

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT
TERHADAP KUAT LENTUR BETON GEOPOLIMER**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Perancangan Jalan Dan Jembatan**

Disusun Oleh:

Iros Milawati (061740111405)

Muhammad Prawira Wardana (061740111412)

**PROGRAM STUDI PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
2021**

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT
TERHADAP KUAT LENTUR BETON GEOPOLIMER**



SKRIPSI

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pembimbing II,

Pembimbing I,

DR. Hj. Indrayani, S.T., M.T.
NIP: 197402101997022001

Ika Sulianti, S.T., M.T.
NIP: 198107092006042001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ibrahim, S.T., M.T.
NIP: 196905092000031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi D IV

Ir. Kosim, M.T.
NIP: 196210181989031002

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT
TERHADAP KUAT LENTUR BETON GEOPOLIMER**

SKRIPSI

**Disetujui Oleh Penguji
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Perancangan Jalan Dan Jembatan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Nama Penguji

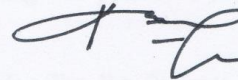
Tanda Tangan

**Ibrahim, S.T, M.T.
NIP: 196905092000031001**



.....

**Ir. Kosim, M.T.
NIP: 196210181989031002**



.....

**DR. Hj. Indrayani, S.T., M.T.
NIP: 197402101997022001**



.....

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Memulai dengan penuh keyakinan, menjalankan dengan penuh keikhlasan, menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan. Hargai usaha, hargai waktu, hargai diri sendiri dan *what ever you are, be a good one*”

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan bahagia, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia, atas takdirmu saya bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman, dan bersabar sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depan, dalam meraih cita-cita saya.
2. Orang tua saya yang selalu memberi motivasi, mendoakan, menasehati dengan segala dukungan dan kasih sayang. Terimakasih atas semua pengorbanan dan kesabaran yang telah diberikan kepada saya.
3. Seluruh keluarga besar saya atas kasih sayang dan perhatian yang diberikan selama ini.
4. Ibu dosen DR. Hj. Indrayani, S.T., M.T. dan Ibu Ika Sulianti, ST., MT., selaku dosen pembimbing kami yang mana telah membimbing, memberikan arahan, nasihat dan memberikan waktunya sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya atas ilmu, nasihat, dan motivasi yang telah diberikan
6. Rekan KP dan Skripsi saya M. Prawira Wardana sekaligus teman seperjuangan terimakasih atas kerja keras dan kerjasamanya, semoga kita dipertemukan dikala sukses nanti. Aamiin.
7. Puji Hartoyo, M. Rifqi Agusri, Khusnul Juliyadi dan Aji Santoso terimakasih telah membantu kami dan menyalurkan tenaga selama penelitian terutama pada saat pengecoran.

8. Kak Edo dan kak Dedi yang telah banyak membantu baik tenaga maupun ilmu selama penelitian di Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Sipil
9. Rekan mahasiswa PJJA 2017 terima kasih untuk kebersamaan dan memori yang kita rajut setiap harinya, sehingga masa kuliah selama 4 tahun ini menjadi lebih berarti.
10. Almamater tercinta, Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. M. Army terimakasih untuk dukungan, kebaikan, dan perhatian. Terimakasih karena telah mendengar keluh kesah selama pembuatan skripsi dan terimakasih karena telah memberi tahu saya hidup dengan jujur dan bahagia.
12. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

- IROS MILAWATI -

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Moto:

“Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya.”

(Q.S. At Thalaq: 2-3)

“Tetapkan tujuan, tantang diri Anda dan capai tujuan tersebut. Hiduplah dengan sehat dan hitunglah setiap waktu yang Anda miliki. Bangkitlah mengatasi rintangan dan fokus pada yang positif.”

-Robert H. Goddard-

Persembahan:

- Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT. atas berkah rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan tugas dan kewajiban saya sebagai mahasiswa di Pendidikan Diploma IV Perancangan Jalan Dan Jembatan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Serta sholawat beriring salam kepada Nabi Muhammad SAW., Keluarga-Nya, dan Sahabat-Nya.
- Terima kasih kepada kedua orang tua saya, ayah saya dan ibu saya yang telah mendukung dan mendoakan saya dalam menyelesaikan pendidikan ini. Dan juga kepada saudara saya, kakak saya, yang telah memberikan motivasi dan semangat pantang menyerah.
- Terima kasih kepada dosen pembimbing saya, ibu DR. Hj. Indrayani, S.T., M.T. dan ibu Ika Sulianti, S.T., M.T. yang telah membantu dalam bimbingannya selama ini.
- Kepada partner, Iros Milawati, yang selalu sabar dan pantang menyerah dalam penyelesaian skripsi dari awal hingga akhir. Terima kasih telah membantu. Semoga sukses kedepannya.
- Bapak Bornado, S.T., yang selalu memberikan saran disaat kami kesusahan didalam laboratorium.
- Teman-Teman seperjuangan, Rifqi, Puji, Khusnul, dan Aji Santoso. Terima kasih telah membantu proses penelitian didalam laboratorium. Terima kasih

atas jasa kalian. Tidak terasa sudah 4 tahun kita belajar bersama. Saya harap kalian sukses dengan memilih jalan masa depan masing-masing.

- Rekan-rekan PJJA 2017. Terima kasih atas 4 tahunnya teman-teman. Saya mohon maaf bila ada kesalahan selama 4 tahun ini. *See you later!!!*

Terima kasih atas semua ilmu yang telah diberikan. Ini bukan akhir dari suatu perjalanan, melainkan sebuah awalan sebuah perjalanan baru.

-Muhammad Prawira Wardana-

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT LENTUR BETON GEOPOLIMER

Oleh: Iros Milawati, Muhammad Prawira Wardana

Pada saat ini terus dikembangkan inovasi untuk menggantikan semen dengan beton geopolimer berbahan dasar *fly ash*, untuk mengurangi penggunaan semen dan pemanfaatan limbah batu bara menjadi bahan baku pengganti semen. Beton memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang getas dan sering retak membuat beton sering dianggap tidak memiliki kuat tarik atau tidak mampu menahan gaya tarik. Untuk mengatasi munculnya retak halus dan sifat getas beton dapat ditambahkan serat pada adukan beton. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui peningkatan kuat lentur akibat penambahan serat kawat bendrat pada beton geopolimer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan acuan SNI terhadap beberapa pengujian diantaranya pengujian agregat, pengujian kuat tekan beton normal K225, pengujian kuat lentur beton normal dan beton geopolimer dengan campuran larutan alkali berupa natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 1:5. Sedangkan bahan tambah lainnya berupa serat kawat bendrat. Penelitian yang dilakukan berupa pembuatan balok lentur 10 cm x 10 cm x 50 cm dengan variasi serat 0%, 0,5%, dan 1,0% pada umur 14 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat lentur balok BN pada umur 28 hari memiliki kemampuan menahan beban dari pada BG. Kuat lentur rata-rata didapat dengan variasi BN, BN+SB 0,5% dan BN+SB 1,0% secara berurutan adalah 2,796 MPa, 3,113 MPa, dan 3,879 MPa. Hasil pengujian kuat lentur rata-rata balok beton geopolimer pada 28 hari, didapatkan variasi BG, BG+SB 0,5%, dan BG+SB 1,0% secara berurutan adalah 0 MPa, 0,055 MPa, dan 0,104 MPa. Selain itu beton geopolimer tidak dapat dijadikan balok dan penambahan serat kawat bendrat pada beton geopolimer tidak bisa menahan beban tarik pada beton.

Kata kunci: Beton Geopolimer, *Fly Ash*, Kuat Lentur, Serat Kawat Bendrat

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF BENDRAT WIRE FIBERS ON THE FLEXURAL STRENGTH OF GEOPOLYMER CONCRETE

By: Iros Milawati, Muhammad Prawira Wardana

Currently, innovations are continuously being developed to replace cement with geopolymer concrete based on fly ash, to reduce the use of cement and to use coal waste as raw material to replace cement. Concrete has a disadvantage, namely its brittle nature and often cracks, making concrete often considered to have no tensile strength or unable to withstand tensile forces. To overcome the appearance of fine cracks and the brittle nature of concrete, fiber can be added to the concrete mix. The purpose of this study was to determine the increase in flexural strength due to the addition of bendrat wire fibers in geopolymer concrete. The method used in this study uses the SNI reference to several tests including aggregate testing, normal K225 compressive strength testing, flexural strength testing of normal concrete and geopolymer concrete with a mixture of alkaline solutions in the form of sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3) with a ratio of 1 :5. Meanwhile, the other added material is in the form of bendrat wire fiber. The research was carried out in the form of making flexible beams of 10 cm x 10 cm x 50 cm with fiber variations of 0%, 0.5%, and 1,0% at the age of 14 and 28 days. The results of the flexural strength test of the BN beam at the age of 28 days can withstand loads than BG. The average flexural strength obtained with variations of BN, BN+SB 0.5% and BN+SB 1.0% respectively were 2.796 MPa, 3.113 MPa, and 3.879 MPa. The results of testing the average flexural strength of geopolymer concrete beams at 28 days, obtained variations of BG, BG+SB 0.5%, and BG+SB 1.0% respectively were 0 MPa, 0.055 MPa and 0.104 MPa. In addition, geopolymer concrete cannot be used as a beam and the addition of bendrat wire fiber to geopolymer concrete cannot withstand the tensile load on the concrete.

Keywords: Geopolymer Concrete, Fly Ash, Flexural Strength, Bendrat Wire Fiber

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat sebagai persyaratan untuk mendapatkan nilai mata kuliah Skripsi pada Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Adapun judul Skripsi ini adalah “Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer”.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak mendapat pengarahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Yth. Bapak Ibrahim, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Yth. Bapak Andi Herius, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Yth. Bapak Ir. Kosim, M.T. selaku Ketua Program Studi D IV Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Drs. Raja Marpaung, S.T.,M.T., selaku Ketua Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ibu DR. Hj. Indrayani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan masukan.
7. Ibu Ika Sulianti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 telah memberikan arahan dan masukan.
8. Staf administrasi dan teknisi Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
9. Teristimewa untuk Ayah dan Ibu serta keluarga, terima kasih atas do’a dan dukungannya.
10. Teman–teman 8 PJJ A yang telah membantu dalam menyelesaikan kripsi ini.

Semoga segala bentuk kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Demikianlah Skripsi ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi kita semua dan khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Palembang, Juli
2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian-Penelitian Terdahulu	5
2.2 Agregat	8
2.2.1 Klasifikasi agregat	9
2.2.2 Sifat agregat	11
2.2.3 Gradasi dan ukuran maksimum agregat	12
2.2.4 Daya tahan agregat	14
2.2.5 Bentuk dan tekstur agregat	15
2.3 Semen Portland.....	16
2.4 Air.....	18
2.5 Beton Geopolimer	18
2.6 <i>Fly Ash</i>	19
2.7 Serat.....	20
2.7.1 Pengertian serat.....	20
2.7.2 Serat kawat bendrat.....	20
2.8 Kuat Lentur.....	21
2.9 <i>Job Mix Formula</i>	24
2.9.1 Pengertian <i>job mix formula</i>	24
2.9.2 Tahapan perancangan <i>job mix formula</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Rencana Kerja Penelitian	25
3.2 Teknik Pengumpulan Data	25

3.3	Persiapan Material	26
3.4	Pengujian di Laboratorium	27
3.4.1	Analisa saringan.....	27
3.4.2	Berat jenis dan penyerapan.....	29
3.4.3	Kadar air dan kadar lumpur agregat	33
3.4.4	Bobot isi gembur agregat kasar dan agregat halus	35
3.4.5	Bobot isi padat agregat kasar dan agregat halus.....	36
3.4.6	Kekerasan agregat kasar dengan menggunakan bejana <i>rudolf</i>	37
3.4.7	Berat jenis semen.....	39
3.4.8	Konsistensi semen	40
3.4.9	Waktu ikat semen	42
3.4.10	Berat jenis <i>fly ash</i>	44
3.5	Perencanaan Campuran Beton (<i>Job Mix Formula</i>)	45
3.6	Pembuatan Benda Uji	46
3.7	Pengujian <i>Slump</i>	47
3.8	Perawatan Benda Uji	47
3.8.1	Perawatan beton normal	47
3.8.2	Perawatan beton geopolimer.....	48
3.9	Pengujian Kuat Lentur.....	48
3.10	Diagram Alir Proses Penelitian	48
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Hasil Pengujian.....	50
4.1.1	Pengujian sifat fisik material	50
4.2	Perancangan Campuran Beton (<i>Job Mix Formula</i> Beton)	56
4.2.1	Perhitungan proporsi campuran beton	56
4.3	Pengujian Kuat Tekan Kubus	60
4.3.1	Proporsi campuran untuk benda uji kubus.....	60
4.3.2	Hasil pengujian <i>slump</i> kubus	61
4.3.3	Bobot isi beton.....	61
4.3.4	Hasil uji kuat tekan beton	62
4.4	Perbandingan Proporsi Campuran untuk Benda Uji Balok.....	63
4.5	Pengujian Kuat Lentur Balok	64
4.5.1	Hasil pengujian <i>slump</i> balok.....	64
4.5.2	Bobot isi beton.....	65
4.5.3	Hasil uji kuat lentur beton.....	65
4.5.4	Analisa pola keretakan beton.....	69
4.6	Analisa Regresi Kuat Lentur Beton.....	72
BAB V PENUTUP.....		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Garis-garis perletakan pembebanan.....	22
Gambar 2.2	Patah pada 1/3 bentang tengah.....	22
Gambar 2.3	Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada <5% dari bentang.....	23
Gambar 2.4	Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah >5% dari bentang.....	23
Gambar 3.1.	Kondisi agregat halus setelah kerucut terpancung diangkat.....	32
Gambar 3.2	Diagram alir proses penelitian	49
Gambar 4.1	Grafik gradasi agregat halus zona 2.....	52
Gambar 4.2	Grafik waktu pengikatan semen	55
Gambar 4.3	Pengujian <i>slump</i>	61
Gambar 4.4	Grafik kuat tekan beton.....	62
Gambar 4.5	Kuat tekan beton	63
Gambar 4.6	Grafik kuat lentur rata-rata pada balok beton umur 14 hari.....	67
Gambar 4.7	Grafik kuat lentur rata-rata pada balok beton umur 28 hari.....	68
Gambar 4.8	Pola keretakan balok beton normal setelah diuji kuat lentur	70
Gambar 4.9	Pola keretakan balok beton geopolimer setelah diuji kuat lentur	71
Gambar 4.8	Regresi kuat lentur beton normal dengan variasi serat 0,0%; 0,5%; dan 1,0% pada umur 14 dan 28 hari.....	72
Gambar 4.9	Regresi kuat lentur beton geopolimer dengan variasi serat 0,0%; 0,5%; dan 1,0% pada umur 14 dan 28 hari	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat-sifat beberapa jenis agregat	13
Tabel 3.1	Pembuatan benda uji	47
Tabel 4.1	Hasil pengujian sifat fisik material.....	50
Tabel 4.2	Hasil pengujian waktu ikat semen.....	54
Tabel 4.3	Perkiraan kadar air bebas (kg/cm^2) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	57
Tabel 4.4	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam beton dalam lingkungan khusus.....	58
Tabel 4.5	Formulir perencanaan campuran beton	59
Tabel 4.6	Koreksi proporsi campuran beton	60
Tabel 4.7	Kebutuhan bahan untuk 3 benda uji berbentuk kubus	60
Tabel 4.8	Hasil pengujian <i>slump</i> beton	61
Tabel 4.9	Hasil pengujian bobot isi beton	61
Tabel 4.10	Kuat tekan beton.....	62
Tabel 4.11	Perencanaan campuran beton normal dan beton geopolimer untuk 3 sampel balok untuk umur 14 hari dan 28 hari.....	63
Tabel 4.12	Hasil pengujian <i>slump</i> beton	64
Tabel 4.13	Hasil pengujian bobot isi beton.....	65
Tabel 4.14	Hasil pengujian kuat lentur balok umur 14 hari	66
Tabel 4.15	Hasil pengujian kuat lentur balok umur 28 hari	67