

**SKRIPSI**  
**DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN  
*EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI FAKTOR  
AIR SEMEN TERHADAP LARUTAN HCl 5%**



**NURUL IKHRAM SAPUTRA**  
**03011381621120**

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

# **SKRIPSI**

## **DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP LARUTAN HCl 5%**

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



**NURUL IKHRAM SAPUTRA  
03011381621120**

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN  
*EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI FAKTOR AIR  
SEMEN TERHADAP LARUTAN HCl 5%**

**SKRIPSI**

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**NURUL IKHRAM SAPUTRA**  
03011381621120

**Palembang, Maret 2020**  
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



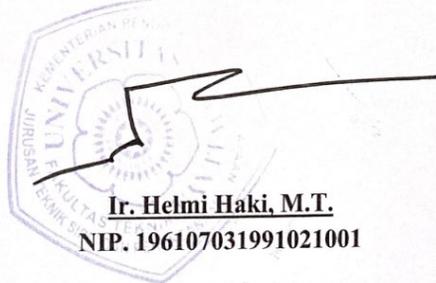
**Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
NIP. 195603141985031002

Dosen Pembimbing 2,



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

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



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "*Durabilitas Lightweight Concrete dengan Expanded Polystyrene dan Variasi Faktor Air Semen Terhadap Larutan HCl 5%*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Maret 2020.

Palembang, Maret 2020

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
NIP. 195603141985031002

(  )

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

(  )

Anggota:

3. **Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.**  
NIP. 195812111987031002

(  )

4. **Ahmad Muhtarom, ST, M.Eng.**  
NIP. 198208132008121002

(  )

5. **Dr. Rosidawani, S.T., M.T.**  
NIP. 197605092000122001

(  )

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

(  )

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D.  
NIP. 196009091987031004

Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurul Ikhram Saputra

NIM : 03011381621120

Judul : Durabilitas *Lightweight Concrete* dengan *Expanded Polystyrene* dan Variasi Faktor Air Semen Terhadap Larutan HCl 5%

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, Juni 2020

Yang membuat pernyataan,



Nurul Ikhram Saputra

NIM. 03011381621120

## HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Ikham Saputra

NIM : 03011381621120

Judul : Durabilitas *Lightweight Concrete* dengan *Expanded Polystyrene* dan Variasi Faktor Air Semen Terhadap Larutan HCl 5%

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, Juni 2020

Yang membuat pernyataan,



Nurul Ikham Saputra  
NIM. 03011381621120

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya dapat diselesaikan laporan tugas akhir ini dengan hasil yang baik. Laporan tugas akhir ini berjudul “Durabilitas *Lightweight Concrete* dengan *Expanded Polystyrene* dan Variasi Faktor Air Semen terhadap Larutan HCl 5%” dan dibuat sebagai salah satu kelengkapan menjadi sarjana pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar, orang tua (Bapak Ahmadi dan Ibu Venny Hafri Yenni) dan saudara penulis (Tasya dan Dhila) yang telah memberikan semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu, dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu, dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan tugas akhir ini.
5. Laboratorium PT. Semen Batu Raja, Palembang yang telah memberikan tempat serta peminjaman alat praktikum sehingga mempermudah penulis melakukan penelitian tugas akhir ini.
6. Serta teman dari Teknik Sipil 2016 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa laporan 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, Maret 2020

Nurul Ikhrum Saputra

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
HALAMAN RINGKASAN.....	xi
HALAMAN <i>SUMMARY</i> .....	xii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	xiii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xiv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	3
1.6. Rencana Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. <i>Lightweight Concrete</i> .....	6
2.2. <i>Lightweight Concrete</i> dengan <i>Expanded Polystyrene (EPS)</i> .....	7
2.3. Material Penyusun <i>Lightweight Concrete</i> dengan EPS .....	8
2.3.1. Semen <i>Portland</i> .....	9
2.3.2. <i>Expanded Polystyrene (EPS)</i> .....	10
2.3.3. Air.....	12
2.3.4. <i>Foaming Agent</i> .....	12
2.4. Faktor yang Mempengaruhi <i>Lightweight Concrete</i> dengan EPS .....	13

2.4.1. Faktor Air Semen .....	13
2.4.2. Ukuran Diameter EPS .....	14
2.4.3. Persentase Jumlah EPS terhadap Volume Total.....	16
2.4.4. Persentase <i>Foam</i> .....	17
2.4.5. Perawatan .....	18
2.5. Pengujian Mortar Segar .....	19
2.5.1. Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	19
2.5.2. Pengujian <i>Setting Time</i> .....	20
2.6. Pengujian Beton Keras .....	21
2.6.1. Durabilitas terhadap Larutan HCl .....	21
2.6.2. Pengujian Berat Jenis .....	22
2.6.3. Pengujian Kuat Tekan .....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	24
3.1. Studi Literatur.....	24
3.2. Alur Penelitian.....	24
3.3. Bahan Material Mortar .....	26
3.3.1. EPS .....	26
3.3.2. Semen .....	26
3.3.3. Air.....	26
3.3.4. <i>Foam</i> .....	27
3.4. Peralatan .....	28
3.5. Tahapan Pengujian di Laboratorium .....	31
3.5.1. Tahap 1 .....	31
3.5.2. Tahap 2 .....	32
3.5.3. Tahap 3 .....	32
3.5.4. Tahap 4 .....	36
3.5.5. Tahap 5 .....	38
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	41
4.1. Pengujian Beton Segar.....	41
4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	41
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> .....	43

4.2. Pengujian Benda Uji Kontrol .....	44
4.2.1. Hasil Berat Jenis Benda Uji Kontrol .....	44
4.2.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kontrol .....	45
4.3. Hasil Pengujian Durabilitas terhadap HCl.....	46
4.3.1. Kondisi Visual Benda Uji Setelah Pengujian .....	46
4.3.2. Perubahan Berat Jenis Benda Uji .....	49
4.3.3. Perubahan Kuat Tekan Benda Uji .....	59
BAB 5 PENUTUP .....	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	71

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Berat volume beton ringan tanpa dan dengan EPS (Arusmalem, 2007) .....	8
Tabel 2.2. Variasi <i>mix design lightweight concrete</i> dengan EPS (Zaher, 2003) .....	9
Tabel 2.3. Komposisi senyawa semen tipe I ( <i>OPC</i> ) (Ashish & Ruchi, 2017) .....	10
Tabel 2.4. Batasan kimiawi untuk air (ASTM C – 1602) .....	12
Tabel 2.5. Kriteria nilai kemudahan pengerjaan ( <i>workability</i> ) pada beton busa (Rambian dan Kamamurti, 2008) .....	20
Tabel 3.1. Komposisi campuran mortar untuk 1 m <sup>3</sup> (ASTM C109, 2013)..	32
Tabel 3.2. Komposisi campuran <i>lightweight concrete</i> untuk 1 m <sup>3</sup> .....	32
Tabel 4.1. Hasil pengujian slump flow untuk setiap benda uji .....	42
Tabel 4.2. Hasil berat jenis benda uji kontrol <i>lightweight concrete</i> dengan EPS terhadap variasi FAS serta mortar normal pada umur 28 hari	45
Tabel 4.3. Hasil kuat tekan benda uji kontrol <i>lightweight concrete</i> dengan EPS terhadap variasi FAS serta mortar normal pada umur 28 hari	45
Tabel 4.4. Data berat jenis benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	50
Tabel 4.5. Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	50
Tabel 4.6. Data berat jenis benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	51
Tabel 4.7. Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	51
Tabel 4.8. Data berat jenis benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	53
Tabel 4.9. Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	56
Tabel 4.10. Rekapitulasi persentase perubahan berat jenis benda uji untuk setiap kondisi .....	57

Tabel 4.11. Data kuat tekan benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	59
Tabel 4.12. Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	59
Tabel 4.13. Data kuat tekan benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	61
Tabel 4.14. Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	61
Tabel 4.15. Data kuat tekan benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	63
Tabel 4.16. Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	63
Tabel 4.17. Rekapitulasi persentase perubahan kuat tekan benda uji untuk setiap kondisi .....	65

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Bentuk dasar <i>lightweight concrete</i> (Mohammed dan Hamad, 2014) .....	7
Gambar 2.2. EPS .....	11
Gambar 2.3. Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan pada beton ringan dengan variasi kadar semen (Zaher Kuhail, 2003) .....	14
Gambar 2.4. Variasi ukuran diameter EPS yaitu 1 mm, 2,5 mm, dan 6,3 mm (K. Miled et al., 2006).....	15
Gambar 2.5. Hubungan antara variasi ukuran diameter EPS dan kuat tekan beton (K. Miled et al., 2006) .....	15
Gambar 2.6. Hubungan antara berat jenis dan kuat tekan pada beton ringan dengan EPS (Makhmud, 2017) .....	16
Gambar 2.7. Hubungan antara volume <i>foam</i> dengan kuat tekan beton (Nandipati et al., 2016) .....	18
Gambar 2.8. Pengaruh durasi <i>curing</i> terhadap kuat tekan (Lloyd, 2010) ....	18
Gambar 2.9. Pengujian <i>slump flow</i> (Raupit et al., 2017) .....	20
Gambar 2.10. Penetrometer (Huseien et al., 2017) .....	21
Gambar 2.11. Hubungan antara kehilangan massa beton dengan serangan HCl selama 30 hari (Malika et al., 2017) .....	22
Gambar 3.1. Diagram alur tahap metode penelitian .....	25
Gambar 3.2. EPS .....	26
Gambar 3.3. Semen PCC .....	27
Gambar 3.4. Air .....	27
Gambar 3.5. <i>Foam</i> .....	27
Gambar 3.6. Neraca .....	28
Gambar 3.7. Mesin pencampur .....	29
Gambar 3.8. <i>Foam generator</i> .....	29
Gambar 3.9. <i>Flow table</i> .....	30
Gambar 3.10. <i>Vicat needle apparatus</i> .....	30
Gambar 3.11. <i>Concrete mold</i> .....	31
Gambar 3.12. <i>Universal testing machine</i> .....	31

Gambar 3.13. Pembuatan pasta .....	33
Gambar 3.14. Pencampuran pasta dan EPS .....	34
Gambar 3.15. Pembuatan <i>foam</i> .....	34
Gambar 3.16. Pencampuran <i>foam</i> ke dalam adukan beton .....	35
Gambar 3.17. Pengujian <i>slump flow</i> .....	35
Gambar 3.18. Pengujian <i>setting time</i> .....	36
Gambar 3.19. Pencetakan benda uji .....	37
Gambar 3.20. Pengeluaran benda uji dari cetakan .....	37
Gambar 3.21. Proses perawatan beton .....	37
Gambar 3.22. Pengujian beton untuk kondisi 1 .....	38
Gambar 3.23. Pengujian beton untuk kondisi 2 .....	39
Gambar 3.24. Pengujian beton untuk kondisi 3 pada kondisi <i>wet</i> .....	39
Gambar 3.25. Pengujian beton untuk kondisi 3 pada kondisi <i>dry</i> .....	39
Gambar 3.26. Pengujian massa beton untuk kondisi 3 .....	40
Gambar 3.27. Pengujian kuat tekan beton .....	40
Gambar 4.1. Metode pengujian <i>slump flow</i> pada <i>lightweight concrete</i> dengan EPS .....	41
Gambar 4.2. Metode pengujian <i>slump flow</i> pada mortal normal .....	42
Gambar 4.3. Metode pengujian <i>setting time</i> .....	43
Gambar 4.4. Hasil pengujian <i>setting time</i> pada setiap variasi campuran .....	44
Gambar 4.5. Kondisi 2; (a) LWC2-455 sebelum direndam HCl, (b) LWC2-455 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC2-455 setelah direndam HCl 56 hari .....	46
Gambar 4.6. Kondisi 2; (a) LWC2-470 sebelum direndam HCl, (b) LWC2-470 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC2-470 setelah direndam HCl 56 hari .....	47
Gambar 4.7. Kondisi 2; (a) LWC2-485 sebelum direndam HCl, (b) LWC2-485 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC2-485 setelah direndam HCl 56 hari .....	47
Gambar 4.8. Kondisi 2; (a) Mortar Normal-2 sebelum direndam HCl, (b) Mortar Normal-2 setelah direndam HCl 28 hari, (c) Mortar Normal-2 setelah direndam HCl 56 hari .....	47

Gambar 4.9.	Kondisi 3; (a) LWC3-455 sebelum direndam HCl, (b) LWC3-455 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC3-455 setelah direndam HCl 56 hari .....	48
Gambar 4.10.	Kondisi 3; (a) LWC3-470 sebelum direndam HCl, (b) LWC3-470 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC3-470 setelah direndam HCl 56 hari .....	48
Gambar 4.11.	Kondisi 3; (a) LWC3-485 sebelum direndam HCl, (b) LWC3-485 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC3-485 setelah direndam HCl 56 hari .....	49
Gambar 4.12.	Kondisi 3; (a) Mortar Normal-3 sebelum direndam HCl, (b) Mortar Normal-3 setelah direndam HCl 28 hari, (c) Mortar Normal-3 setelah direndam HCl 56 hari .....	49
Gambar 4.13.	Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	50
Gambar 4.14.	Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	52
Gambar 4.15.	Perubahan massa benda uji kondisi 3 untuk LWC3-455 .....	54
Gambar 4.16.	Perubahan massa benda uji kondisi 3 untuk LWC3-470 .....	54
Gambar 4.17.	Perubahan massa benda uji kondisi 3 untuk LWC3-485 .....	54
Gambar 4.18.	Perubahan massa benda uji kondisi 3 untuk Mortar Normal-3 .....	55
Gambar 4.19.	Persentase perubahan berat jenis benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	57
Gambar 4.20.	Rekapitulasi perbandingan persentase perubahan berat jenis benda uji untuk setiap kondisi .....	58
Gambar 4.21.	Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 1 untuk setiap variasi campuran .....	60
Gambar 4.22.	Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 2 untuk setiap variasi campuran .....	62
Gambar 4.23.	Persentase perubahan kuat tekan benda uji pada kondisi 3 untuk setiap variasi campuran .....	64
Gambar 4.24.	Rekapitulasi perbandingan persentase perubahan kuat tekan benda uji untuk setiap kondisi .....	66

# DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP LARUTAN HCl 5%

Nurul Ikhrum Saputra<sup>1\*</sup>, Hanafiah<sup>2</sup>, Saloma<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

\*Korespondensi Penulis: ikhramsa@gmail.com

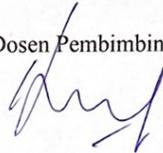
## Abstrak

*Lightweight concrete* adalah beton yang memiliki berat jenis lebih ringan dibandingkan beton konvensional dengan diharapkan pada akhirnya dapat mengurangi berat sendiri bangunan dan dapat memudahkan pekerja dalam proses pengerjaan yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1.900 kg/m<sup>3</sup>. berat jenis Pengurangan berat jenis pada beton dapat dilakukan dengan banyak cara antara lain adalah salah satunya adalah dengan mengganti agregat kasar dengan agregat ringan seperti *expanded polystyrene* atau disingkat dengan EPS. Komposisi dari *lightweight concrete* terdiri atas semen, *expanded polystyrene*, air dan *foam*. Perbandingan komposisi yang digunakan pada campuran adalah ukuran butiran EPS sebesar 2 mm, rasio EPS dan semen yang digunakan adalah 2,75:1, rasio air dan *foaming agent* sebesar 1:40. Variasi faktor air semen yang digunakan yaitu 0,455, 0,470, dan 0,485. Perawatan beton dilakukan dengan melapisi beton dengan karung goni yang dibasahi selama 28 hari. Hasil pengujian beton untuk kode campuran LWC-455, LWC-470, LWC-485, dan Mortar Normal pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan sebesar 7,83 MPa, 5,61 MPa, 4,86 MPa, dan 13,45 MPa, kemudian data berat jenis sebesar 953 kg / m<sup>3</sup>, 853 kg / m<sup>3</sup>, 821 kg / m<sup>3</sup>, dan 1.821 kg / m<sup>3</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi faktor air semen terhadap larutan asam klorida (HCl) 5 % dengan tiga kondisi yang berbeda, yaitu kondisi ruangan terbuka, kondisi terendam HCl 5 % sepenuhnya, dan kondisi siklik. Pengujian *lightweight concrete* dilakukan pada umur 28 hari dan 56 hari untuk mendapatkan hasil penurunan kuat tekan dan berat jenis. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan kuat tekan dan berat jenis seiring durasi perendaman dalam HCl 5% untuk setiap variasi campuran.

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

Palembang, Maret 2020  
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.

NIP. 195603141985031002

Dosen Pembimbing 2,



Dr. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Dr. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang berkembang sangat pesat dan hampir sebagian besar bangunan saat ini menggunakan beton sebagai material bangunan utamanya. Perkembangan teknologi beton diharapkan dapat menjawab tantangan terhadap kebutuhan beton yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah. Beton ringan dapat dicapai dalam beberapa cara seperti dengan memasukkan gas atau busa, dengan cara mengganti agregat standar dengan bahan yang lebih ringan, atau beton dibuat tanpa pasir. Dalam proses pembuatan beton ringan tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah *expanded polystyrene* yang disingkat dengan EPS.

EPS dikenal sebagai bahan termoplastik yang awalnya dalam bentuk padat dan diperluas oleh penggunaan uap dan agen ekspansif gabus putih yang umumnya digunakan untuk membungkus barang elektronik. EPS adalah bahan isolasi ringan yang dirancang untuk berbagai aplikasi teknik seperti lantai beton, jalan raya, tempat tidur rel, dan lain-lain. Namun, hal-hal seperti penambahan EPS, ukuran pada EPS, dan variasi faktor air semen perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi sifat mekanik pada beton tersebut.

Dalam pembuatan beton, perlunya beberapa kajian atau acuan mengenai peningkatan mutu beton seperti salah satunya adalah berat jenis. Penggunaan *foam agent* dalam mortar, selain ramah lingkungan juga dapat mengurangi berat jenis dan memudahkan dalam pekerjaan serta menjadi isolasi termal yang baik. *Foam agent* merupakan salah satu bahan pembuat busa dalam beton ringan yang biasanya berasal dari bahan berbasis *protein hydrolyzed*. Penggunaan *foam agent* berguna untuk menghasilkan *foam* atau gelembung udara yang dapat membuat rongga di dalam beton sehingga membuat beton menjadi lebih ringan dengan berat jenis beton  $< 2.400 \text{ kg/m}^3$ . Selain itu, beton ringan mempunyai porositas yang tinggi sehingga beton yang dihasilkan bersifat *porous*. Penelitian ini dilakukan untuk

mengetahui ketahanan beton secara visual pada beton ringan sebagai salah satu tolak ukur durabilitas beton.

Mutu beton dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama pada daerah bersifat asam yang memiliki rentang pH antara tiga sampai enam. Kondisi lingkungan tersebut dapat mengurangi mutu beton terutama apabila beton tersebut terendam oleh larutan asam dalam jangka waktu yang relatif lama. Salah satu daerah yang memiliki kondisi lingkungan tersebut adalah Sumatera Selatan khususnya Palembang yang didominasi oleh daerah rawa dengan jenis tanah gambut.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dilakukan penelitian yang bersifat eksperimental berjudul “Durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5%”. Penelitian ini menggunakan mortar dari beton ringan dengan menggunakan bahan pengisi EPS yang direndam dengan larutan asam kuat yaitu HCl dengan kadar 5%. Mortar tersebut kemudian dievaluasi seberapa besar pengaruh faktor air semen terhadap sifat mekanik beton ringan dengan bahan pengisi EPS yang bervariasi yaitu 0,455, 0,470, dan 0,485.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap HCl 5%, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana ketahanan *lightweight concrete* dengan EPS yang dipengaruhi oleh durasi perendaman larutan HCl 5% terhadap faktor air semen yang bervariasi?
2. Bagaimana ketahanan *lightweight concrete* dengan EPS yang dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan terhadap faktor air semen yang bervariasi?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5% adalah:

1. Memahami dan menganalisis pengaruh durasi perendaman larutan HCl 5% terhadap ketahanan *lightweight concrete* dengan EPS oleh faktor air semen yang bervariasi.
2. Memahami dan menganalisis pengaruh perubahan kondisi lingkungan terhadap ketahanan *lightweight concrete* dengan EPS oleh faktor air semen yang bervariasi.

#### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5% adalah:

1. Ukuran butiran EPS yang digunakan yaitu berdiameter 2 mm.
2. Perbandingan semen dan EPS yang digunakan adalah 1 : 2,75.
3. Variasi faktor air semen terhadap beton yaitu 0,455, 0,470, dan 0,485.
4. Perbandingan *foam agent* yang digunakan dengan air adalah 1 : 40.
5. Cetakan benda uji yang digunakan berupa kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm.
6. Perawatan benda uji menggunakan metode penyelimutan dengan karung basah.
7. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *slump flow test* dan *setting time test*.
8. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur 28 dan 56 hari dengan masing-masing durasi terdapat tiga kondisi yang berbeda, yaitu dibiarkan dalam suhu ruangan, direndam di dalam larutan HCl 5%, dan kondisi *wet-dry*.
9. Pengujian material pada penelitian ini berdasarkan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*).
10. Pembuatan komposisi campuran pada penelitian ini berdasarkan standar ASTM dan dimodifikasi menggunakan jurnal yang terkait mengenai *lightweight concrete* dan *foam agent*.
11. Pemeriksaan, pembuatan, dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium PT. Semen Baturaja, Kecamatan Kertapati, Kota Palembang, Sumatera Selatan.

### 1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5% dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

#### 1. Data primer

Data primer merupakan data yang dihasilkan secara langsung dalam pengujian 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 ada. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5% dijelaskan menjadi:

## BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan rencana sistematika penulisan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis menguraikan tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori dari pustaka dan literatur tentang definisi *lightweight concrete*, material penyusun *lightweight concrete* dengan bahan pengisi EPS, faktor yang mempengaruhi *lightweight concrete*, dan pengujian beton serta berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini penulis membahas tentang spesifikasi material dan alat uji yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian.

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini penulis membahas hasil pengolahan data yang didapatkan dari pengujian di laboratorium mengenai durabilitas *lightweight concrete* dengan EPS dan variasi faktor air semen terhadap larutan HCl 5%.

### **BAB 5 PENUTUP**

Pada bab ini terdapat kesimpulan dan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Pada bab ini berisi daftar pustaka yang akan digunakan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. M. A. B., Hussin, K., Bnhussain, M., Ismail, K. N., Yahya, Z., and Razak, R. A., 2012. *Fly Ash-Based Geopolymer Lightweight Concrete Using Foaming Agent*. International Journal of Molecular Sciences, 13: 7186-7198.
- 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.
- Ahmad, M. H., L. Y. Loon, R. C. Omar, M. A. Malek. 2008. *Mix Design of Styrofoam Concrete*. ICCBT2008.
- Amran, Y.H. Mugahed, Nima Fazadnia, A.A. Abang Ali, 2015. *Properties and Applications of Foamed Concrete: A Review*. *Constructions and Building Materials*, 101(2015), 990-1005.
- ASTM C 109 13. 2013. *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*. 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 267. 2001. *Standard Test Method for Chemical Resistance of Mortars, Grouts, and Monolithic Surfacing and Polymers Concretes*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 430/C 430M. 2008. *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, 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 1602. 2006. *Standard Spesification for Mixing Water Used in The Production of Hydraulic Cement Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA: Association of Standard Testing Materials.
- Buyung, R. Anugraha., dan Sarithal Mustaza. 2010. *Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m<sup>3</sup>*. ISSN: 1907-753X.
- Ginting, A. 2004. *Kajian Balok Beton Styrofoam Ringan dengan Tulangan Menyebar*, Thesis S2, PPS UGM, Yogyakarta.

- Hossain, K., M., A. 2004. Properties of Volcanic Pumice Based Cement and Lightweight Concrete. *Cement and Concrete Research*, 34, 283-291.
- K. Miled., Sab K., Le Roy R. 2005. *EPS Lightweight Concrete Particle Size Effect Modelling*. VIII International Conference on Computational Plasticity. France.
- Kan, Abdulkadir., and Ramazan Demirboga. 2007. *Effect of Cement and EPS Beads Ratios on Compressive Strength and Density of Lightweight Concrete*. Indian Journal of Engineering & Materials Sciences. Vol. 14.
- Kuhail, Zaher., and Samir Shihada. 2003. *Mechanical Properties of Polystyrene Lightweight Concrete*. Journal of The Islamic University of Gaza.
- Kurweti, S., and Ruchi Chandrakar. 2017. *Specification and Quality Control of Light Weight Foam Concrete*. International Journal of Engineering Development and Research.
- Mandlik, Abhijit., Tarun Sarthak Sood, Shekbar Karade, Sangram Naik. 2013. *Lightweight Concrete Using EPS*. International Journal of Science and Research (IJSR). ISSN: 2319-7064.
- Medine, Malika., Habib Trouzine, Jose Barroso De Aguiar, Aissa Asroum. 2017. *Durability Properties of Five Years Aged Lightweight Concretes Containing Rubber Aggregates*. Periodica Polytechnica Civil Engineering. 62(2), pp. 386-397.
- Mehta, A., Siddique, R. 2017. *Sulfuric Acid Resistance of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Construction and Building Materials, 146, 136-143.
- Mohammed, Jihad Hamad, Ali Jihad Hamad, 2014. *Materials, Properties and Application Review of Lightweight Concrete*. Rev. Tèc. Ing. Univ Zulia Vol.37 No.2.
- Motamednia, A., Nasiri, V., and 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*, 1, 20-25.
- Naganjanaya, Nandipati R., and Ram Prasanna. 2016. *Study On & Mechanical Properties of Foamed Concrete*. International Journal of Scientific Engineering and Technology Research. ISSN: 2319-8885.
- Patel, Divya., Uresh Kachhadia, Mehul Shah, Rahul Shah. 20017. *Experimental Study on Lightweight Concrete with Styrofoam as a Replacement for Coarse Aggregate*. Kalpa Publications in Civil Engineering. Volume 1, pages 103-108.

- Raupit, F., Saggaf, A., Tan, S., and Tahir, M. 2017. *Splitting Tensile Strength of Lightweight Foamed Concrete with Polypropylene Fiber*. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology. Universiti Teknologi Malaysia.
- Shi, Wenbo., Linchang Miao, Junhui Luo, Jiaqi Wang, Yinan Chen. 2016. *Durability of Modified Expanded Polystyrene Concrete after Dynamic Cyclic Loading*. Hindawi Publishing Corporation. Volume 2016.
- Thakrele, Maheshkumar H., 2014. *Experimental Study on Foam Concrete*. International Journal of Civil, Structural, Environmental, and Infrastructure Engineering Research and Development. ISSN: 2249-6866.
- Yang, H., Che, Y., and Leng, F. 2018. Calcium Leaching Behavior of Cementitious Materials in Hydrochloric Acid Solution. *Scientific Reports*, 8:8806.