

# Utilization of Bendrat Wire fiber on the Mechanical Properties of Geopolymer Concrete

(Pemanfaatan Kawat Bendrat Terhadap Sifat Mekanik Beton Geopolimer)

Septian Gusti Sucahyo, Dwi Nurtanto<sup>\*)</sup>, Nanin Meyfa Utami

*Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,  
Jl. Kalimantan Tegalboto No.37 Jember, 68121, Indonesia*

## ABSTRACT

One of the problems in the construction field, especially concrete, is to reduce cracking due to the brittle nature of the concrete itself and increase the strength of the concrete. One of the ingredients to minimize cracks in concrete is the addition of fiber in the concrete mixture. Therefore, additional innovation is needed in the manufacture of concrete. So, this research was carried out by discussing the use of bendrat wire on the mechanical properties of geopolymer concrete. This study aims to determine the results of compressive strength, split tensile strength, and flexural strength with variations in the addition of 0%, 6%, 12%, and 18% were using a 2% superplasticizer with a concrete age of 28 days. The addition of bendrat wire from 0%, 6%, 12%, and 18% of the test results has increased. For compressive strength, respectively, 40.34 MPa, 40.552 MPa, 40.977 MPa, and 41.189 MPa. For the splitting tensile strength result, which is 2.07 MPa, 2.123 MPa, 2.176 MPa, and 2.229 MPa. For flexural strength, 4.05 MPa, 4.09 MPa, 4.16 MPa, and 4.25 MPa.

Salah satu permasalahan dalam bidang konstruksi terutama beton yaitu untuk mengurangi keretakan akibat sifat getas pada beton sendiri dan juga menambah kekuatan pada beton juga. Salah satu komposisi bahan untuk mengurangi retakan pada beton yaitu penambahan serat dalam campuran adonan beton. Oleh sebab itu, diperlukan inovasi tambahan dalam pembuatan beton. Maka dilakukan penelitian ini dengan membahas pemanfaatan kawat bendrat terhadap sifat mekanik beton geopolimer. Penelitian ini bertujuan mengetahui hasil kuat tekan, kuat Tarik belah dan kuat lentur dengan variasi penambahan kawat 0%, 6%, 12% dan 18% dengan menggunakan superplasticizer 2% dengan umur beton 28 hari. Penambahan kawat bendrat dari 0%, 6%, 12% dan 18% hasil pengujian mengalami peningkatan. Untuk kuat tekan secara berturut – turut 40,34 MPa, 40,552 MPa, 40,977 MPa, dan 41,189 MPa. Untuk hasil dari kuat Tarik belah yaitu 2,07 MPa, 2,123 MPa, 2,176 MPa, dan 2,229 MPa. Untuk kuat lentur 4,05 MPa, 4,09 MPa, 4,16 MPa, dan 4,25 MPa.

**Keywords:** Bendrat wire, Fly ash, Geopolymer concrete, Compressive strength, Split tensile, Flexural strength.

<sup>\*)</sup>Corresponding author:  
Dwi Nurtanto  
E-mail: dwinurtanto.teknik@unej.ac.id

## PENDAHULUAN

Hal yang penting dari beton geopolimer yaitu beton yang ramah lingkungan. Bahan penyusun beton geopolimer sama seperti beton pada umumnya. Bahan yang digunakan yaitu agregat kasar, agregat halus dan semen. Namun pada beton geopolimer tidak menggunakan semen melainkan bahan ramah lingkungan yaitu *fly ash*. Tujuan dari mengganti semen dengan *fly ash* untuk mengurangi kerusakan lingkungan akibat polusi udara. Karena dalam proses pembuatan semen menghasilkan banyak senyawa karbon dioksida yang mengakibatkan polusi udara.

Oleh karena itu, untuk mengurangi kerusakan lingkungan akibat dari meningkatnya produksi semen. Maka digunakan limbah *fly ash* sebagai bahan alternatif pengganti semen [14]. Bahan pengikat dari beton geopolimer tidak menggunakan air melainkan menggunakan senyawa alkalin. Bahan alkalin itu berupa senyawa katalisator dan aktivator [6].

Beton geopolimer memiliki sifat getas yang mengakibatkan beton tidak memiliki kuat tarik yang kuat dan tidak sanggup menahan gaya tarik. Oleh karena itu banyak peneliti menggunakan beberapa inovasi yang dilakukan. Peneliti menggunakan beberapa bahan inovasi yaitu seperti serabut kelapa,

serat bambu, serat ijuk, serat baja dan serat kawat [15]. Tujuan dari penggunaan serat ini untuk mengurangi retakan - retakan yang diakibatkan sifat getas beton [11].

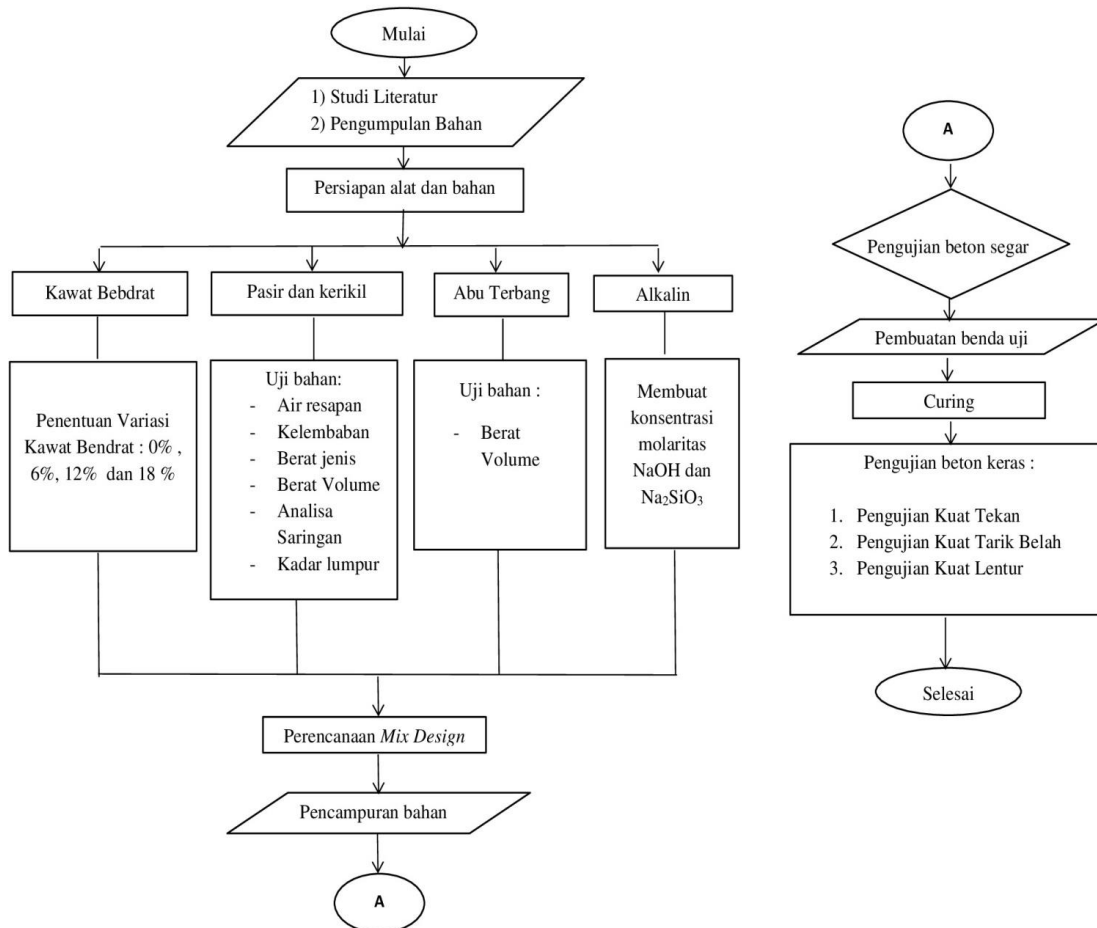
Penelitian sebelumnya telah melakukan inovasi mengenai beton berserat yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton. Inovasi beton serat yang sudah dilakukan dengan menggunakan serat serabut kelapa dan serat ijuk sebagai campuran beton berserat [9]. Penelitian sebelumnya yang menggunakan inovasi kawat yaitu menggunakan inovasi kawat bendrat dengan melakukan pengujian kuat tarik lentur menggunakan benda uji balok. Hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya menggunakan variasi kawat bendrat 0%, 0,5%, dan 1%. Hasil dari uji kuat tarik lentur beton geopolimer dengan tambahan variasi kawat tersebut pada umur 28 hari yaitu 0,00 Mpa, 0,055 Mpa dan 0,104 Mpa [13].

Berawal dari permasalahan di atas maka dilakukan penelitian tentang pemanfaatan serat kawat bendrat

terhadap sifat mekanik beton geopolimer bertujuan untuk mengetahui uji kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur murni. Bahan yang digunakan *fly ash* paiton sebagai pengganti semen dengan senyawa alkalin aktivator dan katalisator. Perbandingan senyawa 1 : 2,5 dengan molaritas 14 M. Variasi kawat bendrat yaitu 0%, 6%, 12% dan 18% dengan benda uji silinder dan balok. Pengujian yang dilakukan di umur 28 hari.

## METODE

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan eksperimen laboratorium untuk mengetahui sifat mekanik beton. Eksperimen yang dilakukan untuk memperoleh data yang valid melalui pengujian benda uji. Metodologi penelitian pada tugas akhir diuraikan dalam diagram alir, dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Tabel 1. Hasil Pengujian Bahan

Bahan	Pengujian	Hasil	Acuan
Agregat Halus ( Pasir )	Berat Jenis	2,742	ASTM C 128 – 01[2]
	Berat Volume	1,295 g/cm <sup>3</sup>	ASTM C 29 – M 97[3]
	Air Resapan	2,60%	ATM C128 – 01[2]
	Kelembaban	2,31%	ASTM C 566 – 97[5]
	Analisa Saringan	Zona 2	SNI ASTM C 136 – 2012[12]
	Kadar Lumpur	0,39%	ASTM C 33 – 03[4]
Agregat Kasar ( Kerikil )	Berat Jenis	2,67	ASTM C 127 – 01[1]
	Berat Volume	1,481 g/cm <sup>3</sup>	ASTM C 29 – M 97[3]
	Air Resapan	1,87%	ASTM C 127 – 01[1]
	Kelembaban	0,94%	ASTM C 566 – 97[5]
Fly Ash	Analisa Saringan	Zona 1	SNI ASTM C 136 – 2012[12]
	Berat Volume[7]	1,3061 g/cm <sup>3</sup>	

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Mateial Bahan

Hasil pengujian yang terdiri dari pengujian agregat halus, agregat kasar, dan fly ash. Pengujian yang dilakukan terdapat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian material penyusun beton telah memenuhi standart sesuai acuan pengujian yang digunakan.

#### Nilai Slump Flow

Tabel 2. Dapat diketahui hasil dari nilai uji *slump flow* dari 4 variasi benda uji menunjukkan semakin kecil nilai *slump flow* maka, kuat tekan beton semakin meningkat. Pada penelitian ini nilai slump berkisar antara 675 mm sampai 700 mm.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Slump Flow*

Nama BU	Slump flow	
	sebaran (cm)	waktu / 50cm (dtk)
GKB 0%	70	8,5
GKB 6%	69	9,5
GKB 12%	68	10
GKB 18%	67,5	11,3

### Mix Design

*Mix design* penelitian ini menggunakan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, berdasarkan perhitungan mix design [10] yang dilakukan diperoleh proporsi sebagai berikut. Kebutuhan bahan diuraikan dalam tabel, dilihat pada Tabel 3.

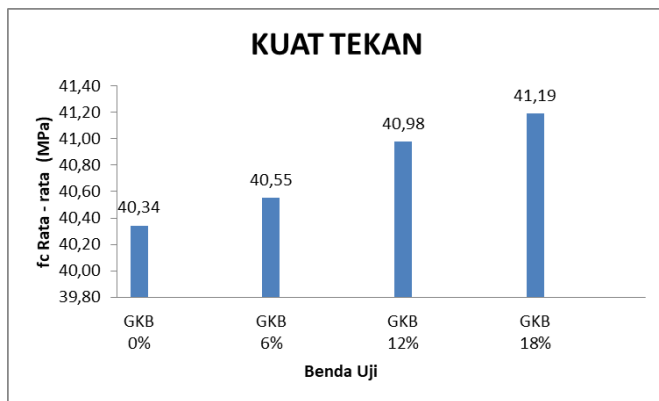
Tabel 3. Tabel kebutuhan material dalam mix design benda uji silinder dan balok

Benda Uji	Material							
	Fly Ash (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	NaOH (ml)	Ni2SiO3 (ml)	SP 2% (ml)	Kawat Bendrat (kg)	
GKB 0%	Silinder	3,694	9,258	8,892	538	1346	90	0,000
	Balok	15,88	39,8	38,23	2314	5786	159	0,000
GKB 6%	Silinder	3,694	9,258	8,892	538	1346	90	0,222
	Balok	15,88	39,8	38,23	2314	5786	159	0,953
GKB 12%	Silinder	3,694	9,258	8,892	538	1346	90	0,443
	Balok	15,88	39,8	38,23	2314	5786	159	1,906
GKB 18%	Silinder	3,694	9,258	8,892	538	1346	90	0,665
	Balok	15,88	39,8	38,23	2314	5786	159	2,859

### Uji Kuat Tekan

Gambar 2 dapat diketahui dalam penelitian ini dihasilkan nilai kuat tekan untuk persentase 0% sebesar 40,3397 MPa, untuk persentase 6% diperoleh nilai 40,5520 Mpa, untuk persentase 12% nilai kuat tekan 40,9766 Mpa dan untuk persentase 18% abu sabut kelapa nilai kuat tekannya 41,19 Mpa.

Dilihat dari penelitian sebelumnya dengan penelitian Efek Penambahan Serat Kawat Bendrat terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton yang Dirawat melalui Metode *Wet and Dry Curing* dengan variasi serat 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Dari hasil penelitian ini kuat tekan yang didapatkan hasil tertinggi 17,72 MPa untuk *wet curing* dan 18,33 MPa *dry curing* pada variasi 7,5% [8]. Maka hasil dari penelitian ini kuat tekan beton mengalami peningkatan dimana dalam penambahan persentase variasi kawat dari penelitian sebelumnya.

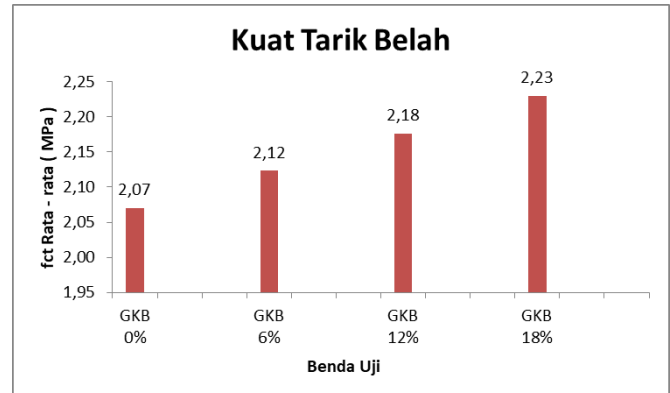


Gambar 2. Grafik kuat tekan

### Uji Kuat Tarik Belah

Gambar 3 dalam penelitian ini dihasilkan nilai kuat Tarik belah untuk persentase 0% sebesar 2,07 MPa, untuk persentase 6% diperoleh nilai 2,12 Mpa, untuk persentase 12% nilai kuat tekan 2,18 Mpa dan untuk persentase 18% abu sabut kelapa nilai kuat tekannya 2,23 Mpa. Dilihat dari penelitian sebelumnya dengan penelitian Efek Penambahan Serat Kawat Bendrat terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton yang Dirawat melalui Metode *Wet and Dry Curing* dengan variasi serat 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Dari hasil penelitian ini kuat tarik belah yang didapatkan hasil tertinggi 2,2 MPa untuk *wet curing* dan 2,64 MPa *dry curing* pada variasi 7,5% [8]. Oleh karena itu, hasil uji kuat tarik belah mengalami peningkatan dengan

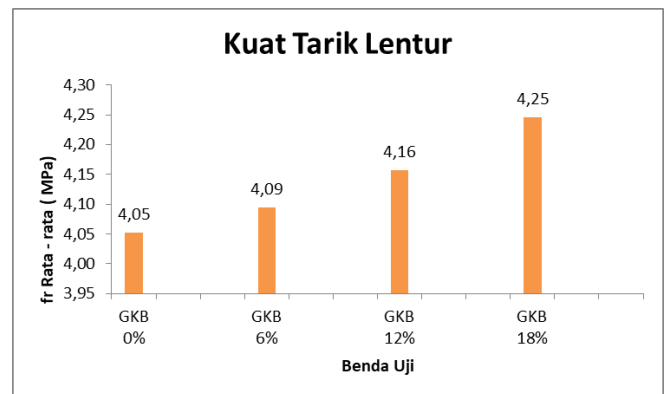
adanya penambahan variasi persentase variasi kawat bendrat.



Gambar 3. Grafik kuat tarik belah

### Uji Kuat Lentur

Gambar 4 dapat diketahui hasil nilai kuat lentur untuk persentase 0% sebesar 4,05 MPa, untuk persentase 6% diperoleh nilai 4,09 Mpa, untuk persentase 12% nilai kuat tekan 4,16 Mpa dan untuk persentase 18% nilai kuat tekannya 4,25 Mpa. Dilihat dari penelitian sebelumnya dengan penelitian Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer dengan variasi serat 0%, 0,5%, dan 1%. Dari hasil penelitian ini kuat lentur yang didapatkan hasil tertinggi 0,104 MPa pada variasi 1% [13]. Jadi hasil kuat lentur beton mengalami peningkatan dari penelitian sebelumnya dengan penambahan variasi persentase kawat bendrat.



Gambar 4. Grafik kuat lentur

## KESIMPULAN

Penambahan kawat bendrat pada beton geopolimer dapat menaikkan hasil kuat tekan beton, kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Hasil kenaikan terjadi

pada umur 28 hari variasi kawat bendrat 18% dengan nilai kuat tekan 41,19 MPa, kuat tarik belah 2,23 MPa dan kuat lentur 4,25 MPa. Dari hasil tersebut bahwa tiap penambahan persentase variasi penambahan kawat bendrat mengalami peningkatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM C127-01, Standard Test Method For Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, Annual Book of ASTM Standards, 2016.
- [2] ASTM C128-01, Standard Test Method For Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate, Annual Book of ASTM Standards, 2023.
- [3] ASTM C29-M97, Standard Test Method For Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate. Annual Book of ASTM Standards, 2017.
- [4] ASTM C33-03, Standard Specification For Concrete Aggregates, American Standard Testing And Material, 2023.
- [5] ASTM C566-97, Standard Test Method For Total Evapable Moisture Content of Aggregate by Drying, Annual Book of ASTM Standards, 2019.
- [6] J. J. Ekaputri, and T. Triwulan, "Sodium sebagai aktivator fly ash, trass dan lumpur Sidoarjo dalam beton geopolimer," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 20, no. 1, pp. 1-10, 2013.
- [7] S. Feng, and Y. Li, "Study on coal fly ash classified by bulk density," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1732, no. 1, pp. 1-6, 2021.
- [8] N. Junus, "Efek penambahan serat kawat bendrat terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton yang dirawat melalui metode wet and dry," *Jurnal Penelitian Enjiring*, vol. 21, no. 1, pp. 41-47, 2017.
- [9] A. Maulida, F. Rizal, K. Miswar, D. Jeuleukat, and K. Lhokseumawe, "Pengaruh metode pencampuran serat bendrat serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis beton serat," *Jurnal Sipil Sains Terapan*, vol. 04, no. 2, pp. 1-8, 2021.
- [10] P. Pavithra, M. S. Reddy, P. Dinakar, B. H. Rao, B. K. Satpathy, and A. N. Mohanty, "A mix design producer for geopolymer concrete with fly ash". *Journal of Cleaner Production*, vol. 133, pp. 117-125, 2016.
- [11] L. A. Pratama, A. H. R. Mundias, and M. Riyadi, "Kinerja serat kawat bendrat sebagai bahan tambahan beton fas 0.4," *Construction and Material Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 33-40, 2012.
- [12] SNI ASTM C136-2012, Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan kasar, Badan Standarisasi Nasional, 2012.
- [13] I. Suliati, L. F. Tilik, D. Suhirkam, M. P. Wardana, and I. Milawati, "Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer," *BENTANG : Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 69-76, 2022.
- [14] M. D. J. Sumajouw, and S. O. Dapas, *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolimer*. (P. Cristian(ED); 1<sup>ST</sup> ED.). Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2013.
- [15] A. Tamrin, H. Ashad, and R. Musa, "Kontribusi serat ijuk terhadap sifat mekanik beton sistem Self Compacting Concrete (SCC)," *Jurnal Teknik Sipil Macca*, vol. 6, no. 3, pp. 186-192, 2021.