

TUGAS AKHIR

**STUDI KARAKTERISTIK BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR
FLY ASH DENGAN SUBSTITUSI PARSIAL PASIR PANTAI DAN
PENAMBAHAN SERAT BEMBAN**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana
S1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat**



Oleh:

M. Reza Aditya Pratama

NIM. 2010811210067

Dosen Pembimbing:

Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng

NIP: 19790723 200501 2 005

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

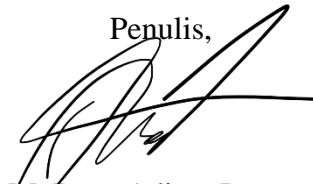
Nama : M. Reza Aditya Pratama
NIM : 2010811210067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Juduk Tugas Akhir : Studi Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar
Fly Ash dengan Substitusi Parsial Pasir Pantai dan
Penambahan Serat Berman
Pembimbing : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, Juli 2024

Penulis,



M. Reza Aditya Pratama

NIM. 2010811210067

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Studi Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan
Substitusi Parsial Pasir Pantai dan Penambahan Serat Berman**

M. Reza Aditya Pratama (2010811210067)

Telah dipertahankan di depan tim penguji pada 28 Juni 2024 dan dinyatakan :

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Ir. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 199003062022032010

Anggota 1 : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 198606282012121002

Anggota 2 : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

NIP. 197907232005012005

Pembimbing : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M. Eng.

Utama : NIP. 197907232005012005

Banjarbaru, 28 JUNI 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Sipil



Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 197401071998021001

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 199208261998021001

Studi Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan Substitusi Parsial Pasir Pantai dan Penambahan Serat Bemban

M. Reza Aditya Pratama¹, Nursiah Chairunnisa²

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

E-mail :¹reza83851@gmail.com; ² nursiah.chairunnisa@ulm.ac.id

ABSTRAK

Beton geopolimer merupakan salah satu inovasi yang dapat menggantikan beton konvensional yang produksinya telah memberikan dampak negatif pada lingkungan. Dengan memanfaatkan zat buang industri seperti *fly ash*, beton geopolimer dapat menjadi alternatif yang ramah lingkungan. Pencampuran serat bemban dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan ketahanan retak pada beton geopolimer. Di sisi lain, masyarakat sekitar pesisir pantai kerap menggunakan pasir pantai sebagai campuran agregat halus pada beton konvensional agar meminimalisir biaya pada pembangunan konstruksi, akan tetapi pasir pantai telah teruji kurang baik pada beton konvensional. Dengan adanya penelitian ini ditujukan untuk mengetahui dan mengevaluasi komposisi campuran pasir pantai dan pasir barito dengan penambahan serat bemban 0% dan 1,5% terhadap kuat tekan beton geopolimer. Dengan komposisi *fly ash*, substitusi parsial pasir Barito dan pasir pantai dengan rasio 100:0; 70:30; 50:50, Molaritas NaOH 8M, rasio larutan alkali 2,5:1, variasi serat bemban 0% dan 1,5%, dengan menggunakan metode *curing* suhu luar selama 28 hari. Dari hasil penelitian, didapat bahwa nilai kuat tekan beton geopolimer tertinggi tercatat pada rasio 100:0 dengan 1,5% serat bemban sebesar 29,917 MPa, dan substitusi parsial pasir pantai yang paling optimum terdapat pada rasio 50:50 dengan 1,5% serat bemban sebesar 26,702 MPa walaupun mengalami penurunan sebesar 3,2%.

Kata Kunci: Beton Geopolimer, *Fly Ash*, Serat Bemban, Kuat Tekan, Pasir Pantai

ABSTRACT

Geopolymer concrete is an innovation that can replace conventional concrete whose production has had a negative impact on the environment. By utilizing industrial by-products like fly ash, geopolymer concrete offers an environmentally friendly alternative. The addition of bemban fibers can enhance the compressive strength and crack resistance of geopolymer concrete. On the other hand, coastal communities often use beach sand as a fine aggregate in conventional concrete to reduce construction costs, despite its proven suboptimal performance in conventional concrete applications. This research aims to evaluate the composition of beach sand and Barito river sand with 0% and 1.5% bemban fiber additions on the compressive strength of geopolymer concrete. The mixtures include fly ash, partial substitution of Barito river sand and beach sand at ratios of 100:0; 70:30; 50:50, NaOH molarity of 8M, alkali solution ratio of 2.5:1, and variations of 0% and 1.5% bemban fibers, using outdoor temperature curing for 28 days. The research findings indicate that the highest compressive strength of geopolymer concrete was achieved with the 100:0 ratio and 1.5% bemban fibers, reaching 29.917 MPa. The most optimal partial substitution of beach sand was observed with the 50:50 ratio and 1.5% bemban fibers, achieving 26.702 MPa, despite a slight decrease of 3.2%.

Keywords: Geopolymer Concrete, Fly Ash, Bemban Fiber, Compressive Strength, Beach Sand

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat diberikan kelancaran serta petunjuk dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Karakteristik Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* dengan Substitusi Parsial Pasir Pantai dan Penambahan Serat Berman”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program S-1 Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan penuh ketulusan hati, penulis mengucapkan terimakasih, kepada:

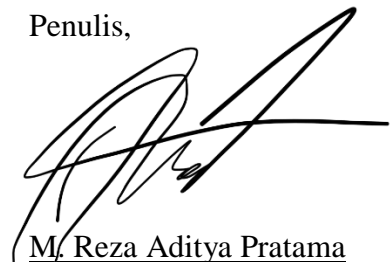
1. Kedua orang tua penulis, Bapak H. Syaiful Anwar, S.Pd., dan Ibu Hj. Noorma Helvina, S.Pd., yang telah memberikan segala dukungan, semangat, perhatian, doa serta telah mendidik dan membesarkan penulis dalam limpahan kasih sayang. Terima kasih atas apa yang telah diberikan kepada penulis yang tidak bisa dibandingkan dan digantikan dengan apapun,
2. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan serta arahan sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu, wawasan, arahan, serta ilmu pengetahuan selama penulis mengikuti perkuliahan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Para Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak membantu dan memberikan arahan demi kelancaran pembuatan Tugas Akhir ini.

6. Teman-teman penulis M. Ilham Fremuzar, Maulana Syahidillah Noor, dan Rahmatullah yang telah banyak berkontribusi membantu secara langsung serta memberikan pasokan makanan pada proses penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman satu tim TA Geopolimer 2024 Athaillah, Tito, Gilbert, Fathya, Rara, Binadi, dan Satriawan yang telah berjuang bersama dan bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Shaumi Rani yang selalu menemani dan selalu memberikan support kepada penulis. Terima kasih telah memberikan dukungan berupa pikiran ataupun materi, memberikan semangat disaat penulis mengalami kesusahan, sebagai tempat keluh-kesah, serta senantiasa sabar menghadapi dan selalu menemani penulis dari awal masuk perkuliahan sampai pembuatan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah berkontribusi membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi Universitas Lambung Mangkurat, bagi penulis sendiri, serta pembaca. Akhir kata, penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar tugas akhir ini lebih baik lagi.

Banjarbaru, Juni 2024

Penulis,



M. Reza Aditya Pratama

NIM. 2010811210067

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Beton	6
2.2 Geopolimer.....	7
2.3 Material Dasar Penyusun Beton Geopolimer.....	8
2.3.1 <i>Fly Ash</i>	8
2.3.2 Serat Bamban	12
2.3.3 Larutan Alkali	14
2.3.4 Agregat Halus.....	15
2.3.5 Agregat Kasar.....	17
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Geopolimer.....	17
2.4.1 Molaritas	17
2.4.2 Rasio <i>Raw Material</i> terhadap Larutan Alkali	18
2.4.3 Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>).....	18
2.5 Pengujian yang Dilakukan.....	19
2.5.1 Pengujian <i>Setting Time</i>	19

2.5.2 Pengujian Kuat Tekan	21
2.5.3 Pengujian Absorpsi dan Porositas	21
2.5.4 Pengujian Karbonasi	23
2.5.5 Pengujian <i>Sorptivity</i>	24
2.5.6 Durabilitas Beton Geopolimer	25
2.6 Penelitian Geopolimer yang Pernah Dilakukan	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Diagram Alir.....	28
3.2 Waktu dan Tempat	29
3.3 Alat dan Bahan	30
3.3.1 Alat.....	30
3.3.2 Bahan.....	31
3.4 Persiapan Bahan	31
3.4.1 <i>Fly Ash</i>	31
3.4.2 Serat Berman	32
3.4.3 Larutan Alkali	36
3.4.4 Air	38
3.4.5 Agregat Halus.....	38
3.4.6 Agregat Kasar.....	39
3.5 Pemeriksaan Bahan Dasar	39
3.6 Rancangan Penelitian	42
3.7 Pembuatan Benda Uji.....	44
3.7.1 Beton Geopolimer Diameter 58,42 mm Tinggi 114,3 mm	44
3.7.2 Beton Geopolimer Diameter 114,3 mm Tinggi 58,42 mm	51
3.8 Perawatan Benda Uji	54
3.9 Pengujian Benda Uji.....	55

3.9.1 Pengujian <i>Setting Time</i>	55
3.9.2 Pengujian Kuat Tekan	56
3.9.3 Pengujian Karbonasi	57
3.9.4 Pengujian <i>Sorptivity</i>	57
3.9.5 Pengujian Absorpsi dan Porositas	58
3.10 Penarikan Kesimpulan.....	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Pemeriksaan Bahan	61
4.1.1 Pemeriksaan <i>Fly Ash</i>	61
4.1.2 Pemeriksaan Agregat Halus	63
4.1.3 Pemeriksaan Agregat Kasar (Screen).....	66
4.1.4 Pemeriksaan Serat Berman.....	67
4.2 Pengamatan Visual Benda Uji Beton Geopolimer	69
4.3 Pengujian Kuat Tekan	69
4.3.1 Sampel Dengan Variasi 0% Serat Berman.....	70
4.3.2 Sampel Dengan Variasi 1,5% Serat Berman.....	71
4.3.3 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan	74
4.4 Pengujian Karbonasi.....	75
4.4.1 Sampel B-FP100	75
4.4.2 Sampel B-FP70	76
4.4.3 Sampel B-FP50	76
4.4.4 Sampel B-FP100-1,5	77
4.4.5 Sampel B-FP70-1,5	77
4.4.6 Sampel B-FP50-1,5	78
4.5 Pengujian Absorpsi dan Porositas	78
4.6 Pengujian <i>Sorptivity</i>	80

4.7 Hubungan Porositas dan <i>Sorptivity</i>	89
BAB V	91
PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumbuhan dan Serat	13
Gambar 2.2 Pengukuran Jarum Vicat	20
Gambar 2.3 Skema Pengujian Kuat Tekan	21
Gambar 2.4 Skema Pengujian Absorpsi dan Porositas	23
Gambar 2.5 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Pengovenan <i>Fly Ash</i>	31
Gambar 3.3 Penyaringan <i>Fly Ash</i>	32
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i> yang Telah Disaring	32
Gambar 3.5 Proses Pemotongan Bemban	32
Gambar 3.6 Potongan Batang Bemban	32
Gambar 3.7 Proses Perendaman Batang Bemban	33
Gambar 3.8 Perebusan Batang Bemban	33
Gambar 3.9 Proses Penyisiran Batang Bemban	34
Gambar 3.10 Perendaman Serat Bemban dengan NaOH 4%	34
Gambar 3.11 Pencucian Serat Bemban Sampai pH Netral	34
Gambar 3.12 Serat Bemban Kering	35
Gambar 3.13 Serpihan Natrium Hidroksida (NaOH)	37
Gambar 3.14 Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	38
Gambar 3.15 Pasir Barito	38
Gambar 3.16 Pasir Pantai	39
Gambar 3.17 Agregat Kasar	39
Gambar 3.18 Bekisting Beton Uji Kuat Tekan	44
Gambar 3.19 Membuat Larutan Alkali	48
Gambar 3.20 Menyiapkan Bekisting Silinder	48
Gambar 3.21 Menimbang bahan yang dibutuhkan	49
Gambar 3.22 Proses Penuangan Batu Split Saat Pengecoran	49
Gambar 3.23 Proses Pencampuran Agregat Halus Saat Pengecoran	49
Gambar 3.24 Proses Pencampuran <i>Fly Ash</i> Saat Pengecoran	50
Gambar 3.25 Proses Penuangan Larutan Alkali Saat Pengecoran	50

Gambar 3.26 Proses Penggetaran Beton Setelah Masuk Bekisting.....	50
Gambar 3.27 Bekisting Beton Uji Porositas dan <i>Sorptivity</i>	51
Gambar 3.29 Menimbang Benda Uji.....	56
Gambar 3.30 Meletakkan Benda Uji Pada Mesin Kuat Tekan.....	56
Gambar 3.31 Benda Uji Setelah Uji Kuat Tekan	57
Gambar 3.32 Pengovenan Benda Uji <i>Sorptivity</i>	58
Gambar 3.33 Pengovenan Benda Uji Absorpsi dan Porositas	59
Gambar 3.34 Perendaman Benda Uji Absorpsi dan Porositas	59
Gambar 3.35 Pendidihan Benda Uji Absorpsi dan Porositas	60
Gambar 3.36 Penghitungan Massa Benda Uji.....	60
Gambar 4.1 Pemeriksaan Waktu Pengikatan	62
Gambar 4.2 Gradasi Pasir Barito.....	64
Gambar 4.3 Gradasi Pasir Pantai.....	66
Gambar 4.4 Gradasi Batu Split (Screen)	67
Gambar 4.5 Visual Beton Sebelum <i>Curing</i>	69
Gambar 4.6 Visual Beton Sesudah <i>Curing</i>	69
Gambar 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Serat 0%	70
Gambar 4.8 Pola Keruntuhan Kuat Tekan Serat 0%	71
Gambar 4.9 Sketsa Keruntuhan Sampel Kuat Tekan Serat 0%.....	71
Gambar 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi Serat 1,5%	72
Gambar 4.11 Pola Keruntuhan Kuat Tekan Serat 1,5%	73
Gambar 4.12 Sketsa Keruntuhan Sampel Kuat Tekan Serat 1,5%.....	73
Gambar 4.13 Grafik Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan	74
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Absorpsi dan Porositas	79
Gambar 4.15 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> Serat 0%.....	85
Gambar 4.16 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> Serat 1,5%	85
Gambar 4.17 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> Gabungan.....	86
Gambar 4.18 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP100.....	86
Gambar 4.19 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP70	86
Gambar 4.20 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP50	87
Gambar 4.21 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP100-1,5.....	87
Gambar 4.22 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP70-1,5.....	87

Gambar 4.23 <i>Rate Of Water Absorption</i> B-FP50-1,5.....	88
Gambar 4.24 Hubungan <i>Sorptivity</i> Dengan Waktu	89
Gambar 4.25 Hubungan Porositas dan <i>Sorptivity</i>	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Kandungan Fisika <i>fly ash</i>	9
Tabel 2.2 Persyaratan Kimia <i>Fly Ash</i>	10
Tabel 2.3 Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i> PLTU Asam-Asam 2023	11
Tabel 2.4 Gradasi Agregat Halus	16
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Mengenai Geopolimer	26
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	28
Tabel 3.2 Nomenklatur benda uji diameter 58,42 mm tinggi 114,3 mm	43
Tabel 3.3 Nomenklatur benda uji diameter 114,3 mm tinggi 58,42 mm	44
Tabel 3.4 Kebutuhan material beton geopolimer untuk uji kuat tekan	48
Tabel 3.5 Kebutuhan Material Beton Geopolimer Untuk <i>Sorptivity</i> , Absorpsi dan Porositas.....	54
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Waktu Pengikatan.....	61
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	62
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Volume <i>Fly Ash</i>	62
Tabel 4.4 Pemeriksaan Pasir Barito.....	63
Tabel 4.5 Pemeriksaan Pasir Pantai.....	65
Tabel 4.6 Pemeriksaan Batu Screen	66
Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Kadar Lignin Dan Selulosa	67
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0% Serat Bemban	70
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,5% Serat Bemban	72
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP100.....	76
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP70.....	76
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP50.....	77
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP100-1,5	77
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP70-1,5	78
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Karbonasi B-FP50-1,5	78
Tabel 4.16 Pengujian Absorpsi dan Porositas	79
Tabel 4.17 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP100.....	80
Tabel 4.18 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP70.....	81
Tabel 4.19 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP50.....	82

Tabel 4.20 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP100-1,5	82
Tabel 4.21 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP70-1,5	83
Tabel 4.22 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> B-FP50-1,5	84
Tabel 4.23 Rekapitulasi <i>Initial Rate</i> dan <i>Secondary Rate</i>	88