

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT KASAR
BETON DENGAN CANGKANG KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE NDT**



Disusun oleh:

Ditya Asa Nugraha

20170110225

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

2021

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT DENGAN
CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN METODE
NDT**

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



Ditya Asa Nugraha

20170110225

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ditya Asa Nugraha

NIM : 20170110225

Judul : Pengaruh Pergantian Sebagian Agregat Kasar Beton Dengan Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Metode NDT

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 Enviroment* 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.

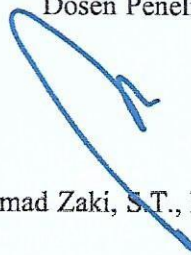
Yogyakarta,.....2021

Penulis,



Ditya Asa Nugraha

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti I,



Ir. Fadilawaty S, M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ditya Asa Nugraha
NIM : 20170110225
Judul : Pengaruh Pergantian Sebagian Agregat Kasar Beton
dengan Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Metode
NDT

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, 2021

Yang membuat pernyataan



Ditya Asa Nugraha

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 Ayah dan Ibunda yang tak henti hentinya memberikan support dan dukungan yang luar biasa serta adik penulis dimana dengan dukungan dan bantuan moril dari kalian penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

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

Terimakasih kepada sahabat penulis Irvan, yang telah banyak memberikan dukungan kepada penulis dalam bentuk support dan motivasi.

Terima kasih kepada teman-teman penulis kelas E Teknik Sipil 2017 UMY yang sudah menemani penulis dalam masa-masa covid-19 ini dengan memberikan dukungan serta motivasi.

Terimakasih kepada teman teman dari #GPP Pro Team yang telah membantu memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.

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 akses pengaruh pergantian sebagian dan seluruh agregat dengan cangkang kelapa sawit menggunakan metode NDT

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. Fanny Monika, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan serta perbaikan dalam penulisan 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	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
ABSTRAK	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Lingkup Penelitian	3
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 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	21
2.3 Dasar Teori	25
2.3.1 Beton	25
2.3.2 Bahan Penyusun Beton	25
2.3.3 Pemeriksaan Agregat	28
2.3.4 <i>Fresh Properties</i>	31
2.3.5 <i>Slump Test</i>	31
BAB III. METODE PENELITIAN	36
3.1 Materi Penelitian	36
3.2 Alat dan Bahan	36
3.2.1 Alat	36

3.2.2 Bahan.....	44
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	46
3.4 Tahapan Penelitian	46
3.4.1 Studi Literatur	48
3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan	48
3.4.3 Pencampuran Bahan Baku.....	48
3.4.4 Uji <i>Slump</i>	49
3.4.5 Pencetakan Benda Uji	49
3.5 Analisis Data	52
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Pengujian Sifat Penyusun Beton	53
4.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Kerikil	53
4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Cangkang Kelapa Sawit.....	53
4.1.3 Pengujian Berat Isi Kerikil.....	54
4.1.4 Pengujian Berat Isi Cangkang Kelapa Sawit	54
4.1.5 Pengujian Kadar Air Kerikil.....	54
4.1.6 Pengujian Kadar Air Cangkang Kelapa Sawit	54
4.1.7 Pengujian Kadar Lumpur Kerikil.....	54
4.1.8 Pengujian Kadar Lumpur Cangkang Kelapa Sawit	55
4.1.9 Pengujian Keausan Kerikil.....	55
4.1.10 Pengujian Keausan Cangkang Kelapa Sawit	55
4.2 Pengujian Agregat Halus.....	56
4.2.1 Pengujian Gradasi Butir	56
4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir	58
4.2.3 Pengujian Berat Isi Pasir	58
4.2.4 Pengujian Kadar Air Pasir.....	59
4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur	59
4.3 Pengujian <i>Rebound Hammer</i>	60
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi aktivitas korosi menggunakan metode resistivity	7
Tabel 2.2 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang.....	21
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan agregat kasar.....	56
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan agregat kasar (lanjutan).....	56
Tabel 4.3 Hasil pengujian gradasi agregat halus	57
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan agregat halus.....	59
Tabel 4.5 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji C sebelum korosi	60
Tabel 4.6 Hasil analisis <i>Rebound Hammer</i> benda uji C sebelum korosi	61
Tabel 4.7 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji C setelah korosi	61
Tabel 4.8 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji H sebelum korosi	63
Tabel 4.9 Hasil analisis <i>Rebound Hammer</i> benda uji H sebelum korosi	63
Tabel 4.10 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji H setelah korosi	64
Tabel 4.11 Hasil analisis <i>Rebound Hammer</i> benda uji H setelah korosi	64
Tabel 4.12 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji A sebelum korosi	65
Tabel 4.13 Hasil analisis <i>Rebound Hammer</i> benda uji A sebelum korosi	66
Tabel 4.14 Jumlah pantulan <i>Rebound Hammer</i> benda uji A setelah korosi	66
Tabel 4.15 Hasil analisis <i>Rebound Hammer</i> benda uji A setelah korosi	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil pengujian balok dengan kode B	7
Gambar 2.2 Grafik pengujian balok dengan kode B	8
Gambar 2.3 Hasil pengujian balok dengan kode E.....	8
Gambar 2.4 Grafik pengujian balok dengan kode E.....	8
Gambar 2.5 Hasil pengujian balok dengan kode F.....	8
Gambar 2.6 Grafik pengujian balok dengan kode F.....	9
Gambar 2.7 Grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur pada balok.....	10
Gambar 2.8 Hasil uji kuat tekan beton.....	11
Gambar 2.9 Perkembangan regangan susut pengeringan pada <i>curing</i> lembab.....	11
Gambar 2.10 Grafik perbandingan tegangan dan regangan pada komposisi 0%, 50% dan 100%	13
Gambar 2.11 Kurva defleksi akibat gaya lentur beton	14
Gambar 2.12 Uji Kuat Tekan menggunakan Rebound Hammer.....	14
Gambar 2.13 Uji Kuat Tekan menggunakan <i>Compressive Machine Test</i>	15
Gambar 2.14 Hasil pengujian <i>Schmidt hammer test</i>	16
Gambar 2.15 Transformasi Fourier cepat dari sinyal getaran terhadap retakan pada beton.....	17
Gambar 2.16 Titik uji pada benda uji dan bentuk penampangnya.....	18
Gambar 2.17 Penentuan kecepatan transmisi impuls mekanik dalam dua balok yang diuji	19
Gambar 2.18 Penentuan kedalaman retak pada balok	19
Gambar 2.19 Korelasi antara frekuensi puncak yang diperoleh dari <i>Impact-Echo</i> dan kehilangan massa	20
Gambar 2.20 Ilustrasi alat <i>Hammer Rebound</i>	32
Gambar 2.21 Tabel konversi nilai pukulan ke satuan N/mm^2	33
Gambar 2.22 Ilustrasi pengujian resistivity pada beton.....	34
Gambar 2.23 Prosedur pelaksanaan metode NDT menggunakan <i>Impact-Echo</i> ...	35
Gambar 2.24 Hasil uji NDT menggunakan <i>Impact-Echo</i>	35
Gambar 3.1 <i>Concrete mixer</i>	37
Gambar 3.2 Kerucut <i>Abrams</i>	37
Gambar 3.3 Batang penusuk.....	38
Gambar 3.4 Alas	38
Gambar 3.5 Penggaris.....	38
Gambar 3.6 Cetakan beton balok	39
Gambar 3.7 Karung goni	39
Gambar 3.8 Timbangan	40
Gambar 3.9 Mesin <i>Los Angeles</i>	40
Gambar 3.10 Sterofoam.....	41
Gambar 3.11 Oven.....	41
Gambar 3.12 <i>Shaker</i>	42
Gambar 3.13 Saringan	42

Gambar 3.14 <i>DC power supply</i>	43
Gambar 3.15 Alat uji <i>hammer test</i>	43
Gambar 3.16 Alat uji <i>resistivity</i>	44
Gambar 3.17 Alat uji <i>impact echo</i>	44
Gambar 3.18 Limbah cangkang kelapa sawit.....	45
Gambar 3.19 Kerikil.....	45
Gambar 3.20 Pasir.....	45
Gambar 3.21 Semen.....	46
Gambar 3.22 Air.....	46
Gambar 3.23 Bagan alir tahapan penelitian.....	47
Gambar 3.24 Percetakan benda uji.....	48
Gambar 3.25 Uji <i>slump</i>	49
Gambar 3.26 Proses akselerasi korosi.....	50
Gambar 3.27 Ilustrasi penempatan titik pantul untuk uji <i>Rebound Hammer</i>	51
Gambar 3.28 Ilustrasi pembagian sisi untuk uji <i>Resistivity</i>	51
Gambar 3.29 Ilustrasi perletakan titik pukul dan sensor dan untuk uji <i>Impact-Echo</i>	51
Gambar 4.1 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan.....	57
Gambar 4.2 Grafik hubungan persen lolos kumulatif dan ukuran saringan pada daerah gradasi 2.....	58
Gambar 4.3 Grafik perbandingan kuat tekan benda uji jenis C kondisi sebelum dan sesudah korosi.....	62
Gambar 4.4 Grafik perbandingan kuat tekan benda uji jenis H kondisi sebelum dan sesudah korosi.....	65
Gambar 4.5 Grafik perbandingan kuat tekan benda uji jenis A kondisi sebelum dan sesudah korosi.....	67
Gambar 4.6 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis C sebelum korosi.....	68
Gambar 4.7 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis C setelah korosi.....	69
Gambar 4.8 Grafik uji perbandingan rata rata <i>resistivity</i> pada benda uji jenis C sebelum dan sesudah korosi.....	70
Gambar 4.9 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis H sebelum korosi.....	70
Gambar 4.10 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis H setelah korosi.....	71
Gambar 4.11 Grafik uji perbandingan rata rata <i>resistivity</i> pada benda uji jenis H sebelum dan sesudah korosi.....	72
Gambar 4.12 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis A sebelum korosi.....	72
Gambar 4.13 Grafik uji <i>resistivity</i> pada benda uji jenis A setelah korosi.....	73
Gambar 4.14 Grafik uji perbandingan rata rata <i>resistivity</i> pada benda uji jenis H sebelum dan sesudah korosi.....	74
Gambar 4.15 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C1 ...	75
Gambar 4.16 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C2 ...	75
Gambar 4.17 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C3 ...	76
Gambar 4.18 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C4 ...	77
Gambar 4.19 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C5 ...	77
Gambar 4.20 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C6 ...	78
Gambar 4.21 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C7 ...	79

Gambar 4.22 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C8 ..	80
Gambar 4.23 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C9 ..	81
Gambar 4.24 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji C10 ..	81
Gambar 4.25 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji H1 ..	82
Gambar 4.26 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji H2 ..	83
Gambar 4.27 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji H3 ..	83
Gambar 4.28 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji H4 ..	84
Gambar 4.29 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji H5 ..	85
Gambar 4.30 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji A1 ..	85
Gambar 4.31 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji A2 ..	86
Gambar 4.32 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji A3 ..	87
Gambar 4.33 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji A4 ..	88
Gambar 4.34 Respon frekuensi terhadap gelombang pantul pada benda uji A5 ..	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil	94
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air cangkang kelapa sawit.....	96
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil	98
Lampiran 4. Pengujian berat isi cangkang kelapa sawit.....	99
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil.....	100
Lampiran 6. Pengujian kadar air cangkang kelapa sawit	101
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil	102
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur cangkang kelapa sawit	103
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil	104
Lampiran 10. Pengujian keausan cangkang kelapa sawit.....	105
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir	106
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir	108
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir.....	110
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir	111
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir	112
Lampiran 16. Perhitungan <i>mix design</i>	113

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$f'c$	[M] [L ⁻²]	Kuat tekan
R	[M] [L ⁻²]	Modulus runtuh
A	[L ²]	Luas efektif
P	[M]	Beban maksimum
V	[L ³]	Volume
W	[M]	Berat
D	[L]	Diameter
T	[L]	Tinggi

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
NDT	: <i>Non-Destructive Test</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