

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI W/B TERHADAP KARAKTERISTIK *FOAMED CONCRETE* DENGAN ABU CANGKANG SAWIT



HAURA SITI MAULIDA

03011281621043

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI W/B TERHADAP KARAKTERISTIK *FOAMED CONCRETE* DENGAN ABU CANGKANG SAWIT

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



HAURA SITI MAULIDA

03011281621043

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI W/B TERHADAP KARAKTERISTIK
FOAMED CONCRETE DENGAN ABU CANGKANG SAWIT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Haura Siti Maulida

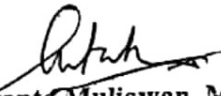
03011281621043

Palembang, Januari 2021

Diperiksa dan disetujui oleh,

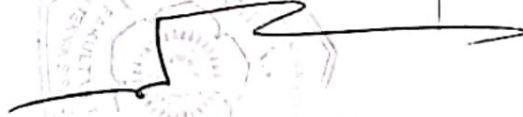
Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.
NIP. 195604241990031001


Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.
NIP. 197705172008012039

**Mengetahui / Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**


Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit”**.

Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian laporan kerja praktik ini, diantaranya:

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan mengabulkan do'a dan harapan saya setiap harinya hingga proposal ini terselesaikan.
2. Ayah-ibu serta kakak-adik dan keluarga tercinta yang telah memberikan doá, kasih sayang, semangat, dan motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng. dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan dan nasihat yang terbaik dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan semua dosen serta jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. PT. Sriwijaya Palm Oil Indonesia yang telah berbaik hati mengizinkan saya dan rekan-rekan mengambil limbah abu cangkang sawit
6. Rekan-rekan tim tugas akhir, Khikmatur, Dwi, Ervi , dan Yolinda yang telah kebersamai saya dalam suka dan duka selama pengerjaan proposal tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan Teknik Sipil 2016 yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi

kemajuan ilmu pengetahuan penulis yang berkenaan dengan proposal tugas akhir ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, November 2020

Haura Siti Maulida

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii
<i>SUMMARY</i>	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN	xv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xvi
RIWAYAT HIDUP	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton Ringan	5
2.1.1. Beton Agregat Ringan	5
2.1.2. Beton Non Pasir	5
2.1.3. Beton Busa (<i>Foamed Concrete</i>)	6
2.2. Material Penyusun Foamed Concrete	8
2.2.1. Agregat Halus	7
2.2.2. Semen <i>Portland</i>	8
2.2.3. Air	9

2.2.4. <i>Foaming Agent</i>	19
2.2.5. Abu Cangkang sawit.....	10
2.2.6. <i>Superplasticizer</i>	11
2.3. Faktor yang Mempengaruhi <i>Foamed Concrete</i>	11
2.3.1. Rasio Air Binder (W/B)	11
2.3.2. Penggunaan Bahan Tambah Abu Cangkang Sawir	13
2.3.3. Penggunaan <i>Superplasticizer</i>	14
2.3.4. Persentase <i>Foaming Agent</i>	15
2.4. Pengujian Beton Segar	17
2.4.1. Pengujian <i>Slump Flow</i>	17
2.4.2. Pengujian <i>Setting Time</i>	18
2.5. Pengujian Karakteristik <i>Foamed Concrete</i>	19
2.5.1. Massa Jenis Beton.....	19
2.5.2. Kuat Tekan Beton	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Studi Literatur	21
3.2. Alur Penelitian	21
3.3. Material yang Digunakan.....	23
3.4. Peralatan yang Digunakan	26
3.5. Tahapan Pengujian di Laboratorium.....	31
3.5.1. Tahap Persiapan Material	31
3.5.2. Tahap Pengujian Material.....	31
3.5.3. Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i>	32
3.5.4. Tahap Pembuatan Benda Uji	32
3.5.5. Tahap Pengujian Benda Uji.....	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil Pengujian Abu Cangkang Sawit.....	24
4.1.1. Pengujian XRF	41
4.1.2. Pengujian XRD	42
4.2. Hasil Pengujian Beton Segar	43
4.2.1. Pengujian <i>Slump Flow</i>	43

4.2.2. Pengujian <i>Setting Time</i>	44
4.3. Hasil Pengujian Beton Keras	47
4.3.1. Pengujian Massa Jenis Beton.....	47
4.3.2. Pengujian Kuat Tekan Beton	50
4.3.3. Hubungan Kuat Tekan Beton dan Massa Jenis Beton	53
BAB 5 PENUTUP	56
5.1.Kesimpulan	56
5.2.Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Proses pembuatan busa dalam <i>foam generator</i>	6
2.2. Nilai w/c yang optimum pada 0,5	12
2.3. Pori pada <i>foamed concrete</i> dengan nilai w/c berbeda.....	12
2.4. Nilai w/b yang optimum pada 0,45	13
2.5. Pengaruh persentase abu cangkang sawit pada <i>foamed concrete</i>	14
2.6. Pengaruh penggunaan <i>superplasticizer</i> terhadap kuat tekan beton	15
2.7. Hubungan <i>foaming agent</i> terhadap massa jenis <i>foamed concrete</i>	16
2.8. Hubungan <i>foaming agent</i> terhadap kuat tekan <i>foamed concrete</i>	16
2.9. Pengaruh abu cangkang sawit&variasi w/b terhadap <i>slump flow</i> beton....	18
2.10. <i>Vicat Apparatus</i>	18
3.1. Diagram alir penelitian.....	22
3.2. Semen.....	23
3.3. Air	23
3.4. Agregat halus	24
3.5. Abu cangkang sawit.....	24
3.6. <i>Superplasticizer</i>	25
3.7. <i>Foaming agent</i>	25
3.8. <i>Mixer</i>	26
3.9. Gelas ukur	27
3.10. Timbangan	27
3.11. <i>Foam generator</i>	28
3.12. Bekisting	28
3.13. Satu set saringan	29
3.14. Alat uji <i>slump flow</i>	29
3.15. <i>Vicat apparatus</i>	30
3.16. <i>Compression testing machine</i>	30
3.17. Pembuatan mortar	33
3.18. Pembuatan <i>foam</i>	33

3.19. Pencampuran <i>foam</i> dan mortar	34
3.20. Proses pengujian beton segar	35
3.21. Pencetakan benda uji dan curing.....	36
3.22. Pengujian benda uji.....	37
4.1. Hasil Pengujian XRD Abu Cangkang Sawit.....	40
4.2. Perbandingan <i>setting time foamed concrete</i> w/b 0.4 tanpa abu cangkang sawit dengan <i>foamed concrete</i> menggunakan 10% abu cangkang sawit... 43	
4.3. Perbandingan <i>setting time foamed concrete</i> w/b 0.45 tanpa abu cangkang sawit dengan <i>foamed concrete</i> menggunakan 10% abu cangkang sawit... 44	
4.4. Perbandingan <i>setting time foamed concrete</i> w/b 0.5 tanpa abu cangkang sawit dengan <i>foamed concrete</i> menggunakan 10% abu cangkang sawit.....44	
4.5. Hubungan massa jenis beton dengan W/B.....	47
4.6. Hubungan kuat tekan beton dengan W/B	50
4.7. Hubungan kuat tekan dan massa jenis beton tanpa abu cangkang sawit umur 28 hari	53
4.8. Hubungan kuat tekan dan massa jenis beton dengan 10% abu cangkang sawit umur 28 hari	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Batas gradasi agregat halus	7
2.2. Sifat kimia semen	8
2.3. Komposisi utama semen.....	8
2.4. Sifat fisik semen	9
2.5. Sifat fisik <i>palm oil fuel ash</i>	10
2.6. Komposisi kimiawi <i>palm oil fuel ash</i>	11
3.1. <i>Mix design formula</i>	35
4.1. Pengujian XRF Abu Cangkang Sawit.....	38
4.2. Pengujian <i>Slump Flow</i>	40
4.3. Pengujian <i>Setting Time</i>	42
4.4. Pengujian Massa Jenis Beton Umur 7 Hari	45
4.5. Pengujian Massa Jenis Beton Umur 14 Hari	45
4.6. Pengujian Massa Jenis Beton Umur 28 Hari	45
4.7. Rata-rata Hasil Pengujian Massa Jenis Beton.....	46
4.8. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	48
4.9. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	48
4.10. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	49
4.11. Rata-rata Pengujian Kuat Tekan Beton.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran A	63
Lampiran B	66
Lampiran C	71
Lampiran D	71
Lampiran E	74

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI W/B TERHADAP KARAKTERISTIK *FOAMED CONCRETE* DENGAN ABU CANGKANG SAWIT

Karya tulis ini berupa skripsi, Desember 2020

Haura Siti Maulida; dibimbing oleh Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng. dan

Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Xviii + 66 halaman + 20 lampiran

Beton adalah material yang paling banyak digunakan dalam konstruksi. Namun karena bobot beton yang tinggi membuatnya tidak cocok untuk digunakan di daerah rawan gempa. Oleh karena itu, penggunaan beton ringan diharapkan dapat meminimalkan kerusakan akibat gaya gempa. Untuk mengurangi berat beton adalah dengan cara memasukkan pori-pori kedalam pasta semen. Salah satu material yang digunakan untuk menghasilkan pori-pori adalah *foaming agent* sehingga disebut dengan *foamed concrete*. Pada umumnya *foamed concrete* memiliki kuat tekan yang rendah, sehingga membutuhkan bahan tambah pozzolan yang kaya silika untuk meningkatkan kuat tekan beton. Salah satu bahan tambahan yang kaya silika adalah abu cangkang sawit. Selain penggunaan bahan pozzolan, faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan beton adalah rasio air binder (W/B). Oleh karena itu, penelitian ini akan difokuskan pada penggunaan abu cangkang sawit untuk meningkatkan kuat tekan beton dan penggunaan rasio air binder yang optimal. Abu cangkang sawit yang digunakan adalah 10% dari massa semen dan rasio air binder (W/B) yang digunakan adalah 0,40, 0,45, dan 0,50. Didapat kuat tekan tertinggi pada beton umur 7, 14, dan 28 hari yang dihasilkan dari beton dengan w/b 0,40 menggunakan abu cangkang sawit dengan kuat tekan 9.55, 11.85 dan 12.87 MPa sedangkan kuat tekan terendah pada beton umur 7, 14, dan 28 hari dihasilkan dari beton dengan w/b 0,5 tanpa abu cangkang sawit dengan kuat tekan 5.86, 6.24, dan 7.39 MPa.

Kata Kunci: *foamed concrete*, rasio w/b, abu cangkang sawit

SUMMARY

THE EFFECT OF W/B VARIATION ON THE CHARACTERISTICS OF THE FOAMED CONCRETE WITH PALM OIL FUEL ASH

Undergraduate thesis, Desember 2021

Haura Siti Maulida; supervised by Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng. and

Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil and Planning Engineering, Faculty of Engineering, University of Sriwijaya.

xviii + 66 pages + 20 attachments

Concrete is the most used material in the construction. But due to the high weight of concrete that makes is not suitable for used in earthquake-prone areas. Therefore, the use of lightweight concrete which expected to minimize the damage caused by earthquake forces. To reduce the weight of the concrete is incorporate the pores into cement paste. The material used to produce pores is foaming agent, so called foamed concrete. Generally, foamed concrete has low compressive strength, so it requires pozzolanic material which rich of silica that can increase the compressive strength of concrete. One of the additives rich of silica is palm oil fuel ash. Another can affect the strength of concrete is ratio of water to binder (W/B). Therefore, this research will be focused on the use of palm oil fuel ash for increasing compressive strength of concrete and the optimum water binder ratio. Palm oil fuel ash used was 10% of mass cement and the ratio of water to binder (W/B) used was 0.40, 0.45, and 0.50. The highest compressive strength at the age of 7, 14, and 28 days concrete was produced from concrete with a binder water ratio of 0.40 using palm oil fuel ash with a compressive strength of 9.55, 11.85 and 12.87 MPa while the lowest compressive strength at the age of 7, 14, and 28 days was produced from concrete with a binder water ratio of 0.5 without palm oil fuel ash with a compressive strength of 5.86, 6.24, and 7.39 MPa.

Key Words : foamed concrete, water binder ratio (W/B) , palm oil fuel ash (POFA)

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haura Siti Maulida
NIM : 03011281621043
Judul : Pengaruh Variasi W/B Terhadap Karakteristik *Foamed Concrete*
dengan Abu Cangkang Sawit

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Januari 2021



Haura Siti Maulida

PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Pengaruh Variasi W/B Terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit" yang disusun oleh Haura Siti Maulida, 03011281621043 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Desember 2020.

Palembang, Desember 2020

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.
NIP. 195604241990031001
2. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.
NIP. 197705172008012039

()

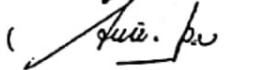
()

Anggota:

3. Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001
4. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001
5. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

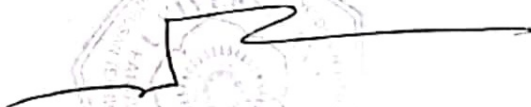
()

()

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan



Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP.196107031991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Haura Siti Maulida

NIM : 03011281621043

Judul : Pengaruh Variasi W/B Terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini, saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Hormat saya,



Haura Siti Maulida

RIWAYAT HIDUP

Nama : Haura Siti Maulida
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Villa Tangerang Indah Blok AB 2 No.2 RT 02 RW 12,
Kelurahan Gebang Raya, Kecamatan Periuk, Kota
Tangerang, Banten
Nomor telp. : +62812-8620-9835
E-mail : hauramaulidaa@gmail.com
Riwayat pendidikan :

Institusi Pendidikan	Jurusan	Masa Studi
SD Negeri Ahmad Yani	-	2004-2010
SMP Negeri 1 Kota Tangerang	-	2010-2013
SMA Negeri 7 Kota Tangerang	IPA	2013-2016
Universitas Sriwijaya	Teknik Sipil dan Perencanaan	2016-2021

Hormat saya,



Haura Siti Maulida

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton merupakan material yang paling sering digunakan. Hal ini dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan dibandingkan material lainnya seperti harga yang relatif murah karena material penyusun yang mudah didapat, memiliki kuat tekan yang tinggi sehingga ketika dikombinasikan dengan tulangan baja yang kuat tariknya tinggi dapat menghasilkan kesatuan struktur yang baik. Namun, beton memiliki kekurangan seperti beratnya yang cukup tinggi yaitu 2200-2400 kg/m³ (Gou, 2014). Dikarenakan memiliki berat yang tinggi, beton ini kurang direkomendasikan untuk digunakan didaerah rawan gempa.

Hal ini disebabkan karena bangunan yang menggunakan beton normal akan memberikan dampak kerusakan yang besar dikarenakan besarnya gaya gempa yang diterima suatu bangunan bergantung pada besarnya percepatan gempa dan berat total dari bangunan itu sendiri. Oleh karena itu penggunaan beton ringan yang memiliki bobot lebih ringan daripada beton normal diharapkan dapat meminimalisir kerusakan yang diakibatkan oleh gaya gempa.

Beton ringan merupakan beton yang memiliki berat kurang dari beton normal dimana beton ringan memiliki berat antara 500 kg/m³ – 1900 kg/m³ (Gou, 2014). Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi berat beton tersebut adalah dengan menyisipkan pori-pori udara dalam perkerasan pasta semen atau mortar. Pori-pori tersebut bisa dihasilkan oleh gas atau udara. Bahan yang digunakan untuk menghasilkan pori-pori dalam hal ini adalah *foaming agent*, maka dari itu beton yang dihasilkan dari percampuran ini dinamakan *foam concrete* atau beton busa (Jalal, 2017).

Karena sifatnya yang ringan, beton busa memiliki kelebihan seperti pengerjaannya yang cepat dan mudah sehingga dapat meminimalisir biaya, durabilitas yang baik, penyerapan suara yang baik dan dapat mengurangi kerusakan akibat gempa (Karthikeyan, dkk., 2015).

Foamed concrete atau beton busa diproduksi dengan menambahkan campuran busa (*foam agent*) kedalam campuran dasar beton. *Foaming agent* dicampurkan dengan air untuk menghasilkan busa. Campuran pasta semen akan mengikat disekeliling partikel busa tersebut pada saat campuran akan mengeras, dimana akibat dari proses ini menyebabkan kuat tekan beton dan berat isi beton berkurang. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kuat tekan beton perlu ditambahkan bahan tambah pozzolan yang kaya akan silica.

Bahan tambah pozzolan yang digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton pada penelitian ini adalah abu cangkang sawit. Penggunaan dari abu cangkang sawit bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan beton serta untuk memanfaatkan limbah dari pembakaran industri kelapa sawit. Menurut Tangchirapat (2007), abu cangkang sawit merupakan salah satu limbah yang komposisinya kaya akan silica sehingga berpotensi tinggi untuk digunakan sebagai pengganti semen. Selain penggunaan dari abu cangkang sawit yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton, faktor lain yang berpengaruh dalam kekuatan beton adalah *water binder ratio* (w/b) yang digunakan dalam campuran beton.

Water binder ratio adalah perbandingan jumlah air dengan bahan pengikat yang bisa berupa semen ataupun bahan tambah pozzolan yang digunakan dalam campuran beton. Dimana semakin tinggi nilai w/b yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan semakin kecil, dan begitu juga sebaliknya. Semakin rendah nilai w/b yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar. Namun apabila w/b yang digunakan terlalu kecil, kuat tekan beton yang dihasilkan akan menurun karena apabila w/b yang digunakan terlalu kecil akan menyebabkan *workability* beton semakin rendah dimana beton semakin susah untuk pengerjaannya yang menyebabkan binder tidak mampu mengikat permukaan agregat dan juga akan sulit dilakukan pemadatan sehingga beton memiliki banyak rongga yang membuat kuat tekannya menurun. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Urmila (2017), mengenai *foamed concrete* dengan variasi nilai w/b dari 0,425 – 0,5 menunjukkan bahwa nilai w/b yang optimum adalah 0,45 karena memiliki kuat tekan yang terbesar. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk menganalisis bagaimana pengaruh nilai w/b sehingga akan didapatkan nilai w/b

yang optimum dari campuran tersebut dimana beton tetap memiliki kemudahan untuk pengerjaan namun dapat menghasilkan kuat tekan yang besar.

Oleh karena itu berdasarkan uraian diatas maka dilakukanlah penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit” adalah:

1. Bagaimana pengaruh dari variasi w/b terhadap karakteristik *foamed concrete*?
2. Bagaimana pengaruh dari penggunaan abu cangkang sawit sebagai substitusi parsial semen terhadap karakteristik *foamed concrete*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka tujuan dari penelitian “Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit” adalah:

1. Menganalisis pengaruh dari variasi w/b yang digunakan dalam campuran terhadap karakteristik *foamed concrete*.
2. Menganalisis pengaruh dari penggunaan abu cangkang sawit sebagai substitusi parsial semen terhadap karakteristik *foamed concrete*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berikut ini yang menjadi batasan dalam pembahasan dalam judul “Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Foamed Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit” adalah sebagai berikut:

1. Semen yang dipakai adalah semen Baturaja.
2. Ukuran benda uji silinder 10 x 20 cm.
3. Pengujian material agregat halus dilakukan berdasarkan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*). Adapun standar ASTM yang

digunakan adalah ASTM C 136 untuk pengujian analisa saringan, ASTM C 128 untuk berat jenis dan penyerapan air, ASTM C 29 untuk berat volume, ASTM C 566 untuk pengujian kadar air, dan ASTM D 2419 untuk kadar lumpur.

4. *Foaming agent* yang digunakan adalah *synthetic foaming agent*.
5. Perbandingan antara *foaming agent*:air yang digunakan adalah 1:30.
6. Metode pencampuran *foam concrete* yang digunakan adalah *pre-foamed concrete*.
7. Abu cangkang sawit berasal dari PT. Sriwijaya Palm Oil Indonesia.
8. Persentase abu cangkang sawit 10% dari massa semen.
9. Variasi w/b yang digunakan adalah 0,40 ; 0,45 ; dan 0,50.
10. Curing dilakukan dengan cara *wet covering* yaitu melapisi permukaan beton menggunakan pelapis yang basah dimana dalam penelitian ini digunakan karung goni basah.
11. Perhitungan *mix design* formula menggunakan standard ACI 523.3R dan penelitian terdahulu.
12. Karakteristik *fresh concrete* yang diuji adalah *slump flow* dan *setting time*.
13. Karakteristik *hardened concrete* yang diuji adalah massa jenis beton dan kuat tekan beton serta dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 523.3R. 2014. *Guide for Cellular Concretes above 50 lb/ft³ (800 kg/m³)*. USA: American Concrete Institute.
- ASTM C 29. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials
- ASTM C 33. 2003. *Standard Specification for Concrete Aggregate*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 39. 2005. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 128. 2015. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. Annual Books Of Astm Standard. Usa: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 136. 2019. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. Annual Books Of Astm Standard. Usa: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 143. 2012. *Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 150. 2003. *Standard Specification for Portland Cement*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 191. 2019. *Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM C 566. 2019. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials

- ASTM C 618. 2012. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- ASTM D 2419. 2014. *Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate*. Annual Books of ASTM Standard. USA: Association Of Standard Testing Materials.
- Arminda, Wenny dan Hanizam. 2017. *Preliminary Study On The Effect Of The Inclusion Of Palm Oil Fuel Ash (POFA) In Foamed Concrete On Compressive Strength And Porosity*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol 12, No 16.
- Awala, A.S.M. Abdul dan M. Warid Hussin. 2011. *Effect Of Palm Oil Fuel Ash In Controlling Heat Of Hydration Of Concrete*. The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. Pp 2650–2657.
- Awang, H., dkk. 2014. *Utilisation of Oil Palm Ash in Foamed Concrete*. MATEC Web of Conferences, vol. 15.
- Awang, H. dan M.Z. Al-Mulali. 2016. *Strength of Sieved Only Oil Palm Ash Foamed Concrete*. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 8, No. 5.
- Bindiganavile, V. dan M. Hoseini. 2008. *Foamed Concrete*. Developments In The Formulation And Reinforcement Of Concrete. Inggris: Woodhead Publishing.
- Gou, Zhenhai. 2014. *Principles of Reinforced Concrete*. China: Elsevier.
- Idris, Muhammad Hariz Mohamed. dkk. 2016. *Effect of Palm Oil Fuel Ash as Partial Cement Replacement on Strength of Foamed Palm Oil Clinker Concrete*. The National Conference for Postgraduate Research, Pp 115-119.
- Jalal, M. D., dkk. 2017. *Foam Concrete*. International Journal of Civil Engineering Research. Vol. 08, No. 01, Pp 1-14.
- Jamo, Hassan Usman dan Abdu. 2015. *Characterization Of A Treated Palm Oil Fuel Ash*. Science World Journal. Vol 10, No 1.

- Jing, Michael Liu Yong. 2013. *Microstructure Mechanical and Thermal Characteristics of Foamed Geopolymer Concrete Using Fly Ash and Palm Oil Fuel Ash*. Disertation.
- Karthikeyan, B., dkk. 2015. *Mechanical Properties Of Foam Concrete*. International Journal Of Earth Science And Engineer, Vol. 08, No. 02, Pp 115-119.
- Liu, Zhongwei. dkk. 2016. *Effect of Water-Cement Ration on Pore Structure and Strength of Foam Concrete*. Civil Engineer Research Journal, Vol. 4, Issue 3, Pp 001-007.
- Mehmannavaz, Taha. dkk. 2014. *Binary Effect of Fly Ash and Palm Oil Fuel Ash on Heat of Hydration Aerated Concrete*. Hindawi Publishing Corporation. Scientific World Journal.
- Mohammadhosseini, Hossein dan Md Mahmood Tahir. 2018. *Production Of Sustainable Fibre-Reinforced Concrete Incorporating Waste Chopped Metallic Film Fibres And Palm Oil Fuel Ash*. Institute for Smart Infrastructure and Innovative Construction (ISIIC), Construction Research Centre (CRC) vol 43, no 156.
- Muthusamy, Khairunisa. dkk. 2015. *Effect Of Mixing Ingredient On Compressive Strength Of Oil Palm Shell Lightweight Aggregate Concrete Containing Palm Oil Fuel Ash*. The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5). Vol 125, Pp 804-810.
- Neville, A.M. 2011. *Properties of Concrete, 5th edition*. Inggris: Pearson Education Limited.
- Ramamurthy, K dan E.K. Kunhandan Nambiar. 2009. *A Classification of Studies on Properties of Foam Concrete*. Cement and concrete composites, Vol. 31, Issue 6, Pp 388-396.
- Tangchirapat, Weerachart. dkk. 2007. *Use Of Waste Ash From Palm Oil Industry In Concrete*. Waste Management. Vol 27 , Pp 81–88.
- Thakrele, Maheshkumar H. 2014. *Experimental Study On Foam Concrete*. International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development , Vol. 4, Issue 1, Pp 145-158.

Thomas, Blessen Skariah. dkk. 2017. *Sustainable Concrete Containing Palm Oil Fuel Ash As A Supplementary Cementitious Material*. Renewable and Sustainable Energy Reviews . Vol 80, Pp 550–561.

Tjokrodimuljo, Kardiyono 2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.