

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PERGANTIAN AGREGAT DENGAN  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA KUAT TEKAN BETON**



Disusun oleh:

**TITIS YOGA PRATAMA**

**20170110048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH PERGANTIAN AGREGAT DENGAN CANGKANG KELAPA SAWIT PADA KUAT TEKAN BETON**

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



**TITIS YOGA PRATAMA**

**20170110048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TITIS YOGA PRATAMA  
NIM : 20170110048  
Judul : PENGARUH PERGANTIAN AGREGAT DENGAN  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA KUAT TEKAN  
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, 24 Juli ..... 2021

Yang membuat pernyataan



TITIS YOGA PRATAMA

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TITIS YOGA PRATAMA  
NIM : 20170110048  
Judul : PENGARUH PERGANTIAN AGREGAT DENGAN  
CANGKANG KELAPA SAWIT PADA KUAT TEKAN  
BETON

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, ..... 2021

Penulis



Titis Yoga Pratama

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti 1,



Ir. Fadillawaty S, M.T.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya haturkan kepada **Allah SWT** yang telah memperlancar semua kegiatan baik perkuliahan saya hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Tugas Akhir ini dibuat dan dipersembahkan untuk **Ibu** saya yang telah memberikan do'a, nasihat dan dukungan baik secara moril maupun materiil sehingga saya dapat menyelesaikan perkuliahan hingga tugas akhir ini dengan baik. Tak lupa juga saya mempersembahkan kepada almarhum **Bapak** saya yang selalu mendoakan dan memotivasi saya hingga sampai saat ini.

Berjalan tak s'perti rencana adalah

Jalan yang sudah biasa

Dan jalan satu-satunya

Jalani sebaik kau bisa

GASS...!!!

## 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 pergantian agregat kasar apabila diganti dengan cangkang kelapa sawit terhadap kuat tekan 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. Fanny Monika, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Ibuk saya tercinta dan Saudara saya yang selalu memberi dukungan secara moril dan materiil guna menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Arti Arthe Meivia Sari, terimakasih yang sudah telah hadir dan menjadi salah satu penyemangat bagi saya dalam proses penyelesaian skripsi ini. Terimakasih atas dukungan, perhatian dan kebaikan yang diberikan selama ini.

6. Seluruh anggota tim cks yang terdiri dari ilham, lutfi, abel, irvan, candra, hesti, dan ditya. Yang telah membantu dan melaksanakan tugas akhir dengan lancar.
7. Seluruh sahabat, serta teman yang sudah saya anggap sebagai saudara yang selalu memberikan dukungan selama perkuliahan dan menyelesaikan 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, 24 Juli 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'Y' and 'A' or similar characters, written in a cursive style.

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i> .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Penelitian Sebelumnya yang Mengkaji Agregat Kasar.....	5
2.3 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang .....	22
2.4 Dasar Teori .....	25
2.4.1 Pengertian Beton .....	25
2.4.2 Bahan Penyusun Beton .....	26
2.4.3 <i>Slump Test</i> .....	28
2.4.4 Umur Beton.....	29



2.4.5	Kuat Tekan .....	29
2.4.6	Pola Retak .....	30
BAB III	METODE PENELITIAN.....	32
3.1	Bahan atau Materi .....	32
3.2	Alat – alat yang digunakan.....	34
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian .....	39
3.4	Tahap Penelitian .....	40
3.4.1	Persiapan Bahan dan Alat .....	42
3.4.2	Perancangan campuran beton.....	42
3.4.3	Pembuatan benda uji .....	43
3.4.4	Perawatan benda uji ( <i>curing</i> ) .....	44
3.4.5	Pengujian Kuat Tekan .....	45
3.5	Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material.....	46
3.5.1	Pengujian Agregat Halus.....	46
3.5.2	Pengujian Agregat Kasar.....	48
3.5.3	Pengujian Cangkang Kelapa Sawit .....	50
3.6	Hasil Uji Kuat Tekan Beton .....	52
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	53
4.1	Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton.....	53
4.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir) .....	53
4.2.1.	Gradasi Agregat Halus .....	53
4.2.2.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir .....	55
4.2.3.	Pengujian Berat Isi Pasir .....	55
4.2.4.	Pengujian Kadar Air Pasir.....	55
4.2.5.	Pengujian Kadar Lumpur Pasir .....	55
4.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	56
4.3.1.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Kerikil .....	56
4.3.2.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Cangkang Kelapa Sawit.....	56
4.3.3.	Pengujian Berat Isi Kerikil.....	57
4.3.4.	Pengujian Berat Isi Cangkang Kelapa Sawit .....	57
4.3.5.	Pengujian Kadar Air Kerikil .....	57
4.3.6.	Pengujian Kadar Air Cangkang Kelapa Sawit .....	57
4.3.7.	Pengujian Kadar Lumpur Kerikil.....	57
4.3.8.	Pengujian Kadar Lumpur Cangkang Kelapa Sawit .....	57

4.3.9. Pengujian Keausan Kerikil.....	58
4.3.10. Pengujian Keausan Cangkang Kelapa Sawit.....	58
4.4 <i>Mix Design</i> .....	59
4.5 Pengujian <i>Slump</i> Beton .....	60
4.6 Pengujian Kuat Tekan .....	61
4.5.1 Pengujian Kuat Tekan pada Umur Beton 7 Hari .....	61
4.5.2 Pengujian Kuat Tekan pada Umur Beton 14 Hari .....	64
4.5.3 Pengujian Kuat Tekan pada Umur Beton 28 Hari .....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN.....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengujian kuat tekan beton ringan cangkang kelapa .....	6
Tabel 2.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	7
Tabel 2.3 Desain campuran semua campuran.....	8
Tabel 2.4 Kekuatan kompresi dan kekuatan tarik memisahkan campuran.....	9
Tabel 2.5 Kuat tekan beton dengan pergantian PKS ( <i>palm kernel shell</i> ) .....	16
Tabel 2.6 Tabel campuran beton untuk volume 1m <sup>3</sup> .....	17
Tabel 2.7 Jumlah Benda Uji.....	18
Tabel 2.8 Kuat Tekan Bata Ringan.....	19
Tabel 2.9 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan kadar OPS, w/c dan umur beton yang berbeda-beda.....	19
Tabel 2.10 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	22
Tabel 2.10 Lanjutan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	23
Tabel 2.10 Lanjutan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	24
Tabel 2.10 Lanjutan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	25
Tabel 2.11 Susunan Unsur Semen <i>Portland</i> .....	26
Tabel 2.12 Jenis-jenis semen <i>Portland</i> .....	27
Tabel 2.13 Beberapa jenis beton menurut kuat tekannya .....	30
Tabel 3.1 Variasi persentase dan jumlah benda uji.....	43
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus.....	53
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	56
Tabel 4.3 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	58
Tabel 4. 4 <i>Mix design</i> per 1 m <sup>3</sup> .....	59
Tabel 4.5 <i>Mix design</i> per benda uji (silinder 75 × 150 mm).....	60
Tabel 4.6 Tabel Nilai <i>Slump</i> .....	60
Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat tekan beton 7 hari.....	63
Tabel 4.8 Hasil pengujian kuat tekan beton 14 hari.....	66
Tabel 4.9 Hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari.....	69
Tabel 4. 10 Perbandingan hasil uji kuat tekan beton menggunakan beberapa variasi komposisi.....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Tegangan Regangan Beton Ringan Cangkang Kelapa. ....	7
Gambar 2.2 Prosedur NMM dan CM.....	9
Gambar 2.3 Densitas OPS pada tiga rasio campuran.....	10
Gambar 2.4 Kuat tekan OPS 1: 1.65: 2.45 (10%).....	11
Gambar 2.5 Kuat tekan OPS , 1: 2.5: 3.3 (15%).....	12
Gambar 2.6 Kuat tekan OPS 1: 3.3: 4.2 (40%).....	12
Gambar 2.7 Perbandingan kuat tekan OPS pada 28 hari pengeringan (1:2,5:3,3)	12
Gambar 2.8 Perbandingan kuat tekan OPS pada 7 hari curing.....	13
Gambar 2.9 Grafik hubungan kuat tekan terhadap variasi cangkang kelapa.....	13
Gambar 2.10 Grafik perbandingan nilai kuat tarik belah umur 14 hari.....	14
Gambar 2.11 Grafik perbandingan nilai kuat tarik belah umur 21 hari.....	14
Gambar 2. 12 Grafik perbandingan nilai kuat tarik belah umur 28 hari.....	15
Gambar 2. 13 Grafik perbandingan nilai kuat tarik belah umur 56 hari.....	15
Gambar 2. 14 Kurva perbandingan beton normal dengan beton OPS.....	17
Gambar 2. 15 Perbandingan penurunan kuat tekan beton OPS terhadap kuat tekan beton normal.....	18
Gambar 2. 16 Grafik hubungan antara kuat tekan beton dengan lama curing yang dilakukan terhadap penambahan cangkang kelapa sawit yang beragam.....	20
Gambar 2. 17 Macam Pola Retak pada Silinder Beton.....	31
Gambar 3.1 Cangkang Kelapa Sawit.....	32
Gambar 3.2 Agregat kasar krikil.....	32
Gambar 3.3 Pasir Progo.....	33
Gambar 3.4 Semen <i>Dynamix</i> .....	33
Gambar 3.5 Timbangan Duduk Digital.....	34
Gambar 3.6 Saringan/Ayakan.....	35
Gambar 3.7 <i>Shave shaker machine</i> .....	35
Gambar 3.8 Gelas Ukur.....	36
Gambar 3.9 <i>Mini Concrete mixer</i> .....	36
Gambar 3. 10 Alas.....	37
Gambar 3.11 Bak Perendam.....	37
Gambar 3.12 Penumbuk.....	38
Gambar 3.13 Cetakan Benda Uji.....	38
Gambar 3.14 Mesin uji tekan beton merk Hung Ta.....	39
Gambar 3.15 Mistar.....	39
Gambar 3.16 Diagram penelitian.....	42
Gambar 3. 17 Pencampuran bahan baku.....	43
Gambar 3. 18 <i>Slump test</i> .....	44
Gambar 3. 19 Proses <i>curing</i> .....	44
Gambar 3. 20 Pengujian kuat tekan.....	45
Gambar 4. 1 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan.....	54

Gambar 4.2 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan pada daerah gradasi 2.....	54
Gambar 4.3 Gambar grafik nilai <i>Slump</i> .....	61
Gambar 4.4 Benda Uji pada umur beton 7 hari (a) BU 7 CKS 0%, (b) BU 7 CKS 10%, (c) BU 7 CKS 20%,(d) BU 7 CKS 30%, (e) BU 7 CKS 40%.....	62
Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan umur 7 hari .....	63
Gambar 4.6 Gambar grafik regresi 7 hari .....	64
Gambar 4.7 Benda uji pada umur beton 14 hari (a) BU 14 CKS 0%, (b) BU 14 CKS 10%, (c) BU 14 CKS 20%, (d) BU 14 CKS 30%, (e) BU 14 CKS 40% .....	65
Gambar 4.8 Grafik pengujian kuat tekan umur 14 hari .....	66
Gambar 4.9 Gambar grafik regresi 14 hari .....	67
Gambar 4. 10 Benda uji pada umur beton 28 hari (a) BU 28 CKS 0%, (b) BU 28 CKS 10%, (c) BU CKS 20%, (d) BU 28 CKS 30%, (e) BU 28 CKS 40%.....	68
Gambar 4. 11 Grafik pengujian kuat tekan umur 28 hari .....	69
Gambar 4. 12 Gambar grafik regresi 28 hari .....	69
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan hasil uji kuat tekan beton menggunakan beberapa komposisi cangkang kelapa sawit yang berbeda. ....	71
Gambar 4. 14 Gambar grafik regresi gabungan .....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil .....	77
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit .....	79
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil .....	81
Lampiran 4. Pengujian berat isi cangkang kelapa sawit .....	82
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil .....	83
Lampiran 6. Pengujian kadar air cangkang kelapa sawit .....	84
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil .....	85
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur cangkang kelapa sawit .....	86
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil .....	87
Lampiran 10. Pengujian keausan cangkang kelapa sawit .....	88
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir .....	89
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir .....	91
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir .....	93
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir .....	94
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir .....	95

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$f'c$	[M] [L <sup>-2</sup> ]	Kuat tekan
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
BSN	: Badan Standarisasi Nasional
SNI	: Standar Nasional Indonesia
PET	: <i>Polyethylene Terephthalate</i>



## 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 merancangan 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