

**PENGARUH DISTRIBUSI SERAT POLIMER TERHADAP  
KUAT LENTUR BALOK BETON BERSERAT**

**TUGAS AKHIR**



**WAHYUNI NECITAS PAIT**

**19041000054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

**2023**

**PENGARUH DISTRIBUSI SERAT POLIMER TERHADAP  
KUAT LENTUR BALOK BETON BERSERAT**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**



**WAHYUNI NECITAS PAIT**

**19041000054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Wahyuni Necitas Pait**  
**NIM : 19041000054**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : 4 Maret 2023**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH DISTRIBUSI SERAT POLIMER TERHADAP KUAT  
LENTUR BALOK BETON BERSERAT**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**WAHYUNI NECITAS PAIT**

**19041000054**

**Telah Dipertahankan di Dewan Penguji**

**Pada 21 Febuari 2023**

**Susunan Dewan Penguji**

**Dosen Penguji I**



**(Dr. Ninik Catur EY., S.T., M.T)**

**NIDN.0004097002**

**Dosen Penguji II**



**(Ir. Nila Kurniawati, M.T)**

**NIDN. 0702056501**

**Dosen Saksi**



**(Muhammad Mahesa Ramadhan SS.T., M.T)**

**NIP. 205/DHR**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 21 Februari 2023

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**



**(Prof. Ir. Agus Suprpto, MSc., Ph.D., IPM)**

**NIDN.0707095801**



## UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunianya sehingga tugas akhir dengan Judul “ Pengaruh Distribusi Serat Polimer Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Berserat ”diselesaikan dengan baik. Tujuan Penulisan tugas akhir ini untuk memenuhi syarat kelulusan bagi mahasiswa program Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Pada kesempatan ini, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah membantu agar terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Ucapan terima kasih penulis tunjukkan kepada:

1. Bapa dan mama tercinta, kk Vem, kk Hera, dan kk Ani yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat selama penyusunan tugas akhir
2. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang
3. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang
4. Bapak Ir. Dionisius TAB, MT selaku dosen pembimbing I yang bersedia membimbing, memberi masukan serta saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik
5. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan tugas akhir
6. Teman kelompok penelitian Balok Beton Berserat (Alita, Aqil, Ary, Reinha, Revina, Sefa, Verdi dan Yuni) atas kerja sama selama penelitian
7. Sahabat seperjuangan (Ajeng, Rani,Rena) yang telah memberi dukungan

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada tugas akhir ini, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi menyempurnakan tugas akhir ini.

Malang, 16 Februari 2023

Penulis



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyuni Necitas Pait

NIM : 19041000054

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-eksklusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **PENGARUH DISTRIBUSI SERAT POLIMER TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERSERAT.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada tanggal : 4 Maret 2023

Yang menyatakan,



(Wahyuni Necitas Pait)



**PENGARUH DISTRIBUSI SERAT POLIMER TERHADAP  
KUAT LENTUR BALOK BETON BERSERAT**

Wahyuni Necitas Pait

---

**ABSTRAK**

Pembuatan balok beton berserat berguna untuk mengatasi permasalahan beton yang tidak mampu menahan kekuatan tarik (kuat lentur). Penelitian balok beton berserat menggunakan serat kasa polimer jenis *polyethylene*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh distribusi serat polimer terhadap kuat lentur balok beton berserat.

Penelitian berupa pengujian terhadap 15 buah balok berukuran  $15 \times 15 \times 70$  cm. Ukuran serat polimer  $15 \times 5$  mm dengan kadar serat konstan yaitu 1,5 % dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan yaitu  $f'c$  30 Mpa. Variasi distribusi serat dilakukan berdasarkan tinggi balok (Hb). Pada ketinggian  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{1}{2}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb, dan Hb. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari, menggunakan alat uji *Hydraulic Concrete Beam Testing* berkapasitas 100 kN. Pengujian berdasarkan standar ASTM C-78/C78M tentang *standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading)*.

Hasil pengujian kuat lentur balok beton tanpa serat dan distribusi serat polimer  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{1}{2}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb, dan Hb yaitu sebesar 4,56 Mpa, 4,86 Mpa, 5,16 Mpa, 4,77 Mpa, dan 5,04. Distribusi serat polimer  $\frac{1}{2}$  Hb merupakan kuat lentur terbaik dibandingkan dengan  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb, dan Hb. Dengan peningkatan sebesar 12,99 % dari balok beton tanpa serat.

**Kata kunci:** Kuat lentur, balok, serat polimer, distribusi serat

**THE EFFECT OF POLYMER FIBER DISTRIBUTION ON  
THE FLEXURAL STRENGTH OF FIBROUS CONCRETE BEAMS**

Wahyuni Necitas Pait

---

**Abstract**

Making fibrous concrete beams is useful for overcoming the problem of concrete being unable to withstand tensile strength (flexural strength). Research on fibrous concrete beams using polyethylene polymer gauze fibers. The aim of this study was to determine the effect of polymer fiber distribution on the flexural strength of fibrous concrete beams.

The research was a test of 15 beams measuring  $15 \times 15 \times 70$  cm. The size of the polymer fiber is  $15 \times 5$  mm with a constant fiber content of 1.5% by weight of cement. The quality of the planned concrete is  $f_c$  30 MPa. Variation of fiber distribution was carried out based on beam height (Hb). At a height of  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{1}{2}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb, and Hb. Flexural strength testing was carried out at the age of 28 days, using a Hydraulic Concrete Beam Testing tool with a capacity of 100 kN. The test is based on the ASTM C-78/C78M standard concerning the standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading).

The test results for the flexural strength of fiberless concrete beams and the distribution of polymer fibers  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{1}{2}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb, and Hb are 4.56 Mpa, 4.86 Mpa, 5.16 Mpa, 4.77 Mpa, and 5.04. Distribution of polymer fiber  $\frac{1}{2}$  Hb is the best flexural strength compared to  $\frac{1}{4}$  Hb,  $\frac{3}{4}$  Hb and Hb. With an increase of 12.99% from fiber-free concrete beam.

**Keywords:** Flexural strength, fibrous concrete, beams, polymer fibers, fiber distribution



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>UNGKAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Teknologi Beton.....	6
2.2.1 Pengertian Beton .....	6
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	7
2.2.3 Material Penyusun Beton .....	8
2.3 Faktor Air Semen (FAS) dan Gradasi Agregat.....	12
2.3.1 Faktor Air Semen (FAS) .....	12
2.3.2 Gradasi Agregat.....	13
2.4 Beton Serat.....	14
2.4.1 Serat <i>Polyethylene</i> .....	16
2.5 Kuat Lentur Beton.....	17
2.6 Mekanisme Keruntuhan Beton .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>

3.1	Program Penelitian.....	20
3.2	Bahan dan Peralatan.....	21
3.2.1	Bahan .....	21
3.2.2	Peralatan .....	23
3.3	Benda Uji .....	27
3.3.1	Perencanaan Campuran Benda Uji Balok Beton Berserat.....	27
3.3.2	Detail Benda Uji .....	29
3.4	Pembuatan Benda Uji .....	31
3.4.1	Tahap Persiapan.....	31
3.4.2	Tahap Pengujian Bahan Utama Balok Beton Berserat.....	31
3.4.3	Rencana Campuran Balok Beton Berserat .....	31
3.4.4	Tahap Pembuatan Benda Uji Balok Beton Berserat.....	32
3.5	Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Berserat.....	34
3.5.1	Tahap Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Berserat .....	34
3.5.2	Analisa Data .....	35
3.6	Visualisasi Penyebaran Serat Polimer ( <i>Polyethylene</i> ) .....	36
3.7	Diagram Alir .....	37
	<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1	Deskripsi Umum .....	38
4.2	Pengujian Material .....	38
4.2.1	Pengujian Agregat Halus .....	38
4.2.2	Pengujian Agregat Kasar .....	39
4.2.3	Benda Uji <i>Trial Mix</i> (Silinder) .....	39
4.3	Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Beton .....	40
4.3.1	Perhitungan Bahan Campuran Beton Normal Per 1 m <sup>3</sup> .....	41
4.3.2	Perhitungan Kebutuhan Bahan Untuk 1 Benda Uji Balok .....	41
4.4	Pembuatan Benda Uji Balok Beton Berserat Polimer .....	44
4.4.1	Proses Pembuatan Benda Uji.....	44
4.4.2	Pengujian <i>Slump Test</i> .....	47
4.5	Pengujian Kuat Lentur Balok.....	49
4.5.1	Mekanisme Keruntuhan Balok Beton Berserat Polimer.....	49
4.5.2	Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Normal (Populasi 1) .....	51



4.5.3 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer .....	52
4.6 Hubungan Kuat Lentur Rata-Rata Balok Beton Normal dengan Balok Beton Berserat Polimer Variabel Distribusi Serat .....	56
4.7 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Lain .....	58
4.7.1 Perbandingan Penelitian Balok Beton Serat Polimer Antara Distribusi, Panjang, dan Kadar Serat .....	58
4.7.2 Perbandingan Penelitian Variabel Distribusi Serat Polimer dengan Distribusi Serat Lainnya .....	59
4.7.3 Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu .....	61
4.8 Pembahasan Hasil Penelitian .....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Letak Patah $1/3$ Bentang Bagian Tengah Balok.....	18
Gambar 2. 2Bidang Momen (M) dan Bidang Geser (D) .....	18
Gambar 2. 3 Skema Pengujian Kuat Lentur Balok Beton .....	19
Gambar 2. 4 Retak Yang Berkembang Dihambat Oleh Serat.....	19
Gambar 3. 1 Semen .....	21
Gambar 3. 2 Agregat Kasar.....	21
Gambar 3. 3 Agregat Halus.....	22
Gambar 3. 4 Serat Polimer (Polyethylene) .....	22
Gambar 3. 5 Air.....	23
Gambar 3. 6 Hydraulic Concrete Beam Testing .....	23
Gambar 3. 7 Timbangan Digital .....	23
Gambar 3. 8 Timbangan triple beam .....	24
Gambar 3. 9 Mixer Molen.....	24
Gambar 3. 10 Wadah Aluminium .....	24
Gambar 3. 11 Cetokan.....	25
Gambar 3. 12 Besi Penumbuk.....	25
Gambar 3. 13 Skop.....	25
Gambar 3. 14 Palu.....	26
Gambar 3. 15 Kuas.....	26
Gambar 3. 16 Cetakan Balok .....	26
Gambar 3. 17 Penyebaran Serat Polimer (Polyethylene) Pada Balok .....	36
Gambar 3. 18 Diagram Alir .....	37
Gambar 4. 1 Proses Penimbangan Material Batu Pecah, Pasir, Semen, Air, dan Serat Polimer.....	44
Gambar 4. 2 Menyiapkan Peralatan Cetakan Balok, Skop, Cetok, Penumbuk besi, Wadah Aluminium, dan Mixer Mollen .....	45
Gambar 4. 3 Memasukkan Material ke dalam Mixer Molen .....	45
Gambar 4. 4 Menuang Campuran Beton ke Wadah Aluminium .....	45
Gambar 4. 5 Proses Penyebaran Serat Distribusi $1/4$ Hb.....	46
Gambar 4. 6 Proses Penyebaran Serat Distribusi $1/2$ Hb.....	46
Gambar 4. 7 Proses Penyebaran Serat Distribusi $3/4$ Hb.....	47



Gambar 4. 8 Proses Penyebaran Serat Distribusi Hb.....	47
Gambar 4. 9 Perendaman Beton ke dalam Bak Air .....	47
Gambar 4. 10 Pengujian Kuat Lentur .....	47
Gambar 4. 11 Perletakkan Kerucut pada Pelat yang Rata .....	48
Gambar 4. 12 Proses Memasukkan Campuran ke dalam Kerucut.....	48
Gambar 4. 13 Perataan Beton dan Pengangkatan Kerucut .....	48
Gambar 4. 14 Pengukuran Nilai slump .....	49
Gambar 4. 15 Penempatan Benda Uji Balok pada Alat Uji.....	49
Gambar 4. 16 Jenis Keruntuhan pada Balok Kuat Lentur .....	50
Gambar 4. 17 Mekanisme keruntuhan balok populasi 1, 2, 3, 4, dan 5.....	50
Gambar 4. 18 Kuat Lentur Balok Beton Normal Populasi 1 ( BBN) .....	52
Gambar 4. 19 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 2 (BSP ½ Hb) .....	53
Gambar 4. 20 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 3 (BSP ½ Hb) .....	54
Gambar 4. 21 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 4 (BSP ¾ Hb) .....	55
Gambar 4. 22 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 5 (BSP Hb). 56	
Gambar 4. 23 Kuat Lentur Rata-Rata Balok Beton Normal dengan Balok Beton Berserat Polimer.....	57
Gambar 4. 24 Grafik Presentase Penyebaran Distribusi Serat Polimer Terhadap Kenaikan Kuat Lentur Populasi 1, 2, 3, 4, dan 5 .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas-Batas Gradasi Butir Agregat Kasar.....	11
Tabel 2. 2 Batas-Batas Gradasi Butir Agregat Halus.....	12
Tabel 3. 1 Perencanaan Campuran Balok Beton Berserat .....	27
Tabel 3. 2 Detail Benda Uji Balok Beton Berserat .....	30
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Material Agregat Kasar .....	39
Tabel 4. 3 Hasil Kuat Tekan Benda Uji Trial Mix.....	40
Tabel 4. 4 Kebutuhan Bahan Campuran Beton Per 1 m <sup>3</sup> .....	41
Tabel 4. 5 Kebutuhan Bahan Untuk 1 Balok Beton Normal (Populasi 1).....	42
Tabel 4. 6 Kebutuhan Bahan Untuk 1 Balok Beton Berserat Polimer Variasi Distribusi $\frac{1}{4}$ Hb (Populasi 2).....	42
Tabel 4. 7 Kebutuhan Bahan Untuk 1 Balok Beton Berserat Polimer Variasi Distribusi $\frac{1}{2}$ Hb (Populasi 3).....	43
Tabel 4. 8 Kebutuhan Bahan Untuk 1 Balok Beton Berserat Polimer Variasi Distribusi $\frac{3}{4}$ Hb (Populasi 4).....	43
Tabel 4. 9 Kebutuhan Bahan Untuk 1 Balok Beton Berserat Polimer Variasi Distribusi Hb (Populasi 5).....	44
Tabel 4. 10 Kuat Lentur Balok Beton Normal Populasi 1 .....	51
Tabel 4. 11 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 2 (BSP $\frac{1}{4}$ Hb). 53	
Tabel 4. 12 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 3 (BSP $\frac{1}{2}$ Hb) 53	
Tabel 4. 13 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 4 (BSP $\frac{3}{4}$ Hb). 54	
Tabel 4. 14 Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer Populasi 5 (BSP HB).... 55	
Tabel 4. 15 Kuat Lentur Rata-Rata Balok Beton Normal dengan Balok Beton Berserat Polimer Variabel Distribusi Serat.....	56
Tabel 4. 16 Perbandingan Nilai Kuat Lentur Rata-Rata Terbesar Antara Distribusi, Panjang, dan Kadar Serat Polimer .....	58
Tabel 4. 17 Perbandingan Nilai Kuat Lentur Rata-Rata Terbesar Antara Variabel Distribusi Serat Polimer, Baja Galvanis, dan Kaca .....	60
Tabel 4. 18 Perbandingan Nilai Kuat Lentur Balok Beton Berserat Polimer dengan Penelitian Terdahulu .....	61



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengujian Material Pasir Sebagai Agregat Halus.....	67
Lampiran 2. Pengujian Material Batu Pecah Sebagai Agregat Kasar.....	68
Lampiran 3. Analisa Saringan Pasir dan Batu Pecah.....	69
Lampiran 4. Kurva Gradasi Agregat (SNI 2834-2000) .....	70
Lampiran 5. Perencanaan Campuran Beton (Concrete Mix Design).....	71
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	72