SKRIPSI

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

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

FEBRIEKHA YOLANDA AKBAR
03011381621098

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

FEBRIEKHA YOLANDA AKBAR
03011381621098

Palembang, Februari 2020

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,

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

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT., karena berkat rahmat, kasih sayang, hidayah dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyajian laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki oleh penulis. Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat positif dan membangun akan diterima dengan segala kerendahan hati karena hal ini merupakan suatu langkah untuk peningkatan kualitas diri dan juga pengembangan pengetahuan di masa yang akan datang.

Pada proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis atas semua dorangan, doa dan dukungan material kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Ir. Hanafiah M.S., selaku pembimbing utama yang telah banyak memberikan saran, masukan, motivasi serta memberikan ilmu yang bermanfaat guna kelancaran penulisan laporan skripsi ini.

7. Ibu Dr. Saloma S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang telah membantu penulis dalam penulisan laporan skripsi ini serta memberikan ide dan wawasan kepada penulis.

8. Bapak M. Baitullah Al Amin, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik.

9. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

10. Rekan-rekan satu tim tugas akhir, yang selalu mendukung, memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

11. Seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2016, selaku teman satu angkatan penulis yang sudah banyak membantu penulis dan memberikan kenangan selama aktivitas perkuliahan.

12. Seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2017 dan 2018, selaku adik tingkat yang sudah banyak membantu dalam aktivas perkuliahan maupun organisasi.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca dan dapat digunakan sebaik mungkin.

Palembang, Februari 2020

Febriekha Yolanda Akbar

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul i

Kata Pengantar ii

Daftar Isi..... iii

Daftar Gambar..... v

Daftar Tabel vii

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian..... 2

1.4. Ruang Lingkup Penelitian..... 3

1.5. Metode Pengumpulan Data 3

1.6 Rencana Sistematika Penulisan..... 4

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Lightweight Concrete* 6

2.2. *Foamed Concrete* 8

2.3. Material Penyusun *Lightweight Concrete* 10

2.3.1 Semen 10

2.3.2 *Expanded Polystyrene* 11

2.3.3 *Foaming Agent* 13

2.4 Faktor yang Mempengaruhi *Lightweight Concrete* 14

2.4.1 Faktor Air Semen 14

2.4.2 Agregat yang digunakan 15

2.4.3 *Curing* 15

2.5 Pengujian Beton Segar 16

2.5.1 Pengujian *Setting Time*..... 16

2.5.2 Pengujian *Slump Test* 17

2.6 Pengujian Beton Keras..... 17

2.6.1 Berat Jenis 18
2.6.2 Kuat Tekan Beton 18
2.6.3 Modulus Elastisitas 19

3. METODOLOGI PENELITIAN
3.1. Studi Literatur 20
3.2. Alur Penelitian 20
3.3. Bahan Material Mortar 22
3.4. Peralatan 24
3.5. Tahap Pengujian 29
3.5.1 Tahap Persiapan Material 29
3.5.2 Tahap Perhitungan *Mix Design* 29
3.5.3 Tahap Pembuatan Sampel 30
3.5.4 Tahap Pencetakan dan Curing 32

4. RENCANA PENELITIAN
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar 33
4.1.1 Hasil Pengujian *Slump Flow* 33
4.1.2 Hasil Pengujian *Setting Time* 34
4.2. Hasil Pengujian Beton Keras 37
4.2.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Benda Uji 38
4.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji 40
4.2.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Benda Uji 42
4.2.4 Hubungan Kuat Tekan dan Berat Jenis 48

5. PENUTUP
5.1. Kesimpulan 50
5.2. Saran 52

6. DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1. Klasifikasi Berat Jenis Beton dengan Variasi Agregat Ringan..... 7
2.2. Hubungan Kuat Tekan dan Berat Jenis *Foam Concrete* dan 10
2.3. Kuat Tekan dan Berat Jenis Beton terhadap Variasi *Expanded Polystyrene* 12
2.4. Hubungan antara *Expanded Polystyrene* dengan kuat tekan beton..... 12
2.5. Perbandingan *Foam Agent* dan Air dengan Kuat Tekan *Lightweight Concrete* 13
2.6 Faktor W/C terhadap kuat tekan *foam concrete*..... 14
2.7 Ukuran *Expanded Polystyrene* 15
3.1. Diagram Tahap Metodologi Penelitian 21
3.2. *Expanded Polystyrene* 22
3.3. Semen PCC 23
3.4. Air..... 23
3.5. *Foaming Agent* 24
3.6. Cetakan Mortar..... 25
3.7. Neraca..... 25
3.8. *Foam Generator* 26
3.9. *Mixer* 26
3.10. Alat Uji *Slump Flow*..... 27
3.11. *Penetrometer* 27
3.12. Alat Uji Kuat Tekan 28
3.13. Alat Uji Modulus Elastisitas 28
3.14. Pencampuran Mortar 30
3.15. Pembuatan *Foam*..... 31
3.16. Pencampuran Mortar dan *Foaming Agent*..... 31
4.1. Metode pengujian *flow table* 33
4.2. Pengujian *setting time* 35
4.3. Hasil pengujian *setting time* pada variasi 0,455 35
4.4. Hasil pengujian *setting time* pada variasi 0,470 36
4.5. Hasil pengujian *setting time* pada variasi 0,485 36
4.6. Hasil pengujian *setting time* pada beton normal 36

4.7. Sebaran *Expanded Polystyrene* 37
4.8. Berat jenis *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi w/c 39
4.9. Kuat tekan *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C..... 41
4.10. Hubungan tegangan dan regangan pada beton normal..... 42
4.11. Hubungan tegangan dan regangan pada variasi W/C 0,455..... 43
4.12. Hubungan tegangan dan regangan pada variasi W/C 0,470..... 43
4.13. Hubungan tegangan dan regangan pada variasi W/C 0,485..... 44
4.14. Hubungan kuat tekan dan berat jenis umur 7 hari dan umur 28 hari 48

DAFTAR TABEL

Halaman

2.1 Klasifikasi beton ringan 7
2.2 *Foam concrete job mix formula* 9
2.3 Kriteria nilai *workability* pada mortar *foam concrete* 17
2.4 Hasil pengujian modulus elastisitas 19
3.1 *Job mix formula* mortar menurut ASTM C-109-13 29
3.2 Rencana *job mix formula lightweight concrete* dengan EPS 29
4.1 Hasil pengujian *flow table* benda uji 34
4.2 Hasil berat jenis benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C pada umur 7 hari 38
4.3 Hasil berat jenis benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C pada umur 28 hari 38
4.4 Hasil pengujian kuat tekan benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C pada umur 7 hari 40
4.5 Hasil pengujian kuat tekan benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C pada umur 28 hari 40
4.6 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji beton normal 44
4.7 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C 0,455 45
4.8 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C 0,470 46
4.9 Hasil pengujian modulus elastisitas benda uji *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C 0,485 46
4.10 Rekapitulasi pengujian modulus elastisitas benda uji 49

RINGKASAN

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Februari 2020

Febriekha Yolanda Akbar; Dibimbing oleh Dr. Ir. Hanafiah M.S. and Dr. Saloma S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

XIX +

Pembangunan infrastruktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari beton, baik beton bermutu tinggi, beton ringan hingga beton konvensional. Penelitian yang dilakukan mengenai beton untuk bangunan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beton digunakan dalam pembangunan karena memiliki banyak keunggulan, seperti lebih murah, kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan tahan terdapat api. Selain keunggulan, beton juga memiliki kelemahan seperti kuat tarik yang lemah dan berat jenis yang tinggi. Karena beton memiliki berat jenis yang tinggi, maka dari itu dibuatlah sebuah penelitian beton ringan dengan berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang tinggi. Metode yang digunakan untuk pengujian beton ringan menggunakan Job Formula Mix Design yang dimodifikasi dari ASTM C-109-13, untuk pengujian *slump flow* dengan menggunakan ASTM C 1437-07, untuk *setting time* dengan menggunakan ASTM C-403 tahun 2008, untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan dengan menggunakan ASTM C39/C 39 M-05$^{\varepsilon 2}$, untuk pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan data tegangan dan regangan. Hasil pengujian beton segar pada penelitian ini dilakukan dengan dua acara yaitu *slump flow* dan *setting time*. Hasil dari pengujian *slump flow* menghasilkan diameter *flow* dengan rata-rata 21,40, 22,63, 22,73, 19,88. Hasil dari pengujian *setting time* didapatkan untuk variasi 0,455 waktu ikat awal dan akhir yaitu 357menit dan 597 menit. Variasi W/C 0,470 waktu ikat awal dan akhir yaitu 375 menit dan 623 menit. Variasi W/C 0,485 waktu ikat awal dan akhir yaitu 402 menit dan 651 menit dan untuk beton normal waktu ikat awal dan akhir yaitu 173 menit dan 475 menit. Pengujian beton keras dilakukan dengan tiga cara yaitu pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. Untuk benda uji umur 7 hari didapatkan berat jenis rata-rata 743,54 kg/m^3, 817,81 kg/m^3, 916,95 kg/m^3, dan 1.803,59 kg/m^3. Berat jenis umur 28 hari didapatkan rata-rata 749,22 kg/m^3, 824,64 kg/m^3, 918,94 kg/m^3, 1.807,45 kg/m^3. Pengujian kuat tekan umur 7 hari didapat rata-rata 5,84 MPa, 4,50 MPa, 2,48 MPa, dan 10,66 MPa. Pengujian kuat tekan umur 28 hari didapat rata-rata 5,88 MPa, 4,65 MPa, 3,51 MPa, 11,27 MPa. Pengujian modulus elastisitas didapat 1855,01 MPa, 1476,02 MPa, 1443,83 MPa, 5899,95 MPa.

Kata kunci : *water cement ratio, lightweight concrete, foamed concrete*

SUMMARY

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Februari 2020

Febriekha Yolanda Akbar; Dibimbing oleh Dr. Ir. Hanafiah M.S. and Dr. Saloma S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

XIX + 52 halaman, 37 gambar, 16 tabel

Pembangunan infrastruktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari beton, baik beton bermutu tinggi, beton ringan hingga beton konvensional. Penelitian yang dilakukan mengenai beton untuk bangunan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beton digunakan dalam pembangunan karena memiliki banyak keunggulan, seperti lebih murah, kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan tahan terdapat api. Selain keunggulan, beton juga memiliki kelemahan seperti kuat tarik yang lemah dan berat jenis yang tinggi. Karena beton memiliki berat jenis yang tinggi, maka dari itu dibuatlah sebuah penelitian beton ringan dengan berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang tinggi. Metode yang digunakan untuk pengujian beton ringan menggunakan Job Formula Mix Design yang dimodifikasi dari ASTM C-109-13, untuk pengujian *slump flow* dengan menggunakan ASTM C 1437-07, untuk *setting time* dengan menggunakan ASTM C-403 tahun 2008, untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan dengan menggunakan ASTM C39/C 39 M-05$^{\varepsilon 2}$, untuk pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan data tegangan dan regangan. Hasil pengujian beton segar pada penelitian ini dilakukan dengan dua acara yaitu *slump flow* dan *setting time*. Hasil dari pengujian *slump flow* menghasilkan diameter *flow* dengan rata-rata 21,40, 22,63, 22,73, 19,88. Hasil dari pengujian *setting time* didapatkan untuk variasi 0,455 waktu ikat awal dan akhir yaitu 357menit dan 597 menit. Variasi W/C 0,470 waktu ikat awal dan akhir yaitu 375 menit dan 623 menit. Variasi W/C 0,485 waktu ikat awal dan akhir yaitu 402 menit dan 651 menit dan untuk beton normal waktu ikat awal dan akhir yaitu 173 menit dan 475 menit. Pengujian beton keras dilakukan dengan tiga cara yaitu pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. Untuk benda uji umur 7 hari didapatkan berat jenis rata-rata 743,54 kg/m^3, 817,81 kg/m^3, 916,95 kg/m^3, dan 1.803,59 kg/m^3. Berat jenis umur 28 hari didapatkan rata-rata 749,22 kg/m^3, 824,64 kg/m^3, 918,94 kg/m^3, 1.807,45 kg/m^3. Pengujian kuat tekan umur 7 hari didapat rata-rata 5,84 MPa, 4,50 MPa, 2,48 MPa, dan 10,66 MPa. Pengujian kuat tekan umur 28 hari didapat rata-rata 5,88 MPa, 4,65 MPa, 3,51 MPa, 11,27 MPa. Pengujian modulus elastisitas didapat rentang nilai 14.334 kg/cm^2-25.117 kg/cm^2.

Kata kunci : *water cement ratio, lightweight concrete, foamed concrete*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriekha Yolanda Akbar

NIM : 03011381621098

Judul : Sifat Fisik dan Mekanik *Lighweight Concrete* dan *Expanded Polystyrene* dengan variasi W/C

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Indralaya, Februari 2020

METERAI TEMPEL

4C33EAHF160209656

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Febriekha Yolanda Akbar

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul " Sifat Fisik dan Mekanik *Lightweight Concrete* Dengan *Expanded Polystyrene* dan Variasi W/C " 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. Ir. Hanafiah, M.S.** ( )
   NIP. 195603141985031002

Anggota:

3. **Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.** ( ) 21/3 202
   NIP. 195812111987031002

4. **Ahmad Muhtarom, ST, M.Eng.** ( ) 23/2 20
   NIP. 198208132008121002

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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

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

Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriekha Yolanda Akbar

NIM : 03011381621098

Judul : Sifat Fisik dan Mekanik *Lighweight Concrete* dan *Expanded Polystyrene* dengan variasi W/C

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 author*).

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

Indralaya, Februari 2020

Febriekha Yolanda Akbar

03011381621098

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

Febriekha Yolanda Akbar[1], Hanafiah[2], Saloma[3]

[1] Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
[2] Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
[3] Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih KM 32 Indralaya, Sumatera Selatan
E-mail: fyolandaakbar@gmail.com

Abstrak

Pembangunan infrastruktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari beton, baik beton bermutu tinggi, beton ringan hingga beton konvensional. Penelitian yang dilakukan mengenai beton untuk bangunan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beton digunakan dalam pembangunan karena memiliki banyak keunggulan, seperti lebih murah, kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan tahan terdapat api. Selain keunggulan, beton juga memiliki kelemahan seperti kuat tarik yang lemah dan berat jenis yang tinggi. Karena beton memiliki berat jenis yang tinggi, maka dari itu dibuatlah sebuah penelitian beton ringan dengan berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang tinggi. Metode yang digunakan untuk pengujian beton ringan menggunakan Job Formula Mix Design yang dimodifikasi dari ASTM C-109-13, untuk pengujian *slump flow* dengan menggunakan ASTM C 1437-07, untuk *setting time* dengan menggunakan ASTM C-403 tahun 2008, untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan dengan menggunakan ASTM C39/C 39 M-05$^{\varepsilon 2}$, untuk pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan data tegangan dan regangan. Hasil pengujian beton segar pada penelitian ini dilakukan dengan dua acara yaitu *slump flow* dan *setting time*. Hasil dari pengujian *slump flow* menghasilkan diameter *flow* dengan rata-rata 21,40, 22,63, 22,73, 19,88. Hasil dari pengujian *setting time* didapatkan untuk variasi 0,455 waktu ikat awal dan akhir yaitu 357menit dan 597 menit. Variasi W/C 0,470 waktu ikat awal dan akhir yaitu 375 menit dan 623 menit. Variasi W/C 0,485 waktu ikat awal dan akhir yaitu 402 menit dan 651 menit dan untuk beton normal waktu ikat awal dan akhir yaitu 173 menit dan 475 menit. Pengujian beton keras dilakukan dengan tiga cara yaitu pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. Untuk benda uji umur 7 hari didapatkan berat jenis rata-rata 743,54 kg/m^3, 817,81 kg/m^3, 916,95 kg/m^3, dan 1.803,59 kg/m^3. Berat jenis umur 28 hari didapatkan rata-rata 749,22 kg/m^3, 824,64 kg/m^3, 918,94 kg/m^3, 1.807,45 kg/m^3. Pengujian kuat tekan umur 7 hari didapat rata-rata 5,84 MPa, 4,50 MPa, 2,48 MPa, dan 10,66 MPa. Pengujian kuat tekan umur 28 hari didapat rata-rata 5,88 MPa, 4,65 MPa, 3,51 MPa, 11,27 MPa. Pengujian modulus elastisitas didapat 1855,01 MPa, 1476,02 MPa, 1443,83 MPa, 5899,95 MPa.

Kata kunci: *water cement ratio, lightweight concrete, foamed concrete*

Indralaya, Maret 2020

Dosen Pembimbing I,

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

Dosen Pembimbing II,

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

Ketua Jurusan
Teknik Sipil dan Perencanaan

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

SIFAT FISIK DAN MEKANIK *LIGHTWEIGHT CONCRETE* DENGAN *EXPANDED POLYSTYRENE* DAN VARIASI W/C

Febriekha Yolanda Akbar[1], Hanafiah[2], Saloma[3]
[1] Students of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Sriwijaya
[2] Lecturer of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Sriwijaya
[3] Lecturer of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Sriwijaya
Raya Prabumulih St. KM 32 Indralaya, South Sumatera
E-mail: fyolandaakbar@gmail.com

Abstract

Pembangunan infrastruktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari beton, baik beton bermutu tinggi, beton ringan hingga beton konvensional. Penelitian yang dilakukan mengenai beton untuk bangunan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beton digunakan dalam pembangunan karena memiliki banyak keunggulan, seperti lebih murah, kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan tahan terdapat api. Selain keunggulan, beton juga memiliki kelemahan seperti kuat tarik yang lemah dan berat jenis yang tinggi. Karena beton memiliki berat jenis yang tinggi, maka dari itu dibuatlah sebuah penelitian beton ringan dengan berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang tinggi. Metode yang digunakan untuk pengujian beton ringan menggunakan Job Formula Mix Design yang dimodifikasi dari ASTM C-109-13, untuk pengujian *slump flow* dengan menggunakan ASTM C 1437-07, untuk *setting time* dengan menggunakan ASTM C-403 tahun 2008, untuk pengujian berat jenis dan kuat tekan dengan menggunakan ASTM C39/C 39 M-05$^{\varepsilon 2}$, untuk pengujian modulus elastisitas dengan menggunakan data tegangan dan regangan. Hasil pengujian beton segar pada penelitian ini dilakukan dengan dua acara yaitu *slump flow* dan *setting time*. Hasil dari pengujian *slump flow* menghasilkan diameter *flow* dengan rata-rata 21,40, 22,63, 22,73, 19,88. Hasil dari pengujian *setting time* didapatkan untuk variasi 0,455 waktu ikat awal dan akhir yaitu 357menit dan 597 menit. Variasi W/C 0,470 waktu ikat awal dan akhir yaitu 375 menit dan 623 menit. Variasi W/C 0,485 waktu ikat awal dan akhir yaitu 402 menit dan 651 menit dan untuk beton normal waktu ikat awal dan akhir yaitu 173 menit dan 475 menit. Pengujian beton keras dilakukan dengan tiga cara yaitu pengujian berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas. Untuk benda uji umur 7 hari didapatkan berat jenis rata-rata 743,54 kg/m^3, 817,81 kg/m^3, 916,95 kg/m^3, dan 1.803,59 kg/m^3. Berat jenis umur 28 hari didapatkan rata-rata 749,22 kg/m^3, 824,64 kg/m^3, 918,94 kg/m^3, 1.807,45 kg/m^3. Pengujian kuat tekan umur 7 hari didapat rata-rata 5,84 MPa, 4,50 MPa, 2,48 MPa, dan 10,66 MPa. Pengujian kuat tekan umur 28 hari didapat rata-rata 5,88 MPa, 4,65 MPa, 3,51 MPa, 11,27 MPa. Pengujian modulus elastisitas didapat 1855,01 MPa, 1476,02 MPa, 1443,83 MPa, 5899,95 MPa.

Kata kunci: *water cement ratio, lightweight concrete, foamed concrete*

Indralaya, March 2020

Supervisor I,

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

Supervisor II,

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

Head of Departement
Civil Engineering and Planning

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

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur mengalami perkembangan yang sangat pesat. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari beton, baik beton bermutu tinggi, beton ringan hingga beton konvensional. Penelitian yang dilakukan mengenai beton untuk bangunan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beton digunakan dalam pembangunan karena memiliki banyak keunggulan, seperti lebih murah, kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan tahan terdapat api. Selain keunggulan, beton juga memiliki kelemahan seperti kuat tarik yang lemah dan berat jenis yang tinggi. Karena beton memiliki berat jenis yang tinggi, maka dari itu dibuatlah sebuah penelitian beton ringan dengan berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang tinggi.

Terdapat beberapa cara yang digunakan untuk mengurangi berat jenis beton seperti dengan penggunaan agregat ringan, beton ini memiliki rongga dan tanpa penggunaan pasir. Terdapat penelitian yang memasukkan *expanded polystyrene* ke dalam beton. Penelitian terdahulu mendapatkan hubungan antara kekuatan beton ringan dan porositas dengan menggunakan jumlah *expanded polystyrene* yang berbeda-beda dan menggunakan variasi W/C yang berbeda-beda(Shi, dkk. 2016).

Beton merupakan hasil dari campuran bahan-bahan dengan perbandingan tertentu, yang terdiri dari semen, air, agregat kasar dan agregat halus. Beton juga dapat ditambahkan beberapa campuran lain seperti bahan tambahan kimiawi dan mineral sesuai dengan kebutuhan beton yang digunakan. Mineral membuat semen mengalami proses reaksi hidraksi sehingga dapat lebih cepat mengeras. Beton memiliki berat jenis yang cukup tinggi maka dibuatlah penelitian lebih lanjut mengenai beton ringan yang memiliki berat jenis lebih kecil daripada beton konvensial. Beton ringan adalah beton yang terbuat dari campuran homogen bahan-bahan dengan perbandingan tertentu, yang terdiri dari semen, air dan agregat ringan. Jadi yang membedakan beton ringan dan beton konvensional terdapat pada material yang digunakannya. Agregat yang biasa digunakan dapat berupa batu

apung, terak pecah, foam agent, *polystyrene*, dan lain sebagainya. Agregat ini memiliki berat jenis yang rendah sehingga bisa digunakan sebagai agregat ringan. *Polystyrene* adalah bola-bola kecil yang dapat melayang dan sangat ringan yang terbuat dari plastik dan mengalami proses pembuatan yang panjang sampai akhirnya digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian ini agregat ringan yang digunakan yaitu *polystyrene*. *Polystyrene* memiliki berat yang sangat ringan maka dapat digunakan untuk beton ringan agar dapat memenuhi berat jenis kurang dari 1.800 kg/cm^3, tetapi untuk mengetahui kuat tekan dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk perbandingan semen dan air yang baik dan mencapai kuat tekan yang tinggi dan proses pencampuran antar agregat supaya agregat dapat diaduk secara merata sehingga menghasilkan beton yang memiliki nilai *workability* yang tinggi, berat jenis yang rendah dan kuat tekan yang optimum.

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor air semen dalam campuran beton segar dan beton keras agar mendapatkan nilai *workability* atau kekentalan, mengetahui lamanya waktu beton mengeras, berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan mengenai sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi faktor air semen dalam campuran beton segar terhadap *slump test*, *setting time* pada *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene*?
2. Bagaimana pengaruh variasi faktor air semen dalam campuran beton keras terhadap berat jenis, kuat tekan, dan modulus elastisitas pada *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene*?

1.3. TujuannPenelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi faktor air semen dalam campuran beton terhadap *slump test*, *setting time* pada *lightweightcconcrete* sebagai beton segar dengan *expanded polystyrene*.
2. Menganalisis pengaruh variasi faktor air semen dalam campuran beton terhadap berat jenis yang merupakan sifat fisik dalam beton, kuat tekan, dan modulus elastisitas sifat mekanik pada *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, dapat diketahui ruang lingkup yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Expanded polystyrene* dengan ukuran 2 mm.
2. *Foam agent* yang dipakai adalah jenis surfaktan sintesis dalam bentuk gel.
3. Perbandingan air dan *foam* yang digunakan adalah 1:40.
4. Semen yang digunakan yaitu semen PCC.
5. Metode pembuatan *foamed concrete* menggunakan *pre-foamed method*.
6. Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
7. Pengujian beton segar berupa pengujian *slump flow test* dan *setting time test.*
8. Perawatan benda uji dengan menggunakan metode penyelimutan lapisan dengan karung goni yang dibasahi.
9. Pengujian berat jenis, kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan setelah umur 7 dan 28 hari.
10. Pengujian pada penelitian ini berdasarkan standar ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data pada penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

1. Data primer

Data primer pada penelitian ini adalah data yang dihasilkan secara langsung dalam pengujian kuat tekan, berat jenis, dan modulus elastisitas terhadap *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C 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 journal. Dalam penelitian ini data sekunder berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6 Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai sifat fisik dan mekanik *lightweight concrete* dengan *expanded polystyrene* dan variasi W/C adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori dari pustaka dan literatur tentang definisi *lightweight concrete* dan *foaming agent*, material penyusun *lightweight foamed concrete*, karakteristik *lightweight foamed concrete*, komposisi campuran, pengujian beton serta berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengolahan data yang didapatkan dari pengujian kuat tekan *lightweight concrete* pada umur 7 dan 28 hari.

BAB 5 PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C39/C39M-18, *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International, West Conshohocken, www.astm.org.

ASTM C 1437 – 07, *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007, *www.astm.org.*

ASTM C 171 – 03, *Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003, *www.astm.org.*

ASTM C 309 – 03, *Standard Spesification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2003, *www.astm.org.*

ASTM C 403 – 08, *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2008, *www.astm.org.*

ASTM C469-10, *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010, www.astm.org.

Ahmad, MH., Loon, LY., Omar, RC., Malek, MA., Noor, NM., Thiruselvam, S. (2008). Mix Desain of Styrofoam Concrete. *ICCBT*, 26, 285-296.

Aldrige, D. (2005). Introduction to Foamed Concrete What, Why, and How?. *In: Dhir Rk, Newland MD, McCarthy A Editors, 1-14.*

Babu, K. Ghanez., Babu, D. Saradhi. (2003). Behaviour of Lightweight Expanded Polystyrene Containing Silica Fume. *Cement and Concrete Research*, 33, 755-762.

Brady, K.C., Watts, G.R.A. and Jones, M.R. (2001). Specification for Foamed Concrete. *Prepared For Quality Services, Civil Engineering, Highways Agency (TRL).*

Dawood, Eethar., Ramli, Mahyuddin. (2008). Rational Mix Design of Lightweight Concrete for Optimum Strength. *International on Built Environment in Developing Countries* .

Dawood, Eethar Thanon., Hamad, Ali Jihad. (2016). Proportioning of Lightweight Concrete by the Inclusions of Expanded Polystyrene Beads (EPS) and Foam Agent. *Tikrit Journal of Engineering Sciences*, 23, 65-73.

Dong, Xiaonan., Wang, Shoude., Gong, Chenchen., Lu, Lingchao. (2014). Effects of Aggregate Gradation and Polymer Modifiers on Properties of Cement-

EPS/Vitrified Microsphere Mortar. *Construction and Building Materials*, 72, 225-260.

Guevara, Tricia., William, Michael T., Cowan, David A., Madish, John K., Adewale, Kolapo., Moore, Roger., Moore, Mary Margaret., Hileman, Tobias Blain. (2010).

Ismail, H., K., Fathi, M., S., Manaf, N., b. (2004). Study of Lighweight Concrete Behaviour. *Research Report*, Malaysia.

Kan, Abdulkadir., Demirboga, Ramazan. (2009). A new Technique of Processing for Waste-Expanded Polystyrene Foams as Aggregates. *Journal of Materials Processing Technology*, 209, 2994-3000.

Kekanovic, Milan., Kukaras, Danijel., Ceh, Arpad., Karaman, Golub. (2014). Lightweight Concrete with Recycled Ground Expanded Polystyrene Aggregate. *Tehnicki vjesnik*, 21, 309-315.

Kuhail, Zaher. (2001). Polystyrene Concrete (Polyconcrete). *An-Najah Univ. J. Res*, 15.

Liu, Tongwei., Shi, Guopu., Li, Guozhong., Wang, Zhi. (2019). Lightweight Foamed Concrete with Foam Agent Addition. *Material Science and Engineering*, 490.

Neville, A.M., (2010) Concrete Technology. *Second Edition, Prentice Hall, Pearson Education*, 711-713.

Patel, Divya., Kachhadia, Uresh., Shah, Mehul., Shah, Rahul. (2017). Experimental Study on Lightweight Concrete with Styrofoam as a Replacement for Coarse Aggregate. *Kalpa Publishing in Civil Engineering*, 1, 103-108.

Ramamurthy,K., Nambiar, E.K. Kunhanandan., Ranjani, G Indu Siva. (2009). A Classification of Studies on Properties of Foam Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 31, 388-396.

Sayadi, Ali A., Tapia, Juan V., Neitzert, Thomas R., Clifton, G Charles. (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.

Shi, Wenbo., Miao, Linchang., Luo, Junhui., Wang, Jiaqi., Chen, Yinan. (2015). Durability of Modified Expanded Polystyrene Concrete after Dynamic Cyclic Loading. *Shock Vibration*, 2016.

Solikin, Mochamad., Ikhsan, Naufal. (2018). Styrofoam as Partial Substitusion of Fine Aggregate in Lightweight Concrete Briks.

Tan, Xianjun., Chen, Weizhong., Wang, Jiuhong., Yang, Diasen., QJ, Xianyn., Ma, Yongshang., Wang, Xu., Ma, Shaosen., Li, Chanjun. (2017). *Construction and Building Materials*, 135, 203-211.

Van, Lam Tang., Kim, Dien Vu., Xuan, Hung Ngo., Tho, Vu Dinh, Bulgakov, B I., Alexandrova, O V. (2019). Modelling of the effext of the water-cement ratio on properties foam concrete. *Journal of Physics:Conf. Series*, 1742-6596.

Vilches, Juan., Ramezani, Maziar., Neitzert, Thomas. (2013). Experimental Investigation of the Fire Resistance of Ultra-Lightweight Foam Concrete. *Advances in Civil and Environmental Engineering*, 01.

Xu, Yi., Jiang, Linhua., Chu, Hongqiang. (2015). Prediction Strength and Elastic Modulus of Expanded Polystyrene Lightweight Concrete. *Institution of Civil Engineers*, 67, 954-962.

Zulkarnain, F. and Ramli, M. (2011). Performance of Foamed Concrete Mix Design with Silica Fume for General Housing Construction. *European Journal of Technology and Advanced Engineering Research*, 2, 18-28.