Available online at: http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB
Volume 14 Nomor 01
ISSN: 2302-8394 (print)

Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kawat Bendrat Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Galindra Sekar Lestari[1], Rahmani Kadarningsih[2] dan Komang Arya Utama[3]

[1]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof. Ing. B. J. Habiie, Desa Moutong, Kec. Tilongkabila, Kab. Bone Bolango, 96119, Indonesia
[2,3]Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof. Ing. B. J. Habiie, Desa Moutong, Kec. Tilongkabila, Kab. Bone Bolango, 96119, Indonesia

ABSTRACT

Every year, millions of tons of construction waste are produced, including wire mesh that is often left unused from the cutting and installation processes. Wire mesh, which serves as a reinforcement for concrete, frequently ends up as waste. With the increasing amount of construction waste, this research proposes the utilization of wire mesh as a partial substitute for fine aggregate in concrete mixtures with variations of 0%, 5%, 7.5%, and 10% by weight of sand, targeting compressive strengths of 21 MPa and 25 MPa. Additionally, 8% fly ash and 0.5% superplasticizer by weight of cement were used. Test specimens were cylindrical, with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, and were tested for compressive strength after 28 days. The results showed an increase in compressive strength of 36% and 9% for concrete grades of 21 MPa and 25 MPa, with the optimum percentage of wire mesh addition being 5%, which resulted in compressive strengths of 33.20 MPa and 31.73 MPa, respectively. However, the compressive strength significantly decreased at the 10% wire mesh variation, with average compressive strengths for the target grades of 21 MPa and 25 MPa being 23.67 MPa and 16.43 MPa, respectively

Keywords: construction waste, wire mesh, fine aggregate, concrete, compressive strength.

ABSTRAK

Setiap tahun, jutaan ton limbah konstruksi dihasilkan, termasuk kawat bendrat yang sering kali tidak terpakai dari proses pemotongan dan pemasangan. Kawat bendrat yang berfungsi sebagai penguat beton, sering berakhir sebagai limbah. Dengan meningkatnya jumlah limbah konstruksi, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan kawat bendrat sebagai pengganti Sebagian agregat halus dalam campuran beton dengan variasi persentasi 0%; 5%; 7,5%; dan 10% terhadap berat volume pasir dengan kuat tekan rencana 21 MPa dan 25 MPa. Selain itu, digunakan 8% fly ash dan 0,5% superplasticizer terhadap berat semen. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm diuji kuat tekan setelah 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 36% dan 9% untuk beton mutu 21 MPa dan 25 MPa, dengan persentase optimum penambahan kawat bendrat sebesar 5%, yang mengahasilkan kekuatan tekan 33,20 MPa dan 31,73 MPa. Kemudian kuat tekan mengalami penurunan yang cukup signifikan pada variasi persentase kawat bendrat sebanyak 10% dengan kuat tekan rata-rata pada mutu rencana 21 Mpa dan 25 MPa secara berturut-turut yaitu 23, 67 MPa dan 16,43 MPa.

Kata kunci: limbah konstruksi, kawat bendrat, agregat halus, beton, kuat tekan.

Correspondence : Galindra Sekar Lestari
Email : galindralestri03@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Beton adalah material bangunan yang sering digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, dikenal dengan sifatnya yang kuat, tahan lama, dan dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan desain. Komposisinya terdiri dari agregat halus dan agregat kasar yang berfungsi sebagai pengisi, serta semen yang bertindak sebagai pengikat, membentuk struktur yang kokoh. Dalam proses pembuatannya, air memiliki peran krusial, karena membantu terjadinya reaksi kimia yang memungkinkan pengikatan dan pengerasan material tersebut, menjadikannya mampu menahan beban berat dan bertahan dalam berbagai kondisi dan cuaca.

Perkembangan teknologi mendorong pencarian alternatif untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produk beton. Mengingat penggunaan agregat halus dapat merusak lingkungan seperti pengikisan tanah dan penurunan kualitas ekosistem, dan limbah konstruksi yang tidak dikelola dengan baik maka berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Terutama mengingat bahwa jutaan ton limbah konstruks, termasuk limbah kawat bendrat yang dihasilkan dari proses pemotongan dan pemasangan proyek, terbuang setiap tahun.

Dalam industri konstruksi, efisiensi material dan keberlanjutan menjadi penting, terutama dengan jutaan ton limbah setiap tahun, termasuk kawat bendrat yang sering terbuang. Memanfaatkan sisa kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus dapat mengurangi limbah dan meningkatkan kepadatan serta kekuatan beton, menjadikannya solusi inovatif dan berkelanjutan.Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemanfaatan limbah kawat bendrat sebagai pengganti Sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton.

Uluhiyah dkk (2018) pada penelitiannya, tentang perbaikan pada beton untuk meningkatkan kekuatannya adalah dengan penambahan serat bendrat dengan variasi 0%; 0,5%; 1% : 1,5% dan tambahan serbuk kaca tetap di 10% terhadap volume pasir sebagai pengganti sebagian agregat halus. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton berturut-turut adalah 27,43 MPa, 30,074 MPa, 32,62 MPa, 31,02 MPa, 30,17 MPa.

Arman, A. dkk, (2023) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat kawat bendrat terhadap kuat tekan beton normal, dengan variasi persentase penambahan kawat bendrat pada campuran beton yaitu 0%, 4%, 5%, dan 6%. Dengan penambahan tersebut menghasilkan kuat tekan berturut-turut adalah 21,89 MPa; 17,93 MPa, 22,65 MPa dan 18,03 MPa.

Mulyati dan Anggriani, (2022) melakukan penelitian pengaruh pemanfaataatan abu ampas tebu dan kawat bendrat terhadap kuat tekan. Dengan menggunakan campuran *foaming agent* 10%, subtitusi 12% abu ampas tebu terhadap berat semen, dan serat kawat bendrat 0%; 0,5%; 1%; dan 1,5% menghasilkan kuat tekan berturut-turut adalah 98,57kg/cm^2; 99,14 kg/cm^2; 99,71 kg/cm^2; dan 101,59 kg/cm^2

Gunawan dkk, (2015) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada beton ringan dengan teknologi gas terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas. Dengan menggunakan variasi persentase serat kawat bendrat yaitu 0%; 0,5%; 1%; 1,5% dan 2% terhadap berat beton, menghasilkan kuat tekan berturut-turut adalah 8,488 MPa; 16,048 MPa; 11,627 MPa; 9,638 MPa; dan 9,328 MPa. .

Hermansyah dan Subgitulloh (2019) melakukan penelitian tentang tinjauan kuat tekan beton dengan menggunakan serat bendrat sebagai bahan tambah. Pada penelitian ini penambahan serat kawat bendrat yang digunakan adalah 0%; 0,4%; 0,6%; dan 0,8% berdasarkan berat beton segar. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 12,565 MPa, 13,725 MPa, 14,644 MPa dan 18,82 MPa.

Hutabarat (2021) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada campuran beton K175 terhadap kuat tekan beton. Pada penelitian ini persentase serat kawat bendrat yang digunakan adalah 0%; 2%; 5%; dann 7,5% dari persen berat semen. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 223,45 kg/cm2, 254,23 kg/cm2, 257,29 kg/cm2, dan 248,19

kg/cm2.

Irvan dan Djauhari (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat kawat bendrat berbentuk "U" terhadap sifat mekanis beton. Pada penelitian ini digunakan serat kawat bendrat berbentuk "U" dengan variasi massa berat sebesar 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; dan 1% dari fraksi agregat. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 23,30 MPa, 32,73 MPa, 33,67 MPa, 32,82 MPa dan 30,84 MPa.

Juanita dan Putra, (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kawat bendrat pada campuran beton terhadap kuat tekan. Pada penelitian ini menggunakan serat kawat bendrat dengan variasi persentase 0%; 4%; 6% dan 8%. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 20,10 MPa, 19,34 MPa, 20,95 MPa dan 21,51 MPa.

Juwarnoko, (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada campuran beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Pada penelitian ini menggunakan serat kawat bendrat dengan variasi pesentase 0%; 1%; 2% dan 3% dari berat semen. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata berturut-turut adalah 20,75 MPa, 24,48 MPa, 25,59 MPa dan 22,92 MPa.

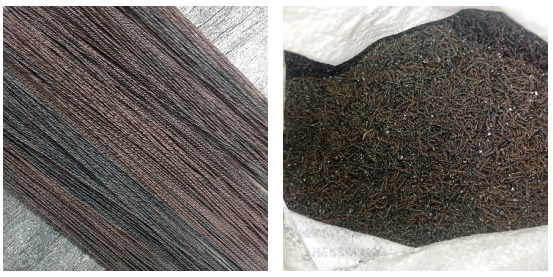
Sisa kawat bendrat yang sering kali tidak terpakai dan berakhir sebagai limbah, menawarkan peluang untuk menjadi solusi yang inovatif. Dengan memanfaatkan kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton, maka tidak hanya mengurangi limbah saja tetapi juga meningkatkan kepadatan dan kekuatan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah kawat bendrat terhadap berat beton, menganalisis pengaruh penambahan limbah kawat bendrat pada mutu beton 21 MPa dan 25 MPa, serta menentukan kadar optimum dari potongan limbah kawat bendrat untuk campuran beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan material sisa dalam industri konstruksi, seta membantu mendorong praktik yang lebih berkelanjutan dan efisien.\

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan melakukan percobaan langsung di Laboratorium Universitas Negeri Gorontalo, Kabupaten Bone Bolango. Pada penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm menggunakan bahan substitusi limbah kawat bendrat terhadap sebagian agregat halus dengan variasi persentase 0%; 5%; 7,5%; dan 10% terhadap berat volume agregat halus. Tidak hanya kawat bendrat, tetapi juga digunakan fly ash sebanyak 8% dan superplasticizer 0,5% terhadap berat semen. Kemudian beton diuji kuat tekan pada umur 28 hari dengan kuat tekan rencana 21 MPa dan 25 MPa, menggunakan metode perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".

Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran 1-2 cm, agreggat halus (pasir), semen, air, fly ash, dan superplasticizer yang berfungsi sebagai water reducting serta limbah kawat bendrat yang telah dipuntir dan digunting dengan ukuran 2-4,75 mm atau lolos saringan nomor #4.

Untuk ukuran kawat bendrat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kawat Bendrat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat kasar yang dipakai dalam campuran beton terdiri dari batu pecah, sementara agregat halus berupa pasir yang berasal dari PT. Harmonis PerkasaIndah Pohuwato. Selanjutnya, pemeriksaan karakteristik material bertujuan untuk mengetahui data awal mengenai bahan yang akan digunakan.

3.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar harus menjalani serangkaian uji untuk mengevaluasi karakteristik fisiknya sebelum digunakan dalam campuran beton.

Rekapitulasi hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) yang telah dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Syarat (ASTM)	Hasil Pengujian Agregat Kasar
1	Kadar Air	0,5-2,0 (%)	1,03%
2	Kadar Lumpur	Max 1%	6,14%
3	Berat Volume:		
	Kondisi Lepas	Min 1,6 gr/cm	1,36 gr/cm
	Kondisi Padat	Min 1,6 gr/cm	1,49 gr/cm
4	Absorpsi	Max 1%	1,26
5	Berat Jenis:		
	BJ Bulk	Min 2,5	2,66
	BJ Kering Permukaan	Min 2,5	2,69
	BJ Semu	Min 2,5	2,75
6	Keausan	Max 40%	2,98%

3.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pada proses pembuatan, kualitas agregat halus (pasir) berperan penting dalam menentukan sifat mekanis dan daya tahan beton. Oleh karena itu, pengujian karakteristik agregat halus dapat diperlukan untuk memastikan material yang digunakan memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Rekapitulasi hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) yang telah dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

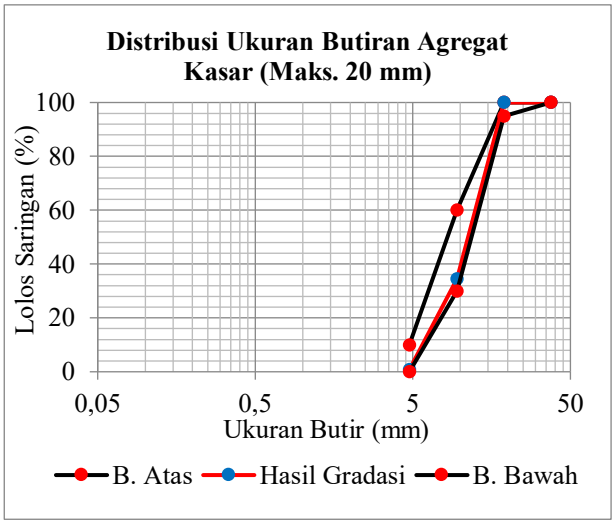
No	Jenis Pengujian	Syarat (ASTM)	Hasil Pengujian Agregat Halus
1	Kadar Air	3,0-5,0 (%)	1,03%
2	Kadar Lumpur	0,2-5,0 (%)	5,41%
3	Berat Volume:		
	Kondisi Lepas	Min 1,2 gr/cm	1,53 gr/cm
	Kondisi Padat	Min 1,2 gr/cm	1,66 gr/cm
4	Absorpsi	0,2-5,0 %	3,46%
5	Berat Jenis:		
	BJ Bulk	Min 1,60	2,43
	BJ Kering Permukaan	Min 1,60	2,51
	BJ Semu	Min 1,60	2,65

Pengujian karakteristik agregat halus untuk kadar lumpur agregat halus melebihi batas maksimum yang disyaratkan oleh standar, oleh karena itu dapat menyebabkan menurunnya kekuatan tekan dan tarik beton akibat terhalangnya ikatan antara semen dan agregat, peningkatan penyusutan yang dapat menyebabkan retak, serta pengurangan *workability* yang memengaruhi kemudahan pengerjaan. Sehingga agregat halus perlu dicuci untuk untuk meningkatkan performa dan kuat tekan beton.

3.3 Gradasi Agregat dalam Campuran

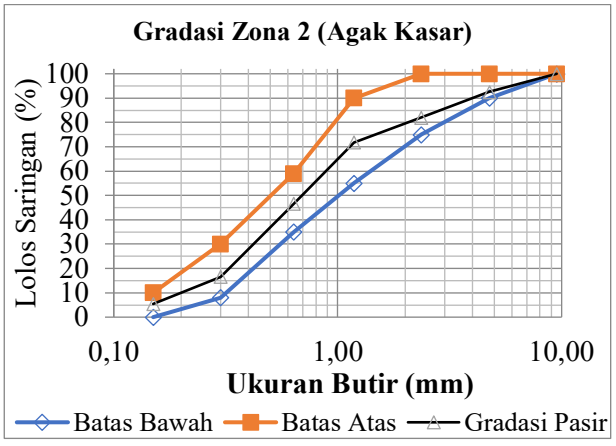
Gradasi agregat merujuk pada distribusi ukuran agregat dalam campuran beton. Agar campuran beton mencapai kualitas yang optimal, agregat harus terdiri dari berbagai ukuran yang berbeda. Variasi ukuran ini memungkinkan agregat saling mengisi ruang kosong satu sama lain, menciptakan struktur yang lebih padat dan kokoh. Dengan demikian, gradasi yang baik sangat penting untuk memastikan kekuatan dan daya tahan beton yang dihasilkan.

Hasil pemeriksaan gradasi agregat (batu pecah dan pasir) dalam campuran beton ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Kasar

Setelah dilakukan pengujian agregat kasar diperoleh ukuran maksimal yaitu 20 mm dan memenuhi persyaratan SNI-2834-2000.

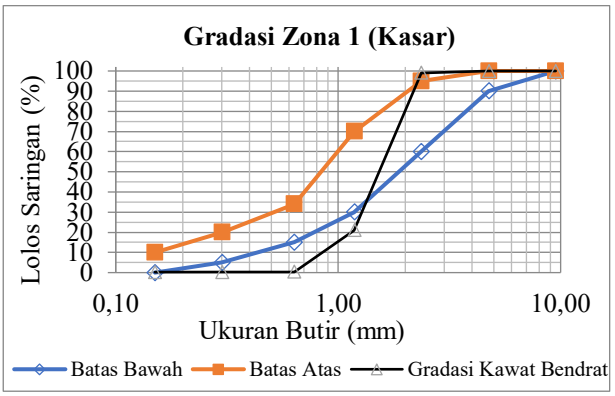


Gambar 3. Grafik Gradasi Pasir

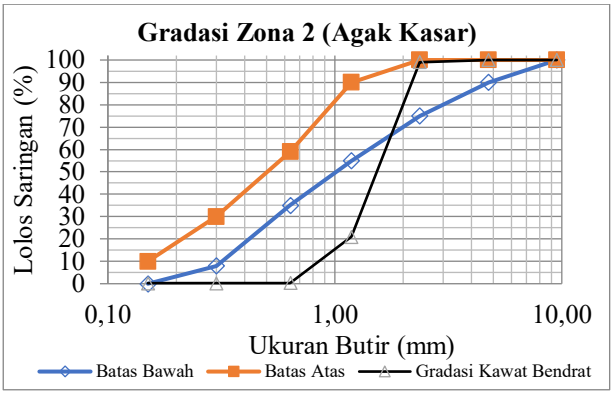
Hasil pemeriksaan gradasi menunjukkan bahwa agregat halus (pasir) berada di zona 2 dan memenuhi persyaratan SNI 03-2834-2000.

3.4 Gradasi Kawat Bendrat

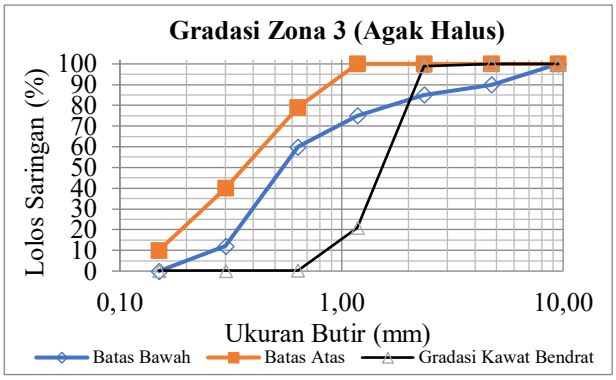
Untuk mengetahui susunan besar butir kawat bendrat, maka dilakukan pengujian gradasi kawat bendrat. Berikut ini hasil pengujian gradasi kawat bendrat yang ditunjukkan pada Gambar 4-7.



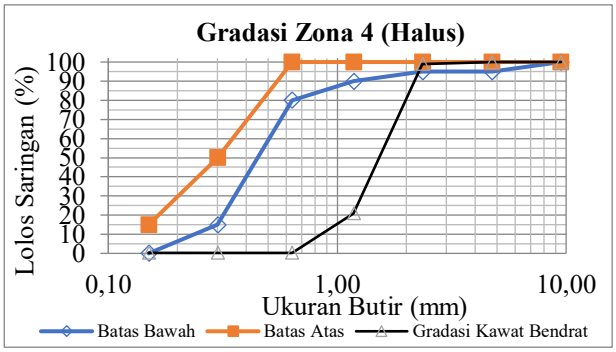
Gambar 4. Grafik Gradasi Zona I Kawat Bendrat



Gambar 5. Grafik Gradasi Zona II Kawat Bendrat



Gambar 6. Grafik Gradasi Zona III Kawat Bendrat



Gambar 7. Grafik Gradasi Zona IV Kawat Bendrat

Dari hasil pengujian gradasi kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus menunjukkan bahwa material ini tidak memenuhi kriteria untuk agregat halus dalam zona manapun yang ditetapkan. Sebagian besar partikel kawat bendrat tertahan pada saringan Nomor #16, sedangkan seluruhnya dapat melewati saringan Nomor #4. Hal ini disebabkan oleh ukuran kawat bendrat yang seragam, yang menunjukkan bahwa partikel kawat bendrat memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan standar agregat halus yang biasa digunakan.

3.5 *Mix Design*

Mix design dalam penelitian ini menggunakan SNI 03-2834-2000. Hasil perhitungan *mix design* mutu 21 MPa dan 25 MPa untuk kebutuhan campuran 3 buah silinder ukuran 15 cm x 30 cm ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. *Mix Design* Mutu 21 MPa

No.	Kuat Tekan Rencana	Persen Bendrat	Bendrat	Semen	Air	Agregat kasar	Agregat Halus
	(Mpa)	(%)	(Kg)	(Kg)	(Liter)	(Kg)	(Kg)
1	21	0%	0,000	8,920	5,117	21,388	10,534
2	21	5%	0,950	8,920	5,117	21,388	9,306
3	21	7,5%	1,313	8,920	5,117	21,388	9,182
4	21	10%	1,799	8,920	5,117	21,388	9,011

Tabel 4. *Mix Design* Mutu 25 MPa

No.	Kuat Tekan Rencana	Persen Bendrat	Bendrat	Semen	Air	Agregat kasar	Agregat Halus
	(Mpa)	(%)	(Kg)	(Kg)	(Liter)	(Kg)	(Kg)
1	25	0%	0,000	10,798	5,117	20,365	9,584
2	25	5%	0,874	10,798	5,117	20,365	9,296
3	25	7,5%	1,270	10,798	5,117	20,365	9,231
4	25	10%	1,725	10,798	5,117	20,365	9,088

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan *mix design* mutu beton 21 MPa dan 25 MPa dengan

tambahan campuran 8% *fly ash* dan 0,5% *superplasticizer* terhadap berat semen, serta persentase penambahan kawat bendrat 5%; 7,5%; dan 10% terhadap berat volume agregat halus.

3.6 Nilai *Slump* Beton

Pengujian nilai *slump* bertujuan untuk menilai *workability* atau kemudahan dalam pengolahan beton. Dari pengujian ini, diperoleh data nilai *slump* untuk setiap adukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

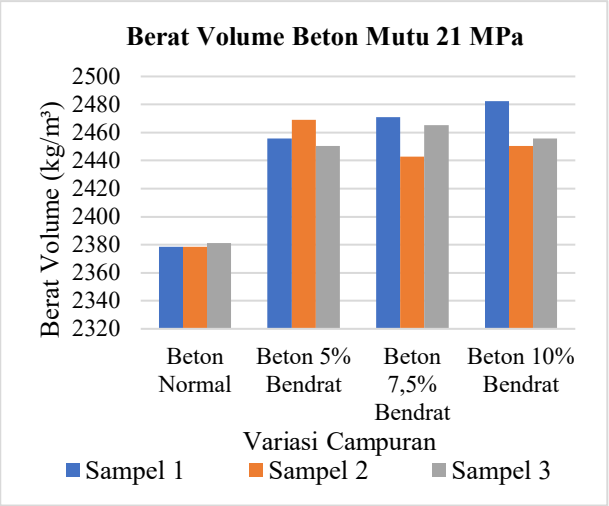
Tabel 5. Hasil Pengujian *Slump*

No.	Variasi Campuran	Nilai S*lump* (cm)	
		21 MPa	25 MPa
1	0%	11,5	12
2	5%	11	11
3	7,5%	10	12
4	10%	12	11

Hasil pengujian *slump* menunjukkan nilai berada pada kisaran 10-12 cm, sesuai dengan target yang direncanakan. Hal ini tercapai karena jumlah air dalam campuran telah disesuaikan untuk mendapatkan nilai *slump* yang diinginkan. Penyesuaian ini dilakukan untuk memastikan beton memiliki kekentalan yang sesuai dengan kebutuhan pengujian.

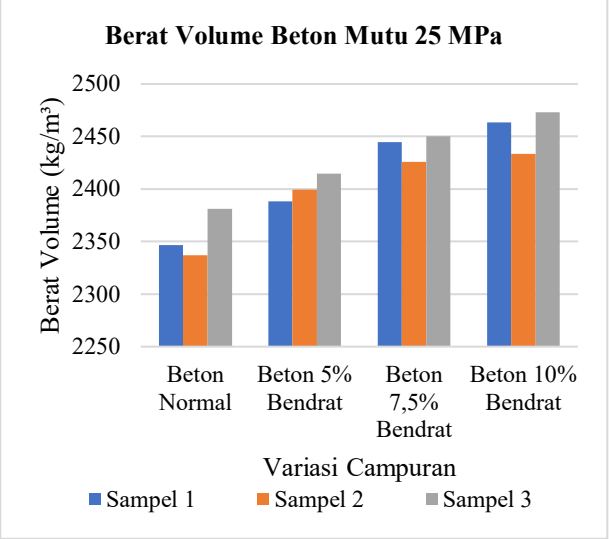
3.7 Pengaruh Limbah Kawat Bendrat terhadap Berat Beton

Pemeriksaan berat beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil pengujian berat beton ditunjukkan dalam Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Grafik Berat Volume Beton Mutu 21 MPa

Berat volume beton yang menggunakan kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus mengalami kenaikan pada variasi kawat bendrat 5%; 7,5%; dan 10% dibandingkan dengan beton normal, beton yang menggunakan kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus cenderung memiliki berat lebih karena kawat bendrat menambah massa dan kepadatan total campuran. Kawat bendrat terbuat dari bahan logam yang lebih berat daripada agregat halus yang biasa digunakan dalam campuran beton.

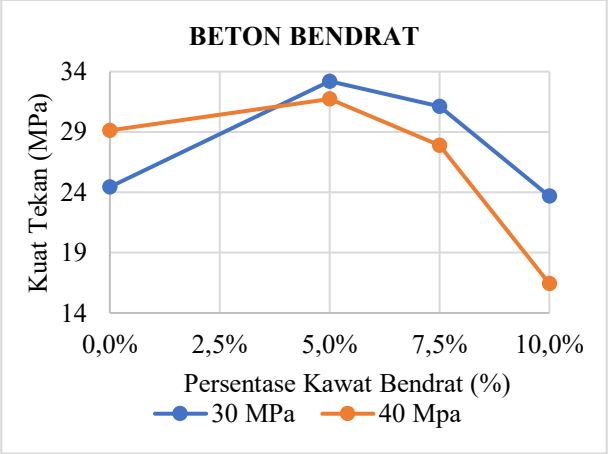


Gambar 9 Grafik Berat Volume Beton Mutu 25 MPa

Pada Gambar 8 dan 9 menunjukkan bahwa setiap penambahan variasi kawat bendrat sebagai pengganti sebagian agregat halus semakin meningkat, ini dikarenakan kawat bendrat menambah massa dan kepadatan total campuran. Karena kawat bendrat terbuat dari bahan logam yang lebih berat daripada agregat halus yang biasa digunakan dalam campuran beton. Jadi, perbedaan dalam berat ini terutama disebabkan dari sifat-sifat fisik dari bahan yang digunakan dalam campuran beton.

3.8 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji berumur 28 hari dengan kuat tekan rencana (f'c) 21 MPa dan 25 MPa menggunakan alat uji kuat tekan beton *Compression Testing Machine* (CTM). Adapun hasil pengujian kuat tekan beton ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan kawat bendrat pada campuran beton mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai kuat tekan beton, dimana nilai kuat tekan mengalami peningkatan optimum pada variasi persentase penambahan kawat bendrat sebesar 5% untuk mutu rencana 21 MPa dan 25 MPa secara berturut-turut sebesar 33,20 MPa dan 31,73 MPa. Kemudian kuat tekan mengalami penurunan yang cukup signifikan pada variasi persentase kawat bendrat sebanyak 10% dengan kuat tekan rata-rata pada mutu rencana 21 Mpa dan 25 MPa secara berturut-turut yaitu 23, 67 MPa dan 16,43 MPa.

Penurunan kuat tekan antara lain disebabkan karena adukan beton yang tergantikan dengan adanya pertambahan volume kawat bendrat yang semakin besar, dan memengaruhi daya ikat antara campuran beton dengan kawat bendrat, semakin banyak kawat bendrat yang digunakan belum tentu kuat tekan beton semakin tinggi. Maka kuat tekan optimum terjadi pada persentase penambahan kawat bendrat dengan variasi 5%. Hasil ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya dimana kuat tekan optimum terjadi pada subtitusi bendrat sebanyak 1% dari volume pasir yang menghasilkan kuat tekan sebesar 32,62 MPa (Uluhiyah dkk, 2018)

4. KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan karakteristik bahan, pengujian beton dan pembahasan di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan limbah kawat bendrat dalam campuran beton dapat mempengaruhi berat beton. Substitusi 5%; 7,5%; dan 10% untuk mutu rencana 21 MPa menghasilkan berat beton yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa kawat bendrat, dengan kenaikan sebesar 3,33%; 3,41%; dan 3,57%. Sedangkan untuk mutu rencana 25 MPa pada variasi 5%; 7,5%; dan 10% terjadi kenaikan sebesar 2,24%; 3,94%; dan 4,58% dari berat beton tanpa tambahan kawat bendrat.
2. Semakin banyak kawat bendrat yang ditambahkan ke dalam adukan beton, semakin tinggi nilai kuat tekan beton hingga mencapai kuat tekan optimum. Namun, jika penambahan kawat bendrat melebihi batas maksimum, kuat tekan beton akan menurun. Pada beton dengan mutu 21 MPa, substitusi kawat bendrat sebesar 5% dan 7,5% dapat meningkatkan kuat tekan, sedangkan pada 10% penambahan, kuat tekannya justru lebih rendah dibandingkan beton normal. Untuk beton mutu 25 MPa, substitusi 5% kawat bendrat menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton normal,

tetapi pada 7,5% dan 10%, kuat tekan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton normal.

3. Komposisi campuran beton yang optimal untuk mutu 21 MPa dicapai dengan mengganti sebagian agregat halus menggunakan kawat bendrat sebesar 5%, yang menghasilkan kuat tekan 33,20 MPa. Sementara itu, untuk mutu 25 MPa, campuran beton dengan substitusi kawat bendrat yang optimal juga berada pada persentase 5%, menghasilkan kuat tekan sebesar 31,73 MPa. Penambahan kawat bendrat yang melebihi persentase optimum akan menurunkan nilai kuat tekan beton.

DAFTAR RUJUKAN

Arman, A., Sanjaya, F., & Wardi, S. 2023.. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Normal. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 1(1), 21–30.

Gunawan, P., Prayitno, S., & Aldoko, W. 2015. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas. *Matrik Teknik Sipil*, 3(1), pp. 611–619.

Hermansyah., & Subgitulloh. M, I. 2019. Tinajuan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Serat Bendrat Sebagai Bahan Tambah. *Jurnal JINTEKS 1*(2), 124–132.

Hutabarat, C. M.T., 2021. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Campuran Beton K175 Terhadap Kuat Tekan Beton. Medan. September 2021. Skripsi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area

Irvan, R, K, P., & Djauhari, Z. 2017. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Berbentuk "U" Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Jom FTEKNIK*, *4*(2), pp 1–10.

Juanita., & Putra, D, R. 2019. Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal HANDASAH* 1(1) pp 20–23.

Juwarnoko. 2019. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. Semarang, November 2019, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Mulyati, E., & Anggriani, M. 2022. Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dan Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Ringan. *Jurnal Teknik Sipil*, *29*(2), pp 199–206.

SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.* Badan Standar Nasional Indonesia.

Uluhiyah, A., Hariyadi, & Rawiana, S. (2018). Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Dan Penambahan Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton. https://eprints.unram.ac.id/10330/1/2.%20ARTIKEL%20ILMIAH.pdf.