

TUGAS AKHIR

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



**ERVI TRI ROMAYNI NURAZIZAH
03011281621070**

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

TUGAS AKHIR

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

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



ERVI TRI ROMAYNI NURAZIZAH

03011281621070

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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

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

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

ERVI TRI ROMAYNI NURAZIZAH

03011281621070

Palembang, Januari 2021

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing II,



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

NIP. 197705172008012039

Dosen Pembimbing I,

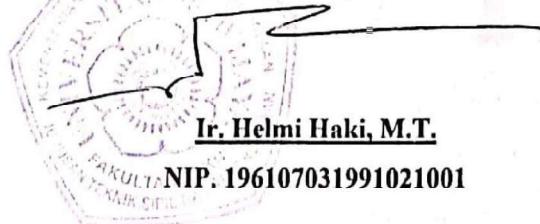


H. Sutanto Muliawan, M.Eng.

NIP. 195604241990031001

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 *Self Compacting Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit”**.

Penulis menyadari akan keterbatasan waktu pengerjaan dan kemampuan pengetahuan. Oleh karena itu, laporan ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ayah, Ibu, kak Ricky, ayuk Indah serta adik Sara yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, semangat dan bantuan selama ini.
2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. Sutanto Muliawan. M.Eng. dan Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, ST,MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis selama menyusun laporan ini.
4. Ibu Debby Yulinar Permata, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Seluruh Dosen Teknik Sipil serta jajaran pegawai Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian ini: Keken, Dwi, Haura dan Oci.
7. Teman- teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2016 terkhusus BINGO

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan penulis yang berkenaan dengan laporan tugas akhir.

Indralaya, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
HALAMAN <i>SUMMARY</i>	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xiv
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penulisan.....	2
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	5
2.3 Material Penyusun <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	6
2.3.1 Semen <i>Portland</i>	6
2.3.2 Air	8
2.3.3 Agregat Halus.....	8
2.3.4 Agregat Kasar.....	9
2.3.5 Bahan Tambah (<i>Admixture</i>).....	9
2.4 <i>Water Cement Ratio (w/b)</i>	11
2.5 Karakteristik <i>Self Compacting Concrete</i>	12
2.6 Prosedur Pengujian Pada Beton Segar.....	13
2.6.1 Pengujian <i>Slum Flow</i>	13
2.6.2 Pengujian <i>V-funnel</i>	14
2.6.3 Pengujian <i>L-box</i>	15

2.7	Metode Perawatan (<i>curing</i>)	16
2.8	Kuat Tekan	17
2.9	Massa Jenis	18
BAB 3 Metodologi Penelitian		19
3.1	Gambaran Umum	19
3.2	Studi Literatur	19
3.3	Alur Penelitian	19
3.4	Material Penyusun SCC	21
3.6	Tahapan Pengujian	28
3.6.1	Tahap I	28
3.6.2	Tahap II	29
3.6.3	Tahap III	30
3.6.4	Tahap IV	31
3.6.5	Tahap V	34
BAB IV Hasil dan Pembahasan		36
4.1	Hasil Pemeriksaan Abu Cangkang Sawit (ACS)	36
4.1.1	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	36
4.1.2	<i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	37
4.2	Pengujian Beton Segar	37
4.2.1	Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	38
4.2.2	Hasil Pengujian <i>V-Funnel</i>	39
4.2.3	Hasil Pengujian <i>L-Box</i>	41
4.3	Massa Jenis	42
4.4	Pengujian Kuat Tekan	46
4.5	Hubungan Kuat Tekan dengan Massa Jenis	49
BAB V Kesimpulan dan Saran		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kuat tekan beton pada umur 28 hari	5
2.2 <i>Baseplate</i>	14
2.3 <i>V-funnel</i>	15
2.4 <i>L-box</i>	16
3.1 Diagram alir metodologi penelitian	20
3.2 Semen baturaja	21
3.3 Air	21
3.4 Agregat halus	22
3.5 Agregat kasar	22
3.6 <i>Superplasticizer</i>	23
3.7 Abu cangkang sawit.....	23
3.8 Timbangan.....	24
3.9 Saringan.....	24
3.10 Gelas Ukur	25
3.11 <i>Mixer</i>	25
3.12 Alat uji <i>slump flow</i>	26
3.13 Alat uji <i>L-box</i>	26
3.14 Alat uji <i>V-funnel</i>	27
3.15 Bekisting	27
3.16 Alat uji kuat tekan	28
3.17 Proses persiapan abu cangkang sawit	29
3.18 Proses pencampuran material beton	31
3.19 Proses pengujian <i>slump flow</i>	32
3.20 Proses pengujian <i>V-funnel</i>	32
3.21 Proses pengujian <i>L-box</i>	33
3.22 Proses pencetakan beton ke dalam bekisting	33
3.23 Proses <i>curing</i> beton	34
3.24 Proses penimbangan benda uji	34
3.25 Proses pengujian kuat tekan	35
4.1 Hasil Pengujian XRD ACS	36

4.2	Pengaruh variasi w/b terhadap nilai <i>slump flow</i>	39
4.3	Pengaruh w/b terhadap waktu <i>v-funnel</i>	40
4.4	Pengaruh w/b terhadap nilai H2/H1 (<i>L-Box</i>) pada beton SCC ACS 0% dan beton SCC ACS 10%.....	41
4.5	Pengaruh ACS terhadap massa jenis pada beton SCC.....	44
4.6	Pengaruh w/b terhadap massa jenis pada beton SCC ACS 0%	45
4.7	Pengaruh w/b terhadap massa jenis pada beton SCC ACS 10%	45
4.8	Pengaruh w/b terhadap kuat tekan beton pada variasi ACS 0%	47
4.9	Pengaruh w/b terhadap kuat tekan beton pada variasi ACS 10%	48
4.10	Pengaruh ACS terhadap kuat tekan beton SCC	49
4.11	Analisa regresi antara kuat dengan massa jenis beton SCC ACS 0% umur 7 hari	50
4.12	Analisa regresi antara kuat dengan massa jenis beton SCC ACS 0% umur 14 hari	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi kimia dari semen dan abu cangkang sawit	4
2.2 Sifat struktural <i>Self Compacting Concrete</i>	6
2.3 Batasan maksimum kandungan zat kimia dalam air campuran	8
2.4 Gradasi ukuran saringan agregat halus	9
2.5 Sifat fisik dari abu cangkang sawit dan semen	10
2.6 Hubungan w/b dengan kuat tekan beton umur 28 hari	11
2.7 Klasifikasi <i>slump flow</i>	12
2.8 Klasifikasi <i>passing ability (L-box)</i>	12
2.9 Klasifikasi <i>viscosity</i>	13
2.10 Klasifikasi <i>segregation resistance</i>	13
3.1 Desain campuran <i>self compacting concrete</i>	30
4.1 Hasil pengujian XRF	37
4.2 Hasil pengujian <i>slump flow</i>	38
4.3 Hasil pengujian <i>V-funnel</i>	40
4.4 Hasil pengujian <i>L-box</i>	41
4.5 Hasil perhitungan massa jenis seluruh sampel beton SCC	42
4.6 Rekapitulasi massa jenis beton SCC ACS 0% dan beton SCC ACS 10% ..	43
4.7 Hasil uji kuat tekan	46
4.8 Rekapitulasi kuat tekan beton SCC	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Lampiran A (Pengujian Agregat)
2. Lampiran B (Pengujian Abu Cangkang Sawit)
3. Lampiran C (Perhitungan Mix Design)
4. Lampiran D (Brosur *Superplasticizer*)
5. Lampiran E (ACI 211)
6. Lampiran F (Dokumentasi Penelitian)
7. Lampiran G (Lembar Asistensi)
8. Lampiran H (Lembar Berita Acara)

HALAMAN RINGKASAN

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

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 22 Desember 2020

Ervy Tri Romayni Nurazizah; Dibimbing oleh Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng. dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Xvi + 55 halaman + 41 Gambar + 19 tabel + 8 lampiran

Dalam hal ini dilakukan penelitian mengenai pengaruh w/b terhadap beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan abu cangkang sawit. Variasi w/b yang digunakan pada campuran beton SCC adalah 0,325, 0,350, dan 0,375. Sedangkan abu cangkang sawit yang digunakan sebanyak 10% dari total semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi w/b dan penggunaan abu cangkang sawit mempengaruhi *workability* beton dilihat dari pengujian beton segar berupa *slump flow*, *V-funnel* dan *L-box* yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai w/b maka diameter *slump* semakin besar, waktu uji *V-funnel* semakin singkat dan *ratio* H2/H1 semakin besar. Sedangkan pengaruh abu cangkang sawit pada campuran beton SCC yaitu menjadi lebih kental karena butiran abu cangkang sawit yang halus dan menyebabkan penyerapan air yang lebih banyak sehingga hasil pengujian *slump flow* dan *ratio* H2/H1 akan lebih kecil dibanding beton SCC tanpa abu cangkang sawit sedangkan untuk pengujian *V-funnel* akan lebih lama. Selain itu w/b juga mempengaruhi kuat tekan dan massa jenis beton, semakin kecil nilai w/b maka semakin tinggi kuat tekan dan semakin besar massa jenis beton. Penggunaan abu cangkang sawit sebagai pengganti sebagian semen juga mempengaruhi kuat tekan dan massa jenis yang dihasilkan. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh saat beton SCC menggunakan abu cangkang sawit pada w/b 0.325 sebesar 36.78 MPa pada umur 28 hari tetapi massa jenis mengalami penurunan saat menggunakan abu cangkang sawit.

Kata Kunci: *Self Compacting Concrete*, W/B, Abu Cangkang Sawit, Kuat Tekan

SUMMARY

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

Scientific papers in the form of Final Projects, 22 December 2020

Ervi Tri Romayni ; Guided by Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng. dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvi + 55 pages, 41 images, 19 tables, 8 attachments

The study was conducted on the effect of w/b on SCC concrete with palm oil fuel ash (POFA). Variations of W/B used in the compositions of SCC were 0.325, 0.350, and 0.375. Meanwhile, the POFA used is 10% of cement total. The results showed that the variation of w/b and the use of POFA affected the workability of the concrete, that could be seen from the test of fresh concrete in the form of slump flow, V-funnel, and L-box, which showed that the higher the value of W/B, the greater the slump diameter, Test time of the funnel was got shorter and the H2/H1 ratio was got bigger. Meanwhile, the effect of POFA on the compositions of SCC was that became thicker due to the fine grains of POFA and caused more water absorption so that the results of the slump flow test and the ratio of H2/H1 could be smaller than SCC without POFA and the V-funnel could take longer. In addition, w/b also affected the compressive strength and density of concrete, the smaller the value of w/b, the higher the compressive strength, and the greater the density of the concrete. The use of POFA as a partial substitute for cement also affected the compressive strength and density produced. The highest compressive strength value was obtained when the SCC concrete used POFA at w/b 0.325 of 36.78 MPa at the age of 28 days but the density decreased when used POFA.

Keywords: Self Compacting Concrete, W/B, POFA, Compressive Strength

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervi Tri Romayni Nurazizah

NIM : 03011281621070

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Self Compacting 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 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.



Palembang, Januari 2021



Ervi Tri Romayni Nurazizah

NIM.03011281621070

PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Self Compacting Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit" yang disusun oleh Erel Tri Romayni Nurazizah, 03011281621070 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:

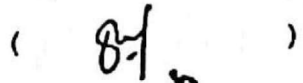
1. Ir. Sutanto Muliawan, M.ENG.
NIP. 195604241990031001
2. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.
NIP. 197705172008012039

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 di bawah ini:

Nama : Ervi Tri Romayni Nurazizah

NIM : 03011281621070

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi W/B terhadap Karakteristik *Self Compacting Concrete* dengan Abu Cangkang Sawit

Memberikan izin kepada dosen pembimbing saya dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya tulis ini, maka saya setuju menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, Januari 2021



Ervi Tri Romayni Nurazizah

NIM. 03011281621070

RIWAYAT HIDUP

Nama : Ervi Tri Romayni Nurazizah
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Dusun III RT 003 Desa Rantau Durian 1, Kecamatan
Lempuing Jaya, Ogan Komering Ilir
Nomor telp. : +62821-7690-0631
E-mail : ervitriromayni12@gmail.com
Riwayat pendidikan :

Institusi Pendidikan	Jurusan	Masa Studi
SD Negeri 2 Rantau Durian 1	-	2004-2010
SMP Negeri 1 Lempuing Jaya	-	2010-2013
SMA Negeri 3 Kayuagung	IPA	2013-2016
Universitas Sriwijaya	Teknik Sipil dan Perencanaan	2016-2021

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya.

Hormat saya,



Ervi Tri Romayni Nurazizah

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, bentuk dan kerumitan suatu konstruksi bangunan semakin beraneka ragam dan tentu membutuhkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi serta memiliki kemampuan *flowability* untuk memudahkan proses pekerjaan. Maka untuk memenuhi kebutuhan tersebut, salah satu inovasi beton yang dapat digunakan adalah *self compacting concrete*. *Self compacting concrete* adalah beton yang dapat mengalir dan memadat sendiri dengan berat sendirinya sesuai bentuk bekisting atau cetakan tanpa bantuan alat penggetar berupa *vibrator*. *Self compacting concrete* memiliki kemampuan *filling ability* yaitu dapat mengisi celah-celah tulangan tanpa terjadinya segregasi serta kemampuan lolos yaitu *passing ability*. Kelebihan *self compacting concrete* tersebut dapat terjadi karena komposisi campuran yang berbeda dari beton konvensional. Ukuran agregat pada *self compacting concrete* cenderung lebih kecil, penggunaan semen yang lebih banyak dan nilai w/b yang lebih rendah dibanding beton konvensional. Selain itu juga diberikan bahan tambahan kimia berupa *superplasticizer* untuk meningkatkan *workability* beton tanpa mempengaruhi nilai w/b agar menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Saat ini banyak upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kuat tekan beton, seperti memanfaatkan limbah dari hasil pembakaran yang mempunyai kandungan silika tinggi sebagai bahan pengganti sebagian semen. Salah satu bahan tersebut adalah abu cangkang sawit. Abu cangkang sawit diperoleh dari proses pembakaran cangkang sawit pada boiler untuk menghasilkan uap pada industri kelapa sawit. Diketahui bahwa abu cangkang sawit merupakan pozzolan reaktif dan memiliki potensi tinggi untuk dijadikan sebagai bahan pengganti semen dalam beton (Tangchirapat, dkk. 2010). Selain itu juga berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alsubari, dkk. (2014) kandungan silika pada abu cangkang sawit sebesar 59,17% dan kandungan silika pada semen 17,60 %, dengan kandungan silika yang lebih tinggi dibanding semen diharapkan abu cangkang sawit tidak hanya berguna

sebagai pengganti semen saja tetapi juga dapat meningkatkan kuat tekan dari beton yang dihasilkan.

Salah satu faktor yang juga mempengaruhi kuat tekan beton adalah *water binder ratio* atau w/b yang merupakan perbandingan jumlah air terhadap campuran *binder* yang digunakan. Penggunaan w/b yang rendah dapat meningkatkan kuat tekan beton yang dihasilkan tetapi penggunaan w/b yang terlalu rendah juga akan berdampak pada *workability* beton dan mempengaruhi kuat tekan beton tersebut. Sebaliknya jika w/b tinggi maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan menurun karena dapat terjadi *bleeding* yang diakibatkan dari jumlah air yang terlalu banyak. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi w/b terhadap karakteristik *self compacting concrete* dengan abu cangkang sawit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi w/b terhadap karakteristik *self compacting concrete*?
2. Bagaimana pengaruh abu cangkang sawit terhadap karakteristik *self compacting concrete*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memahami pengaruh variasi w/b terhadap karakteristik *self compacting concrete*.
2. Memahami pengaruh abu cangkang sawit terhadap karakteristik *self compacting concrete*.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup pada penelitian pengaruh w/b terhadap karakteristik *self compacting concrete* dengan abu cangkang sawit adalah:

1. Abu cangkang sawit diperoleh dari PT. Sriwijaya Palm Oil Indonesia.
2. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Baturaja.
3. Variasi w/b pada penelitian ini adalah 0,325, 0,350, 0,375
4. Persentase abu cangkang sawit yang digunakan sebanyak 10% terhadap total semen.
5. *Superplasticizer* yang digunakan adalah BASF *Master Glenium SKY 8614*.
6. Pengujian beton segar yang dilakukan berupa *V-funnel test*, *slump flow test*, dan *L-box test*.
7. Ukuran bekisting yang digunakan adalah berbentuk silinder 10 cm x 20 cm.
8. Perawatan benda uji menggunakan karung goni basah sebagai penutup benda uji.
9. Pengujian material berupa Analisa saringan (ASTM C136), berat volume (ASTM C 29), berat jenis SSD dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus (ASTM C 127 dan ASTM 128), kandungan air (ASTM C 566) dan kadar lumpur (ASTM D2419)
10. Sifat karakteristik SCC yang diuji pada penelitian ini adalah kemampuan *passing ability*, *flowability*, *filling ability*, *viscosity*, kuat tekan beton dan massa jenis beton.
11. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7, 14 dan 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsubari, Belal. Shafigh, Payam. dan Jumaat, Mohd Zamin, 2014. *Palm Oil Fuel Ash as a Partial Cement Replacement for Producing Durable Self-Consolidating High-Strength Concrete*. Arab J Sci Eng DOI 10.1007/s13369-014-1381-3.
- ASTM C 150, 2012. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 1602, 2018. *Standard Performance Specification for Hydraulic Cement*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 494, 2019. *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- Druta, Cristian. 2003. “*Tensile Strength and Bonding Characteristic of Self-Compacting Concrete*”. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in Partial Fulfillment of the Requirements for the degree of Master. Engineering Science.
- Dubey, Rahul dan Pardeep Kumar, 2012. *Effect of Superplasticizer Dosage on Compressive Strength of Self Compacting Concrete*. International Journal of Civil and Structural Engineering. Volume 3 (2).
- EFNARC, 2005. *The European Guideline for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*. European: The European Guidelines for Self-Compacting Concrete.
- Iffat, Shohana. 2015. *Relation Between Density and Compressive Strength of Hardened Concrete*. Department of Civil Engineering Bangladesh University of Engineering & Technology. Volume 6 (4).
- Ismail, Mohamed A. Dkk. 2010. *Effect of POFA Fineness on Durability of High Strength Concrete*. Indian Concrete Journal.
- Mohammadhosseini, Hossein. Awal, A S M Abdul. dan Ehsan, Abdul Haq, 2015. *Influence of Palm Oil Fuel Ash on Fresh and Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete*. Journal. Volume 40 part 6.

- Nawy, Edward G. 2009. *Reinforced Concrete a Fundamental Approach* (six edition), Pretince-Hall International, New Jersey.
- Ofuyatan, Tokunbo. Olutoge, Festus. dan Olowofoyeku, Adeoye, 2015. *Dutability Properties of Palm Oil Fuel Ash Self Compacting Concrete. Engineering, Technology & Applied Science Research*. Volume 5, No 1.
- Okamura, H. dan Ouchi, M, 2003. *Self-Compacting Concrete. Journal of Advance Concrete Technology*. Volume 1-1 dan 5-15.
- Safiuddin, Md. Isa, Mohd H, Md. Dan Jumaat, Mohd Z, 2011. *Fresh Properties of Self-Consolidating Concrete Incorporating Palm Oil Fuel Ash as a Supplementary Cementing Material*. Journal. 38(3): 389-404.
- Salem, Mohammed Abas Abdela. dan Pandey, R.K. 2015. *Effect of Cement Water Ratio on Compressive Strength and Density of Concrete*. International Journal of Engineering Reasearch & Technology. Volume 4.
- Thangchirapat, Weerachart. dan Jaturapitakkul, Chai, 2010. *Strength, Drying Shrinkage, and Water Permeability of Concrete Incorporating Ground Palm Oil Fuel Ash*. Journal Cement & Concrete Composites 32: 767-774.