

SKRIPSI
PENGARUH PERSENTASE FOAM DAN FLY ASH
TERHADAP MIKROSTRUKTUR
FOAMED CONCRETE



RAHDA AGUSTI P L
03011281320002

JURIS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURABAYA

691.307

Kad
P

2017

103064

2.

SKRIPSI

**PENGARUH PERSENTASE *FOAM* DAN *FLY ASH*
TERHADAP MIKROSTRUKTUR
*FOAMED CONCRETE***



**RAHDA AGUSTI P L
03011281320002**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PERSENTASE *FOAM* DAN *FLY ASH* TERHADAP MIKROSTRUKTUR *FOAMED CONCRETE*

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

RAHDA AGUSTI P L
03011281320002

Palembang, September 2017

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031020

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,**



Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Pengaruh Persentase *Foam* dan *Fly Ash* terhadap Mikrostruktur *Foamed Concrete*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 september 2017.

Indralaya, September 2017

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**
NIP. 19560314 198503 1 020
2. **Dr. Saloma, S.T., M.T.**
NIP. 19761031 200212 2 001

()
()

Anggota :

3. **Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.**
NIP. 195812111987031002
4. **Ir. Helmi Hakki, M.T.**
NIP. 196107031991021001
5. **Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S.**
NIP. 195402241985031001
6. **Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng**
NIP. 195604241990031001
7. **Yulia Hastuti, S.T., M.T.**
NIP. 197807142006042002
8. **Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.**
NIP. 198001042003122005

()
()
()
()
()
()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil


Ir. Helmi Hakki, M.T.
NIP. 19610703 199102 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahda Agusti P L

NIM : 03011281320002

Judul : Pengaruh Persentase *Foam* dan *Fly Ash* terhadap Mikrostruktur *Foamed Concrete*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi 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.



Indralaya, September 2017

Yang membuat pernyataan,



Rahda Agusti P L

NIM. 03011281320002

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahda Agusti P L

NIM : 03011281320002

Judul : Pengaruh Persentase *Foam* dan *Fly Ash* terhadap Mikrostruktur *Foamed Concrete*

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

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

Indralaya, September 2017

Yang membuat pernyataan,



Rahda Agusti P L

NIM. 03011281320002

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan hasil yang baik. Penulis merasa sangat terbantu pada saat penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Alamsyah dan Ibu Siti Aisyah sebagai orang tua serta Veren Teresia dan Mikel Adam sebagai saudara penulis karena telah memberi semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S., selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S., dan Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
6. PT. Semen Baturaja untuk izin penggunaan laboratorium sebagai tempat penelitian.
7. Serta teman dari Teknik Sipil 2013, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut andil dalam membantu penulis untuk menyelesaikan laporan ini.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa laporan tugas akhir yang telah dibuat ini jauh dari kata sempurna, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan. Semoga laporan tugas akhir yang telah dibuat ini dapat menjadi manfaat bagi pembaca.

Palembang, September 2017



Rahda Agusti P L

RINGKASAN

PENGARUH PERSENTASE *FOAM* DAN *FLY ASH* TERHADAP MIKROSTRUKTUR *FOAMED CONCRETE*

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, September 2017

Rahda Agusti P L; Dibimbing oleh Hanafiah dan Saloma

xx + 79 halaman, 63 gambar, 25 tabel, 2 persamaan, 1 lampiran

Beton ringan (*light-weight concrete*) adalah salah satu inovasi teknologi beton yang telah banyak diteliti, karena memiliki berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. *Foamed concrete* juga termasuk kategori dari beton ringan, karena berat jenis dari *foamed concrete* memiliki *range* antara 300 - 1.850 kg/m³ (Thakrele, 2014). Penelitian ini memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai bahan substitusi semen. Dalam menentukan komposisi campuran *foamed concrete* dilakukan *trial mix* untuk mendapatkan komposisi material yang digunakan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh persentase *foam* dan penggunaan *fly ash* terhadap mikrostruktur *foamed concrete*. Persentase *foam* yang digunakan adalah 30%, 40%, 50%, dan 60% terhadap volume campuran, sedangkan persentase substitusi *fly ash* yang digunakan adalah 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat semen. Penggunaan *fly ash* diharapkan dapat mempercepat reaksi hidrasi sekunder untuk pembentukan CSH baru. Metodologi pelaksanaan yang digunakan adalah metodologi eksperimental yang pembuatan dan pengujiannya sesuai dengan ASTM dan ACI. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian beton segar, berat jenis dan kuat tekan beton umur 28 hari, serta pengujian SEM. Pengujian beton segar meliputi pengujian *slump flow* dan *setting time*. Penelitian yang dilakukan menunjukkan nilai *slump flow* menurun seiring bertambahnya persentase *foam* dan meningkat seiring bertambahnya substitusi *fly ash*. Nilai *slump flow* maksimum terdapat pada campuran 30V-20FA sebesar 69,50 cm dan nilai *slump flow* minimum terdapat pada campuran 60V-0FA sebesar 50,00 cm. Hasil pengujian *setting time* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya persentase *foam* dan substitusi *fly ash*. *Setting time* maksimum terdapat pada campuran 50V-20FA, yaitu 790 menit dan *setting time* minimum terdapat pada campuran 30V-0FA, yaitu 600 menit. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder 10 cm x 20 cm untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan beton. Persentase *foam* 30% dengan substitusi *fly ash* 10% menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari paling optimal, yaitu 8,57 MPa dengan berat jenis 1.455 kg/m³ dan menghasilkan diameter *bubble* paling kecil, serta mikrostruktur paling padat.

Kata kunci: *Foamed concrete*, *fly ash*, mikrostruktur.

PENGARUH PERSENTASE *FOAM* DAN *FLY ASH* TERHADAP MIKROSTRUKTUR *FOAMED CONCRETE*

Rahda^{1*}, Hanafiah², Saloma³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
JL. Sriwijaya Negara Kampus Palembang
E-mail: rahda_agusti@yahoo.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
JL. Sriwijaya Negara Kampus Palembang

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
JL. Sriwijaya Negara Kampus Palembang

Abstrak

Beton ringan (*light-weight concrete*) adalah salah satu inovasi teknologi beton yang telah banyak diteliti, karena memiliki berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. *Foamed concrete* juga termasuk kategori beton ringan, karena berat jenis *foamed concrete* memiliki *range* antara 300 - 1.850 kg/m³. Penelitian ini memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai bahan substitusi semen. Dalam menentukan komposisi campuran *foamed concrete* dilakukan *trial mix* untuk mendapatkan komposisi material yang digunakan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh persentase *foam* dan penggunaan *fly ash* terhadap mikrostruktur *foamed concrete*. Persentase *foam* yang digunakan adalah 30%, 40%, 50%, dan 60% terhadap volume campuran, sedangkan persentase substitusi *fly ash* yang digunakan adalah 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat semen. Penggunaan *fly ash* diharapkan dapat mempercepat reaksi hidrasi sekunder untuk pembentukan CSH baru. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian beton segar, berat jenis dan kuat tekan beton umur 28 hari, serta pengujian mikrostruktur. Pengujian beton segar meliputi pengujian *slump flow* dan *setting time*. Penelitian yang dilakukan menunjukkan nilai *slump flow* menurun seiring bertambahnya persentase *foam* dan meningkat seiring bertambahnya substitusi *fly ash*. Nilai *slump flow* maksimum terdapat pada campuran 30V-20FA sebesar 69,50 cm dan nilai *slump flow* minimum terdapat pada campuran 60V-0FA sebesar 50,00 cm. Hasil pengujian *setting time* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya persentase *foam* dan substitusi *fly ash*. *Setting time* maksimum terdapat pada campuran 50V-20FA, yaitu 790 menit dan *setting time* minimum terdapat pada campuran 30V-0FA, yaitu 600 menit. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder 10 cm x 20 cm untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan beton. Persentase *foam* 30% dengan substitusi *fly ash* 10% menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari paling optimal, yaitu 8,57 MPa dengan berat jenis 1.455 kg/m³ dan menghasilkan diameter *bubble* paling kecil, serta mikrostruktur paling padat.

Kata kunci: *Foamed concrete*, *fly ash*, mikrostruktur.

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031020

Palembang, September 2017
Dosen Pembimbing II

Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. H. Hakki, M.T
NIP. 197007031991021001

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Rahda Agusti Pratama Liansyah
Tempat Lahir : Lubuklinggau
Tanggal Lahir : 31 Agustus 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Depati Said No.502 RT.006 Kel. Tanjung Indah
Kec. Lubuklinggau Barat 1 Kota Lubuklinggau
Nama Orang Tua : Alamsyah
Siti Aisyah
Alamat Orang Tua : Jl. Depati Said No.502 RT.006 Kel. Tanjung Indah
Kec. Lubuklinggau Barat 1 Kota Lubuklinggau
No. HP : 082282455097
E-mail : rahda_agusti@yahoo.com
Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 04 Lubuklinggau	-	-	-	2001-2007
SMP Xaverius Lubuklinggau	-	-	-	2007-2010
SMA Negeri 01 Lubuklinggau	-	IPA	-	2010-2013
Universitas Sriwijaya	Teknik	T. Sipil	S-1	2013-2017

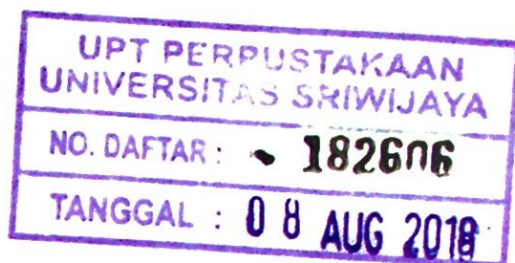
Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Rahda Agusti P L
NIM 03011281320002

DAFTAR ISI



	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Kata Pengantar	vi
Ringkasan	vii
Summary	viii
Abstrak	ix
Riwayat Hidup	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Persamaan	xix
Daftar Lampiran	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Foamed Concrete</i>	6
2.2. Material Penyusun <i>Foamed Concrete</i>	8
2.2.1. Semen <i>Portland</i>	8

2.2.2. Air.....	10
2.2.3. Agregat Halus.....	11
2.2.4. <i>Fly Ash</i>	12
2.2.5. <i>Foaming Agent</i>	15
2.3. Faktor yang Mempengaruhi <i>Foamed Concrete</i>	16
2.3.1. Persentase <i>foam</i>	16
2.3.2. Faktor Air Semen (w/c).....	18
2.3.3. Proporsi <i>Fly Ash</i>	19
2.4. Komposisi Campuran.....	22
2.5. Pengujian Beton Segar.....	25
2.5.1. Pengujian <i>Slump Flow</i>	25
2.5.2. Pengujian <i>Setting Time</i>	25
2.6. Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	25
2.7. Sifat <i>Foamed Concrete</i>	26
2.7.1. Pengujian Berat Jenis.....	26
2.7.2. Pengujian Kuat Tekan.....	26
2.8. Mikrostruktur pada Beton.....	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1. Studi Literatur.....	30
3.2. Alur Penelitian.....	30
3.3. Material Penyusun <i>Foamed Concrete</i>	33
3.4. Persiapan Alat.....	36
3.5. Tahapan Pengujian di Laboraturium.....	42
3.5.1. Tahap I.....	42
3.5.2. Tahap II.....	42
3.5.3. Tahap III.....	44
3.5.4. Tahap IV.....	45
3.5.5. Tahap V.....	50
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar.....	53

4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	53
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	56
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari	59
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari	62
4.4. Hasil Pengujian Mikrostruktur <i>Foamed Concrete</i>	65
 BAB 5 PENUTUP	 74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran.....	76
 DAFTAR PUSTAKA.....	 77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Metode Produksi <i>Foamed Concrete</i> (Hamad, 2014).....	7
Gambar 2.2. Hasil Uji SEM pada <i>Fly Ash</i> (Li, 2011).....	14
Gambar 2.3. Hasil SEM <i>Fly Ash</i> yang Memiliki <i>Plerospheres</i> (Li, 2011) ...	14
Gambar 2.4. <i>Foam Generator</i>	16
Gambar 2.5. Hasil Kuat Tekan <i>Foamed Concrete</i> Umur 28 hari (Onpron et al., 2015).....	16
Gambar 2.6. Hubungn <i>Density</i> dan <i>Foam Content</i> Umur 28 hari (Onpron et al., 2015).....	18
Gambar 2.7. Hubungan <i>Foam</i> dan <i>Compressive Strength</i> (Bayuaji dan Nuruddin, 2014).....	18
Gambar 2.8. Hubungan <i>Density</i> dan <i>Percentage Fly Ash</i> (Boon et al., 2006).....	20
Gambar 2.9. Hubungan <i>Compressive Strength</i> dan <i>Percentage Fly Ash</i> (Boon et al., 2006).....	21
Gambar 2.10. Hubungan <i>Foam</i> dan <i>Compressive Strength</i> (Bayuaji dan Nuruddin, 2014).....	24
Gambar 2.11. Spektrum XRD <i>Fly Ash</i> (Jing et al., 2014).....	28
Gambar 2.12. SEM Morfologi Permukaan <i>Fly Ash</i> (Jing et al., 2014).....	28
Gambar 2.13. SEM beton AAC tanpa Mengandung <i>Fly Ash</i> (Narayanan dan Rammurthy, 1999).....	29
Gambar 2.14. SEM beton AAC yang Mengandung <i>Fly Ash</i> (Narayanan dan Rammurthy, 1999).....	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2. Semen <i>Portland</i>	33
Gambar 3.3. Air	34
Gambar 3.4. Agregat Halus	35
Gambar 3.5. <i>Fly Ash</i>	35
Gambar 3.6. <i>Foaming Agent</i> dan <i>Foam</i>	36

Gambar 3.7. <i>Mixer</i>	37
Gambar 3.8. Timbangan.....	37
Gambar 3.9. Bekisting Benda Uji.....	38
Gambar 3.10. Gelas Ukur.....	38
Gambar 3.11. Penggaris.....	39
Gambar 3.12. <i>Foam Generator</i>	39
Gambar 3.13. Alat Pengujian <i>Slump Flow</i>	40
Gambar 3.14. Alat Pengujian <i>Setting Time</i>	40
Gambar 3.15. Alat Uji Kuat Tekan.....	41
Gambar 3.16. Alat Pengujian SEM.....	41
Gambar 3.17. Hasil Pengujian SEM <i>Fly Ash</i>	43
Gambar 3.18. Penimbangan Material Penyusun <i>Foamed Concrete</i>	45
Gambar 3.19. Proses Pemasukan <i>Foaming Agent</i> dan Air ke dalam Tabung <i>Foam Generator</i>	46
Gambar 3.20. Material Penyusun <i>foamed Concrete</i>	46
Gambar 3.21. Proses Pencampuran Material Penyusun <i>foamed Concrete</i>	47
Gambar 3.22. Proses Pencampuran Air dengan Material Penyusun <i>foamed Concrete</i>	47
Gambar 3.23. Proses Memproduksi <i>Foam</i>	47
Gambar 3.24. Proses Pencampuran <i>foam</i> dengan Campuran Mortar.....	48
Gambar 3.25. Adukam Mortar yang sudah Homogen.....	48
Gambar 3.26. Proses Pengujian <i>Slump Flow</i>	49
Gambar 3.27. Proses Pengujian <i>Setting Time</i>	50
Gambar 3.28. Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	50
Gambar 3.29. Proses Penimbangan Berat Benda Uji.....	51
Gambar 3.30. Proses Pengujian Kuat Tekan Beton.....	51
Gambar 3.31. Sampel <i>Foamed Concrete</i> di- <i>Coating-Gold-Paladium</i>	52
Gambar 4.1. Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Hasil <i>Slump Flow</i>	53
Gambar 4.2. Pengaruh Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i> terhadap Hasil <i>Slump Flow</i>	54

Gambar 4.3.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Hasil <i>Initial Time</i>	56
Gambar 4.4.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Hasil <i>Final Time</i>	57
Gambar 4.5.	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i> terhadap Hasil <i>Initial Time</i>	58
Gambar 4.6.	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i> terhadap Hasil <i>Final Time</i>	58
Gambar 4.7.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Berat Jenis Umur 28 Hari	60
Gambar 4.8.	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i> terhadap Berat Jenis Umur 28 Hari	61
Gambar 4.9.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Kuat Tekan Umur 28 Hari	63
Gambar 4.10.	Pengaruh Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i> terhadap Kuat Tekan Umur 28 Hari	64
Gambar 4.11.	Foto SEM <i>foamed Concrete</i> dengan Substitusi <i>Fly Ash</i> 0%	66
Gambar 4.12.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Frekuensi Relatif <i>Bubble</i>	66
Gambar 4.13.	Pengaruh Klasifikasi Diameter <i>Bubble</i> terhadap Frekuensi Felatif <i>Bubble</i>	69
Gambar 4.14.	Pengaruh Variasi Persentase <i>Foam</i> terhadap Diameter Rata-rata <i>Bubble</i>	70
Gambar 4.15.	Foto SEM <i>Foamed Concrete</i> dengan Persentase <i>Foam</i> 30%..	71
Gambar 4.16.	Foto SEM <i>Foamed Concrete</i> dengan Persentase <i>Foam</i> 40%..	72
Gambar 4.17.	Foto SEM <i>Foamed Concrete</i> dengan Persentase <i>Foam</i> 50%..	72
Gambar 4.18.	Foto SEM <i>Foamed Concrete</i> dengan Persentase <i>Foam</i> 60%..	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Batasan Komposisi Oksida yang Terkandung pada Semen <i>Portland</i> (Neville, 2011).....	9
Tabel 2.2. Komposisi Kimia dan Sifat Fisik pada <i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC) (Onprom et al, 2012).....	10
Tabel 2.3. Gradasi Standar Agregat Halus (ASTM C-33-03)	11
Tabel 2.4. Persyaratan Komposisi <i>Fly Ash</i> (ASTM C-618)	13
Tabel 2.5. Komposisi Kimia dan Sifat Fisik pada <i>Fly Ash</i> Kelas F (Narayanan et al., 1999).....	15
Tabel 2.6. <i>Mix Design Foamed Concrete</i> terhadap Variasi <i>Fly Ash</i> dengan $b/s = 1/2$ (Boon et al., 2006)	20
Tabel 2.7. <i>Mix Design Foamed Concrete</i> terhadap Variasi <i>Fly Ash</i> dengan $b/s = 1/3$ (Boon et al., 2006)	20
Tabel 2.8. <i>Mix Design Foamed Concrete</i> terhadap Variasi <i>Foam</i> (Onprom et al., 2015).....	22
Tabel 2.9. Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan <i>Foamed Concrete</i> Terhadap Variasi <i>Foam</i> (Onprom et al., 2015).....	23
Tabel 2.10. <i>Mix Design Foamed Concrete</i> terhadap Variasi <i>Foam</i> (Bayuaji dan Nuruddin, 2014).....	24
Tabel 3.1. Hasil Pengujian Semen (Uji Kimia dan Uji Fisika).....	34
Tabel 3.2. Hasil Uji Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	42
Tabel 3.3. Hasil Pengujian Agregat Halus.....	44
Tabel 3.4. Komposisi Campuran <i>Foamed Concrete</i> (berdasarkan, m^3).....	45
Tabel 4.1. Persentase Perubahan <i>Slump Flow</i> berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	55
Tabel 4.2. Persentase Perubahan <i>Slump Flow</i> berdasarkan Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i>	55
Tabel 4.3. Persentase Perubahan Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	57

Tabel 4.4.	Persentase Perubahan Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> berdasarkan Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i>	59
Tabel 4.5.	Persentase Perubahan Hasil Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	60
Tabel 4.6.	Persentase Perubahan Hasil Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari berdasarkan Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i>	62
Tabel 4.7.	Persentase Perubahan Hasil <i>Pengujian</i> Kuat Tekan Umur 28 Hari berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	63
Tabel 4.8.	Persentase Perubahan Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari berdasarkan Variasi Substitusi <i>Fly Ash</i>	65
Tabel 4.9.	Persentase Perubahan Frekuensi Relatif <i>Bubble</i> berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	67
Tabel 4.10.	Persentase Perubahan Frekuensi Relatif <i>Bubble</i> berdasarkan Klasifikasi Diameter <i>Bubble</i>	69
Tabel 4.11.	Persentase Perubahan Diameter Rata-rata <i>Bubble</i> berdasarkan Variasi Persentase <i>Foam</i>	70

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 2.1.	26
Persamaan 2.2.	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Mikrostruktur *Foamed Concrete*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan dalam bidang konstruksi di era modern ini menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, diantaranya dalam pembangunan perkantoran, perumahan, rumah sakit, dan sebagainya. Bahan bangunan yang paling banyak digunakan hingga saat ini adalah beton. Beton secara umum tersusun dari hasil reaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Material pembentuk tersebut berupa semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambahan (*admixture*) jika diperlukan. Keuntungan penggunaan beton adalah material bisa dicetak dalam berbagai bentuk sesuai kebutuhan.

Indonesia merupakan negara yang memiliki intensitas terjadi gempa yang tinggi. Pada struktur bangunan, berat total bangunan berpengaruh signifikan terhadap analisa beban gempa struktur, maka salah satu solusi mengurangi berat total struktur bangunan dengan menggunakan beton yang memiliki berat jenis yang lebih ringan.

Beton ringan (*light-weight concrete*) adalah salah satu inovasi teknologi beton yang telah banyak diteliti, karena memiliki berat jenis yang lebih rendah dari beton konvensional. *Foamed concrete* juga termasuk kategori dari beton ringan, karena berat jenis dari *foamed concrete* memiliki range antara 300 - 1.850 kg/m³ (Thakrele, 2014). *Foamed concrete* adalah suatu bahan komposit yang terdiri dari campuran antara semen, air, agregat, dan bahan kimia pembuat *foam* (*foaming agent*) terdistribusi di dalamnya, serta saling terikat satu dengan yang lainnya.

Dalam penelitian ini, *fly ash* digunakan sebagai bahan tambahan untuk mengurangi pemakaian semen dalam campuran beton. *Fly ash* adalah limbah dari hasil pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus dan bersifat pozolan. Pozolan merupakan bahan yang mengandung senyawa silika tetapi tidak mempunyai kemampuan untuk mengikat. Ukuran partikel *fly ash* adalah 10 - 100 μm , dan sebagian besar ukuran partikel kurang dari 20 μm serta dapat digunakan sebagai *filler* pada beton. Ukuran partikel *fly ash* yang halus dan bersifat pozolan,

dapat bereaksi secara kimia dengan Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang terbentuk dari proses hidrasi semen sehingga menghasilkan zat yang memiliki kemampuan untuk mengikat. Keuntungan penggunaan *fly ash* dalam campuran beton antara lain yaitu untuk meningkatkan kuat tekan beton, memperkecil porositas, memperkecil nilai susut, meningkatkan durabilitas, menekan biaya produksi beton, dan menurunkan panas hidrasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul bahasan pengaruh persentase *foam* dan *fly ash* terhadap mikrostruktur *foamed concrete*. Penelitian ini memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai bahan substitusi semen sehingga pemanfaatan limbah *fly ash* diharapkan dapat mengurangi penggunaan semen yang proses produksinya sangat tidak ramah lingkungan dan memperbaiki kinerja beton.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana menentukan komposisi optimum *fly ash* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*?
2. Bagaimana pengaruh persentase *foam* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*?

1.3. Tujuan Penelitian

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

1. Menentukan komposisi optimum *fly ash* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*.
2. Memahami pengaruh persentase *foam* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*.
3. Memahami pengaruh penambahan *fly ash* terhadap karakteristik dan mikrostruktur *foamed concrete*.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mengenai pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat mikrostruktur *foamed concrete* adalah:

1. *Fly ash* berasal dari PLTU PT. Bukit Asam (Persero) Tbk di Tanjung Enim.
2. Semen *Portland* yang digunakan merupakan semen tipe I.
3. Rasio s/b yang digunakan sebesar 1.
4. Rasio w/b yang digunakan sebesar 0,45.
5. Variasi persentase *foam* yang digunakan adalah 30%, 40%, 50%, dan 60% dari volume campuran.
6. Variasi substitusi *fly ash* yang digunakan adalah 10%, 15%, dan 20% dari berat semen.
7. Ukuran silinder 10 x 20 cm.
8. Metode pembuatan *foamed concrete* menggunakan *pre-foamed method*.
9. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *slump flow* dan *setting time*.
10. Perawatan (*curing*) dilakukan dengan cara benda uji ditutup dengan karung goni basah.
11. Pengujian material berdasarkan standar ASTM.
12. Pengujian karakteristik beton antara lain, berat jenis dan kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari.
13. Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan pada seluruh sampel persentase *foam* tanpa *fly ash* dan substitusi *fly ash* optimum terhadap semen. Sampel uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini sumber pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari objek penelitian. Data primer pada penelitian ini adalah percobaan dan pengamatan langsung di laboratorium dan data yang didapatkan pada saat pengujian.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian, tetapi melalui sumber lain, baik lisan maupun tulisan. Data sekunder pada penelitian ini adalah studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini yang berjudul pengaruh persentase *foam* dan *fly ash* terhadap mikrostruktur *foamed concrete*, disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan kajian literatur dan membahas tentang landasan teori yang berasal dari pustaka dan literatur tentang definisi *foamed concrete*, bahan penyusun *foamed concrete*, faktor yang mempengaruhi *foamed concrete*, komposisi campuran, dan pengujian benda uji *foamed concrete* serta berisi penelitian terdahulu yang menjadi acuan berkaitan dengan penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai material dan alat-alat yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian *slump flow*, pengujian *setting time*, pengujian berat jenis umur 28 hari, pengujian kuat tekan umur 28 hari, dan pengujian SEM.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa yang datang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 523.3R, 1993. *Guide for Celular Concretes Above 50 pcf, and for Aggregate Concretes Above 50 pcf with Compressive Strengths Less Than 2500 Psi*, ACI Committee 523.
- ASTM C 29, 2003. *Standard Test Method of Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials
- ASTM C 40, 2004. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Agregate for Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 128, 2001. *Standard Test Method for Relative Density (Spesific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 136, 2001. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 566, 2004. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM D 2419, 2002. *Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 150, 2007. *Standard Specification for Portland Cement*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 33, 2003. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 618, 2005. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 796, 1997. *Standard Test Method for Foaming Agents for Use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 125, 2000. *Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.

- ASTM C 191, 2004. *Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 39, 2005. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- Bayuaji, R., and Nuruddin, M.F., 2014. Influence of Microwave Incinerated Rice Husk Ash on Hydration of Foamed Concrete. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Civil Engineering*. 8.
- Boon, K.H., Loon, L.Y., and Chuan, D.Y.E., 2006. Compressive Strength and Shrinkage of Foamed Concrete Containing Pulverized Fly Ash. *Concret*.
- Hamad, A.J., 2014. Materials, Production, Properties and Application of Aerated Lightweight Concrete. *International Journal of Material Science and Engineering*. 2.
- Jing, Z., and Xiangdong, L., 2014. Effect of Rare Earth Ce⁺ Content on The Properties and Form Mechanism of Foamed Concrete. *Bio Technology An Indian Journal*.
- Li, Z., 2011. *Advanced Concrete Technology*. Canada: Wiley.
- Liu, Z., Zhao, K., Hu, C., and Tang, Y., 2016. Effect of Water-Cement Ratio on Pore Structure and Strength of Foam Concrete. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Material Science and Engineering*. 9.
- Moon, A.S., and Varghese, V., 2014. Sustainable Construction With Foam Concrete As A Green Green Building Material. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research*.
- Narayanan, N., and Ramamurthy, K., 1999. Microstructural investigations on aerated concrete. *Cement and Concrete Research* 30. 457-464.
- Neville, A.M., 2011. *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited.
- Onprom, P., Chaimoon, K., and Cheerarot, R., 2015. Influence of Bottom Ash Replacements as Fine Aggregate on the Property of Cellular Concrete with Various Foam Contents. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Material Science and Engineering*. 11.
- Tan, X., Chen, W., Hao, Y., and Wang, X., 2014. Experimental Study of Ultralight (<300 kg/m³) Foamed Concrete. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Material Science and Engineering*. 7.

- Tim Unsri, 2013. Pedoman Umum Penulisan Karya Tulis Ilmiah. Universitas Sriwijaya
- Thakrele, M.H., 2014. Experimental Study on Foam Concrete. *International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development*. 145-158.
- Yerramala, A., Chandurdu, R., and Desai, B., 2012. Influence of Fly Ash Replacement on Strength Properties of Cement Mortar. *International Journal of Engineering Science and Technology*.