

Beton Serat Limbah Pengolahan Besi

Norseta Ajie Saputra¹, Noviyanthy Handayani¹,
Amelia Faradila¹

¹ Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palangka Raya

✉ norseta.ajie@gmail.com

Pemakaian beton sebagai bahan penyusun pada bidang konstruksi memerlukan kualitas beton yang kuat dan efisien, sehingga saat ini banyak dilakukan peningkatan standar kualitas dari pembuatan beton konstruksi. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas beton adalah mencampur bahan penyusun beton dengan material lain, dalam hal ini mencampur beton tersebut dengan limbah hasil mesin bubut berupa potongan serat besi halus memiliki tujuan selain mengurangi limbah hasil mesin bubut, juga menaikkan kuat tarik, kuat lentur serta ketahanan beton terhadap retak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan kuat tekan beton saat pencampuran limbah pengolahan besi (besi bubut) dan pengaruhnya terhadap kuat tekan beton pada umur beton 28 hari. Sampel pada penelitian ini berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan campuran potongan besi yang digunakan bervariasi, dari 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%. Hasil penelitian memberikan nilai kuat tekan beton tanpa penambahan serat yaitu 20,12 N/mm², penambahan serat 1%, 2%, 3% dan 4% berturut-turut adalah 20,65 N/mm², 19,48 N/mm², 18,43 N/mm², dan 12,5 N/mm².

Kata kunci : serat bubut, beton serat, kuat tekan beton

Diajukan: 21 Desember 2022

Direvisi: 21 Juli 2023

Diterima: 29 Juli 2023

Dipublikasikan online: 30 Juli 2023

Pendahuluan

Sebagai bahan bangunan, beton memiliki ketahanan tekan yang baik; komponennya terdiri dari campuran semen hidrolis atau semen Portland, agregat kasar, agregat halus dan air dengan bahan tambahan. Berdasarkan beratnya beton dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu beton berat, beton sedang, dan beton ringan (Tri, 2004). Berdasarkan SNI 03-2834-2000, beton normal adalah beton yang memiliki berat satuan 2200 kg/m³ sampai 2400 kg/m³ dimana material agregatnya menggunakan agregat alam yang dipecah/tanpa dipecah. Sedangkan beton berat adalah beton yang mempunyai berat isi yang lebih berat dari beton normal (lebih dari 2400 kg/m³) dan umumnya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan, dll. Beton serat yang merupakan modifikasi dari beton konvensional, dilakukan dengan menambahkan material lain, dimana serat yang digunakan dapat berasal dari jenis bahan kawat, plastik, limbah bubut besi, potongan kawat baja maupun serat tumbuhan. Penambahan serat beton mampu menambah ketahanan beton dari keretakan sehingga beton serat banyak digunakan pada konstruksi yang mempunyai permukaan luas baik pada konstruksi rumah tinggal atau fasilitas umum.

Dalam penelitian Hadi & Setiawan (2019) serpihan besi bekas hasil potongan mesin bubut ditambahkan sedikit demi sedikit menggantikan agregat halus, dimana serpihan besi bekas hasil potongan mesin bubut yang digunakan merupakan potongan yang tertahan pada saringan No. 200. Campuran benda uji yang dicampur serpihan aluminium

bervariasi mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dari penelitian tersebut terlihat semakin tinggi persentase campuran serpihan hasil mesin bubut, hasil uji kuat tekan beton akan menurun hingga 64,21%.

Menurut pengujian yang dilakukan Pratama et al. (2020) dimana dilakukan inovasi dengan menambahkan serpihan besi untuk melakukan uji tekan, uji tarik, dan uji lentur pada beton dengan variasi campuran 0%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap berat dari semen. Dari hasil uji tekan beton, untuk nilai uji tekan dengan campuran serpihan besi 0%, 5%, 7,5% dan 10% berturut-turut adalah 30,5 MPa, 32 MPa, 32,3 MPa dan 32,7 MPa. Untuk pengujian kuat tarik variasi serat 0% rata-rata 10,10 MPa, variasi serat 5% rata-rata 10,62 MPa, variasi serat 7,5% rata-rata 10,99 MPa dan nilai kuat tarik variasi serat 10% rata-rata 11,16 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur, pada variasi 0% rata-rata 3,84 MPa, variasi serat 5% 4,48 MPa, variasi serat 7,5% sebesar 4,48 MPa dan variasi serat 10% yaitu sebesar 5,12 MPa. Dapat disimpulkan dari hasil penelitian didapatkan kenaikan nilai rerata kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur pada beton dengan campuran besi bekas tersebut.

Sedangkan pada penelitian Udin (2021) dimana penelitian tersebut membandingkan susunan campuran beton terhadap uji tekan beton dengan $f'c$ 16,9 MPa dengan campuran potongan besi 0%, 1,5%, 3%, dan 5% terhadap berat agregat halus secara keseluruhan. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil uji tekan beton korelasi umur 28 hari pada varian penambahan 0%, 1,5%, 3%, dan 5% berturut-turut adalah 21,98 MPa, 19,64 MPa, 20,34 MPa, dan 22,91 MPa.

Cara mensitasi artikel ini:

Saputra, N.A., Handayani, N., Faradila, A. (2023) Beton Serat Limbah Pengolahan Besi. *Buletin Profesi Insinyur* 6(3) 102-105



Metode Penelitian

Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Portland Cement* merk Gresik tipe 1
2. Agregat kasar, Batu Pecah ex. Merak
3. Agregat halus, Pasir Tangkiling
4. Air, dari sumber PDAM
5. Limbah sisa proses bubut besi

Pemeriksaan Karakteristik Material Agregat

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah berasal dari Ex. Merak dan agregat halus yang digunakan berupa pasir alam berasal dari Tangkiling Jalan Tjilik Riwt Km 29 Palangka Raya. Jenis-jenis pemeriksaan material meliputi:

1. Pemeriksaan Kadar Air
Menurut SNI 03-1971-1990. Tujuannya adalah untuk mengetahui banyaknya air yang terkandung dalam pasir yang dipakai pada campuran beton.
2. Pemeriksaan Berat Jenis
Menurut SNI 03-1969-1990. Tujuannya untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air dalam batu pecah agregat kasar atau batu pecah.
3. Uji Ketahanan Aus
Menurut SNI 2417:2008. Tujuannya untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles.

Hasil Pengujian Karakteristik Material Agregat

Agreragat yang digunakan pada penelitian ini harus diuji terlebih dahulu, dimana hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Material

Jenis Pemeriksaan	Aggregat Kasar	Agregat Halus	Standar
Kadar air (%)	1,183	0,280	
Berat Jenis (gr/cm ³)			
a. Specific gravity (bulk)	2,598	2,581	2,58 – 2,85
b. Specific gravity (SSD)	2,618	2,632	2,58 – 2,86
c. Specific gravity (apparent)	2,650	2,714	2,58 – 2,84
d. Penyerapan air (%)	0,749	1,860	2,00 – 7,00
Keausan (%)	19,60	-	< 40

Penelitian ini menguji 27 sampel Silinder beton yang terdiri dari 9 benda uji beton asli untuk perendaman air 7, 14 dan 28 hari. kemudian dilakukan pembuatan sampel dengan variasi uji beton dan serpihan besi sebanyak 9 buah untuk perendaman air 7, 14 dan 28 hari. Benda uji campuran tersebut dibuat dalam 4 (empat) variasi penambahan serat beton dengan variasi 1%, 2%, 3%, dan 4%.

Uji campuran beton di penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Campuran Beton f'c 20 MPa

Banyaknya Bahan	Semen (kg)	Air (liter)	Ag. Halus (kg)	Ag. Kasar (kg)
m ³	468,750	227,788	483,119	1150,343
Per 3 silinder	8,950	4,349	9,224	21,963
1 silinder	2,983	1,450	3,075	7,321

Pembuatan Contoh Uji Beton

Benda uji beton yang digunakan merupakan beton normal dengan kuat tekan rencana (f'c = 20 MPa). Sampel uji beton dibuat berbentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah uji beton ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Jumlah Benda Uji Beton

No.	Variasi Serat		Umur Beton	Jumlah benda uji
	Besi bekas	Bubut		
1	0 %		28 hari	3 buah
2	5 %		28 hari	3 buah
3	10 %		28 hari	3 buah
4	15 %		28 hari	3 buah
5	20 %		28 hari	3 buah
Total Benda Uji				15 buah

Campuran limbah bubut besi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari lokasi perakitan CV. Pontianak Raya, dimana limbah tersebut dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan proses pengolahannya, yaitu :

1. Hasil penghalusan permukaan
2. Pemotongan lembaran besi dengan pemanasan
3. Proses pelubangan

Bagian dari besi bekas yang digunakan pada penelitian ini berupa limbah yang berasal dari hasil penghalusan, seperti terlihat pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 1 Limbah bubut besi

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 desain campuran beton normal memiliki kuat tekan rencana f'c 20 MPa dimana pengujian benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Penelitian Handayani (2018) menyatakan bahwa kualitas air rendaman beton

ternyata memiliki pengaruh dalam menentukan besarnya nilai kuat tekan beton. Semakin asam kualitas air maka kekuatan beton akan semakin menurun. Sebaliknya, apabila air dalam kondisi basa ($\text{pH} > 6$) maka kekuatan beton semakin meningkat. Sehingga pada penelitian ini, perlu diukur besarnya derajat keasaman kualitas air campuran dan air perawatan beton.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan cara bertahap dimana proses alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 2 Alur Pelaksanaan penelitian

Hasil dan Pembahasan

Analisa yang dilakukan adalah perbandingan antara campuran besi bubuk besi dengan campuran beton yang berkaitan dengan:

1. Tes *Slump*.
2. Berat jenis beton normal akibat penambahan limbah bubuk besi
3. Keasaman air pencampur beton
4. Uji kekuatan tekan beton.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Uji kekuatan tekan pada beton dilakukan saat umur beton mencapai 28 hari, 60 hari, dan 90 hari dengan kekuatan tekan awal sebesar 24,957 N/mm². Hasil pengujian kekuatan tekan beton untuk setiap hasil air rendaman beton dapat dilihat pada Tabel .

Tabel 4 Hasil uji kuat tekan beton normal

No.	Umur beton (hari)	Berat Beton (gram)	Beban Maks. (KN)	Kuat Tekan (N/mm ²)
1	7	12,498	244,20	13,81
2	7	12,464	238,90	13,51
3	7	12,399	241,55	13,66
4	14	12,342	238,60	13,50
5	14	12,388	260,3	14,72
6	14	12,421	249,45	14,11
7	28	12,244	343,70	19,44
8	28	12,354	355,8	20,12
9	28	12,341	367,8	20,80

Hasil uji kekuatan tekan beton pada Tabel 4 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 3.



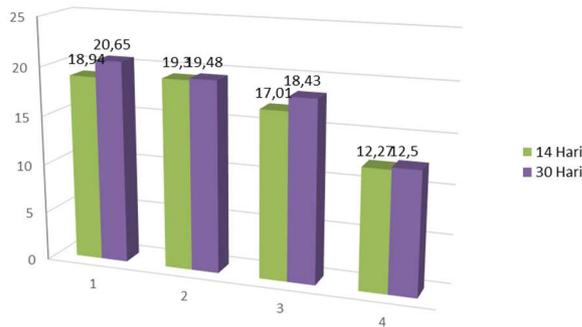
Gambar 3 Grafik hasil uji kuat tekan beton normal (N/mm²)

Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan uji kuat tekan beton meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman. Untuk nilai kuat tekan beton perminggunya memiliki nilai yang hampir sama seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian kekuatan tekan beton serat besi bekas

No.	Umur beton (hari)	Kuat Tekan (N/mm ²)			
		5% serat	10% Serat	15% Serat	20% Serat
1	14	15,03	18,43	18,99	19,61
2	14	18,07	18,46	15,37	17,63
3	14	16,95	19,11	15,14	13,81
Rata-rata		16,68	18,67	16,50	17,02
4	28	17,25	23,33	16,25	19,44
5	28	17,24	21,48	14,71	18,64
6	28	20,55	19,37	20,71	19,78
Rata-rata		18,35	21,39	17,22	19,29

Sedangkan untuk nilai kekuatan tekan beton yang menggunakan air sungai Kahayan, tabel diatas, jika disajikan dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 4.



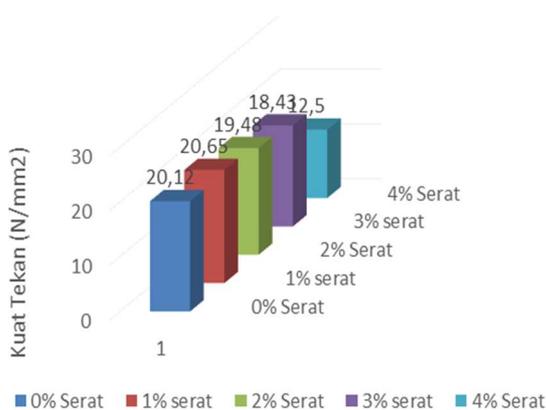
Gambar 4 Diagram kekuatan tekan beton serat besi bekas (MPa)

Dari Gambar 4 grafik hasil uji beton terlihat nilai uji kuat tekan beton dari penambahan serat 1%, 2%, 3% dan 4% terus mengalami pengurangan. Pada penambahan serat 1% dan 2% kuat tekan beton pada umur 14 hari mengalami peningkatan sampai dengan penambahan serat 2%. Namun pada penambahan serat 3% sampai dengan 4% nilai kuat tekan beton mengalami penurunan. Sedangkan 28 hari nilai kuat tekan beton terus mengalami penurunan sejalan dengan penambahan serat yang di tambahkan.

Hasil pengujian rerata sampel beton pada hari ke 28 (dua puluh delapan) nya dapat dilihat pada Tabel dan Gambar 5 dengan nilai kuat tekan awal 20,12 N/mm².

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-rata (28 hari)

Kuat Tekan (N/mm ²)				
0 Serat	1% serat	2% serat	3% serat	4% serat
20,12	20,65	19,48	18,43	12,5



Gambar 5 Hasil uji kuat tekan rata-rata perbulan

Terlihat dari Gambar 5, berdasarkan hasil rendaman 28 hari diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata dari 3 (tiga) buah sample Dari hasil kuat tekan beton yang ada di peroleh

bahawa nilai kuat tekan beton tertinggi pada serat 1% 20,65 N/mm² atau lebih besar 2,63% dari kuat tekan beton normal sebesar 20,12 N/mm². Sedangkan hasil uji tekan sampel beton paling rendah untuk serpihan besi 4% yaitu sebesar 12,5 N/mm² atau turun sebesar 37,87%.

Kesimpulan

- Karakteristik beton untuk campuran limbah serat besi bubuk untuk pencampuran beton mutu 20 MPa untuk per m³ memerlukan material campuran berupa:
 - Semen PC : 468,750 kg
 - Air : 227,788 kg
 - Aggregat Kasar : 483,119 kg
 - Aggregat Halus : 1150,343 kg
- Pada penambahan serat 1% dan 2% uji tekan sampel beton umur 14 hari meningkat sampai dengan penambahan serat 2%. Namun pada penambahan serat 3% sampai dengan 4% nilai kuat tekan beton mengalami penurunan. Sedangkan umur 28 hari nilai uji beton menurun sesuai penambahan serat yang di tambahkan.
- Nilai kuat tekan beton tertinggi pada serat 1% 20,65 N/mm² atau lebih besar 2,63% dari kuat tekan beton normal sebesar 20,12 N/mm², hasil uji tekan paling rendah beton untuk serpihan besi 4% yaitu 12,5 N/mm² atau turun sebesar 37,87%.

Referensi

Badan Standardisasi Nasional, (1990). *Pemeriksaan Berat Jenis Agregat*, SNI 03-1969-1990. BSN. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, (1990). *Pemeriksaan Kadar Air*, SNI 03-1971-1990. BSN. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000. BSN. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional, (2008). *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, SNI 2417:2008. BSN. Jakarta.

Hadi, P. N., & Setiawan, A. A. (2019). Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Widyakala: Journal of Pembangunan Jaya University*, 6(1), 77-83. <http://www.ojs.upj.ac.id/index.php/journalwidya/article/view/148>.

Handayani, N. (2018). Ketahanan Beton Normal Terhadap Air Gambut di Kota Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7(1), 43-49. <http://journal.umpalangkaraya.ac.id/index.php/mits/article/view/684/636>

Riki Sifak Udin, 2021. "Studi Penggunaan Limbah Bubut Dalam Campuran Beton". Skripsi. Lamongan: Universitas Islam Lamongan

Pratama, B., Suryadi, A., & Aponno, G. (2020). Penambahan Serat Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tarik dan kuat Lentur Beton Normal. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 1(1), 16–23.

Tri, M. (2004). *Teknologi beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

