

SKRIPSI
DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE*
TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCL) 5%
DENGAN VARIASI VOLUME *EXPANDED*
POLYSTYRENE

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



WILLIAM BERLIN

03011281621052

PROGRAM STUDI SARJANA 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 VOLUME *EXPANDED POLYSTYRENE*

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh :

WILLIAM BERLIN
03011281621052

Palembang, Mei 2020
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,



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

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 Volume *Expanded Polystyrene*" 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

()

Anggota:

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

()

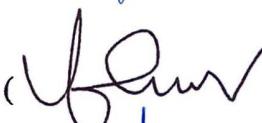
3. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

()

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

()

5. Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE
NIP. 195812111987031002

()
21/3/2020

6. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.
NIP. 198208132008121002

()
3/6/2020

Mengetahui/Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,

Ketua Jurusan
Teknik Sipil dan Perencanaan,

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

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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : William Berlin

NIM : 03011281621052

Judul : Durabilitas *Lightweight Concrete* Terhadap Larutan Asam Klorida (HCl) 5 %
Dengan Variasi Volume *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,



NIM. 03011281621052

HALAMAN PERNYATAAN PESETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : William Berlin

NIM : 03011281621052

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

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,



William Berlin

NIM. 03011281621052

RINGKASAN

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

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, Mei 2020

William Berlin; Dibimbing oleh Saloma

xx + 77 halaman, 66 gambar, 21 tabel

Lightweight concrete adalah jenis beton yang memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional dengan berat jenis dari 300 kg/m³ sampai 2.000 kg/m³ sedangkan 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*. Komposisi dari *lightweight concrete* terdiri atas semen, *expanded polystyrene*, air dan *foam*. Perbandingan komposisi yang digunakan pada campuran adalah ukuran butiran *expanded polystyrene* sebesar 2 mm, rasio air dan *foaming agent* sebesar 1 : 40, serta perbandingan w/c sebesar 0,485. Rasio agregat dan semen yang digunakan adalah 2,25:1, 2,5:1 dan 2,75:1. Perawatan beton dilakukan dengan merendam beton di dalam air selama 28 hari. Hasil pengujian beton pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan sebesar 8,12 MPa, 6,91 MPa, 5,63 MPa, dan 13,45 MPa, kemudian data berat jenis sebesar 978kg/m³, 892 kg/m³, 826 kg/m³, dan 1829 kg/m³ untuk kode campuran LWC -2,25, LWC -2,5, LWC -2,75, dan ASTM C109-13. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume *expanded polystyrene* dalam campuran terhadap ketahanan beton dari 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 : *lightweight concrete*, *expanded polystyrene*, dan durabilitas

SUMMARY

DURABILITY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE AGAINST 5% HYDROCHLORIC ACID (HCL) SOLUTION WITH EXPANDED POLYSTYRENE VOLUME VARIATION

Scientific papers in form of Final Projects, May 2020

William Berlin; Guide by Advisor oleh Saloma, S.T., M.T.

xx + 77 pages, 66 figures, 21 tables

Lightweight concrete is a type of concrete that has a lighter specific gravity than conventional concrete with a specific gravity from 300 kg / m³ to 2,000 kg / m³. Specific gravity of concrete can be reduced in many ways including one of them is by replacing coarse aggregates with lightweight aggregates such as expanded polystyrene. The composition of lightweight concrete consists of cement, expanded polystyrene, water and foam. Composition used in the mixture is 2 mm size of expanded polystyrene granules, 1 : 40 ratio of water and foaming agent, and 0.485 ratio of w / c. The ratio of aggregate and cement used is 2.25: 1, 2.5: 1 and 2.75: 1. Concrete treatment is done by immersing the concrete in water for 28 days. Concrete test results at 28 days produced compressive strengths of 8.12 MPa, 6.91 MPa, 5.63 MPa and 13.45 MPa, then the specific gravity data were 978 kg / m³, 892 kg / m³, 826 kg / m³, and 1,829 kg / m³ for mixed codes LWC -2.25, LWC - 2.5, LWC -2.75, and ASTM C109-13. This study aims to determine the effect of expanded polystyrene volume in the mixture on the concrete resistance of 5% hydrochloric acid (HCl) solution with three different conditions, namely open room conditions, 5% HCl submerged conditions completely, and cyclic conditions. Lightweight concrete testing is carried out at 28 days and 56 days to get the result of reduced compressive strength and specific gravity. The test results showed a decrease in compressive strength and specific gravity with the duration of immersion in HCl 5% for each variation of the mixture.

Keywords : *lightweight concrete, expanded polystyrene, and durability*

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

William Berlin^{1*}, Saloma²

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: williamberlin00@gmail.com

Abstrak

Lightweight concrete adalah jenis beton yang memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan beton konvensional dengan berat jenis dari 300 kg/m^3 sampai 2.000 kg/m^3 sedangkan 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*. Komposisi dari *lightweight concrete* terdiri atas semen, *expanded polystyrene*, air dan *foam*. Perbandingan komposisi yang digunakan pada campuran adalah ukuran butiran *expanded polystyrene* sebesar 2 mm, rasio air dan *foaming agent* sebesar 1 : 40, serta perbandingan *w/c* sebesar 0,485. Rasio agregat dan semen yang digunakan adalah 2,25:1, 2,5:1 dan 2,75:1. Perawatan beton dilakukan dengan merendam beton di dalam air selama 28 hari. Hasil pengujian beton pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan sebesar 8,12 MPa, 6,91 MPa, 5,63 MPa, dan 13,45 MPa, kemudian data berat jenis sebesar 978kg/m^3 , 892 kg/m^3 , 826 kg/m^3 , dan 1829 kg/m^3 untuk kode campuran LWC -2,25, LWC -2,5, LWC -2,75, dan ASTM C109-13. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume *expanded polystyrene* dalam campuran terhadap ketahanan beton dari 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 : *lightweight concrete*, *expanded polystyrene*, dan durabilitas

Palembang, Mei 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,



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

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



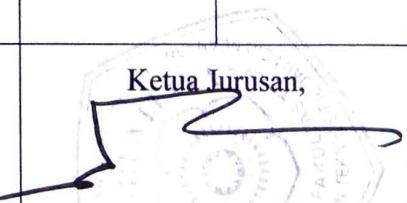
Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

HASIL SEMINAR LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : WILLIAM BERLIN
 NIM : 03011281621052
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JUDUL LAPORAN : DURABILITAS *LIGHTWEIGHT CONCRETE*
 TERHADAP LARUTAN ASAM KLORIDA (HCl) 5%
 DENGAN VARIASI VOLUME *EXPANDED POLYSTYRENE*
 DOSEN PEMBIMBING : DR. SALOMA, S.T., M.T.
 TGL. SEMINAR : 20 FEBUARI 2020

No.	Tanggapan/Saran	Tanda Tangan & Nama Dosen Pemb./Nara Sumber	
		Asistensi	Revisi
1	- Lengkapi data - Perbaiki format Penulisan	<i>Alf</i> 20/02/20	<i>Alf</i> 16/3/20
2	- Lengkapi perhit tabel 3.1 menjadi tabel 3.2 - Kriteria bent teles LC = ? - Isi sel 4.10, 4.11 tampilkan nilai f_c' nya	<i>W</i>	<i>W</i> 2/3 2020
3	- Jelasangkan dg f_c \rightarrow MPn (LC standar) - Polyster Resimpulan, Pakai angkaan hasil penelitian		
4	Publikasi sementara laporan	<i>Rid</i>	<i>Rid</i> 20/2002
5	- Suprasari HCl 5%	<i>Aky</i>	<i>Aky</i>
6			
<u>Kesimpulan :</u> <i>Acc gilid</i> <i>g/f</i>		 Ketua Jurusan, Ir. Helmi Haki, M.T. NIP. 196107031991021001	

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjangkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya dapat diselesaikan laporan tugas akhir ini dengan hasil yang baik. Tugas akhir ini berjudul “Durabilitas *Lightweight Concrete* Terhadap Larutan Asam Klorida (HCl) 5% Dengan Variasi Volume *Expanded Polystyrene*” dan dibuat sebagai salah satu kelengkapan syarat kelulusan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Ingin disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga besar, orang tua dan saudara penulis yang telah memberikan semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
4. Serta teman dari Teknik Sipil 2016 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis sangat menyadari bahwa proposal 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, Mei 2020



William Berlin

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
SUMMARY	viii
ABSTRAK	ix
BERITA ACARA	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
 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.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Lightweight Concrete</i>	6
2.1.1. <i>Lightweight Aggregate Concrete</i>	7
2.1.2. <i>No Fines Concrete</i>	8
2.1.3. <i>Aerated Concrete</i>	10
2.2. <i>Lightweight Concrete</i> dengan Campuran <i>Expanded Polystyrene</i>	12

2.2.1. Semen.....	12
2.2.2. Air	14
2.2.3. <i>Expanded Polystyrene</i>	14
2.2.4. <i>Foaming Agent</i>	15
2.3. Faktor yang Mempengaruhi Sifat <i>Lightweight Concrete</i> dengan Campuran <i>Expanded Polystyrene</i>	16
2.3.1. Rasio Air Semen	16
2.3.2. Rasio Air dan <i>Foaming Agent</i>	17
2.3.3. Ukuran Butiran <i>Expanded Polystyrene</i>	18
2.3.4. Volume Agregat Pada Campuran Beton.....	19
2.3.5. Perawatan Beton	21
2.4. Pengujian Beton Segar	21
2.4.1 Pengujian <i>Setting Time</i>	22
2.4.2 Pengujian <i>Slump Test</i>	22
2.5. Pengujian Beton Keras	22
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1. Studi Literatur	26
3.2. Alur Penelitian	26
3.3. Bahan Material Mortar	28
3.3.1. Semen.....	28
3.3.2. Air.....	28
3.3.3. <i>Foaming Agent</i>	29
3.3.4. <i>Expanded Polystyrene</i>	29
3.4. Peralatan	30
3.5. Tahap Pengujian	33
3.5.1. Tahap 1	33
3.5.2. Tahap 2	33
3.5.3. Tahap 3	33
3.5.4. Tahap 4	34
3.5.5. Tahap 5	36
3.5.6. Tahap 6	40

BAB 4 Hasil Dan Pembahasan	43
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar	43
4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	43
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	47
4.2. Hasil Pengujian Benda Uji Kontrol	48
4.2.1. Hasil Berat Jenis Benda Uji Kontrol	48
4.2.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Kontrol	48
4.3. Hasil Pengujian Durabilitas terhadap Asam Klorida (HCl)	49
4.3.1. Kondisi Visual Benda Uji Setelah Pengujian	49
4.3.2. Perubahan Berat Jenis Benda Uji	53
4.3.3. Perubahan Kuat Tekan Benda Uji	63
BAB 5 Kesimpulan	73
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi campuran <i>lightweight aggregate concrete</i> (Jiang, 2012)	7
Tabel 2.2. Komposisi campuran <i>no fines concrete</i> (George, 2006).....	9
Tabel 2.3. Komposisi campuran <i>foamed concrete</i> (Bishir, 2018).....	11
Tabel 2.4. Hasil pengujian komposisi kimia tujuh tipe semen (Anderson, 2007)	14
Tabel 2.5. Hasil pengujian material <i>expanded polystyrene</i> (Chen, 2015)....	15
Tabel 2.6. Komposisi campuran beton terhadap rasio air dan semen (Bulent, 2007)	16
Tabel 2.7. Komposisi campuran <i>foamed concrete</i> terhadap rasio air dan <i>foaming agent</i> (Ismail, 2004)	18
Tabel 3.1. Komposisi campuran mortar untuk 1 m ³ (ASTM C109, 2013)..	34
Tabel 3.2. Komposisi campuran <i>lightweight concrete</i> untuk 1 m ³	36
Tabel 4.1. Hasil pengujian <i>slump flow</i> menggunakan <i>flow table</i>	46
Tabel 4.2. Kriteria nilai <i>workability</i> pada beton busa (Kunhanandan, 2008)	46
Tabel 4.3. Hasil berat jenis benda uji kontrol <i>lightweight concrete</i> dengan variasi volume <i>expanded polystyrene</i> pada umur 28 hari.....	48
Tabel 4.4. Hasil kuat tekan benda uji kontrol <i>lightweight concrete</i> dengan variasi volume <i>expanded polystyrene</i> pada umur 28 hari.....	49
Tabel 4.5. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 1 untuk setiap variasi campuran	54
Tabel 4.6. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 2 untuk setiap variasi campuran	55
Tabel 4.7. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 3 untuk setiap variasi campuran	59
Tabel 4.8. Rekapitulasi persentase perubahan berat jenis benda uji untuk setiap kondisi	61
Tabel 4.9. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami	

kondisi 1 untuk setiap variasi campuran	63
Tabel 4.10. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami kondisi 2 untuk setiap variasi campuran	65
Tabel 4.11. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami kondisi 3 untuk setiap variasi campuran	68
Tabel 4.12. Rekapitulasi persentase perubahan kuat tekan benda uji untuk setiap kondisi	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kuat tekan <i>lightweight aggregate concrete</i> pada hari ke 28 (Jiang, 2012).....	8
Gambar 2.2. Berat Jenis <i>lightweight aggregate concrete</i> pada hari ke 28 (Jiang, 2012).....	8
Gambar 2.3. Kuat tekan <i>no fines concrete</i> pada hari ke 28 (George, 2006).	9
Gambar 2.4. Berat jenis <i>no fines concrete</i> pada hari ke 28 (George, 2006) .	10
Gambar 2.5. Kuat tekan <i>foamed concrete</i> pada hari ke 28 (Bishir, 2006)....	11
Gambar 2.6. Berat jenis <i>foamed concrete</i> pada hari ke 28 (Bishir, 2006)....	12
Gambar 2.7. Pengaruh rasio air semen terhadap kuat tekan beton (Bulent, 2007)	17
Gambar 2.8. Pengaruh rasio air dan <i>foaming agent</i> terhadap kuat tekan <i>foamed concrete</i> (Ismail, 2004).....	18
Gambar 2.9. Pengaruh ukuran butiran <i>expanded polystyrene</i> terhadap kuat tekan beton (Miled, 2005)	19
Gambar 2.10. Pengaruh rasio semen dan agregat terhadap kuat tekan mortar (Mahzuz, 2011).....	20
Gambar 2.11. Pengaruh <i>curing</i> terhadap kuat tekan <i>foamed concrete</i> (Bishir, 2018)	21
Gambar 2.12. Pengaruh serangan asam klorida terhadap kuat tekan beton (Jayanth, 2018).....	24
Gambar 2.13. Pengaruh serangan asam klorida terhadap berat jenis beton (Sri, 2004)	25
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	27
Gambar 3.2. <i>Portland Composite Cement</i>	28
Gambar 3.3. Air	28
Gambar 3.4. <i>Foaming agent</i>	29
Gambar 3.5. <i>Expanded polystyrene</i>	29
Gambar 3.6. Neraca digital	30
Gambar 3.7. <i>Mixer</i>	30

Gambar 3.8. <i>Foam generator</i>	31
Gambar 3.9. Cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm	31
Gambar 3.10. <i>Flow table</i>	32
Gambar 3.11. <i>Penetrometer</i>	32
Gambar 3.12. <i>Universal Testing Machine</i>	33
Gambar 3.13. Pembuatan pasta semen.....	37
Gambar 3.14. Pembuatan <i>foam</i> menggunakan <i>foam generator</i>	37
Gambar 3.15. Pencampuran <i>expanded polystyrene</i> kedalam adukan beton ...	37
Gambar 3.16. Bacaan tekanan pada <i>foam generator</i>	38
Gambar 3.17. Pencampuran <i>foam</i> kedalam adukan beton	38
Gambar 3.18. Pengujian <i>slump flow</i> menggunakan <i>flow table test</i>	39
Gambar 3.19. Pengujian <i>setting time</i> menggunakan <i>penetrometer</i>	39
Gambar 3.20. Proses pencetakan beton	39
Gambar 3.21. Hasil pengecoran beton	40
Gambar 3.22. Proses perawatan beton	40
Gambar 3.23. Pengujian beton untuk kondisi 1	41
Gambar 3.24. Pengujian beton untuk kondisi 2	41
Gambar 3.25. Pengujian beton untuk kondisi 3 pada kondisi <i>wet</i>	41
Gambar 3.26. Pengujian beton untuk kondisi 3 pada kondisi <i>dry</i>	41
Gambar 3.27. Pengujian massa beton untuk kondisi 3	42
Gambar 3.28. Pengujian kuat tekan beton	42
Gambar 4.1. Hasil pengujian <i>slump flow</i> untuk kode campuran LWC-2,75	43
Gambar 4.2. Hasil pengujian <i>slump flow</i> untuk kode campuran LWC-2,55	44
Gambar 4.3. Hasil pengujian <i>slump flow</i> untuk kode campuran LWC-2,25	44
Gambar 4.4. Hasil pengujian <i>slump flow</i> untuk kode campuran ASTM C109-13.....	45
Gambar 4.5. Hasil pengujian <i>setting time</i> pada untuk setiap variasi campuran	47
Gambar 4.6. Kondisi II; (a) LWC -2,75 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,75 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,75 setelah direndam HCl 56 hari.....	50
Gambar 4.7. Kondisi II; (a) LWC -2,5 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,5	

setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,5 setelah direndam HCl 56 hari.....	50
Gambar 4.8. Kondisi II; (a) LWC -2,25 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,25 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,25 setelah direndam HCl 56 hari.....	50
Gambar 4.9. Kondisi II; (a) ASTM C109-13 sebelum direndam HCl, (b) ASTM C109-13 setelah direndam HCl 28 hari, (c) ASTM C109-13 setelah direndam HCl 56 hari.....	51
Gambar 4.10. Kondisi III; (a) LWC -2,75 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,75 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,75 setelah direndam HCl 56 hari.....	51
Gambar 4.11. Kondisi III; (a) LWC -2,75 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,75 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,75 setelah direndam HCl 56 hari.....	52
Gambar 4.12. Kondisi III; (a) LWC -2,5 sebelum direndam HCl, (b) LWC -2,5 setelah direndam HCl 28 hari, (c) LWC- 2,5 setelah direndam HCl 56 hari.....	52
Gambar 4.13. Kondisi II; (a) ASTM C109-13 sebelum direndam HCl, (b) ASTM C109-13 setelah direndam HCl 28 hari, (c) ASTM C109-13 setelah direndam HCl 56 hari.....	53
Gambar 4.14. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 1 untuk setiap variasi campuran	54
Gambar 4.15. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 2 untuk setiap variasi campuran	56
Gambar 4.16. Perubahan massa benda uji dengan kondisi 3 untuk LWC -2,25	57
Gambar 4.17. Perubahan massa benda uji dengan kondisi 3 untuk LWC - 2,5.....	57
Gambar 4.18. Perubahan massa benda uji dengan kondisi 3 untuk LWC -2,75	58
Gambar 4.19. Perubahan massa benda uji dengan kondisi 3 untuk ASTM C109-13.....	58

Gambar 4.20. Persentase perubahan berat jenis benda uji yang sudah mengalami kondisi 3 untuk setiap variasi campuran	60
Gambar 4.21. Perbandingan persentase perubahan berat jenis benda uji untuk setiap kondisi.....	62
Gambar 4.22. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami kondisi 1 untuk setiap variasi campuran	64
Gambar 4.23. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami kondisi 2 untuk setiap variasi campuran	66
Gambar 4.24. Persentase perubahan kuat tekan benda uji yang sudah mengalami kondisi 3 untuk setiap variasi campuran	69
Gambar 4.25. Perbandingan persentase perubahan kuat tekan benda uji untuk setiap kondisi.....	71

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini pembangunan infrastruktur terus dilakukan pada setiap negara, termasuk Indonesia. Sarana infrastruktur seperti rumah sakit, bendungan, bandara dan jalan tol sangatlah penting untuk dibangun pada suatu negara guna meningkatkan kesejahteraan penduduknya. Berbicara mengenai infrastruktur tentunya tidak terlepas dari pekerjaan konstruksi karena infrastruktur sendiri bisa dikatakan sebagai suatu konstruksi. Pada saat melihat suatu konstruksi hal yang pertama kali terlintas dalam pikiran adalah material pembentuknya. Pada umumnya, material pembentuk suatu konstruksi adalah beton, kayu dan baja. Saat ini, beton adalah material yang paling umum digunakan pada suatu konstruksi. Hal ini dikarenakan beton memiliki keunggulan pada kuat tekannya serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap api dibandingkan material lainnya.

Beberapa tahun belakang ini, penelitian mengenai beton terus dikembangkan sehingga menghasilkan jenis beton baru yang memiliki keunggulannya tersendiri. Salah satu jenis inovasi beton adalah beton ringan (*lightweight concrete*). Pengembangan beton ringan bertujuan untuk mengurangi berat jenis beton sendiri sehingga dapat mengurangi berat sendiri beton yang diterima oleh struktur bawah konstruksi bangunan. Saradhi (2003) mengatakan bahwa beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis dibawah 1.850 kg/m^3 . Dengan adanya pengurangan beban oleh struktur atas suatu bangunan tentunya berpengaruh besar pada suatu manajemen konstruksi karena dapat mengurangi anggaran biaya pembuatan konstruksi bangunan terutama pada bangunan tinggi (*high rise building*).

Pengurangan berat jenis pada beton dapat dilakukan dengan banyak cara antara lain adalah menggunakan *foam* sebagai bahan pengisi pengganti agregat kasar, mengganti agregat kasar dengan agregat ringan dan tidak menggunakan agregat halus pada campurannya. Walaupun dapat mengurangi anggaran biaya pada suatu konstruksi, mutu beton juga perlu diperhatikan dalam pembuatan suatu konstruksi. Beton ringan pada umumnya memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton konvensional karena memiliki berat yang lebih ringan.

Selain memperhatikan sifat mekanik dari suatu beton, durabilitas beton juga perlu diperhatikan. Durabilitas beton didefinisikan sebagai kemampuan beton untuk bertahan terhadap serangan yang bersifat merusak dan menurunkan mutu beton. Durabilitas beton dipengaruhi oleh banyak faktor yang salah satunya adalah kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang mengandung unsur kimia asam seperti air laut dan lahan gambut dapat merusak beton secara perlahan sehingga terjadinya pengerosan pada beton serta korosi pada tulangan. Salah satu jenis asam yang dapat merusak beton adalah asam klorida (HCl). Asam klorida dapat menyerang sistem pengikat berupa kalsium silikat pada beton sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan pada beton (Yang, 2018). Salah satu contoh bangunan yang dapat terpengaruh oleh asam klorida adalah bangunan di pinggir laut. Pada umumnya jumlah kandungan HCl dalam air laut hanya sebesar 3,5% sehingga dampak serangan yang terjadi pada beton baru dapat terlihat dalam waktu yang lama (Hidayat, 2011). Selain itu, serangan asam klorida yang terjadi secara penuh dan hanya saat waktu tertentu saja akan memberikan dampak yang berbeda terhadap mutu beton.

Pada penelitian ini, *lightweight concrete* dimodifikasi dari campuran pada ASTM C109-13 dengan mengganti agregat halus berupa pasir menjadi *expanded polystyrene* sehingga berat beton dapat berkurang. Rasio semen dan agregat halus juga divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap serangan asam klorida. Kandungan larutan HCl ditingkatkan menjadi 5% dengan harapan dapat menunjukkan dampak serangan asam klorida terhadap kondisi fisik maupun visual beton dengan waktu yang lebih cepat. Durabilitas *lightweight concrete* terhadap asam klorida didapatkan dengan menguji kuat tekan dan berat jenis beton setelah pengujian dengan jangka waktu tertentu serta kondisi lingkungan yang berbeda yang telah disiapkan untuk meniru kondisi lingkungan yang nyata. Berdasarkan uraian yang di atas maka dilakukan penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *expanded polystyrene*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *expanded*

polystyrene, maka rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi volume *expanded polystyrene* terhadap durabilitas *lightweight concrete* dalam larutan asam klorida (HCl) 5%.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diatas, tujuan penelitian ini mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *expanded polystyrene* adalah untuk menganalisis pengaruh variasi volume *expanded polystyrene* terhadap durabilitas *lightweight concrete* dalam larutan asam klorida (HCl) 5%.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *expanded polystyrene* adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan volume *expanded polystyrene* dalam campuran yang digunakan berdasarkan modifikasi dari rasio berat semen dan agregat halus sebesar 1:2,75, 1:2,50 dan 1:2,25.
2. Ukuran butiran *expanded polystyrene* yang digunakan adalah 2 mm.
3. Rasio air semen yang digunakan berdasarkan komposisi pada campuran ASTM C109-13 yaitu sebesar 0,485.
4. Rasio *foam agent* dan air dalam *foam generator* sebesar 1:40.
5. Metode pembuatan *foamed concrete* menggunakan *pre-foamed method*.
6. Cetakan kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm.
7. Pengujian beton segar yang dilakukan adalah *slump flow test* dan *setting time test*.
8. Perawatan benda uji dilakukan dengan direndam.
9. Pengujian durabilitas dilakukan setelah umur 28 hari dan 56 hari dengan tiga kondisi yang berbeda, yaitu dibiarkan di ruang terbuka, direndam didalam larutan HCl 5%, dan kondisi *wet-dry*.
10. Pengujian mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian mengenai durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *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.

2. Data sekunder

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

1.6. Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir durabilitas *lightweight concrete* terhadap larutan asam klorida (HCl) 5% dengan variasi volume *expanded polystyrene* dijelaskan menjadi lima bagian.

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang spesifikasi material dan alat uji yang digunakan, pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengolahan data yang didapatkan dari pengujian durabilitas *lightweight concrete* dengan campuran *expanded polystyrene*.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian serta saran untuk memperbaiki penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. H. M., Farzadnia, N., and Ali, A. (2015). Properties and Applications of Foamed Concrete. *Construction and Building Materials*, 101, 990-1005.
- Andersson, K., Allard, B., Bengtsson, M., and Magnusson B. (2007). Chemical Composition of Cement Pore Solutions. *Cement and Concrete Research*, 19, 327-332.
- 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 1437 07. (2009). Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 267 01. (2012). Standard Test Methods for Chemical Resistance of Mortars, Grouts, and Monolithic Surfacings and Polymer Concretes. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 403 08. (2010). Standard Test Methods for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance. Annual Books of ASTM Standards, USA, Association of Standard Testing Materials.
- Babu, K. G., and Babu, S. D. (2003). Behaviour of Lightweight Expanded Polystyrene Concrete Containing Silica Fume. *Cement and Concrete Research*, 33, 775-762.
- Babu, S. D., Babu, K. G., and Wee, T. H. (2005). Properties of Lightweight Expanded Polystyrene Aggregate Concretes Containing Fly Ash. *Cement and Concrete Research*, 35, 1218-1223.
- Chen, B., and Liu, J. (2004). Properties of Lightweight Expanded Polystyrene Concrete Reinforced With Steel Fiber. *Cement and Concrete Research*, 34, 1259-1263.
- Chen, W., Hao, H., Hughes, D., Shi, Y., Cui, J., and Li, Z. X. (2015). Static and Dynamic Mechanical Properties of Expanded Polystyrene. *Materials and Design*, 69, 170-180.
- Chien, L. C. (2014). Development of Lightweight Concrete Using Alumunium Powder and Chipping. *Departement of Civil Engineering*, Sarawak.
- Deadwood, E. T., and Haman, A. J. (2016). Proportioning of Lightweight Concrete By The Inclusions of Expanded Polystyrene Beads (EPS) and Foam Agent. *Tikrit Journal of Engineering Science*, 23, 65-73.

- Felekoglu, B., Turkel, S., and Baradan, B. (2007). Effect of water/cement ratio on the fresh and hardened properties of self-compacting concrete. *Building and Environment*, 42, 1795-1802.
- Huang, P., Bao, Y., and Yan, Y. (2005). Influence of HCl corrosion on the mechanical properties of concrete. *Cement and Concrete Research*, 35, 584-589.
- Ismail, K. M., Fathi, M. S., and Manaf, N. B. (2004). Study of Lightweight Concrete Behaviour. *Research Report*, Malaysia.
- James, H. B. (2005). Applicability of No Fines Concrete as a Road Pavement. *Research Project*, University of Southern Queensland, Australia.
- Jayanth, M. P. (2018). Experimental study on replacement of coarse aggregate by EPS beads in concrete to achieve lightweight concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 9001:2008.
- Kado, B., Mohammad, S., Lee, Y. H., Shek, P. N., and Kadir, M. A. (2018). Effect of Curing Method on Properties of Lightweight Foamed Concrete. *International Journal of Engineering and Technology*, 7, 927-932.
- Kan, A., and Demiorga, R. (2007). Effect of Cement and EPS Beads Ratios On Compressive Strength And Density Of Lightweight Concrete. *Indian Journal of Engineering & Material Sciences*, 14, 158-162.
- Hossain, K., M., A. (2004). Properties of Volcanic Pumice Based Cement and Lightweight Concrete. *Cement and Concrete Research*, 34, 283-291.
- McCain, G. N., and Dewoolkar, M. M. (2006). Porous Concrete Pavements Mechanical and Hydraulic Properties.
- Miled, K., Sab, K., and Roy, R. L. (2007). Particle Size Effect On EPS Lightweight Concrete Compressive Strength: Experimental Investigation and Modelling. *Mechanics of Materials*, 39, 222-240.
- 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.
- Newman, J., and Choo, B. S. (2003). Advance Concrete Technology. *Replika Press*, India.
- Paneshar, D. K. (2013). Cellular Concrete Properties and The Effect of Synthetic and Protein. *Construction and Building Materials*, 44, 575-584.

- Reda, T. M., and El-Dieb, A. S. (2012). Flow Characteristics and Acceptance Criteria of Fiber-Reinforced Self-Compacted Concrete. *Construction and Building Materials*, 27, 585-596.
- Sayadi, A. A., Tapia, J. V., Neitzert, T. R., Clifton, G. C. (2016). Effects of Expanded Polystyrene (EPS) Particles On Fire Resistance, Thermal Conductivity and Compressive Strength of Foamed Concrete. *Construction and Building Materials*, 112, 716-724.
- Sri, R. R., and Tuck, A. J. (2016). Properties of Hardened Concrete Containing Treated Expanded Polystyrene Beads. *Cement and Concrete Composites*, 16, 237-277.
- Soudki, K. A., Safiuddin, M., and West, J. S. (2010). Flowing Ability of Self-Consolidating Concrete and Its Binder Paste and Mortar Components Incorporating Rice Husk Ash. *Can. J. Civ. Eng.*, 37, 401-412.
- Su, N., Miao, B., and Liu, F. S. (2002). Effect of Wash Water and Underground Water on Properties of Concrete. *Cement and Concrete Research*, 32, 777-782.
- Xu, Y., Jiang, L., Xu, J., and Li, Y. (2012). Mechanical Properties of Expanded Polystyrene Lightweight Aggregate Concrete. *Construction and Building Materials*, 27, 32-38.
- Yang, H., Che, Y., and Leng, F. (2018). Calcium Leaching Behavior of Cementitious Materials in Hydrochloric Acid Solution. *Scientific Reports*, 8:8806.
- Zhihua, P., Hengzhi, L., and Weiqing, L. (2014). Preparation and Characterization of Super Low Density Foamed Concrete From Portland Cement and Admixtures. *Cement and Concrete Research*, 72, 256-261.