

DAFTAR ISI

halaman

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR | |
| PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR | |
| PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR | |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4. Batasan Masalah | 6 |
| 1.5. Metode Penulisan | 7 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 8 |
| | |
| BAB II LANDASAN TEORI | 10 |
| 2.1. Pendahuluan | 10 |
| 2.2. Beton Geopolimer | 10 |
| 2.2.1. Semen Geopolimer | 12 |
| 2.2.2. Material Penyusun Beton Geopolimer | 13 |
| 2.2.1.1. Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>) | 13 |
| 2.2.1.2. Larutan Alkali | 14 |
| 2.2.1.3. Agregat | 16 |
| 2.2.1.4. Air | 18 |
| 2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton Geopolimer | 18 |
| 2.3.1. Rasio NaOH/Air dan Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ | 18 |
| 2.3.2. <i>Workability</i> | 19 |
| 2.3.3. Cara <i>Curing</i> | 20 |
| 2.3.4. Penggunaan Abu Cangkang Sawit | 21 |
| 2.4. Perhitungan | 22 |
| 2.4.1. Kuat Tekan | 22 |
| 2.4.2. Kuat Lentur | 22 |
| 2.5. Aplikasi Beton Geopolimer | 23 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 25 |
| 3.1. Pendahuluan | 25 |
| 3.2. Persiapan Material | 27 |
| 3.2.1. Agregat Kasar (Kerikil) | 27 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.2.2. | Agregat Halus (Pasir)..... | 28 |
| 3.2.3. | Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)..... | 28 |
| 3.2.4. | Larutan Alkali | 29 |
| 3.2.5. | Abu Cangkang Sawit | 30 |
| 3.2.6. | Air | 31 |
| 3.3. | Peralatan yang Digunakan..... | 31 |
| 3.3.1. | Tungku Pembakaran..... | 31 |
| 3.3.2. | Gas Elpiji..... | 32 |
| 3.3.3. | <i>Thermocouple</i> | 32 |
| 3.3.4. | <i>Stopwatch</i> | 33 |
| 3.3.5. | Mesin <i>Los Angeles</i> | 33 |
| 3.3.6. | Oven | 34 |
| 3.3.7. | Timbangan..... | 34 |
| 3.3.8. | Saringan..... | 35 |
| 3.3.9. | Wadah | 35 |
| 3.3.10. | <i>Concrete Mixer</i> | 36 |
| 3.3.11. | Termometer | 36 |
| 3.3.12. | Kerucut Abram..... | 37 |
| 3.3.13. | Pelumas | 38 |
| 3.3.14. | Bekisting | 38 |
| 3.3.15. | Meja Vibrator | 39 |
| 3.3.16. | Dandang | 39 |
| 3.3.17. | Kompore | 40 |
| 3.3.18. | Belerang | 40 |
| 3.3.19. | <i>Concrete Compression Tester</i> | 41 |
| 3.3.20. | <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> | 41 |
| 3.4. | Pemeriksaan Karakteristik Material | 42 |
| 3.4.1. | Kadar Lumpur Agregat Halus..... | 42 |
| 3.4.2. | Kadar Air Agregat..... | 43 |
| 3.4.3. | Berat Jenis Agregat | 43 |
| 3.4.4. | Berat Jenis Abu Cangkang Sawit..... | 44 |
| 3.5. | Perhitungan <i>Mix Design</i> | 44 |
| 3.6. | Benda Uji..... | 46 |
| 3.6.1. | Pembuatan Abu Cangkang Sawit..... | 47 |
| 3.6.2. | Pembuatan Benda Uji..... | 51 |
| 3.6.3. | <i>Curing</i> | 54 |
| 3.7. | Pengujian Benda Uji..... | 55 |
| 3.7.1. | Kuat Tekan | 55 |
| 3.7.2. | Kuat Lentur | 57 |
| BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN | | 58 |
| 4.1. | Pendahuluan | 58 |
| 4.2. | Hasil Pemeriksaan karakteristik Agregat | 58 |
| 4.2.1. | Kadar Lumpur Agregat Halus..... | 58 |
| 4.2.2. | Kadar Air Agregat..... | 60 |
| 4.2.3. | Berat Jenis Agregat | 61 |

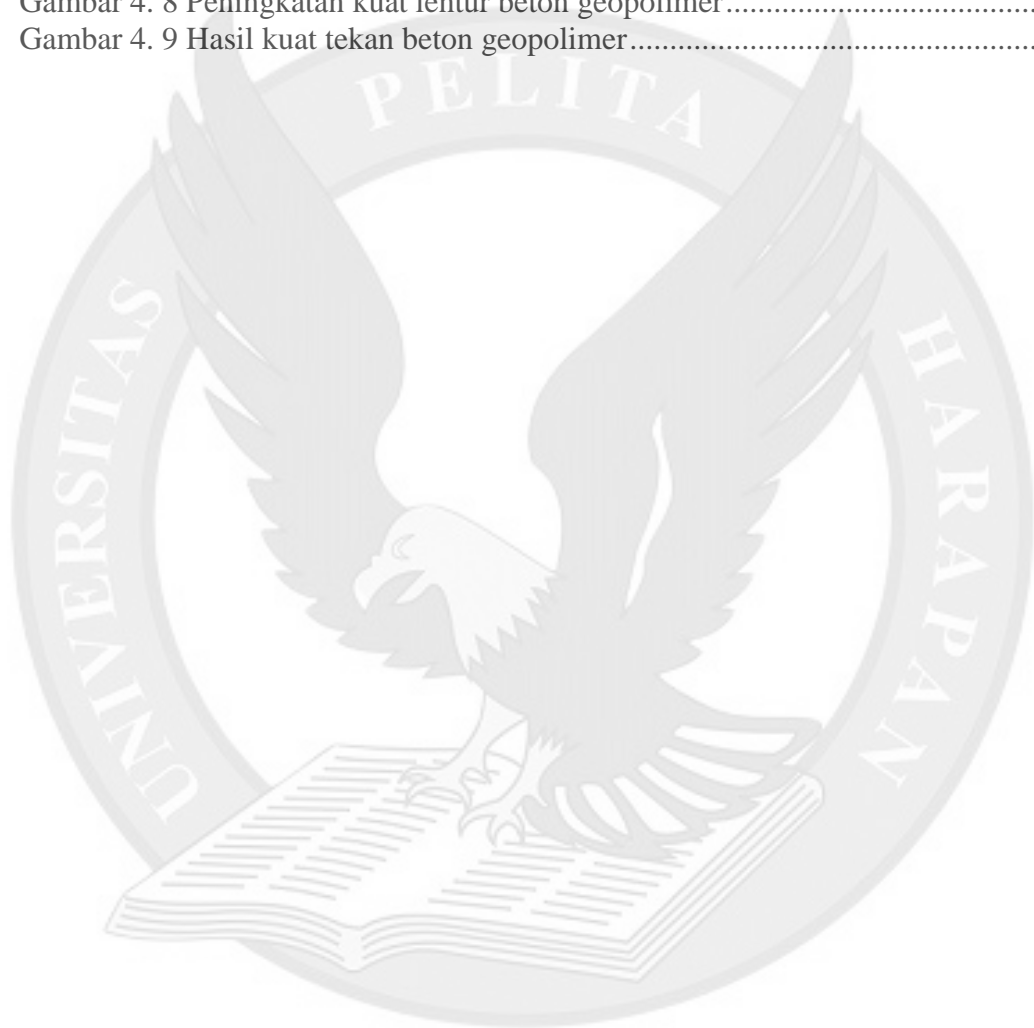
| | | |
|------------------------|--|----|
| 4.2.4. | Berat Jenis Abu Cangkang Sawit..... | 62 |
| 4.3. | Hasil Produksi Abu Cangkang Sawit | 63 |
| 4.3.1. | Hasil <i>X-RAY FLUORESCENCE</i> (XRF) | 64 |
| 4.3.2. | Hasil <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)..... | 66 |
| 4.4. | Hasil Uji Kuat Tekan..... | 67 |
| 4.5. | Hasil Uji Kuat Lentur | 69 |
| 4.6. | Hasil Penggunaan Abu Cangkang Sawit..... | 72 |
| 4.7. | Hasil <i>Slump Test</i> | 75 |
| 4.8. | Hasil <i>Curing</i> | 76 |
| BAB V KESIMPULAN | | 78 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 78 |
| 5.2. | Saran | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 81 |
| GLOSARIUM..... | | 84 |
| LAMPIRAN A | | |
| LAMPIRAN B | | |
| LAMPIRAN C | | |
| LAMPIRAN D | | |



DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|---|---------|
| Gambar 2. 1 Reaksi geopolimer..... | 11 |
| Gambar 2. 2 Material penyusun semen geopolimer..... | 12 |
| Gambar 2. 3 <i>Brisbane West Wellcamp Airport</i> | 23 |
| Gambar 2. 4 <i>Global Change Institute (GCI)</i> | 24 |
| Gambar 3. 1 Diagram Aliran Penelitian..... | 26 |
| Gambar 3. 2 Kerikil..... | 27 |
| Gambar 3. 3 Pasir Bangka..... | 28 |
| Gambar 3. 4 <i>Fly Ash</i> | 29 |
| Gambar 3. 5 <i>NaOH Flake</i> dan Na_2SiO_3 | 30 |
| Gambar 3. 6 Abu Cangkang Sawit..... | 30 |
| Gambar 3. 7 Tungku Pembakaran..... | 31 |
| Gambar 3. 8 Gas Elpiji..... | 32 |
| Gambar 3. 9 <i>Thermocouple</i> | 32 |
| Gambar 3. 10 <i>Stopwatch</i> | 33 |
| Gambar 3. 11 Mesin Los Angeles..... | 33 |
| Gambar 3. 12 Oven..... | 34 |
| Gambar 3. 13 Timbangan..... | 34 |
| Gambar 3. 14 Saringan..... | 35 |
| Gambar 3. 15 Wadah..... | 35 |
| Gambar 3. 16 <i>Concrete Mixer</i> | 36 |
| Gambar 3. 17 Termometer..... | 36 |
| Gambar 3. 18 Kerucut Abrams..... | 37 |
| Gambar 3. 19 Pelumas..... | 38 |
| Gambar 3. 20 Bekisting..... | 38 |
| Gambar 3. 21 Meja Vibrator..... | 39 |
| Gambar 3. 22 Dandang..... | 39 |
| Gambar 3. 23 Kompor..... | 40 |
| Gambar 3. 24 Belerang..... | 40 |
| Gambar 3. 25 <i>Concrete Compression Tester</i> | 41 |
| Gambar 3. 26 UTM..... | 41 |
| Gambar 3. 27 Peralatan lain..... | 42 |
| Gambar 3. 28 Benda uji balok lentur..... | 47 |
| Gambar 3. 29 Tong pembakaran..... | 48 |
| Gambar 3. 30 Pemasukan tong kedalam tungku pembakaran..... | 49 |
| Gambar 3. 31 Pembacaan suhu pada thermocouple..... | 50 |
| Gambar 3. 32 Pembakaran cangkang sawit..... | 50 |
| Gambar 3. 33 Penimbangan <i>fly ash</i> sesuai <i>mix design</i> | 51 |
| Gambar 3. 34 Pencampuran NaOH..... | 52 |
| Gambar 3. 35 Pemasukan <i>fly ash</i> dan abu cangkang sawit..... | 53 |
| Gambar 3. 36 Pemasukan beton geopolimer segar kedalam bekisting..... | 54 |
| Gambar 3. 37 Pemasukan sampel kedalam dandang untuk <i>steam curing</i> | 55 |
| Gambar 3. 38 Proses capping silinder..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 39 Balok lentur setelah dilakukan pengujian | 57 |
| Gambar 4. 1 Grafik perbandingan suhu pembakaran cangkang sawit..... | 64 |
| Gambar 4. 2 Hasil SEM abu cangkang sawit produksi sendiri..... | 66 |
| Gambar 4. 3 Hasil SEM abu cangkang sawit sisa pembakaran | 67 |
| Gambar 4. 4 Contoh sampel benda uji silinder | 67 |
| Gambar 4. 5 Contoh sampel benda uji balok lentur | 70 |
| Gambar 4. 6 Pola keretakan balok lentur | 72 |
| Gambar 4. 7 Peningkatan kuat tekan beton geopolimer | 73 |
| Gambar 4. 8 Peningkatan kuat lentur beton geopolimer..... | 73 |
| Gambar 4. 9 Hasil kuat tekan beton geopolimer..... | 77 |



DAFTAR TABEL

halaman

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Persyaratan kimia <i>fly ash</i> kelas F dan C (ASTM C618)..... | 14 |
| Tabel 2. 2 Komposisi NaOH sesuai dengan molaritas..... | 15 |
| Tabel 2. 3 Tabel gradasi agregat kasar (SNI 03-2834-2000)..... | 17 |
| Tabel 2. 4 Gradasi Agregat halus (SNI 03-2834-2000 DAN ASTM C33)..... | 17 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi NaOH dan Na ₂ SiO ₃ | 29 |
| Tabel 3. 2 <i>Mix design</i> untuk 1 m ³ beton geopolimer (Kg/m ³) | 45 |
| Tabel 3. 3 Contoh <i>mix design</i> | 45 |
| Tabel 3. 4 Rencana benda uji | 46 |
| Tabel 4. 1 Hasil kadar lumpur agregat halus berdasarkan berat | 59 |
| Tabel 4. 2 Hasil kadar lumpur agregat halus berdasarkan volume | 59 |
| Tabel 4. 3 Hasil kadar air pada agregat halus | 60 |
| Tabel 4. 4 Hasil kadar air pada agregat kasar | 60 |
| Tabel 4. 5 Hasil berat jenis agregat halus | 61 |
| Tabel 4. 6 Hasil berat jenis agregat kasar | 61 |
| Tabel 4. 7 Berat jenis abu cangkang sawit..... | 62 |
| Tabel 4. 8 Suhu pembakaran cangkang sawit | 63 |
| Tabel 4. 9 Hasil XRF abu cangkang sawit hasil produksi sendiri | 64 |
| Tabel 4. 10 Hasil XRF abu cangkang sawit sisa pembakaran | 65 |
| Tabel 4. 11 Hasil XRF abu cangkang sawit Willy Hotama (2014) | 65 |
| Tabel 4. 12 Hasil uji kuat tekan | 68 |
| Tabel 4. 13 Hasil uji kuat lentur..... | 70 |
| Tabel 4. 14 Hasil uji beton geopolimer RTC (hari ke-28) | 72 |
| Tabel 4. 15 Hasil pengujian kuat tekan beton Willy Hotama (2014)..... | 74 |
| Tabel 4. 16 Hasil <i>slump test</i> | 75 |
| Tabel 4. 17 Perbandingan kekuatan Beton Geopolimer berdasarkan jenis <i>curing</i> | 76 |

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

| | |
|--|----------|
| LAMPIRAN A | A |
| Perhitungan <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer Rasio Alkali/ <i>Fly Ash</i> 0.50..... | A-1 |
| LAMPIRAN B | B |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 4 Silinder Dan 4 Balok Lentur ACS 0%..... | B-1 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 4 Silinder Dan 4 Balok Lentur ACS 5%..... | B-2 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 4 Silinder Dan 4 Balok Lentur ACS 7,5%..... | B-3 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 4 Silinder Dan 4 Balok Lentur ACS 10%..... | B-4 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 3 Silinder Dan 2 Balok Lentur ACS 0%..... | B-5 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 3 Silinder Dan 2 Balok Lentur ACS 5%..... | B-6 |
| Contoh Perhitungan <i>Mix Design</i> Untuk 3 Silinder Dan 2 Balok Lentur ACS 7,5%..... | B-7 |
| LAMPIRAN C | C |
| Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) ACS Produksi..... | C-1 |
| Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) ACS SP..... | C-4 |
| Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) ACS Willy Hotama (2014)..... | C-6 |
| LAMPIRAN D | D |
| Lembar Monitoring Bimbingan Tugas Akhir..... | D-1 |