

SKRIPSI
DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE*
TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5%
DENGAN VARIASI UKURAN *EXPANDED*
POLYSTYRENE (EPS)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



FEBRIAN SYAH PUTRA

03011181621023

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5 % DENGAN VARIASI UKURAN *EXPANDED POLYSTYRENE* (EPS)

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

FEBRIAN SYAH PUTRA
03011181621023

Palembang, Mei 2020
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

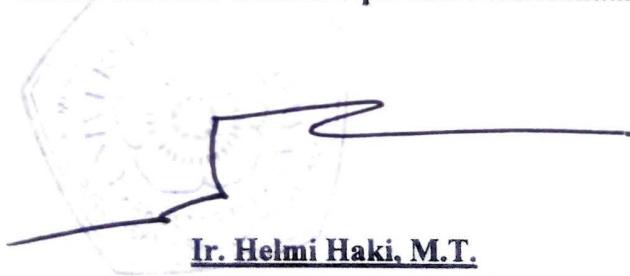


Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Durabilitas *Lightweight Concrete* Terhadap Larutan Asam Klorida (HCl) 5 % Dengan Variasi Ukuran *Expanded Polystyrene (EPS)*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Februari 2020.

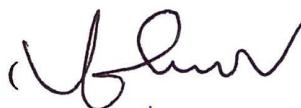
Palembang, Maret 2020

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Dr. Saloma, S.T., M.T. ()
NIP. 197610312002122001
2. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T. ()
NIP. 197705172008012039

Anggota:

3. Dr. Ir. Hanafiah, M.S. ()
NIP. 195603141985031002
4. Dr. Rosidawani, S.T., M.T. ()
NIP. 197605092000122001
5. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE ()
NIP. 195812111987031002
6. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng. ()
NIP. 198208132008121002

Mengetahui/Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,

Prof. Ir. Subriver Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 196009091987031004

Ketua Jurusan
Teknik Sipil dan Perencanaan,


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febrian Syah Putra

NIM : 03011181621023

Judul : Durabilitas *Lightweight Concrete* Terhadap Larutan Asam Klorida (HCl) 5 %
Dengan Variasi Ukuran *Expanded Polystyrene* (EPS)

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.



Palembang, Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



Febrian Syah Putra
NIM. 03011181621023

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Febrian Syah Putra

NIM : 03011181621023

Judul : Durabilitas *Lightweight Concrete* Terhadap Larutan Asam Klorida (HCl) 5 %
Dengan Variasi Ukuran *Expanded Polystyrene* (EPS)

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.

Palembang, Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



Febrian Syah Putra

NIM. 03011181621023

RINGKASAN

DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5 % DENGAN VARIASI UKURAN *EXPANDED POLYSTYRENE* (EPS)

Karya tulis ilmiah ini berupa Tugas Akhir, Mei 2020

Febrian Syah Putra; Dibimbing oleh Saloma, S.T., M.T. dan Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

xx + 80 halaman, 63 gambar, 15 tabel, 1 lampiran

Pada penelitian ini *lightweight concrete* dibuat dengan penambahan *foam* dan *expanded polystyrene* sebagai pengganti agregat. Penggunaan *foam* dan *expanded polystyrene* dalam beton dapat mengurangi berat jenis beton secara signifikan. Komposisi *lightweight concrete* terdiri atas *portland composite cement*, *expanded polystyrene*, air dan *foam*. Rasio semen dan agregat 1 : 2,75, rasio untuk foaming agent dan air 1 : 40, dan w/c = 0,485. Ukuran *expanded polystyrene* yang digunakan adalah 1mm, 2mm, dan 3mm. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 6,64 MPa, 5,53 MPa, 3,73 MPa, dan 13,58 MPa, serta berat jenis sebesar 886 kg/m³, 830 kg/m³, 782 kg/m³, dan 1870 kg/m³ masing-masing untuk LWC-1, LWC-2, LWC-3, dan Mortar Normal. Penelitian ini difokuskan pada pengujian durabilitas *lightweight concrete* menggunakan larutan asam klorida (HCl) 5% dengan kondisi yang berbeda, yaitu kondisi ruangan terbuka, kondisi terendam HCl 5% sepenuhnya, dan kondisi siklik. Pengujian durabilitas *lightweight concrete* dilakukan selama 28 dan 56 hari perendaman dalam larutan HCl untuk mendapatkan hasil penurunan kuat tekan dan berat jenis. Pada kondisi III terjadi penurunan berat jenis dan kuat tekan yang paling signifikan pada umur perendaman 56 hari. Mortar normal memiliki durabilitas yang paling baik bila dibandingkan LWC, dengan penurunan berat jenis dan kuat tekan sebesar 14,08% dan 32,88%, sedangkan LWC yang memiliki durabilitas paling baik ditunjukkan pada LWC-1, dengan penurunan berat jenis dan kuat tekan sebesar 18,41% dan 35,44%.

Kata kunci : *lightweight concrete*, *expanded polystyrene*, dan durabilitas

SUMMARY

DURABILITY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE AGAINST 5% HYDROCHLORIC ACID SOLUTION WITH VARIOUS SIZE OF EXPANDED POLYSTYRENE

Scientific papers in form of Final Projects, May 2020

Febrian Syah Putra; Guide by Advisor Saloma, S.T., M.T. and Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

xx + 80 pages, 63 figures, 15 tables, 1 attachment

In this study lightweight concrete was made with the addition of foam and expanded polystyrene as a substitution of aggregate. The use of foam and expanded polystyrene in concrete can significantly reduce the density of concrete. The composition of lightweight concrete consists of portland composite cement, expanded polystyrene, water, and foam. The ratio of the composition used is 1: 2,75 for cement and aggregate, 1: 40 for foaming agent and water, and 0,485 for W/C. The expanded polystyrene sizes used are 1mm, 2mm, and 3mm. Concrete is cured for 28 days. Concrete test results at 28 days provide compressive strength of 6,64 MPa, 5,53 MPa, 3,73 MPa, and 13,58 MPa, and density of 886 kg/m³, 830 kg/m³, 782 kg/m³, and 1870 kg/m³ for a mixture of LWC-1, LWC-2, LWC-3, and Normal Mortar. This research is focused on testing the durability of lightweight concrete using a 5% hydrochloric acid (HCl) solution with different conditions, that is open room conditions, completely immersed in 5% HCl conditions and cyclic conditions. The durability of lightweight concrete was carried out during 28 and 56 days of immersion in HCl solution to obtain the results of reduced compressive strength and density. Condition III shown the most significant reduction in density and compressive strength at the age of 56 days immersion. Normal mortar has the best durability when compared to LWC, with a reduction in density and compressive strength of 14,08% and 32,88%, while the LWC that has the best durability is shown in LWC-1, with a reduction in density and compressive strength of 18,41% and 35,44%.

Keywords: lightweight concrete, expanded polystyrene, and durability

DURABILITAS LIGHTWEIGHT CONCRETE TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5 % DENGAN VARIASI UKURAN EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)

Febrian Syah Putra^{1*}, Saloma², Siti Aisyah Nurjannah³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: febri.oey99@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini *lightweight concrete* dibuat dengan penambahan *foam* dan *expanded polystyrene* sebagai pengganti agregat. Penggunaan *foam* dan *expanded polystyrene* dalam beton dapat mengurangi berat jenis beton secara signifikan. Komposisi *lightweight concrete* terdiri atas *portland composite cement*, *expanded polystyrene*, air dan *foam*. Rasio semen dan agregat 1 : 2,75, rasio untuk foaming agent dan air 1 : 40, dan w/c = 0,485. Ukuran *expanded polystyrene* yang digunakan adalah 1mm, 2mm, dan 3mm. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 6,64 MPa, 5,53 MPa, 3,73 MPa, dan 13,58 MPa, serta berat jenis sebesar 886 kg/m³, 830 kg/m³, 782 kg/m³, dan 1870 kg/m³ masing-masing untuk LWC-1, LWC-2, LWC-3, dan Mortar Normal. Penelitian ini difokuskan pada pengujian durabilitas *lightweight concrete* menggunakan larutan asam klorida (HCl) 5% dengan kondisi yang berbeda, yaitu kondisi ruangan terbuka, kondisi terendam HCl 5% sepenuhnya, dan kondisi siklik. Pengujian durabilitas *lightweight concrete* dilakukan selama 28 dan 56 hari perendaman dalam larutan HCl untuk mendapatkan hasil penurunan kuat tekan dan berat jenis. Pada kondisi III terjadi penurunan berat jenis dan kuat tekan yang paling signifikan pada umur perendaman 56 hari. Mortar normal memiliki durabilitas yang paling baik bila dibandingkan LWC, dengan penurunan berat jenis dan kuat tekan sebesar 14,08% dan 32,88%, sedangkan LWC yang memiliki durabilitas paling baik ditunjukkan pada LWC-1, dengan penurunan berat jenis dan kuat tekan sebesar 18,41% dan 35,44%.

Kata kunci : *lightweight concrete*, *expanded polystyrene*, dan durabilitas

Palembang, Mei 2020
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



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

Dosen Pembimbing 2,



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,

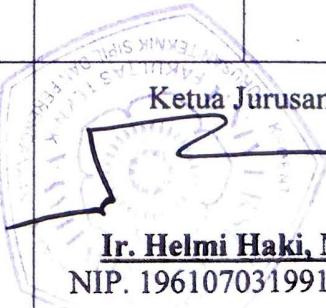


Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

HASIL SEMINAR LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : FEBRIAN SYAH PUTRA
 NIM : 03011181621023
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JUDUL LAPORAN : DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE*
 TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5%
 DENGAN VARIASI UKURAN *EXPANDED*
 POLYSTYRENE (EPS)
 DOSEN PEMBIMBING : DR. SALOMA, S.T., M.T.
 DR. SITI AISYAH NURJANNAH, S.T., M.T.
 TANGGAL SEMINAR : 20 FEBRUARI 2020

No.	Tanggapan/Saran	Tanda Tangan & Nama Dosen Pemb./Nara Sumber	
		Asistensi	Revisi
1	- Perbaiki point 5 hal 3 1:275 ? dan - plasw w/c = 0,405 - gunakan Apabila Tabel 3.1 yg diturunkan - lab. Total 3.2 - Perbaiki kesimpulan (hal yang belum penulis)	<i>W</i>	<i>W</i> 2/3/2020
2	perbaiki saran cat di laporan	<i>Lid</i>	<i>Lid</i> 28/2/2020
3	Perbaiki Seguai Rekayasa dan Saran Pengujian	<i>W</i> 20/2/20	<i>W</i> 27/3/20
4	- Infrastruktur 5% ? HCl - sedia literatur	<i>W</i>	<i>W</i>
5			
6			
<u>Kesimpulan :</u> Acc jilid gnf		 Ketua Jurusan, <u>Ir. Helmi Haki, M.T.</u> NIP. 196107031991021001	

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjangkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pada proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, serta ilmu dalam proses penulisan skripsi.
3. Ibu Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, serta ilmu dalam proses penulisan skripsi.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi.

Dalam proses penyusunan skripsi, penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Mei 2020



Febrian Syah Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
RINGKASAN	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
ABSTRAK	ix
BERITA ACARA	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5. Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Lightweight Concrete</i>	6
2.1.1. <i>Lightweight Aggregate Concrete</i>	6
2.1.2. <i>Aerated Concrete/Foamed Concrete</i>	7

2.1.3. <i>No-Fines Concrete</i>	8
2.2. Material Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> dengan Campuran <i>Expanded Polystyrene</i>	9
2.2.1. Semen	9
2.2.2. <i>Foaming Agent</i>	11
2.2.3. <i>Expanded Polystyrene</i>	12
2.3. Faktor yang Mempengaruhi <i>Lightweight Concrete</i> dengan Campuran <i>Expanded Polystyrene</i>	13
2.3.1. Perbandingan Semen dan <i>Expanded Polystyrene</i>	14
2.3.2. Ukuran <i>Expanded Polystyrene</i>	15
2.3.3. Perbandingan W/C	16
2.3.4. Pengaruh Perawatan (<i>Curing</i>	17
2.4. Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	18
2.4.1. <i>Air Curing</i>	18
2.4.2. <i>Calcium Chloride</i> (CaCl ₂)	18
2.4.3. <i>Pack Curing</i>	19
2.4.4. <i>Membrane Curing</i>	19
2.4.5. <i>Pond Curing</i>	19
2.4.6. <i>Immersion Curing</i>	19
2.4.7. <i>Oven Curing</i>	19
2.5. Pengujian Beton Segar.....	20
2.5.1.Pengujian <i>Slump Flow</i>	20
2.5.2.Pengujian <i>Setting Time</i>	20
2.6. Pengujian Beton Keras	20
2.6.1.Kuat Tekan Beton.....	23
2.6.2.Berat Jenis Beton.....	23
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1. Studi Literatur.....	24
3.2. Alur Penelitian	24
3.3. Material Beton	26
3.3.1.Semen	26

3.3.2. <i>Foaming Agent</i>	26
3.3.3. <i>Expanded Polystyrene</i>	26
3.3.4. Air.....	27
3.4. Peralatan	27
3.4.1. Alat cetak beton	28
3.4.2. Timbangan Digital	28
3.4.3. <i>Foam Generator</i>	29
3.4.4. <i>Mixer</i>	29
3.4.5. <i>Flow Table</i>	30
3.4.6. <i>Vicat Apparatus</i>	30
3.4.7. <i>Universal Testing Machine</i>	31
3.5. Tahap Pengujian	31
3.5.1. Tahap 1	32
3.5.2. Tahap 2	32
3.5.3. Tahap 3	33
3.5.4. Tahap 4	37
3.5.5. Tahap 5	38
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar	40
4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	40
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	42
4.2. Hasil Pengujian Benda Uji Kontrol	43
4.2.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Benda Uji Kontrol	44
4.2.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kontrol	44
4.3. Hasil Pengujian Durabilitas terhadap HCl.....	45
4.3.1. Kondisi Fisik Benda Uji Setelah Pengujian	46
4.3.2. Penurunan Berat Jenis Benda Uji	50
4.3.3. Penurunan Kuat Tekan Benda Uji	63
 BAB 5 PENUTUP	74
5.1. Kesimpulan.....	74

5.2. Saran 74

BAB 6 DAFTAR PUSTAKA 76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kuat tekan <i>lightweight aggregate concrete</i> terhadap berbagai agregat yang berbeda (Nemes, 2014)	7
2.2. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> terhadap berat jenis (Jalal, 2017)	8
2.3. Perbandingan kuat tekan <i>no-fines concrete</i> dan beton konvensional (Prathyusha, 2016)	9
2.4. Kuat tekan <i>lightweight concrete</i> dengan variasi perbandingan <i>foaming agent</i> dan air (Ismail, 2004).....	12
2.5. Kuat tekan beton dengan <i>expanded polystyrene</i> sebagai pengganti agregat (Karthick, 2018)	13
2.6. Kuat tekan beton dengan variasi perbandingan semen dan agregat (Naddaf, 2017)	14
2.7. Kuat tekan beton dengan variasi ukuran <i>expanded polystyrene</i> (Miled, 2007)	15
2.8. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> dengan variasi W/C (Latifee, 2018).....	16
2.9. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> pada umur 7 hari dengan <i>curing</i> yang berbeda (Kado, 2018).....	17
2.10. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> pada umur 28 hari dengan <i>curing</i> yang berbeda (Kado, 2018).....	17
2.11. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> pada umur 56 hari dengan <i>curing</i> yang berbeda (Kado, 2018).....	18
2.12. Penurunan kuat tekan beton setelah direndam HCl 5 % (Ravindrarajah dan Tuck, 2004)	21
2.13. Penurunan berat jenis beton setelah direndam HCl 5 % (Jayanth dan Sowmya, 2018)	22
3.1. Diagram alir (<i>flowchart</i>) alur metodologi penelitian.....	25
3.2. <i>Portland composite cement</i>	26
3.3. <i>Foaming agent</i>	27
3.4. <i>Expanded polystyrene</i>	27

3.5.	Air.....	28
3.6.	Cetakan benda uji	28
3.7.	Timbangan digital.....	29
3.8.	<i>Foam generator</i>	29
3.9.	<i>Mixer</i>	30
3.10.	<i>Flow table</i>	30
3.11.	<i>Vicat apparatus</i>	31
3.12.	<i>Universal testing machine</i>	31
3.13.	Pencampuran semen	33
3.14.	Pencampuran air	34
3.15.	Pembuatan pasta	34
3.16.	Pembuatan <i>foam</i>	35
3.17.	Pencampuran pasta dan <i>expanded polystyrene</i>	35
3.18.	Pencampuran <i>foam</i>	36
3.19.	Pengujian <i>slump flow</i>	36
3.20.	Pengujian <i>setting time</i>	36
3.21.	Pencetakan benda uji	37
3.22.	Pembukaan cetakan benda uji.....	37
3.23.	Perawatan benda uji.....	38
3.24.	Perendaman beton dalam larutan HCl 5 %	39
3.25.	Pengujian benda uji.....	39
4.1.	Pengujian <i>slump flow</i> LWC-1.....	40
4.2.	Pengujian <i>slump flow</i> LWC-2.....	41
4.3.	Pengujian <i>slump flow</i> LWC-3.....	41
4.4.	Pengujian <i>slump flow</i> PASIR	41
4.5.	Hasil pengujian <i>setting time</i>	43
4.6.	Kondisi II; (a) LWC-1 sebelum direndam HCl, (b) LWC-1 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-1 setelah direndam HCl 56 hari	46
4.7.	Kondisi II; (a) LWC-2 sebelum direndam HCl, (b) LWC-2 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-2 setelah direndam HCl 56 hari	47

4.8. Kondisi II; (a) LWC-3 sebelum direndam HCl, (b) LWC-3 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-3 setelah direndam HCl 56 hari	47
4.9. Kondisi II; (a) PASIR sebelum direndam HCl, (b) PASIR setelah direndam HCl 28 hari, (c) PASIR setelah direndam HCl 56 hari	47
4.10. Kondisi III; (a) LWC-1 sebelum direndam HCl, (b) LWC-1 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-1 setelah direndam HCl 56 hari	48
4.11. Kondisi III; (a) LWC-2 sebelum direndam HCl, (b) LWC-2 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-2 setelah direndam HCl 56 hari	48
4.12. Kondisi III; (a) LWC-3 sebelum direndam HCl, (b) LWC-3 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC-3 setelah direndam HCl 56 hari	49
4.13. Kondisi III; (a) PASIR sebelum direndam HCl, (b) PASIR setelah direndam HCl 28 hari, (c) PASIR setelah direndam HCl 56 hari	49
4.14. Grafik penurunan berat jenis benda uji pada kondisi I.....	52
4.15. Grafik penurunan berat jenis benda uji pada kondisi II.....	54
4.16. Penurunan massa benda uji LWC-1	56
4.17. Penurunan massa benda uji LWC-2	57
4.18. Penurunan massa benda uji LWC-3	58
4.19. Penurunan massa benda uji PASIR	59
4.20. Grafik penurunan berat jenis benda uji pada kondisi III	61
4.21. Grafik rekapitulasi penurunan berat jenis benda uji di setiap kondisi	64
4.22. Grafik penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi I.....	66
4.23. Grafik penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi II.....	68
4.24. Grafik penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi III	71
4.25. Grafik rekapitulasi penurunan berat jenis benda uji di setiap kondisi	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi semen (Tejuosho, 2016)	10
3.1. Komposisi campuran LWC untuk 1m ³	33
3.2. Komposisi campuran PASIR untuk 1m ³	33
4.1. Hasil pengujian <i>slump flow</i>	42
4.2. Klasifikasi <i>workability lightweight concrete</i> berdasarkan persentase sebaran beton (Nambiar, 2008).....	43
4.3. Hasil pengujian berat jenis benda uji kontrol	44
4.4. Hasil pemgujian kuat tekan benda uji kontrol	45
4.5. Penurunan berat jenis benda uji pada kondisi I	50
4.6. Penurunan berat jenis benda uji pada kondisi II.....	51
4.7. Penurunan berat jenis benda uji pada kondisi III.....	55
4.8. Rekapitulasi penurunan berat jenis benda uji pada setiap kondisi	62
4.9. Penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi I	63
4.10. Penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi II.....	65
4.11. Penurunan kuat tekan benda uji pada kondisi III.....	69
4.12. Rekapitulasi penurunan kuat tekan benda uji pada setiap kondisi	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penjabaran Perhitungan <i>Job Mix Formula</i>	79

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era revolusi industri 4.0, pembangunan infrastruktur dilakukan secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Dalam pembangunan infrastruktur, penggunaan material yang baik merupakan hal utama untuk mendapatkan hasil konstruksi yang maksimal. Banyak material yang digunakan dalam pembangunan suatu infrastruktur, seperti kayu, baja dan beton. Kenyataannya, beton lebih sering digunakan karena dinilai lebih ekonomis dan memiliki kemampuan menahan beban yang baik. Namun, beton konvensional memiliki berat jenis yang besar sehingga penelitian terus dilakukan dengan membuat beton yang memiliki berat jenis rendah, tetapi masih dapat menahan beban yang bekerja. Jenis beton ini disebut beton ringan.

Penggunaan beton ringan bertujuan untuk mengurangi berat bangunan itu sendiri, tetapi masih dapat menahan beban yang bekerja. Seiring berjalannya waktu, perkembangan beton ringan terus berkembang dan semakin inovatif. Penelitian terus dilakukan untuk menciptakan beton yang ringan dengan cara menggunakan agregat ringan dan menambahkan *foam* atau busa didalam campuran beton.

Pengaplikasian *foaming agent* dan *Expanded Polystyrene* yang disingkat EPS merupakan salah satu metode untuk mengurangi berat beton. *Foaming agent* digunakan untuk menciptakan gelembung udara di dalam adukan beton, sehingga terbentuk pori-pori udara pada beton, dan berat dari beton yang dihasilkan dapat berkurang. Kemudian, EPS yang digunakan berfungsi untuk mengganti peran dari agregat halus. Hal ini dilakukan untuk mengurangi berat beton yang dihasilkan, sehingga beton menjadi lebih ringan.

Penggunaan EPS dalam dunia industri sudah sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. EPS merupakan bahan sintetis yang terdiri dari 98% udara dan 2% *polystyrene* (Mulla, 2016). EPS memiliki berat jenis kecil, sehingga dapat mengurangi berat beton secara signifikan. Selain pengaruh dari persentase EPS

yang digunakan, ukuran dari EPS juga dapat mempengaruhi beton yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, ukuran dari EPS yang bervariasi dikombinasikan dalam campuran beton, dan dilihat perbedaan yang dihasilkan.

Beton sebagai material struktur suatu bangunan, harus memiliki ketahanan atau durabilitas yang baik terhadap kondisi lingkungan sekitar. Perubahan kondisi lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan kondisi fisik, penurunan massa dan juga penurunan kuat tekan beton. Oleh karena itu, untuk melihat ketahanan beton terhadap kondisi lingkungan asam yang ekstrim, dilakukan pengujian durabilitas pada *lightweight concrete* dengan campuran EPS dengan merendam beton pada larutan HCl 5 %, sehingga dilakukan pengujian durabilitas *lightweight concrete* terhadap HCl 5 % dengan variasi ukuran EPS.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan HCl 5% dengan variasi ukuran *expanded polystyrene*, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ukuran *expanded polystyrene* terhadap durabilitas *lightweight concrete* dalam larutan HCl 5 %?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diberikan, maka tujuan penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan HCl 5 % dengan variasi ukuran *expanded polystyrene* adalah untuk memahami dan menganalisis pengaruh ukuran *expanded polystyrene* terhadap durabilitas *lightweight concrete* dalam larutan HCl 5 %.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan HCl 5 % dengan variasi ukuran *expanded polystyrene* adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement*.
2. Perbandingan *foaming agent* dan air yang digunakan adalah 1 : 40.

3. *Expanded polystyrene* yang digunakan adalah yang berdiameter 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.
4. Perbandingan W/C yang digunakan adalah 0,485, sesuai dengan komposisi awal di ASTM C109-13.
5. Perbandingan berat semen dan agregat yang digunakan pada komposisi ASTM C109-13 adalah 1 : 2,75.
6. Larutan yang digunakan adalah HCl 5 %.
7. Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm.
8. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *slump flow* dan *setting time*.
9. Perawatan yang dilakukan adalah *water curing*.
10. Pengujian kuat tekan dan berat jenis dilakukan setelah umur perendaman 28 dan 56 hari dengan masing-masing durasi terdapat tiga kondisi yang berbeda, yaitu dibiarkan dalam ruangan terbuka, direndam di dalam larutan HCl 5 %, dan kondisi *wet-dry*.
11. Pengujian yang dilakukan mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan HCl 5 % dengan variasi ukuran *expanded polystyrene* dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer pada penelitian ini adalah data yang dihasilkan secara langsung dalam pengujian durabilitas terhadap *lightweight concrete* yang dilakukan di laboratorium dan hasil konsultasi langsung dengan dosen pembimbing.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan *literature review* yang terdapat dari internet dan jurnal. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan HCl 5 % dengan variasi ukuran *expanded polystyrene* dijelaskan menjadi lima bagian.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori dari pustaka dan literatur tentang *lightweight concrete*, material penyusun *lightweight concrete* dengan campuran *expanded polystyrene*, faktor yang mempengaruhi *lightweight concrete* dengan campuran *expanded polystyrene*, pengujian beton, dan berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang spesifikasi material dan alat uji yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi persiapan material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data hasil penelitian dan pembahasan yang detail dan tajam. Pada bagian ini juga dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian secara kritis, yaitu dengan membandingkan hasil temuan dengan teori yang telah baku atau teori-teori terbaru.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi tentang bagian kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi temuan dari hasil penelitian, serta menjawab rumusan masalah dan tujuan

penelitian. Saran berisi solusi pemecahan masalah atau rekomendasi untuk penyempurnaan pelaksanaan penelitian selanjutnya.

BAB 6 DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi semua rujukan yang digunakan untuk penulisan proposal dan laporan skripsi. Semua rujukan yang tercantum di dalam tubuh utama proposal atau laporan harus dicantumkan di dalam daftar pustaka, demikian juga sebaliknya. Rujukan yang diperkenankan untuk penulisan proposal dan laporan skripsi antara lain berupa *text book*, makalah pada jurnal ilmiah atau prosiding, laporan hasil penelitian (skripsi, tesis, atau disertasi) atau dari halaman situs internet.

BAB 6

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 1437-07. (2007). Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. *Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.*
- ASTM C 191-08. (2008). Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vical Needle. *Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.*
- ASTM C 109/C 109M. (2016). Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. Or [50-mm] Cube Specimen. *Annual Books of ATM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.*
- ASTM C 267-01. (2012). Standard Test Methods for Mortars, Grouts, and Monolithic Surfacings and Polymer Concretes. *Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.*
- Dawood, E. T., Hamad, A. J. (2016). Proportioning of Lightweight Concrete by the Inclusions of Expanded Polystyrene Beads (EPS) and Foam Agent. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 23, 65-73.
- Gowsika, D., Balamurugan, P., Kamalambigai, R. (2017). Experimental Study on Curing Methods of Concrete. *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR), Volume 5, Issue 1.*
- Ismail, H., K., M., Fathi, M., S., Manaf, N., b. (2004). Study of Lightweight Concrete Behaviour. *Research Report, Malaysia.*
- Jalal, MD., Tanveer, A., Jagdeesh, K., Ahmed, F. (2017). Foam Concrete. *International Journal of Civil Engineering Research, Volume 8, Number 1, pp. 1-14.*
- Jayanth, M., P., Sowmya, S., M. (2018). Experimental Study of Replacement of Coarse Aggregate by EPS Beads in Concrete to Achieve Lightweight Concrete. *International Reasearch Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume 05, Issue 07.*
- Kado, B., Mohammad, S., Lee, Y. H., Shek, P. N., Kadir, M. A. A. (2018). Effect of Curing Method on Properties of Lightweight Foamed Concrete. *International Journal of Engineering and Technology, 7(2.29) 927-932.*
- Karthick, M. D., Ramya, S. B., Bharathi, R., Mullainathan, R. (2018). Experimental Study on Strength Behaviour of Concrete Block with Partial Replacement of

- “Expanded Polystyrene Beads”. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*.
- Kurweti, A., Chandrakar, R. (2017). Specification and Quality Control of Light Weight Foam Concrete. *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR) Volume 5, Issue 2*.
- Latifee, E., Sen, D., Kabir, Md., R. (2016). Effect of Water to Cement Ratio and Age on Portland Composite Cement Mortar Porosity, Strength and Evaporation Rate. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, e-ISSN: 2320-0847 p-ISSN : 2320-0936, Volume-5, Issue-8, pp-120-127.
- Miled, K., Sab, K., Roy, R. L. (2005). EPS Lightweight Concrete Particle Size Effect Modelling. *VIII International Conference on Computational Plasticity, COMPLAS VIII, E. Onate and D.R.J. Owen (Eds), CIMNE, Barcelona*.
- Miled, K., Sab, K., Roy, R. L. (2007). Particle Size Effect on EPS Lightweight Concrete Compressive Strength: Experimental Investigation and Modelling. *Mechanics of Materials 39*, 222–240.
- Miled, K., Roy, R. L., Sab, K., Boulay, C. (2004). Compressive Behavior of an Idealized EPS Lightweight Concrete: Size Effects and Failure Mode. *Mechanics of Materials 36*, 1031–1046.
- Motamednia, A., Nasiri, V., Jani, R. (2013). Laboratory Investigation of the Durability of Lightweight and Normal Concrete Against Acids (Hydrochloric, Sulfuric, and Lactic Acid). *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences Volume 1, Issue 3*:20-25.
- Mulla, A., Shelake, A. (2016). Lightweight Expanded Polystyrene Beads Concrete. *International Journal of Research in Advent Technology*.
- Naddaf, H., E., Kazemi, R. (2017). Experimental Evaluation of the Effect of Mix Design Ratio on Compressive Strength of Cement Mortars Containing Cement Strength Class 42,5 and 52,5 MPa. *Procedia Manufacturing 22* (2018) 392-398.
- Nemes, R. (2014). Lightweight Aggregate Concrete: Effect of Age and Curing Method. *Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and Engineering Geology, Műegyetem*.
- Neville, A.M., Brooks, J.J. (2010). Concrete Technology. *Pearson Education*, pp. 339-340.
- Prathyusha, Ms. K., Rao, S. K. V. (2016). Strength and Permeability Properties of No-Fines, Light Weight Concrete: An Experimental Study. *International Journal of Civil and Structural Engineering Research Vol. 4, Issue 1*, pp: 215-223.

- Ravindrarajah, R., S., Tuck, A., J., (2004). Properties of Hardened Concrete Containing Treated Expanded Polystyrene Beads. *Cement & Concrete Composite 16 (1994)* 273-277.
- Roy, R. L., Parant, E., Boulay, C. (2005). Taking Into Account the Inclusions' Size In Lightweight Concrete Compressive Strength Prediction. *Cement and Concrete Research 35*, 770–775.
- Tamut, T., Prabhu, R., Venkataramana, K., Yaragal, S. C. (2014). Partial Replacement of Coarse Aggregates By Expanded Polystyrene Beads In Concrete. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*.
- Tejuosho, T.O., Sunmola, O.P., Nwosu, C.O., Akingbade, S. (2016). Portland Cement. *The Department of Chemical and Petroleum Engineering*.
- Yang, H., Che, Y., Leng, F. (2018). Calcium Leaching Behavior of Cementitious Materials in Hydrochloric Acid Solution. *Scientific Reports*.