

**TUGAS AKHIR**

**PENGUJIAN KERING SUSUT PADA BETON DENGAN  
BAHAN TAMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT**



**Disusun oleh:**

**ABELLITO DIWA JULIANS JOURGHI**

**20170110145**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

**TUGAS AKHIR**

**PENGUJIAN KERING SUSUT PADA BETON DENGAN BAHAN  
TAMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT**

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



**ABELLITO DIWA JULIANS JOURGHI**

**20170110145**

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

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abellito Diwa Julians Jourghi  
NIM : 20170110145  
Judul : Pengujian Kering Susut Pada Beton Dengan Bahan  
Tambah Cangkang Kelapa Sawit

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, 14 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Abellito Diwa Julians Jourghi

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah* *rabbal'alam*, Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala karunia dan Anugerah-Nya yang luar biasa sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua dan keluarga saya yang sangat saya sayangi.

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya dan juga memberikan nikmat kesehatan, kemudahan, kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Teruntuk orang tua tercinta Bapak Suwarsono dan Ibu Dian Kuswidya Sari Putri, terima kasih atas segala dukungan dan doa yang diberikan tiada henti selama menempuh pendidikan untuk menjadi seorang sarjana.
3. Teruntuk keluarga besar terima kasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan.

## 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 kering susut yang terjadi pada beton ringan dengan penggantian sebagian agregat kasar dengan cangkang kelapa sawit sebanyak 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%.

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 pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesabaran dan waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan, arahan dan juga nasihat selama penulisan skripsi ini.
3. Ir. Fadillawaty S, M.T selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesabaran dan waktu yang telah diluangkan.
4. Dr. Eng. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji, terima kasih atas waktu yang telah diluangkan.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Angie Fitri Chayrani Siagian terima kasih selalu menemani, memberikan dukungan, mendoakan, dan juga selalu meluangkan waktu untuk menghibur ketika lelah.

7. Seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan terima kasih atas segalanya.

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, 14 Juli 2021



Abellito Diwa Julians Jourghi

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang .....	21
Tabel 2. 2	Jenis-jenis semen <i>Portland</i> .....	25
Tabel 4. 1	Hasil pengujian gradasi agregat halus.....	53
Tabel 4.2	Hasil pemeriksaan agregat halus.....	55
Tabel 4. 3	Hasil pemeriksaan agregat kasar (Batu Split).....	56
Tabel 4. 4	Hasil pemeriksaan agregat kasar (CKS) .....	57
Tabel 4. 5	<i>Mix design</i> 0% CKS (3 Spesimen).....	58
Tabel 4. 6	<i>Mix design</i> 10% CKS (3 Spesimen).....	58
Tabel 4. 7	<i>Mix design</i> 20% CKS (3 Spesimen).....	59
Tabel 4. 8	<i>Mix design</i> 30% CKS (3 Spesimen).....	59
Tabel 4. 9	<i>Mix design</i> 40% CKS (3 Spesimen).....	59
Tabel 4. 10	Hasil uji kuat tekan beton dengan penggantian sebagian agregat kasar menggunakan cangkang kelapa sawit .....	61
Tabel 4. 11	Data diameter, tinggi dan berat beton pada saat pembuatan.....	62
Tabel 4. 12	Data berat beton dengan metode suhu ruang (SR).....	63
Tabel 4. 13	Data Penyusutan berat beton dengan metode suhu ruang (SR) .....	64
Tabel 4. 14	Data berat beton dengan metode rendam air (RA) .....	65
Tabel 4. 15	Data penyusutan berat beton dengan metode rendam air (RA) .....	66
Tabel 4. 16	Data berat beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	67
Tabel 4. 17	Data penyusutan berat beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	68
Tabel 4. 18	Data diameter beton dengan metode suhu ruang (SR).....	70
Tabel 4. 19	Data penyusutan diameter beton dengan metode suhu ruang (SR) .	71
Tabel 4. 20	Data diameter beton dengan metode rendam air (RA) .....	72
Tabel 4. 21	Data penyusutan diameter beton dengan metode suhu ruang (SR) .	73
Tabel 4. 22	Data diameter beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	74
Tabel 4. 23	Data penyusutan diameter beton dengan metode oven 60°C (OV) .	75
Tabel 4. 24	Data tinggi beton dengan metode suhu ruang (SR) .....	76
Tabel 4. 25	Data penyusutan tinggi beton dengan metode suhu ruang (SR) .....	77
Tabel 4. 26	Data tinggi beton dengan metode rendam air (RA) .....	79
Tabel 4. 27	Data penyusutan tinggi beton dengan metode rendam air (RA).....	80
Tabel 4. 28	Data tinggi beton dengan metode oven suhu 60°C (OV).....	81
Tabel 4. 29	Data penyusutan tinggi beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Perilaku umur dini dalam <i>specimen</i> berukuran laboratorium dan skala penuh.....	5
Gambar 2. 2	Grafik hubungan susut dengan umur pengeringan.....	5
Gambar 2. 3	Grafik prediksi susut <i>papercrete</i> .....	6
Gambar 2. 4	Hubungan peningkatan <i>creep</i> menurut umur beton .....	6
Gambar 2. 5	Hubungan shrinkage dan umur pengeringan pada beton normal dengan penggunaan agregat halus daur ulang.....	7
Gambar 2. 6	Hubungan shrinkage dan umur pengeringan pada beton normal dengan penggunaan agregat kasar daur ulang.....	7
Gambar 2. 7	Hubungan shrinkage dan umur pengeringan pada beton mutu tinggi dengan penggunaan agregat halus daur ulang.....	8
Gambar 2. 8	Hubungan shrinkage dan umur pengeringan pada beton mutu tinggi dengan penggunaan agregat kasar daur ulang.....	8
Gambar 2. 9	Grafik perubahan diameter percontohan beton geopolimer .....	8
Gambar 2. 10	Grafik perubahan diameter percontohan beton geopolimer.....	9
Gambar 2. 11	Grafik perubahan tinggi percontohan beton geopolimer.....	9
Gambar 2. 12	Grafik perubahan tinggi percontohan beton geopolimer.....	9
Gambar 2. 13	Grafik perubahan berat percontohan beton geopolimer .....	10
Gambar 2. 14	Grafik perubahan berat percontohan beton geopolimer.....	10
Gambar 2. 15	Grafik uji susut .....	11
Gambar 2. 16	Kurva hubungan susut kering dengan umur pengeringan pada variasi penggunaan kadar agregat batu pecah dan daur ulang .....	11
Gambar 2. 17	Nilai susut kering <i>SCC</i> agregat batu pecah pada umur pengeringan 60 hari.....	12
Gambar 2. 18	Kurva hubungan susut kering dengan umur pengeringan pada variasi penggunaan kadar agregat batu pecah dan daur ulang .....	12
Gambar 2. 19	Nilai susut kering <i>SCC</i> agregat batu bulat pada umur pengeringan 60 hari.....	13
Gambar 2. 20	Perbandingan nilai susut kering pada benda uji agregat batu pecah dan batu bulat pada 60 hari umur pengeringan .....	13
Gambar 2. 21	Kurva ultimate shrinkage benda uji <i>SCC</i> agregat batu pecah kadar agregat daur ulang .....	14
Gambar 2. 22	Perbandingan nilai <i>ultimate Shrinkage</i> benda uji berserat 1% dan 1,5% .....	14
Gambar 2. 23	Perbandingan nilai susut kering benda uji berserat 1% dan 1,5% .....	15
Gambar 2. 24	Prediksi susut autogenous jangka panjang dengan metode ross's hyperbolic equation pada benda uji susut autogenous HVFA- <i>SCC</i> kadar 35%, 55%, dan 65% .....	15
Gambar 2. 25	Nilai Shrinkage pada agregat daur ulang .....	16
Gambar 2. 26	Pengeringan penyusutan SFRLAC dengan volume yang berbeda fraksi serat baja .....	17



Gambar 2. 27	Simulasi untuk 2 kasus .....	18
Gambar 2. 28	Grafik Hubungan Waktu dan Susut Sample 5 Air Tawar Oven Interval 1-6 Jam.....	18
Gambar 2. 29	Grafik Hubungan Waktu dan Susut Sample 2 Air Tawar Yang Tidak dioven Interval 1-6 Jam .....	19
Gambar 2. 30	Grafik Hubungan Waktu .....	20
Gambar 2. 31	Grafik Hubungan Waktu dan Susut Sample 4 Air Laut yang tidak dioven Interval 1- 6 Jam.....	20
Gambar 2. 32	Material pembentuk beton.....	24
Gambar 2. 33	Material pembentuk beton cangkang kelapa sawit .....	27
Gambar 3. 1	Ember .....	30
Gambar 3. 2	Ayakan No $\frac{3}{4}$ , 4 dan 200.....	31
Gambar 3. 3	Timbangan Digital .....	31
Gambar 3. 4	Mesin <i>Los Angeles</i> .....	32
Gambar 3. 5	<i>Mini Concrete Mixer</i> .....	32
Gambar 3. 6	Kerucut <i>Abrams</i> .....	32
Gambar 3. 7	Batang Penumbuk .....	33
Gambar 3. 8	Alas Baja .....	33
Gambar 3. 9	Penggaris .....	33
Gambar 3. 10	Cetakan Beton Silinder.....	34
Gambar 3. 11	Jangka Sorong .....	34
Gambar 3. 12	Alat Uji Kuat Tekan .....	35
Gambar 3. 13	Bak Perendam .....	35
Gambar 3. 14	Oven .....	35
Gambar 3. 15	<i>Shaker</i> .....	36
Gambar 3. 16	Tang.....	36
Gambar 3. 17	Agregat Halus (Pasir).....	37
Gambar 3. 18	Agregat Kasar (Kerikil).....	37
Gambar 3. 19	Cangkang Kelapa Sawit .....	37
Gambar 3. 20	Semen <i>Portland</i> .....	38
Gambar 3. 21	Air.....	38
Gambar 3. 22	Flowchart Penelitian.....	39
Gambar 3. 23	Pengujian kadar lumpur .....	41
Gambar 3. 24	Pengujian berat jenis dan penyerapan air.....	42
Gambar 3. 25	Pengujian keausan .....	44
Gambar 3. 26	Pengujian berat isi .....	44
Gambar 3. 27	Cangkang jenuh kering muka.....	45
Gambar 3. 28	Nampan kosong.....	46
Gambar 3. 29	Pencampuran bahan baku.....	48
Gambar 3. 30	<i>Slump test</i> .....	49
Gambar 3. 31	Pencetakan.....	49
Gambar 3. 32	Benda uji .....	49
Gambar 3. 33	Pengujian suhu ruang .....	50
Gambar 3. 34	Pengujian rendam air.....	50
Gambar 3. 35	Pengujian oven 60°C .....	50

Gambar 3. 36	Pengukuran berat.....	51
Gambar 3. 37	Pengukuran diameter.....	51
Gambar 3. 38	Pengukuran Tinggi .....	51
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.....	54
Gambar 4. 3	(a) BU dengan TKR 0%, (b) BU dengan TKR 10%, (c) BU dengan TKR 20%, (d) BU dengan TKR 30%, (e) BU dengan TKR 40% .....	60
Gambar 4. 4	Grafik hasil uji tekan beton dengan penggantian sebagian agregat kasar menggunakan cangkang kelapa sawit.....	61
Gambar 4. 5	Grafik berat beton dengan metode suhu ruang (SR).....	63
Gambar 4. 6	Grafik penyusutan berat beton dengan metode suhu ruang (SR)..	64
Gambar 4. 7	Grafik berat beton dengan metode rendam air (RA).....	65
Gambar 4. 8	Grafik penyusutan berat beton dengan metode rendam air (RA)..	66
Gambar 4. 9	Grafik berat beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	68
Gambar 4. 10	Grafik penyusutan berat beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	69
Gambar 4. 11	Grafik diameter beton dengan metode suhu ruang (SR).....	70
Gambar 4. 12	Grafik penyusutan diameter beton dengan metode suhu ruang (SR) .....	71
Gambar 4. 13	Grafik diameter beton dengan metode rendam air (RA).....	72
Gambar 4. 14	Grafik penyusutan diameter beton dengan metode rendam air (RA) .....	73
Gambar 4. 15	Grafik diameter beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	74
Gambar 4. 16	Grafik penyusutan diameter beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	75
Gambar 4. 17	Grafik tinggi beton dengan metode suhu ruang (SR).....	77
Gambar 4. 18	Grafik penyusutan tinggi beton dengan metode suhu ruang (SR) .....	78
Gambar 4. 19	Grafik tinggi beton dengan metode rendam air (RA) .....	79
Gambar 4. 20	Grafik penyusutan tinggi beton dengan metode rendam air (RA) .....	80
Gambar 4. 21	Grafik tinggi beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	81
Gambar 4. 22	Grafik penyusutan tinggi beton dengan metode oven suhu 60°C (OV) .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air kerikil.....	88
Lampiran 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air tempurung kelapa sawit	90
Lampiran 3. Pengujian berat isi kerikil .....	92
Lampiran 4. Pengujian berat isi tempurung kelapa sawit .....	93
Lampiran 5. Pengujian kadar air kerikil.....	94
Lampiran 6. Pengujian kadar air tempurung kelapa sawit.....	95
Lampiran 7. Pengujian kadar lumpur kerikil .....	96
Lampiran 8. Pengujian kadar lumpur tempurung kelapa sawit.....	97
Lampiran 9. Pengujian keausan kerikil .....	98
Lampiran 10. Pengujian keausan tempurung kelapa sawit .....	99
Lampiran 11. Pengujian gradasi pasir .....	100
Lampiran 12. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir .....	102
Lampiran 13. Pengujian berat isi pasir.....	104
Lampiran 14. Pengujian kadar air pasir .....	105
Lampiran 15. Pengujian kadar lumpur pasir .....	106

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
$f'c$	[M] [L <sup>-2</sup> ]	Kuat tekan
V	[L <sup>3</sup> ]	Volume
W	[M]	Berat
D	[L]	Diameter
t	[L]	Tinggi
w/c	[-]	<i>Water ratio</i>