

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

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pendidikan Indonesia



Oleh :

RADEN SHIDDIQ AMIEN FATHANI
1701039

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2021

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

Oleh
Raden Shiddiq Amien Fathani

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Raden Shiddiq Amien Fathani 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak
seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya
tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP
KUAT LENTUR BETON NORMAL

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I

Drs. Budi Kudwadi, .M.T

NIP. 19630622 199001 1 001

Pembimbing II

Istiqomah S.T, M.T

NIP. 19711215 200312 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan
Teknik Sipil

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Rina Marina Masri, M.P.

NIP. 19650530 199101 2 001

Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd

NIP. 19620202 198803 1 002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan berkat -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT LENTUR BETON NORMAL”** ini. Tugas ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah karya yang sempurna karena masih memiliki banyak kekurangan, baik dalam hal isi maupun sistematika dan teknik penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Bandung, Agustus 2021

Raden Shiddiq Amien Fathani

1701039

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

1. Bapak Drs. Budi Kudwadi., M.T. selaku dosen pembimbing satu mata kuliah Tugas Akhir yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Istiqomah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua mata kuliah Tugas Akhir yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Rina Marina Masri, M.P., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia atas ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua penulis Bapak Achmad Rusgendi dan Ibu Ratna Sinta Nurdjannah yang telah memberikan dukungan moril serta materil sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil 2017 yang telah memberikan pengalaman yang berharga dan dukungan menjadikan hal yang berwarna selama masa perkuliahan.
8. Adam, Anelka, Jeremi, Dzaka, Iqbal Bale, Reyvaldo, Diza, Raynaldi Toto, Komang Balqis, Aulia, dan Rizki Firdaus selama penelitian telah bersedia memberi masukan dan membantu tenaga sehingga memudahkan saya dalam pelaksanaan penelitian.
9. Seluruh teman dan sahabat yang tidak bisa di sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT LENTUR BETON NORMAL

Raden Shiddiq Amien Fathani; Drs. Budi Kudwadi, M.T.¹ ; Istiqomah, S.T.²

Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,

Universitas Pendidikan Indonesia

Email : shiddiqafathani@upi.edu

bkudwadi@upi.edu

istiqomah@upi.edu

ABSTRAK

Penggunaan serat baja pada campuran beton untuk struktur bangunan sipil belum digunakan karena salah satu penyebabnya kurang tersedianya serat baja di Indonesia dan juga harganya mahal. Material lokal lebih murah dan mudah didapatkan dari pada serat baja yaitu kawat bendrat. Kawat bendrat digunakan sebagai material pada beton karena menjadi bahan alternatif dari serat baja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kuat lentur dan kadar maksimum penambahan kawat bendrat pada beton. Besarnya persentase penambahan kawat bendrat adalah 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, dan 2% terhadap volume total beton. Pengujian lentur menggunakan sampel uji balok dengan dimensi panjang 60 cm dengan lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Dimensi kawat bendrat yang digunakan dengan diameter 1 mm dan Panjang 60 mm. Uji kuat lentur dilakukan pada beton dengan umur 28 hari. Penurunan slump terhadap beton tanpa campuran kawat bendrat dengan nilai 90 mm yaitu secara berurutan sebesar 75 mm, 55 mm, 30 mm, 15 mm. Peningkatan kuat lentur beton rata-rata pada umur 28 hari terhadap sampel beton tanpa campuran kawat bendrat dengan kuat lentur 1.090 MPa yaitu berturut-turut sebesar 47.42% (1.607 MPa), 289.50% (4.247 MPa), 371.84% (5.144 MPa), dan 575.58% (7.060 MPa). Kadar maksimum penambahan kawat bendrat 1.5% menunjukkan kuat lentur maksimum yaitu sebesar 5.144 MPa.

Kata kunci: beton serat, kawat bendrat, kuat lentur, slump.

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.

**EFFECT OF ADDING BENDRAT WIRE FIBER ON FLEXURAL STRENGTH OF
PLAIN CONCRETE**

Raden Shiddiq Amien Fathani; Drs. Budi Kudwadi, M.T.¹; Istiqomah, S.T.²

*Civil Engineering Undergraduate Program, Faculty of Technology and Vocational
Education, Indonesian University of Education*

Email : shiddiqafathani@upi.edu

bkudwadi@upi.edu

istiqomah@upi.edu

ABSTRACT

Steel fibers in concrete mixtures for civil building structures have not been used because one of the reasons is the lack of availability of steel fibers in Indonesia and also the price is expensive. Local materials are cheaper and easier to obtain than steel fibers, namely bendrat wire. Bendrat wire is used as a material in concrete because it is an alternative material from steel fibers. The purpose of this study was to determine the increase in flexural strength and the maximum level of addition of bendrat wire in concrete. The percentage of additional bendrat wire used is 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% of the total volume of concrete. Flexural testing uses a beam with dimensions of length 60 cm, width 15 cm, and height 15 cm. The dimensions of the bendrat wire used are 1 mm in diameter and 60 mm in length. The flexural strength concrete test out at the age of 28 days. The decrease in the slump of concrete without a mixture of bendrat wire with a value of 90 mm in a row is 75 mm, 55 mm, 30 mm, 15 mm. The increase in average flexible strength at the age of 28 days against bentrat wire-free concrete with a flexural strength of 1,090 MPa, namely 47.42% (1,607 MPa), 289.50% (4,247 MPa), 371.84% (5,144 MPa), and 575.58% (7,060 MPa). The maximum level of addition of bendrat wire reached 1.5% indicating the maximum flexural strength of 5.144 MPa..

Keywords: fiber concrete, bendrat wire, flexural strength, slump.

¹Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesian University of Education.

²Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesian University of Education.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton.....	5
2.2 Komposisi Beton	5
2.2.1 Semen Portland	5
2.2.2 Agregat.....	6
2.2.3 Air.....	11
2.3 Beton Serat	12

2.4	Kawat Bendrat.....	14
2.5	Uji Material	15
2.5.1	Pemeriksaan Kadar Air	15
2.5.2	Pemeriksaan Berat Isi.....	15
2.5.3	Analisis Saringan	15
2.5.4	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	16
2.5.5	Penentuan <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Air Agregat.....	16
2.6	Perencanaan Pembuatan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	16
2.7	Kuat Lentur Beton	17
2.8	Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Metode Penelitian.....	23
3.2	Lokasi Penelitian	23
3.3	Instrumen Penelitian.....	23
3.3.1	Bahan.....	23
3.3.2	Alat.....	24
3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.5	Persiapan Alat dan Bahan.....	27
3.5.1	Pemeriksaan Kadar Air	27
3.5.2	Pemeriksaan Berat Isi.....	28
3.5.3	Analisis Saringan	29
3.5.4	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	33
3.5.5	Penentuan <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Air Agregat.....	34

3.5.6	Penentuan Spesifikasi Kawat Bendrat.....	37
3.6	<i>Mix Design</i> Beton f'c 20 MPa.....	37
3.7	Pembuatan Benda Uji dan Pengecoran.....	41
3.8	Slump Test.....	42
3.9	Pengujian Berat Jenis	44
3.10	Perawatan (<i>Curing</i>)	44
3.11	Pengujian Kuat Lentur Beton	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Penyajian Data Hasil Penelitian	48
4.1.1	Hasil Pengujian Uji Tekan Beton.....	48
4.1.2	Hasil Pengujian Slump.....	48
4.1.3	Hasil Berat Jenis Beton	50
4.1.4	Hasil Pengujian Kuat Lentur	51
4.1.5	Retak Pada Balok Lentur	52
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	57
4.2.1	Pembahasan Berat Jenis	57
4.2.2	Pembahasan Nilai Slump dan Kuat Lentur	57
4.2.3	Pembahasan Retak Pada Balok	60
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		63
4.3	Kesimpulan.....	63
4.4	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		lxiv

LAMPIRAN lxvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Terjadinya Beton.....	5
Gambar 2.2. Zona I Gradasi Pasir.....	10
Gambar 2.3. Zona II Gradasi Pasir.....	10
Gambar 2.4. Zona III Gradasi Pasir	10
Gambar 2.5. Zona IV Gradasi Pasir	11
Gambar 2.6. Pengujian kuat lentur beton dengan satu titik pembebanan	18
Gambar 2.7. Benda uji, perletakan, dan pembebanan.....	19
Gambar 2.8. Garis-garis perletakan dan pembebanan	19
Gambar 2.9. Patah pada 1/3 bentang tengah (Rumus 1)	20
Gambar 2.10. Patah di luar bentang 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang (Rumus 2).....	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2. Grafik hasil Analisis Saringan Agregat Halus	32
Gambar 3.3. Grafik hasil Analisis Saringan Agregat Kasar	33
Gambar 3.4. Nilai Faktor Air Semen Menurut SNI 2834-2000.....	39
Gambar 4.1. Pengaruh Persentase Kawat Bendrat Terhadap Nilai Slump	49
Gambar 4.2. Pengaruh Persentase Kawat Bendrat Terhadap Berat Jenis Beton ..	51
Gambar 4.3. Hubungan Kuat Lentur dengan Persentase Penambahan Kawat Bendrat Umur 28 Hari.....	52
Gambar 4.4. Lebar dan Letak Retak Pada beton Lentur	56
Gambar 4.5. <i>Balling Effect</i> pada adukan beton.....	58

Gambar 4.6. Perbandingan Kuat Lentur dan Slump	58
Gambar 4.7. Patahan Beton Tanpa Kawat Bendrat.....	60
Gambar 4.8. Patahan Beton Bendrat Dengan <i>Bridging Effect</i>	61
Gambar 4.9. Pola kegagalan beton berserat baja	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan Batas-Batas Susunan Besar Butir Agregat	8
Tabel 2.2. Batas Daerah Gradasi Agregat Halus.....	9
Tabel 3.1. Jumlah Sampel Penelitian Uji Kuat Lentur Variasi Terhadap Volume Beton	26
Tabel 3.2. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus.....	31
Tabel 3.3. Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar.....	32
Tabel 3.4. Rekapitulasi Hasil Uji Material.....	36
Tabel 3.5. Penentuan Berat Jenis Kawat Bendrat	37
Tabel 3.6. Ukuran Kawat Bendrat.....	37
Tabel 3.7. Kekuatan tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji	37
Tabel 3.8. Nilai Slump yang Dianjurkan untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi..	38
Tabel 3.9. Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah	38
Tabel 3.10. Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton.....	40
Tabel 3.11. Komposisi Adukan/m ³ Beton Sebelum Koreksi Daya Serap Air	41
Tabel 3.12. Koreksi Ukuran Air dan Berat Unsur untuk Perencanaan Adukan Beton	41
Tabel 3.13. Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton	41
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Uji Tekan Beton Kontrol	48
Tabel 4.2. Pengaruh Persentase Kawat Bendrat Terhadap Nilai Slump	48

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Kawat Bendrat.....	50
Tabel 4.4. Hasil Uji Kuat Lentur Beton Kawat Bendrat	51
Tabel 4.5. Lebar Retak Pada Beton Kawat Bendrat.....	53
Tabel 4.6. Retak Balok Rata Rata	55
Tabel 4.7. Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi	59
Tabel 4.8. Perbandingan Kuat lentur dan Slump	59

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. (2002). *State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete*, Report: ACI 544.1R-96. Michigan: American Concrete Institute.
- Antoni dan Paul Nugraha. (2007). *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Hafiz, A. S., Rommel, E., & Prasetyo, L. (2015). *PENGARUH PEMBERIAN JUMLAH DAN RASIO (L/D) SERAT BENDRAT TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- Hermawan, I., Mungok, D. C., & Handalan, C. P. (2016). *PENGUJIAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH BENDRAT*.
- Hidayat, M. K. B. (2018). *Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kapasitas Kuat Tekan dan Kuat Lentur*. Lampung: Universitas Lampung.
- Kawulusan, J. A., Manalip, H., & Dapas, S. O. (2019). *Pemeriksaan kuat tarik belah beton serat kawat bendrat dengan variasi sudut tekuk pada kedua ujungnya*. Jurnal Sipil Statik.
- Kurnia, R., Irvan, P., & Djauhari, Z. (2017). *PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT BERBENTUK "U" TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON*. Pekanbaru: Universitas Riau
- Li, B., Chi, Y., Xu, L., Shi, Y., & Li, C. (2018). *Experimental investigation on the flexural behavior of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete*. Construction and Building Materials, 191, 80–94.
- Liu, F., Ding, W., & Qiao, Y. (2019). *Experimental investigation on the flexural behavior of hybrid steel-PVA fiber reinforced concrete containing fly ash and slag powder*. Construction and Building Materials, 228, 116706.

- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, B. D. (2019). *Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda*. Jurnal Sipil Statik
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). *Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton*. Jurnal Sipil Statik
- Prabowo, F. (2006). *Pengaruh Penambahan Fiber Kawat Bendrat dan Superplastisizer Pada Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Beton*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- SNI ASTM C136:2012. (2012). SNI ASTM C136:2012. *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06 , IDT)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1972-1990. (1990). *Metode Pengujian Slump Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847:2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-4428-1997. (1997). *Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastik dengan cara setara pasir*. Pustran – Balitbang PU.
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat*. Pustran – Balitbang PU.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.

- Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1970:2008. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1971:2011. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2493:2011. (2011). *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji beton di Laboratorium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 4154:2014. (2014). *Metode Uji Kekuatan Lentur Beton (menggunakan balok sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-4431-1997. (1997). *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan, Beton Massa*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Saifuddin, M. I., Edison, B., & Fahmi, K. (2013). *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Mahasiswa Teknik.
- Sudarmoko, 1993, Pengaruh Panjang Serat Pada Sifat Struktural Beton Serat, Media Teknik No. 1 Tahun XV, Yogyakarta
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhendro, B., 1991, *Pengaruh Fiber Kawat Pada sifat – sifat Beton Dan Balok Beton Bertulang*. Yogyakarta: Lembaga penelitian - Universitas Gajah Mada,.