Sawit .....	50
4.1.7 Pengujian Kadar Lumpur Kerikil .....	50
4.1.8 Pengujian Kadar Lumpur Cangkang Kelapa Sawit.....	51
4.1.9 Pengujian Keausan Kerikil.....	51
4.1.10 Pengujian Keausan Cangkang Kelapa Sawit .....	51
4.2 Pengujian Agregat Halus .....	52
4.2.1 Pengujian Gradasi Butir .....	52
4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir.....	53
4.2.3 Pengujian Berat Isi Pasir .....	54
4.2.4 Pengujian Kadar Air Pasir.....	54
4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur .....	54
4.3 <i>Mix Design</i> .....	55
4.4 Pengujian Kuat Lentur .....	56
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	64

5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran .....	65
DAFTAR PUSTAKA .....	66
LAMPIRAN .....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Laju kenaikan kuat tekan beton umur 28 hari.....	7
Tabel 2.2 Hasil pengujian kuat tekan.....	8
Tabel 2.3 Kuat tekan beton .....	10
Tabel 2.4 Hasil pengujian kuat tekan dalam MPa.....	12
Tabel 2.5 Hasil pengujian kuat lentur dalam MPa .....	13
Tabel 2.6 Hasil pengujian kuat tekan dalam MPa.....	14
Tabel 2.7 Perbedaan dengan penelitian terdahulu.....	17
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	51
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat kasar (lanjutan).....	52
Tabel 4.3 Hasil pengujian gradasi agregat halus.....	52
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	54
Tabel 4.5 Mix design per 1 m <sup>3</sup> .....	55
Tabel 4.6 Mix design perbenda uji (balok 100 x 100 x 500 mm).....	55
Tabel 4.7 Mix design untuk 10 benda uji (balok 100 x 100 x 500 mm).....	55
Tabel 4.8 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode curing merendam di dalam air biasa.....	57
Tabel 4.9 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode curing merendam di dalam air garam kadar 5%.....	58
Tabel 4.10 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode curing merendam di dalam air detergen kadar 5% .....	59
Tabel 4.11 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode curing diselimuti menggunakan karung goni basah/lembab.....	60
Tabel 4.12 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode curing dibiarkan di ruangan terbuka .....	61
Tabel 4.13 Perbandingan hasil uji kuat lentur beton dengan menggunakan beberapa metode curing yang berbeda.....	61
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	51
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat kasar (lanjutan).....	52
Tabel 4.3 Hasil pengujian gradasi agregat halus.....	52
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	54
Tabel 4.5 <i>Mix design</i> per 1 m <sup>3</sup> .....	55
Tabel 4.6 <i>Mix design</i> perbenda uji (balok 100 x 100 x 500 mm).....	55
Tabel 4.7 <i>Mix design</i> untuk 10 benda uji (balok 100 x 100 x 500 mm).....	55
Tabel 4.8 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam di dalam air biasa.....	57
Tabel 4.9 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam di dalam air garam kadar 5%.....	58
Tabel 4.10 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam di dalam air detergen kadar 5% .....	59
Tabel 4.11 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> diselimuti menggunakan karung goni basah/lembab .....	60

Tabel 4.12 Hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> dibiarkan di ruangan terbuka .....	61
Tabel 4.13 Perbandingan hasil uji kuat lentur beton dengan menggunakan beberapa metode <i>curing</i> yang berbeda .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik kuat lentur campuran OPS umur 7 hari .....	10
Gambar 2.2 Grafik kuat lentur campuran OPS umur 28 hari.....	10
Gambar 2. 3 Grafik hasil kuat tekan.....	11
Gambar 2.4 Grafik hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari.....	12
Gambar 2.5 Beton yang sudah diuji kuat lentur.....	13
Gambar 2.6 Grafik kuat tekan beton tanpa perawatan.....	15
Gambar 2.7 Grafik kuat tekan beton perawatan direndam .....	15
Gambar 2.8 Grafik kuat tekan beton perawatan disiram .....	15
Gambar 2.9 Grafik hubungan hasil uji kuat tekan tiap sampel .....	16
Gambar 2.10 Hasil pengujian kuat tekan rata-rata tiap variasi .....	16
Gambar 2.11 Ilustrasi pengujian kuat lentur dengan beban tunggal terpusat .....	25
Gambar 3.1 <i>Concrete mixer</i> .....	30
Gambar 3.2 Kerucut <i>abrams</i> .....	31
Gambar 3.3 Batang penusuk .....	31
Gambar 3.4 Alas .....	32
Gambar 3.5 Penggaris .....	32
Gambar 3.6 Cetakan beton balok .....	32
Gambar 3.7 Alat uji kuat lentur .....	33
Gambar 3.8 Karung goni.....	33
Gambar 3.9 Timbangan.....	34
Gambar 3.10 Mesin <i>los angeles</i> .....	34
Gambar 3.11 Bak perendam.....	35
Gambar 3.12 ISterofom.....	35
Gambar 3.13 Oven.....	35
Gambar 3.14 <i>Shaker</i> .....	36
Gambar 3.15 Saringan .....	36
Gambar 3.16 Limbah cangkang kelapa sawit .....	37
Gambar 3.17 Agregat.....	37
Gambar 3.18 Semen.....	37
Gambar 3.19 Air.....	38
Gambar 3.20 Garam.....	38
Gambar 3.21 Detergen.....	39
Gambar 3.22 Besi ulir.....	39
Gambar 3.23 Bagan alir tahapan penelitian .....	40
Gambar 3.24 Pengujian berat jenis dan penyerapan air.....	41
Gambar 3.25 Pengujian berat isi.....	42
Gambar 3.26 Pengujian gradasi.....	42
Gambar 3.27 Pengujian keausan .....	43
Gambar 3.28 Pengujian kadar lumpur .....	43
Gambar 3.29 Pengujian kadar air .....	44
Gambar 3.30 Pembuatan benda uji.....	44
Gambar 3.31 <i>Curing</i> dengan metode merendam dalam air biasa .....	45

Gambar 3.32 <i>Curing</i> dengan metode merendam dalam air garam.....	46
Gambar 3.33 <i>Curing</i> dengan metode merendam dalam air detergen .....	46
Gambar 3.34 <i>Curing</i> dengan metode menyelimuti dengan karung goni.....	47
Gambar 3.35 <i>Curing</i> dengan metode dibiarkan di ruangan terbuka.....	47
Gambar 3.36 Pengujian kuat lentur beton.....	48
Gambar 4.1 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan .....	53
Gambar 4.2 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan pada daerah gradasi 2.....	53
Gambar 4.3 (a) BU metode CR, (b) BU metode CG, (c) BU metode CGR, (d) BU metode CD, (e) BU metode CB.....	56
Gambar 4.4 Grafik hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam di dalam air biasa.....	57
Gambar 4.5 Grafik hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam di dalam air garam kadar 5% .....	58
Gambar 4.6 Grafik hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> merendam dalam air detergen kadar 5%.....	59
Gambar 4.7 Grafik hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> diselimuti menggunakan karung goni basah/lembab.....	60
Gambar 4.8 Grafik hasil uji kuat lentur beton menggunakan metode <i>curing</i> dibiarkan di ruangan terbuka.....	61
Gambar 4.9 Grafik perbandingan hasil uji kuat lentur beton dengan menggunakan beberapa metode <i>curing</i> yang berbeda .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil .....	68
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit ....	70
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil.....	72
Lampiran 4. Pengujian berat isi cangkang kelapa sawit.....	73
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil .....	74
Lampiran 6. Pengujian kadar air cangkang kelapa sawit.....	75
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil .....	76
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur cangkang kelapa sawit.....	77
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil.....	78
Lampiran 10. Pengujian keausan cangkang kelapa sawit.....	79
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir.....	80
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir.....	82
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir .....	84
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir .....	85
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir .....	86
Lampiran 16. Perhitungan <i>mix design</i> .....	87

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$f'c$	[M] [L <sup>-2</sup> ]	Kuat tekan
T	[M] [L <sup>-2</sup> ]	Kuat lentur
R	[M] [L <sup>-2</sup> ]	Modulus runtuh
A	[L <sup>2</sup> ]	Luas efektif
P	[M]	Beban maksimum
V	[L <sup>3</sup> ]	Volume
W	[M]	Berat
D	[L]	Diameter
T	[L]	Tinggi
w/c	[-]	<i>Water ratio</i>

## DAFTAR SINGKATAN

CKS	: Cangkang Kelapa Sawit
SDA	: Sumber Daya Alam
OPS	: <i>Oil Palm Shell</i>
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
SNI	: Standar Nasional Indonesia
BU	: Benda Uji
CG	: <i>Curing</i> Karung Goni
CGR	: <i>Curing</i> Air Garam
CB	: <i>Curing</i> Air Biasa
CD	: <i>Curing</i> Air Detergen
CR	: <i>Curing</i> Ruangan

## DAFTAR ISTILAH

1. **Optimum**  
Komposisi terbaik yang digunakan dalam sebuah campuran.
2. *Curing*  
Perawatan yang dilakukan untuk mencegah keretakan pada beton akibat proses hidrasi, yang dapat menurunkan kekuatan beton.
3. *Mix Design*  
Pekerjaan merencanakan dan menentukan material bermutu tinggi agar menghasilkan beton dengan mutu sesuai rencana.
4. *Slump*  
Nilai pengujian yang digunakan untuk menentukan nilai kelecakan dari beton segar