

TUGAS AKHIR

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK BETON RINGAN
DENGAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN
DAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI
AGREGAT HALUS**

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



**BUDIMAN MIFTAHUL HUDA
03011381722142**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN
SIFAT FISIK DAN MEKANIK BETON RINGAN DENGAN FLY ASH
SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN BOTTOM ASH SEBAGAI
SUBSTITUSI AGREGAT HALUS

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

BUDIMAN MIFTAHUL HUDA
03011381722142

Palembang, 23 Juli 2021

Dosen Pembimbing I,

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



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



Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



KATA PENGANTAR

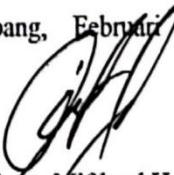
Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik Beton Ringan Berbahan Fly Ash Sebagai Subtitusi Semen dan Bottom Ash Sebagai Subtitusi Agregat Halus”.

Dalam penyelesaian penulisan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan serta bimbingan oleh berbagai pihak, karena hal tersebut penulis dapat menyelesaikan proposal laporan tugas akhir, maka penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua (Bpk Suharmawinata dan Ibu Wiwinmardiatun) serta adik dan kakak yang senantiasa memberikan semangat dan doa dalam kelancaran penulisan laporan tugas akhir.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan serta pembimbing I yang telah memberikan bantuan serta masukan dalam penulisan laporan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T, sebagai dosen pembimbing II tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak sekali bantuan dalam penyelesaian proposal laporan tugas.
4. Pihak dari PT. Indobeton dan PT. Bukit Asam yang telah memberikan bantuan berupa semen, fly ash dan bottom ash untuk penelitian tugas akhir ini.
5. Teman-teman tim penelitian maching grand serta teman-teman angkatan 17 dari jurusan Teknik Sipil UNSRI yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, maka penulis menerima segala bentuk kritik, saran dan pendapat agar dalam penulisan laporan kedepannya akan lebih baik lagi serta dapat menjadi manfaat bagi para pembaca.

Palembang, Februari 2021



Budiman Miftaul Huda

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR TABEL..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| RINGKASAN..... | x |
| SUMERY..... | xi |
| PERNYATAAN INTEGRITAS..... | xii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | xiii |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | xiv |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP..... | xv |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian..... | 3 |
| 1.5. Metode Pengumpulan Data..... | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1. Beton Ringan..... | 6 |
| 2.2. Material penyusun beton ringan berbahan fly ash dan bottom ash..... | 7 |
| 2.2.1. Semen..... | 7 |
| 2.2.2. Fly ash..... | 9 |
| 2.2.3. Bottom ash..... | 10 |
| 2.2.4. Agregat halus (Pasir)..... | 11 |
| 2.2.5. Air..... | 12 |
| 2.2.6. Admixtures..... | 12 |
| 2.3. Pengujian Fly ash dan Bottom ash..... | 12 |
| 2.3.1. X-ray diffraction (XRD)..... | 13 |
| 2.3.2. X-ray fluorescence (XRF)..... | 14 |
| 2.3.3. Fourier Transform Infrared (FTIR)..... | 15 |
| 2.3.4. Particle size analyzer (PSA)..... | 16 |
| 2.4. Pengujian pada beton..... | 16 |

| | | |
|------------------------------------|--|-----------|
| 2.4.1. | Slump test..... | 17 |
| 2.4.2. | Berat jenis beton (Density)..... | 17 |
| 2.4.3. | Kuat tekan beton..... | 18 |
| 2.4.4. | Modulus elastisitas..... | 19 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | | 20 |
| 3.1. | Studi literatur..... | 20 |
| 3.2. | Alur penelitian..... | 20 |
| 3.3. | Bahan penyusun beton..... | 22 |
| 3.4. | Peralatan..... | 24 |
| 3.5. | Tahapan penelitian dan pengujian | 27 |
| 3.5.1. | Tahap I..... | 27 |
| 3.5.2. | Tahap II..... | 27 |
| 3.5.3. | Tahap III..... | 29 |
| 3.5.4. | Tahap IV..... | 29 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | | 30 |
| 4.1. | Analisa Saringan..... | 30 |
| 4.1.1. | Pasir..... | 30 |
| 4.1.2. | Fly ash..... | 31 |
| 4.1.3. | Bottom ash..... | 32 |
| 4.2. | Kadar air..... | 33 |
| 4.2.1. | Pasir..... | 33 |
| 4.3. | Berat Volume..... | 33 |
| 4.3.1. | Pasir..... | 33 |
| 4.4. | Kadar Organik dan Kadar Lumpur..... | 34 |
| 4.5. | X-ray Diffraction (XRD)..... | 34 |
| 4.5.1. | Fly ash..... | 34 |
| 4.5.2. | Bottom ash..... | 35 |
| 4.6. | X-ray Fluoroscence (XRF)..... | 36 |
| 4.6.1. | Fly ash..... | 36 |
| 4.6.2. | Bottom ash..... | 37 |
| 4.7. | Fourier Transform Infrared (FTIR)..... | 38 |
| 4.7.1. | Fly ash..... | 38 |
| 4.7.2. | Bottom ash..... | 38 |
| 4.8. | Pengujian Beton..... | 39 |
| 4.8.1. | Slump Test..... | 39 |
| 4.8.2. | Berat Isi Beton..... | 40 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 4.8.3. Kuat Tekan Beton..... | 42 |
| 4.8.4. Modulus Elastisitas Beton..... | 43 |
| BAB V PENUTUP..... | 54 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 54 |
| 5.2. Saran..... | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Hubungan kuat tekan dan umur beton ringan (Mulyono, T. 2004) | 7 |
| Tabel 2.2 Komposisi Semen portland (SNI 15-2049-2015)..... | 8 |
| Tabel 2.3 Komposisi semen berdasarkan tipenya (SNI 2049-2015)..... | 8 |
| Tabel 2.4 Kandungan kimia yang terdapat pada Fly ash..... | 9 |
| Tabel 2.5 Perbandingan kandungan bottom ash, semen dan fly ash (Ristinah, Dkk.,2012) | 10 |
| Tabel 2.6 Komposisi fly ash hasil uji XRF (Pratiwi, 2019)..... | 15 |
| Tabel 2.7 Hubungan tekan dan nilai slump (Muhammad,2011)..... | 17 |
| Tabel 2.8 Modulus elastisitas beton (Fitri, Fatimah Azzahra 2018)..... | 19 |
| Tabel 3.1 Job mix formula (ASTM C109-13,2013)..... | 28 |
| Tabel 3.2 Campuran rencana beton ringan per 1m ³ | 28 |
| Tabel 4.1 Analisis Saringan (ASTM C136)..... | 30 |
| Tabel 4.2 Particle Size Analyzer Fly ash..... | 31 |
| Tabel 4.4 Kadar Air (ASTM C566)..... | 33 |
| Tabel 4.5 Berat Volume (ASTM C29)..... | 33 |
| Tabel 4.6 Kadar Lumpur (ASTM C40)..... | 34 |
| Tabel 4.7 Perhitungan fasa kristal Fly ash Origin 2021b..... | 34 |
| Tabel 4.8 Perhitungan fasa kristal Bottom ash Origin 2021b..... | 35 |
| Tabel 4.9 X-ray Fluoroscence Fly ash..... | 37 |
| Tabel 4.10 X-ray Fluoroscence Bottom ash..... | 37 |
| Tabel 4.11 Slump test..... | 40 |
| Tabel 4.12 Berat isi beton..... | 41 |
| Tabel 4.13 Kuat tekan beton..... | 42 |
| Tabel 4.14 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-0..... | 43 |
| Tabel 4.15 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 10-0..... | 43 |
| Tabel 4.16 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 20-0..... | 44 |
| Tabel 4.17 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 30-0..... | 44 |
| Tabel 4.18 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 40-0..... | 45 |
| Tabel 4.19 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-10..... | 45 |
| Tabel 4.20 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-20..... | 46 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.21 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-30..... | 46 |
| Tabel 4.22 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-40..... | 47 |
| Tabel 4.23 Tegangan-regangan dan modulus elastisitas JMF 0-50..... | 47 |
| Tabel 4.24 Modulus elastisitas kondisi F_c' maksimum..... | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kuat tekan beton terhadap persentase bottom ash (Ristinah.2012).. | 10 |
| Gambar 2.2 XRD terhadap sampel fly ash (Pratiwi. 2019)..... | 13 |
| Gambar 2.3 Spektrum FTIR abu terbang (Anggia, 2016)..... | 15 |
| Gambar 2.4 Distribusi penyebaran partikel pengujian fly ash (Pratiwi.2019)..... | 16 |
| Gambar 2.5 Hasil pengujian berat jenis campuran beton dengan variaasi fly ash (Marthinus, Adrian philip. dkk,. 2015)..... | 17 |
| Gambar 2.6 Kuat tekan beton ringan yang menggunakan limbah padat fly ash dan bottom ash hasil pembakaran batu bara (Luher, A.Ola. 2018)..... | 18 |
| Gambar 2.7 Hubungan Modulus Elastisitas (Fitri, Fatimah Azzahra 2018)..... | 19 |
| Gambar 3.1 Diagram alur penelitian..... | 21 |
| Gambar 3.2 Semen Tipe 1..... | 22 |
| Gambar 3.3 <i>Fly Ash</i> | 22 |
| Gambar 3.4 <i>Bottom Ash</i> | 23 |
| Gambar 3.5 Agregat Halus..... | 23 |
| Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i> | 24 |
| Gambar 3.7 Neraca digital ketelitian 2 gram dan kapasitas 6 kg..... | 24 |
| Gambar 3.8 Cetakan silinder dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm..... | 25 |
| Gambar 3.9 Cetakan kubus..... | 25 |
| Gambar 3.10 <i>Mixer molen</i> | 26 |
| Gambar 3.11 <i>Mixer</i> duduk..... | 26 |
| Gambar 3.12 Kerucut Abrams (a) dan tongkat pematat (b)..... | 26 |
| Gambar 3.13 Alat uji kuat tekan beton..... | 27 |
| Gambar 3.14 Pengujian kuat tekan beton..... | 29 |
| Gambar 3.15 Hasil output pengujian kuat tekan beton..... | 29 |
| Gambar 4.1 Analisa Saringan gradasi 4..... | 30 |
| Gambar 4.2 Sebaran ukuran butiran Fly ash..... | 31 |
| Gambar 4.3 Sebaran ukuran butiran Bottom ash..... | 32 |
| Gambar 4.4 X-ray diffraction Fly ash..... | 35 |
| Gambar 4.5 X-ray diffraction Bottom ash..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.6 Grafik Spektrum FTIR Fly ash..... | 38 |
| Gambar 4.7 Grafik Spektrum FTIR Bottom ash..... | 39 |
| Gambar 4.8 Nilai slump bottom ash (a) dan fly ash (b)..... | 40 |
| Gambar 4.9 Berat isi campuran beton Bottom ash (a) dan fly ash (b)..... | 41 |
| Gambar 4.10 Kuat tekan campuran beton Bottom ash (a) dan fly ash (b)..... | 42 |
| Gambar 4.11 Hubungan tegangan regangan JMF 0-0 (a), JMF 10-0 (b), JMF 20(c) JMF 30-0 (d), dan JMF 40-0 (e)..... | 48 |
| Gambar 4.12 Hubungan tegangan-regangan JMF 0-10 (a), JMF 0-20 (b), JMF 0- 30 (c), JMF 0-40 (d), dan JMF 0-50 (e)..... | 49 |
| Gambar 4.13 Hubungan tegangan-regangan beton dengan bottom ash..... | 50 |
| Gambar 4.14 Hubungan tegangan-regangan beton dengan fly ash..... | 50 |

RINGKASAN

SIFAT FISIK DAN MEKANIK BETON RINGAN DENGAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 23 July 2021

Buditman Miftahul Huda; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, M.T. dan Dr. Arie Purta Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

XV + 55 halaman, 36 gambar, 34 tabel

Beton ringan merupakan beton dengan masa jenis yang kurang dari 1,9 gr/cm³, beton ringan sudah menjadi bahan bangunan yang sangat berguna untuk bangunan tahan gempa. Fly ash dan bottom ash merupakan limbah padat yang dihasilkan dari hasil sisa pembakaran terutama pada pembakaran batu bara. Fly ash dan bottom ash memiliki kandungan yang dapat berperan penting pada campuran beton, kandungan tersebut adalah silika (SiO₂), perbedaan yang mencolok pada dua material ini adalah dimana letak dari limbah tersebut, sesuai dengan namanya yaitu fly ash atau abu terbang merupakan limbah dari pembakaran batu bara yang sifatnya ringan dan melayang diudara, sedangkan bottom ash atau abu dasar merupakan limbah hasil pembakaran batu bara yang letaknya berada didasar dan sifatnya material nya yang memiliki berat lebih besar dibandingkan dengan fly ash membuat limbah tersebut berada didasar tungku pembakaran. Pada pengujian ini digunakan limbah fly ash dan bottom ash yang berasal dari PLTU PT. Bukit Asam sebagai substitusi campuran beton ringan dimana fly ash digunakan sebagai substitusi terhadap semen sedangkan bottom ash digunakan sebagai substitusi agregat halus. Substitusi yang dilakukan adalah substitusi fly ash sebesar 10%, 20%, 30% dan 40% sedangkan bottom ash sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Dari hasil penelitian disimpulkan fly ash dan bottom ash dapat meningkatkan kuat tekan beton. Benda uji berupa JMF 0-0 sampai JMF 0-50 dan JMF 40-0. bilangan awal pada jmf menunjukan persen fly ash dan bilangan kedua menunjukan persen bottom ash. Pada JMF 0-0, 10-0, 20-0, 30-0 dan 40-0 memiliki berat jenis sebesar 2,11 gr/cc, 2,19 gr/cc, 2,17 gr/cc, 2,15 gr/cc, 2,07 gr/cc dan nilai kuat tekan yang dicapai sebesar 24,36 MPa, 26,34 MPa, 31,93 MPa, 29,98 MPa, 25,15 MPa sedangkan pada JMF 0-0, 0-10, 0-20, 0-30, 0-40, dan 0-50 MPa, memiliki berat jenis sebesar 2,11 gr/cc, 2,20 gr/cc, 2,14 gr/cc, 2,02 gr/cc, 1,91 gr/cc 1,79 gr/cc dengan nilai kuat tekan yang dicapai sebesar 24,36 MPa, 32,67 MPa, 32,08 MPa, 30,98 MPa, 20,74 MPa dan 16,17 MPa. Hasil pengujian modulus elastisitas menunjukan bahwa pada campuran dengan fly ash, regangan tertinggi dicapai oleh JMF 40-0 dengan nilai regangan sebesar 0,00158 mm/mm dan modulus elastisitas sebesar 13.766 MPa sedangkan pada campuran bottom ash regangan tertinggi terdapat pada JMF 0-20 dengan regangan yang terjadi sebesar 0,0015 mm/mm dan modulus elastisitas sebesar 12.833 MPa.

Key Words: Beton ringan, fly ash, bottom ash, Slump, Berat isi, Kuat tekan, Modulus Elastisitas.

SUMMARY

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH FLY ASH AS A CEMENT SUBSTITUTION AND BOTTOM ASH AS FINE AGGREGATE SUBSTITUTION

Scientific paper in the form of a Final Project, 23 July 2021

Budiman Mistahul Huda; Supervised by Dr. Ir. Saloma, MT and Dr. Arie Purta Usman, ST, MT

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

XV + 55 pages, 36 pictures, 34 tables

Lightweight concrete is concrete with a density of less than 1.9 gr/cm³, lightweight concrete has become a very useful building material for earthquake-resistant buildings. Fly ash and bottom ash are solid wastes produced from combustion residues, especially coal combustion. Fly ash and bottom ash have content that can play an important role in concrete mixtures, the content is silica (SiO₂), the striking difference between these two materials is where the waste is located, as the name implies, fly ash or fly ash is waste from combustion. coal that is light in nature and floats in the air, while bottom ash or bottom ash is waste from coal combustion which is located at the bottom and the nature of its material which has a greater weight than fly ash makes the waste at the bottom of the furnace. In this test, fly ash and bottom ash from PLTU PT. Bukit Asam as a substitute for lightweight concrete mixtures where fly ash is used as a substitute for cement while bottom ash is used as a substitute for fine aggregate. The substitutions made were fly ash substitution of 10%, 20%, 30% and 40%, while bottom ash was 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. From the results of the study concluded that fly ash and bottom ash can increase the compressive strength of concrete. The test objects are JMF 0-0 to JMF 0-50 and JMF 40-0. the initial number on the jmf shows the percent fly ash and the second number shows the percent bottom ash. At JMF 0-0, 10-0, 20-0, 30-0 and 40-0 the specific gravity is 2.11 gr/cc, 2.19 gr/cc, 2.17 gr/cc, 2.15 gr /cc, 2.07 gr/cc and the compressive strength values achieved were 24.36 MPa, 26.34 MPa, 31.93 MPa, 29.98 MPa, 25.15 MPa while at JMF 0-0, 0-10 , 0-20, 0-30, 0-40, and 0-50 have specific gravity of 2.11 gr/cc, 2.20 gr/cc, 2.14 gr/cc, 2.02 gr/cc, 1.91 gr/cc 1.79 gr/cc with the achieved compressive strength values of 24.36 MPa, 32.67 MPa, 32.08 MPa, 30.98 MPa, 20.74 MPa and 16.17 MPa. The results of the elastic modulus test showed that in the mixture with fly ash, the highest strain was achieved by JMF 40-0 with a strain value of 0.00158 mm/mm and an elastic modulus of 13,766 MPa while in bottom ash mixture the highest strain was found in JMF 0-20 with The strain that occurs is 0.0015 mm/mm and the modulus of elasticity is 12.833 MPa.

Key Words: Lightweight concrete, fly ash, bottom ash, Slump, Fill weight, Compressive strength, Modulus of Elasticity

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budiman Miftahul Huda
NIM : 03011381722142
Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Beton Ringan dengan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen dan Bottom Ash Sebagai Substitusi Agregat Halus

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.



Palembang, 23 July 2021

Yang membuat pernyataan,



Budiman Miftahul Huda

NIM. 03011381722142

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Sifat Fisik dan Mekanik Beton Ringan dengan Fly Ash sebagai Substitusi Semen dan Bottom Ash sebagai Substitusi Agregat Halus” yang disusun oleh, Budiman Miftahul Huda, 03011381722142 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 July 2021.

Palembang, Juli 2021

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Pembimbing:

1. Dr. Ir. Saloma, M.T. ()
NIP. 197610312002122001

2. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. ()
NIP. 198605192019031007

Penguji:

3. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T. ()
NIP. 197705172008012039

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002



PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budiman Mistahul Huda

NIM : 03011381722142

Judul : Sifat Fisik dan Mekanik Beton Ringan dengan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen dan Bottom Ash sebagai Substitusi Agregat Halus

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.

Palembang, 23 July 2021



Budiman Mistahul Huda

NIM. 03011381722142

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Budiman Miftahul Huda

Tempat Tanggal Lahir: Tanjung Raja, 29 Agustus 1999

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Email : Budi.citraabadi@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

| Nama Sekolah | Fakultas | Jurusan | Masa |
|----------------------------|----------|--------------|-----------|
| SD Negeri 01 Tanjung Raja | - | - | 2005-2011 |
| SMP Negeri 01 Tanjung Raja | - | - | 2011-2014 |
| SMA Negeri 3 Kayuagung | - | IPA | 2014-2017 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | 2017-2021 |

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



(Budiman Miftahul Huda)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi yang terus berkembang seperti di Indonesia ini terus terjadi pembangunan, secara umum beton menjadi bahan dasar yang digunakan dalam setiap pembangunan, baik itu pembangunan gedung, jembatan bahkan jalan pun sudah mulai banyak menggunakan jalan berbahan dasar beton, khusus nya pada jalan pemukiman dan komplek digunakan jalan cor beton. Indonesia juga merupakan negara yang memiliki banyak pegunungan serta terdiri dari banyak pulau. Seringnya terjadi bencana alam yang diakibatkan oleh letusan gunung berapi dan bahayanya ancaman gempa bumi bahkan tsunami membuat kita berpikir akan butuhnya konstruksi bangunan tahan gempa, salah satu solusi yang didapatkan adalah beton ringan. Beton ringan menjadi solusi yang baik dalam mengatasi gempa bumi, dengan beratnya yang lebih ringan dibanding batu bata yaitu dengan berat jenis kurang dari 1.900 kg/m^3 , panelnya mudah untuk dibentuk, serta sifatnya yang juga nyaman karna tahan panas. *Lightweight concrete* merupakan beton yang memiliki pori yang banyak guna mengurangi berat jenis beton tersebut, semakin banyak pori pada beton maka akan semakin ringan.

Beton dapat diartikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari semen, agregat berupa pasir atau batu pecah dan air dengan atau tanpa bahan tambah. Dengan banyaknya pembangunan yang terjadi di indonesia maka kebutuhan akan beton dan bahan-bahan penyusunnya semakin tinggi, dan akan terasa sangat boros jika kita menggunakan semen murni dalam pembuatan beton, baik pemborosan dari segi biaya maupun segi keberadaan semen dan material penyusun beton itu sendiri, maka dibutuhkanlah alternatif untuk mengatasi hal tersebut dengan cara mencari *pozzolan* atau material yang memiliki zat menyerupai semen, dengan begitu kita dapat menggantikan semen atau mencampur semen dengan zat *pozzolan* tersebut agar penggunaan semen dapat dikurangi, begitu juga halnya dengan agregat, dengan banyaknya penggunaan pasir sebagai agregat dapat mengakibatkan perubahan area pada daerah sungai, dan terjadinya sedimentasi mengakibatkan bibir sungai terus tergerus, karena itu

diperlukan juga pengganti agregat halus sebagai pengisi dari beton itu sendiri.

Pozzolan merupakan material yang memiliki kandungan Silika (Si), dan juga Alumina (Al). *Pozzolan* berasal dari alam dan batuan serta dapat dan mampu bereaksi dengan senyawa kalsium hidroksida atau hasil reaksi dari semen dan air. *Pozzolan* tidak memiliki sifat yang sama seperti semen. Namun dengan kondisi ukuran yang halus dapat bereaksi dengan kapur bebas dan air sehingga menjadi suatu massa yang padat dan tidak dapat larut didalam air (Mulyati, 2012). Walaupun *pozzolan* tidak memiliki sifat semen namun memiliki kandungan yang menyerupai semen yaitu silika, dengan adanya hidrasi yang terjadi akibat reaksi semen dan menghasilkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ maka *pozzolan* berfungsi untuk mengurangi kadar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tersebut dengan mereaksikan *pozzolan* yang mengandung SiO_2 dan AlO_3 untuk menghasilkan CSH dan CAH. Contoh dari *pozzolan* itu sendiri salah satunya adalah *fly ash* (abu terbang) yang dapat diperoleh dari limbah pembakaran seperti limbah pembakaran batubara.

Kebutuhan batubara meningkat sebagai bahan bakar yang berasal dari alam dengan melalui proses pembakaran serta dapat digunakan oleh pemerintah dalam berbagai hal seperti contohnya yaitu pembangkit listrik, namun dengan tingginya kebutuhan batubara maka limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut pun semakin meningkat, dan salah satu limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara adalah *fly ash* (abu terbang).

Di Sumatera Selatan tepatnya di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, terdapat sebuah PT yang bergerak dalam batu bara dan dikelola oleh PT. Bukit Asam. Limbah yang dihasilkan dari pembakaran di-PT tersebut sangatlah banyak dan jika dibiarkan dan dibuang maka akan berdampak buruk terhadap lingkungan, maka dari itu diperlukan upaya pengolahan limbah tersebut agar dapat digunakan kembali. Contohnya adalah limbah abu terbang dan abu dasar yang dihasilkan oleh PT.Bukit Asam tersebut, seperti yang diketahui abu terbang dan abu dasar memiliki kandungan silika (Si) dan alumina (Al) dan dapat berfungsi sebagai *pozzolan* dalam campuran beton. Hingganya dilakukan penelitian terhadap apa saja potensi yang dihasilkan dari penambahan abu terbang dan abu dasar sebagai substitusi semen dan substitusi agregat halus terhadap campuran beton dalam upaya menanggulangi banyaknya limbah yang dihasilkan dari PT. Bukit Asam tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diketahui rumusan masalah ang terjadi yaitu dengan dibutuhkannya alternatif pengganti semen dan pengisi beton, serta banyaknya limbah yang dihasilkan dari PT. Bukit Asam maka didapat rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh *fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus terhadap sifat fisik dan mekanik beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk memahami dan menganalisis sifat fisik dan mekanik dari beton ringan berbahan dasar abu terbang (*fly ash*) sebagai substitusi semen dan abu dasar (*bottom ash*) sebagai substitusi agregat halus.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup meliputi analisis sifat fisik dan mekanik beton ringan dengan *fly ash* sebagai substitusi semen dan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus adalah sebagai berikut :

1. Material FABA yang digunakan dalam penelitian berasal dari limbah yang dihasilkan dari hasil sisa pembakaran di PTBA.
2. *Fly ash* sebagai substitusi semen dengan variasi terhadap semen adalah 10%, 20%, 30% dan 40%.
3. *Bottom ash* digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan variasi terhadap agregat halus adalah 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%.
4. Semen tipe I yang berasal dari PT. Indobeton.
5. Benda uji yang digunakan berupa benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm dan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15cm dan tinggi 30cm.
6. Pengujian beton dilakukan pada umur 28 hari.
7. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian kuat tekan, uji tegangan regangan dan modulus elastisitas menggunakan ekstensometer dan dial, uji difraksi sinar-x (XRD), Sinar-x florenski (XRF), FTIR (*Fourier Transform Infrared*), dan Analisis ukuran partikel (PSA).
8. Pengujian mengacu pada standar ASTM (*American Standard Testing and Material*).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dibagi menjadi dua bagian antara lain sebagai berikut:

- 1. Data dasar (primer)**

Data dasar merupakan data yang didapatkan dari penelitian dan dilakukan secara langsung pada objek penelitian. Data dasar yang dimaksud pada penelitian ini adalah dengan melakukan percobaan (*trial*), pengamatan (*observation*) dan pengujian (*testing*) di laboratorium.

- 2. Data tambahan (sekunder)**

Data tambahan merupakan data yang didapatkan melalui *literatur review* terdahulu (secara tidak langsung). Data sekunder yang dimaksud berupa studi literatur seperti jurnal sebagai referensi yang berkaitan dengan penelitian.

1.6. Sistematika Penulisan laporan

Dalam penulisan laporan ini meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, penutup dan daftar pustaka:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah yang terjadi, tujuan dari penelitian, serta ruang lingkup penelitian. Pada bab ini juga dijelaskan tentang metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan data sekunder atau hasil kajian studi literatur tentang teori yang berkaitan dengan *fly ash* dan *bottom ash*, beton ringan, penyusun dan faktor pengaruh beton ringan, dan juga pengujian terdahulu sebagai acuan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang metode yang dilakukan dalam penelitian ini baik dari material dan peralatan yang digunakan, bahan penyusun campuran beton ringan, pembuatan sampel dan jenis pengujian yang akan dilakukan dalam

mengamati pengaruh dari abu terbang dan abu dasar terhadap beton.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dari penelitian atau pengujian yang dilakukan. Hasil tersebut berupa pengolahan data dan pembahasan dari pengujian terhadap material dan beton. Pengujian sifat fisik dan mekanik pada beton dengan *fly ash* dan *bottom ash* meliputi pengujian kuat tekan, slump test, uji tegangan regangan, berat isi, dan modulus elastisitas.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan rangkuman kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran perbaikan penelitian di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baijat, Hamadallah. 2019. *Dynamic Modulus of Elasticity of some Mortars Prepared from selected jordanian masonry cements*. Scientific Research Publishing.
- ASTM C109-13. *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*. 2013. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C138/C138M – 17a. *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*. 2017. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C143/C143M – 12. *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. 2012. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C29/C29M – 09. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*. 2010. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C33/C33M – 08. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. 2009. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C39/C39M – 14. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. 2014. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C40/C40M-11. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. 2011. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C469/C469M – 14. *Standart Test Method For Static Modulus of Elastitisitas and paission' Ratio of Concrete in Compression*. 2014. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C496/C469M – 11. *Standart Test Method For Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. 2017. American Society for Testing and Materials International, USA.
- Fitri, Fatimah Azzahra. 2018. *Analysis Elastic Modulus of Concrete Using Ekstensometer and PUNDIT PL-200*. Malang
- Harihanandh, M., Gopi, R., & Saravanan, M. 2020. Behaviour of Concrete Using Bottom Ash as Fine Aggregate. International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29. No. 07.
- Hudhiyantoro, & Hariyadi. 2012. “Analisis Limbah Batubara (Fly Ash) Sebagai Alternatif Semen Untuk Beton Pada Perisai Sinar Pengion Cobalt -60

- Ditinjau Dari Segi Biaya". Extrapolasi Jurnal Teknik Sipil, Vol.05. No.02.
- Jumiati, ety dan Masthura. 2018. "Pembuatan Beton Ringan Berbasis Sampah Organik". Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi, Vol.2, No.1.
- Karyasa, I Wayan. 2013. "Studi X-Ray Fluorescence dan X-Ray Diffraction Terhadap Bidang Belah Batu Pipih Asal Tejakula". Universitas Pendidikan Ganesha.
- Kim, H. K., & Lee, H. K. 2014. Coal Bottom Ash in Field of Civil Engineering: A Review of Advanced Application and Environmental Considerations. KSCE Journal of Civil Engineering. Vol.19. No.06.
- Kocab, Dalibor. & Misak, Petr. 2016. Development of the Elastic Modulus of Concrete Under Different Curing Conditions. Procedia Engineering.
- Luher, A.Ola dan Silaban, Doly Prima. 2018. "Lightweight Concrete Brick Composite From Fly Ash and Bottom Ash Coal Waste Vegetable Oil Company". Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol.12, No.1.
- Marthinus, Adrian Philip., Sumajouw, Marthin D.J., & Windah, Reky S. 2015. "Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton". Jurnal Sipil Statik, Vol.3, No.11.
- Munasir,. Triwikantoro,. Zainuri, M,. & Darminto. (2012). "Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2)". Jurnal Penelitian dan Aplikasinya (JPFA), Vol.2, No.1.
- Onprom, Patchara., Chaimoon, Krit., & Cheerarot, Raungrut. 2015. Influence of Bottom Ash Replacements as Fine Aggregate on the Property of Cellular Concrete with Various Foam Contents. Hindawi Publishing Corporation. Vol. 15. No. 11.
- Puro, Sarjono. 2014. "Kajian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Ringan Memanfaatkan Sekam Padi dan Fly Ash Dengan Kandungan Semen 350 Kg/m³". Jurnal Ilmiah Media Engineering vol.4 no.2.
- Ristinah. 2012. "Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Batako Terhadap Kuat Tekan Batako". Jurnal Rekayasa Sipil, Vol.6, No.3.
- SNI 03-2847-2019. 2019. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta, Indonesia.
- SNI 2847:2019. 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Singh, R. R., & Sidhu, Arpan Jot Singh. 2014. High Volume Fly Ash Concrete. International Journal Of Scientific Research. Volume.03. Issue.06
- Sounthararajan V. M. & A. Sivakumar. 2013. Performance Evaluation of Metallic

Fibres on the Low and high Volume Class F Flyash based Cement Concrete. *International Journal of Engineering and Technology* (IJET), ISSN : 0975-4024 Vol 5 No 2. 606-608.

Sulistio, A. V., Wahjudi, S., Hardjito, D., & Antoni. (2015). Penggunaan Bottom Ash Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Mortar Hvfa. *Jurnal Teknik sipil*, 5(2), 1-8.

Thomas, M., Ph, D., Eng, P., Engineering, C., & Brunswick, N. (2017). *Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete*. University of New Brumswick.

Umboh, Hendri Alfian. 2014. "Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Subtitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton". Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Zhang, Peng & Li, Qing-Fu. 2013. Combined effect of polypropylene fiber and silica fume on workability and carbonation resistance of concrete composite containing fly ash. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials Design and Applications* 2013. 227:250.