

# Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus dan Penambahan *Superplasticizer* Pada Beton Normal

Bramana Tangkelayuk <sup>\*1a</sup>, Suryanti Rapang Tonapa <sup>\*2</sup>, Lisa Febriani <sup>\*3</sup>

Submit:  
4 Juni 2024

Review:  
9 Juni 2024

Revised:  
1 Juli 2024

Published :  
5 November  
2024

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, [tangkelayukb@gmail.com](mailto:tangkelayukb@gmail.com)

<sup>\*2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, [surytonapa85@gmail.com](mailto:surytonapa85@gmail.com)

<sup>\*3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, [lisa@ukipaulus.ac.id](mailto:lisa@ukipaulus.ac.id)

<sup>a</sup>Corresponding Author: [tangkelayukb@gmail.com](mailto:tangkelayukb@gmail.com)

## Abstrak

Beton merupakan bahan campuran yang terdiri dari kombinasi agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen sebagai pengikat. Di era perkembangan pembangunan yang pesat dan semakin maju, tidak selalu diimbangi dengan penanganan limbah yang dihasilkan oleh industri rumahan maupun industri skala besar. Limbah merupakan sisa buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia yang tidak terpakai yang berdampak negatif terhadap manusia jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu limbah yang banyak ditemukan adalah limbah kaca. *Superplasticizer* merupakan material yang berwujud cairan yang bersifat meningkatkan kekuatan beton dengan memungkinkan pengurangan jumlah air yang diperlukan untuk mempertahankan tingkat *workability* yang sama. Serbuk kaca yang digunakan adalah limbah pembuatan akuarium berasal dari Toddopuli, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. *Mix Design* menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656-2012 dengan mutu beton yang direncanakan ( $f'c$ ) 28 Mpa. Pengujian kuat tekan diperoleh nilai tertinggi pada beton umur 28 hari pada variasi serbuk kaca 15% adalah 27,917 Mpa. Untuk nilai kuat tarik belah beton tertinggi pada Variasi *superplasticizer* 1% dan serbuk kaca 15% adalah 2,593 MPa. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat lentur beton tertinggi pada variasi *superplasticizer* 1% dan serbuk kaca 15% yaitu 2,896 Mpa dari beton normal, Dan hasil pengujian didapat nilai modulus elastisitas maksimum pada variasi *superplasticizer* 1% dan serbuk kaca 15% adalah 24479,61 Mpa setelah beton normal.

**Kata kunci : Serbuk Kaca, *Superplasticizer*, Beton, Sifat Mekanis Beton**

## Abstract

Concrete is a mixed material consisting of a combination of fine aggregate (sand), coarse aggregate (gravel), water and cement as a binder. In this era of rapid and increasingly advanced development, it is not always balanced with the handling of waste produced by home industries and large-scale industries. Waste is unused waste from a business or human activity which has a negative impact on humans if not managed properly. One of the wastes that is often found is glass waste. *Superplasticizer* is a liquid material that increases the strength of concrete by allowing a reduction in the amount of water required to maintain the same level of *workability*. The glass powder used is waste from making aquariums from Toddopuli, Kec. Panakkukang, Makassar City, South Sulawesi. *Mix Design* uses the Indonesian National Standard (SNI) 7656-2012 method with a planned concrete quality ( $f'c$ ) of 28 Mpa. Compressive strength testing obtained the highest value for 28 day old concrete with a variation of 15% glass powder, namely 27.917 Mpa. The highest split tensile strength value for concrete in the variation of 1% *superplasticizer* and 15% glass powder is 2.593

*MPa. From the test results, it was found that the highest flexural strength value of concrete in the variation of 1% superplasticizer and 15% glass powder was 2.896 Mpa compared to normal concrete. And the test results obtained that the maximum elastic modulus value in the variation of 1% superplasticizer and 15% glass powder was 24479.61 Mpa after normal concrete.*

*Keywords : Glass Powder, Superplasticizer, Concrete, Mechanical Properties of Concrete*

## PENDAHULUAN

Seiring perkembangan di Indonesia, penggunaan beton sebagai komponen struktural bangunan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari jumlah proyek konstruksi yang sedang berlangsung. Beton menjadi pilihan utama dalam konstruksi karena memiliki keunggulan seperti ketahanan terhadap api dan tekanan yang baik. Secara garis besar, beton merupakan campuran bahan yang terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan semen sebagai bahan pengikat. Ditengah era kemajuan yang pesat ini pembangunan, seringkali penanganan limbah yang dihasilkan oleh industri rumahan maupun industri skala besar tidak sejalan dengan perkembangan tersebut. Limbah merujuk pada sisi-sisa buangan dari kegiatan manusia yang tidak terpakai dan dapat berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu jenis limbah yang sering dijumpai adalah limbah kaca. Limbah kaca menjadi perhatian karena sulit terurai secara alami oleh lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan inovasi untuk mengelola limbah kaca tersebut menjadi produk yang berguna kembali. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menggunakan limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam material konstruksi. Penggunaan serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus dipilih karena memiliki potensi keuntungan, seperti tidak mengandung lumpur seperti agregat alam, serta memiliki sifat *pozzolanic* yang dapat meningkatkan kekuatan tekan pada beton.

*Superplasticizer* pada beton memiliki efek yang signifikan dalam meningkatkan kemudahan proses kerja hingga tingkat yang lebih optimal. *Superplasticizer* diklasifikasikan sebagai metode untuk menciptakan beton yang dapat mengalir tanpa mengalami segregasi. Selain itu, sebagai alternatif, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton dengan mengizinkan pengurangan jumlah air yang diperlukan untuk menjaga tingkat *workability* yang sama. *Superplasticizer* terdiri dari asam *sulfonate* yang bertugas mengurangi gaya tarik di permukaan partikel semen, sehingga memungkinkan penyebarannya, melepaskan air yang terikat pada partikel semen, menghasilkan adukan pasta semen atau beton segar dengan viskositas yang lebih rendah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan sikament LN pada kadar 0,8% memberikan kuat tekan tertinggi untuk agregat Palu dan Batu Besaung, dengan nilai 24,26 MPa dan 22,69 MPa, masing-masing. Selain itu, laju infiltrasi tertinggi dicapai dengan penambahan sikament LN 0%, dengan nilai 131,73 mm/min dan 135,56 mm/min.[1]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan substitusi tanah diatomae memiliki kekuatan tarik belah yang lebih rendah daripada beton tanpa substitusi tanah diatomae. Kekuatan tarik belah beton tanpa substitusi tanah diatomae adalah 7,41 MPa, sedangkan kekuatan tarik belah beton dengan substitusi tanah diatomae 10% adalah 5,44 MPa. Peningkatan kekuatan tarik belah beton dipengaruhi oleh jumlah serat polypropylene dan kaca yang ditambahkan; semakin banyak serat yang ditambahkan, semakin besar kekuatan tarik belah beton.[2]. Beton ringan digunakan untuk mengurangi berat sendiri beton. Ini didefinisikan sebagai beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa kuat tekan 6,93 MPa, 4,76 MPa, 2,46 MPa, dan 3,32 MPa didapatkan pada umur 28 hari.[3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam campuran beton, penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25% (BSK2) dapat meningkatkan kuat tekan 18,07% dan kuat tarik belah 34,04%. Namun, ketika *fiberglass* 0,5% dan serbuk kaca 25% (BSK3) ditambahkan, kuat tekan turun 30,61% dan kuat tarik belah turun 9,57% dibandingkan dengan beton standar (BS0). Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton memiliki kekuatan tekan dan tarik belah yang lebih besar daripada mutu yang direncanakan 20

MPa.[4]. Penambahan 20% serbuk kaca pada umur 28 hari menghasilkan kekuatan tekan 20,75 MPa. Seiring bertambahnya umur beton yang direndam, kekuatan tekan terus meningkat. Oleh karena itu, penambahan serbuk kaca pada beton dapat dianggap sebagai alternatif untuk mengatasi bahaya sulfat pada beton.[5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton air laut mengalami penurunan hasil pengujian kuat tekan pada umur sampel empat belas dan dua puluh delapan hari. Hasil beton campuran air laut menurun 3,18% pada umur sampel empat belas hari dan 1,92 persen pada umur sampel dua puluh delapan hari dibandingkan dengan beton normal. Selanjutnya, diperlukan penambahan *superplasticizer* minimal untuk membuat beton campuran air laut menyamai nilai kuat tekan beton normal pada usia empat belas hari dan 1,5% pada usia dua puluh delapan hari.[6]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang ditambahkan *superplasticizer* meningkatkan kekuatan beton dalam pengujian kekuatan tekan, sementara beton yang tidak ditambahkan *superplasticizer* menghasilkan waktu ikat semen yang lebih lama. Penambahan *superplasticizer* mengurangi penggunaan air, sehingga faktor air semakin rendah.[7]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tekan 10,37 MPa. Nilai kuat tekan untuk campuran 1 (15% *fly ash* dan 5% limbah kaca), campuran 2 (15% *fly ash* dan 5% limbah kaca), campuran 3 (25% *fly ash* dan 5% limbah kaca), dan campuran 4 (15% *fly ash* dan 5% limbah kaca) masing-masing mencapai 10,57 MPa, 11,61 MPa, 10,28 MPa, dan 9,53 MPa, masing-masing. Nilai kuat tekan maksimum terjadi pada substitusi *fly ash* 15% dan limbah kaca 15% yaitu sebesar 11,61 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 11,95% terhadap beton normal.[8]. Pada pembuatan beton, serbuk kayu yang dihasilkan dari pabrik pengelolaan kayu akan digunakan sebagai pengganti agregat halus. Beton dengan kekuatan lentur yang lebih tinggi menunjukkan kekuatan lentur yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton biasa. Sangat mudah dikerjakan, tidak mengalami pemisahan, rongga udara berkurang, dan beton mengeras dengan baik.[9]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton K-400 + SP 1% yang dirawat dengan air tawar mencapai nilai kuat tekan tertinggi dengan 423,9 kg/cm<sup>2</sup> pada benda uji yang direndam dengan air laut selama 28 hari. Beton K-400 + SP 1% yang *dicuring* dengan air laut mengalami penurunan, tetapi tetap memenuhi syarat yang direncanakan dengan nilai kuat tekannya 408,1 kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian beton yang menggunakan bahan tambahan *Superplasticizer* menunjukkan bahwa beton yang *dicuring* dengan air laut memiliki pori-pori di permukaannya. Ini adalah bukti bahwa beton yang *dicuring* dengan air laut memiliki kekuatan tekan yang lebih baik.[10]. Penambahan *superplasticizer* maka *workability* beton dapat ditingkatkan [11] [12]. Penambahan *superplasticizer* menunda inisiasi proses korosi batang baja galvanis dan menghambat evolusi hidrogen [13]. Kandungan *superplasticizer* yang rendah ideal untuk membatasi segregasi dan pendarahan [14] [15].

## METODOLOGI

### A. Lokasi Penelitian

Serbuk kaca yang digunakan berasal dari limbah pembuatan aquarium Toddopuli, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

### B. Waktu Penelitian

Penelitian ini telah diselesaikan kurang lebih 3 bulan mulai dari bulan Mei 2024 – Juli 2024. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental di laboratorium.



Gambar 2. Serbuk kaca

### C. Trial Mix

Pembuatan benda uji dan pengujian *trial mix* dilakukan saat umur beton 7 hari untuk mengetahui komposisi yang dihitung memenuhi kuat tekan yang direncanakan ( $f'c = 28$  MPa).

Tabel 1. Trial Mix

Benda Uji	Umur	Luas Penampang Silinder (mm)	Benda Maksimum (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata-rata Kuat Tekan Konversi (MPa)
1	7 hari	17678,571	330	28,730	28,7295
2			335	29,165	
3			325	28,294	

Dari hasil *trial mix* diperoleh nilai kuat tekan beton pada percobaan 7 hari mencapai mutu beton rencana. Maka langkah selanjutnya yaitu membuat benda uji sesuai jumlah yang telah direncanakan.

### D. Jumlah Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan apabila hasil yang diperoleh dari *Trial Mix* telah memenuhi mutu beton yang direncanakan pada umur perendaman 28 hari. Adapun jumlah benda uji sebanyak 72 sampel terdiri dari 36 sampel untuk pengujian kuat tekan, 12 sampel untuk kuat tarik belah, 12 sampel untuk kuat lentur dan 12 sampel untuk modulus elastisitas.



Gambar 2. Benda Uji

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat sampel beton berumur 28 hari menggunakan alat *Compression Testing Machine* untuk mengetahui kekuatan beton maksimum pada saat menerima beban tekan ( $P$ ) dalam satuan Kn.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan variasi SP 1% dan kaca 0%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata – Rata (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Rata – Rata Konversi 28 hari (MPa)
SP 1% + Kaca 0%	7	300	16,977	18,297	26,118	28,149
		320	18,108		27,859	
		350	19,806		30,471	
	21	470	26,597	26,974	27,996	28,393
		490	26,031		27,401	
		530	28,294		29,783	
		520	29,426		29,426	
	28	470	26,597	28,106	26,597	28,106
		500	28,294		28,294	

Dengan variasi SP 1% dan kaca 0% diperoleh rata-rata konversi kuat tekan beton pada umur 7 hari yaitu 28,149 MPa, untuk umur 21 hari meningkat menjadi 28,393 MPa dan umur 28 hari sebanyak 28,106 MPa.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan variasi SP 1% dan kaca 15%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata – Rata (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Rata – Rata Konversi 28 hari (MPa)
SP 1% + Kaca 15%	7	300	16,977	17,920	26,118	27,569
		290	16,411		25,247	
		360	20,372		31,341	
	21	430	24,333	24,889	25,614	27,063
		450	25,465		26,805	
		440	24,899		26,209	
		470	26,597		26,597	
	28	550	31,124	27,917	31,124	27,917
		460	26,031		26,031	

Dengan variasi SP 1% dan kaca 15% diperoleh rata-rata konversi kuat tekan beton pada umur 7 hari yaitu 27,569 MPa, untuk umur 21 hari menurun menjadi 27,063 MPa dan umur 28 hari sebanyak 27,917 MPa.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan variasi SP 1% dan kaca 17,5%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata – Rata (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Rata – Rata Konversi 28 hari (MPa)
	7	250	14,147	16,977	21,765	26,118

SP 1% + Kaca 17,5%	21	300	16,977	25,088	26,118	26,408
		350	19,806		30,471	
		430	24,333		25,614	
	28	400	22,635	26,974	23,827	26,974
		500	28,294		29,783	
		450	25,465		25,465	
		480	27,162		27,162	
		500	28,294		28,294	

Dengan variasi SP 1% dan kaca 17,5% diperoleh rata-rata konversi kuat tekan beton pada umur 7 hari yaitu 26,118 MPa, untuk umur 21 hari meningkat menjadi 26,408 MPa dan umur 28 hari sebanyak 26,974 MPa.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan variasi SP 1% dan kaca 20%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata – Rata (MPa)	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	Rata – Rata Konversi 28 hari (MPa)
SP 1% + Kaca 20%	7	300	16,977	16,599	26,118	25,237
		310	17,542		26,988	
		270	15,279		23,506	
	21	400	22,635	24,144	23,827	25,629
		430	24,333		25,614	
		450	25,465		26,805	
	28	400	22,635	25,842	22,635	25,842
		470	26,597		26,597	
		500	28,294		28,294	

Dengan variasi SP 1% dan kaca 20% diperoleh rata-rata konversi kuat tekan beton pada umur 7 hari yaitu 25,237 MPa, untuk umur 21 hari meningkat menjadi 25,629 MPa dan umur 28 hari sebanyak 25,842 MPa

## B. Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian ini dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari menggunakan alat mesin penekan untuk mengetahui gaya tarik belah beton maksimum pada saat menerima beban ( $P$ ) dalam satuan kN.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tarik belah beton (ft)

Variasi	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-Rata (MPa)
SP 1% + kaca 0%		215	3,040	2,805
		190	2,687	
		190	2,687	
SP 1% + kaca 15%	28	190	2,687	2,593
		180	2,545	
		180	2,545	
SP 1% + kaca 17,5%		170	2,404	2,380
		165	2,333	
		170	2,404	
SP 1% + kaca 20%		155	2,192	2,263
		165	2,333	
		160	2,263	

## C. Kuat Lentur Beton

Pengujian ini dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari, benda uji berbentuk balok dengan ukuran 520 mm × 150 mm × 150 mm, dengan menggunakan alat uji lentur yang memiliki dua titik pembebanan.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat lentur

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimum (N)	Kuat Lentur (MPa)	Rata – Rata (MPa)
SP 1% + Kaca 0%	28	24516.750	3.777	3,223
		19613.400	3.022	
		18632.730	2.871	
SP 1% + Kaca 15%	28	19613.400	3.022	2.896
		18632.730	2.871	
		18142.395	2.795	
SP 1% + Kaca 17,5%	28	18142.395	2.795	2,795
		18632.730	2.871	
		17652.060	2.720	
SP 1% + Kaca 20%	28	17652.060	2.720	2,695
		16671.390	2.569	
		18142.395	2.795	

#### D. Modulus Elastisitas

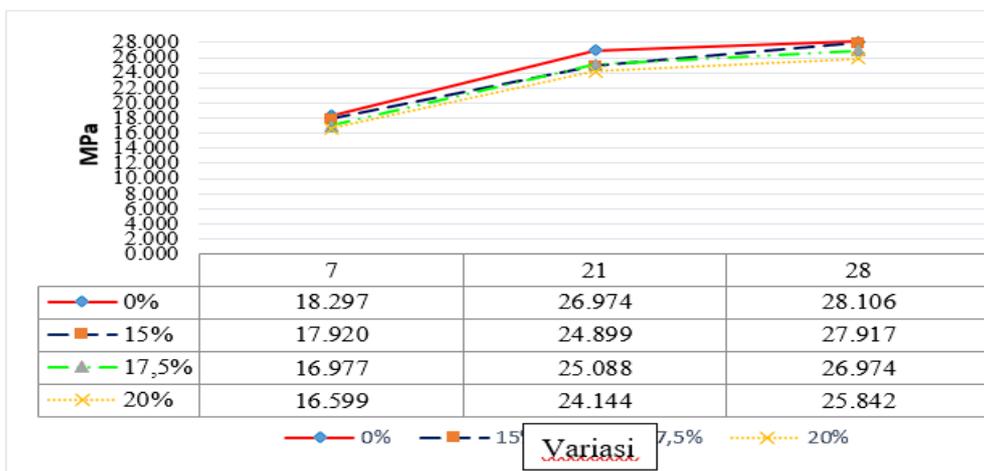
Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat tekan *compression testing machine* untuk mengetahui perbandingan antara tegangan dan regangan pada beton dimana pembacaan *dial gauge* vertikal dilakukan setiap kenaikan 50 kN. Hasil modulus elastisitas beton *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 0% pada sampel 1 di dapatkan hasil 24947,72934 MPa, pada sampel 2 didapatkan hasil 25846,94914 MPa, dan sampel 3 di dapatkan hasil 23916,26129 MPa. Nilai rata-rata yang didapat pada *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 0% adalah 24903,647 MPa. hasil modulus elastisitas beton *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 15% pada sampel 1 di dapatkan hasil 24252,96722 MPa, pada sampel 2 didapatkan hasil 25201,5259 MPa, dan sampel 3 di dapatkan hasil 23984,3423 MPa. Nilai rata-rata yang didapat pada *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 15% adalah 24479,61 MPa. hasil modulus elastisitas beton *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 17,5% pada sampel 1 didapatkan hasil 22205,341 MPa, pada sampel 2 didapatkan hasil 23916,6783 MPa, dan sampel 3 didapatkan hasil 25846,9491MPa. Nilai rata-rata yang didapat pada *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 15% adalah 24479,61 MPa. hasil modulus elastisitas beton *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 20% pada sampel 1 didapatkan hasil 22864,6089MPa, pada sampel 2 didapatkan hasil 23916,2613MPa, dan sampel 3 didapatkan hasil 24000,7385 MPa. Nilai rata-rata yang didapat pada *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 20% adalah 23593,870 Mpa.

## PEMBAHASAN

#### A. Kuat Tekan Beton

Pada gambar grafik di bawah, pada umur 7 hari nilai kuat tekan dengan variasi serbuk kaca 0%, 15%, 17,5% dan 20% dengan penambahan *superplasticizer* 1% mendapatkan nilai sebesar 18,297 MPa, 17,920 MPa, 16,977 MPa dan 16,599 MPa, pada variasi serbuk kaca 0%, 15%, 17,5% dan 20% dengan penambahan *superplasticizer* 1% pada umur 21 hari didapatkan kuat tekan sebesar 26,974 MPa, 24,899 MPa, 25,088 MPa dan 24,144 MPa, untuk umur 28 hari variasi serbuk kaca 0%, 15%, 17,5% dan 20% dengan penambahan

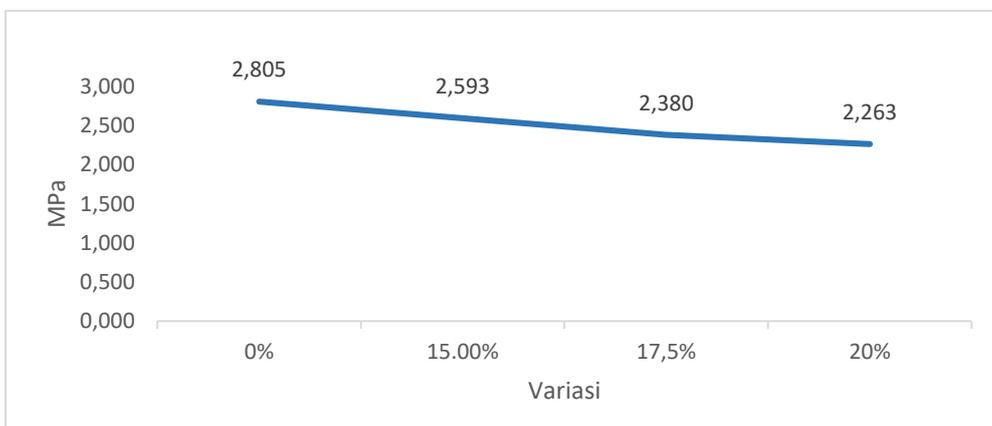
*superplasticizer* 1% mengalami peningkatan sebesar 28,106 MPa, 27,917 MPa, 26,974MPa, dan 25,842MPa.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari (MPa)

### B. Kuat Tarik Belah

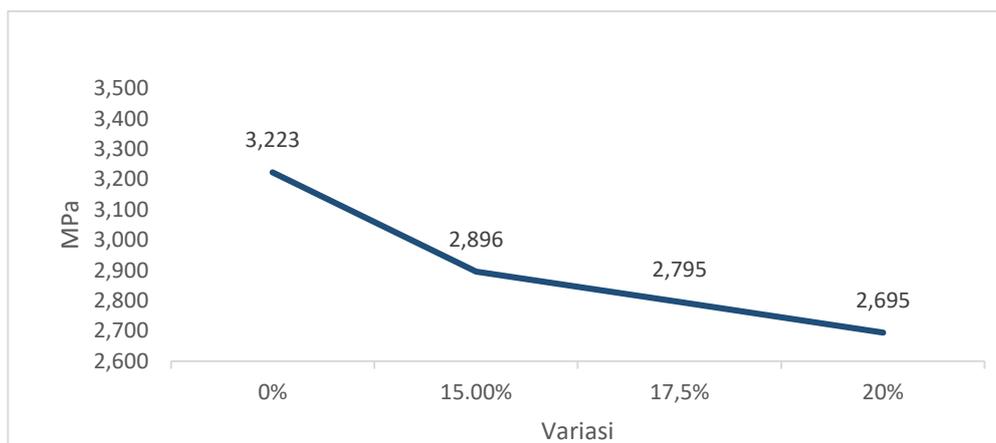
Dari nilai kuat tarik belah beton yang didapatkan dari hasil pengujian umur 28 hari pada *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 0% sebanyak 2,805 MPa. Untuk *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 15% menurun menjadi 2,593 MPa. Untuk *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 17,5% juga mengalami penurunan menjadi 2,380 MPa dan *superplasticizer* 1% dengan variasi serbuk kaca 20% diperoleh 2,263 MPa.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton (MPa)

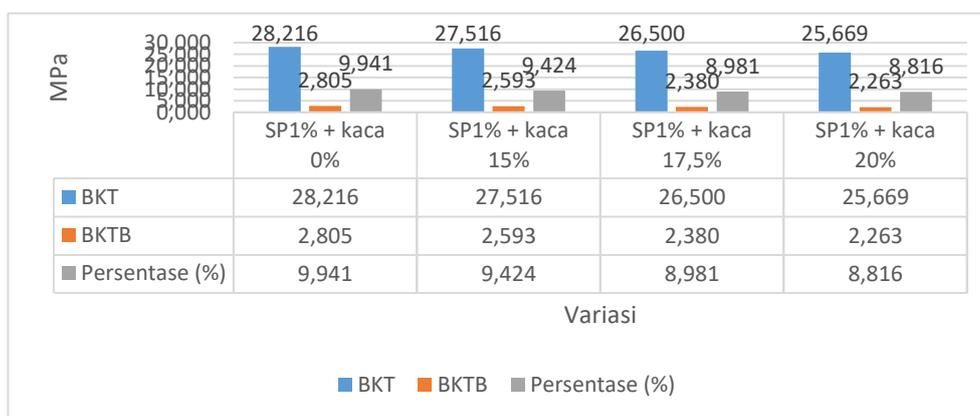
### C. Kuat Lentur

Dari grafik di bawah, menunjukkan nilai kuat lentur ketika pemakaian *superplasticizer* 1% + serbuk kaca 0% ialah 3,223 Mpa lalu menurun pada serbuk kaca 15% sebanyak 2,896 Mpa. Untuk serbuk kaca 17,5% menciptakan nilai 2,795 Mpa dan menurun di variasi terakhir yaitu 2,695 Mpa.



Gambar 5. Grafik Kuat Lentur

**D. Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah Beton**



Gambar 6. Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah Beton

Nilai hubungan antara kuat tekan konversi 28 hari dengan kuat tarik belah (*ft*) pada *superplasticizer* 1% dan serbuk kaca dengan variasi 0%, 15%, 17,5%, dan 20% didapatkan nilai persentase secara berturut-turut sebesar 9,941%, 9,424%, 8,981%, dan 8,816%.

**E. Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton**

Tabel 8. Hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur

Variasi	Kuat Tekan Konversi 28 hari (MPa)	<i>fr</i> (MPa)	Persentase Hubungan%
<i>Superplasticizer</i> 1% + Kaca 0%	28,216	3,223	11,423
<i>Superplasticizer</i> 1% + Kaca 15%	27,516	2,896	10,525
<i>Superplasticizer</i> 1% + Kaca 17,5%	26,500	2,795	10,547
<i>Superplasticizer</i> 1% + Kaca 20%	25,669	2,695	10,499

Berdasarkan tabel diatas bahwa hubungan antara kuat tekan konversi 28 hari dengan kuat lentur mengalami penurunan. Dari hasil pengujian kuat tekan konversi 28 hari beton pada variasi serbuk kaca 0%, 12,5%, 15%

dan 17,5% di dapatkan nilai 28,216 MPa, 27,516 MPa, 26,500 MPa dan 25,669 MPa, dan hasil pengujian kuat lentur beton (*fr*) pada variasi serbuk kaca 0%, 12,5%, 15% dan 17,5% di dapatkan nilai, 3,223 MPa, 2,896 MPa, 2,795 Mpa, dan 2,695 MPa.

#### F. Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Modulus Elastisitas

Dari hasil pengujian kuat tekan aktual beton pada umur 28 hari dengan mutu rencana 28 MPa di dapatkan nilai rata-rata sebesar 31.341 MPa pada variasi *superplasticizer* 1%+ serbuk kaca 15% dan hasil pengujian modulus elastisitas beton (*E*) dengan mutu rencana 28 MPa didapatkan nilai rata-rata 24479,61 Mpa.

#### KESIMPULAN

Pada pengujian serbuk kaca sebagai substitusi agregat halus dengan variasi 0%, 15%, 17,5% dan 20% dan penambahan *superplasticizer* 1% terhadap nilai kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas didapat nilai maksimal pada serbuk kaca dengan variasi 15% dan penambahan *superplasticizer* 1% dan mengalami penurunan kekuatan diatas 15% dimana semakin tinggi persentasi serbuk kaca maka kekuatan beton semakin menurun. Hubungan antara kuat tekan dengan kuat tarik belah dengan serbuk kaca dengan variasi 0%, 15%, 17,5% dan 20% dan penambahan *superplasticizer* 1% didapatkan presentase secara berturut-turut sebesar 9,941%, 9,424%, 8,981%, dan 8,816%, hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur dengan serbuk kaca dengan variasi 0%, 15%, 17,5% dan 20% dan penambahan *superplasticizer* 1% didapatkan presentase secara berturut-turut sebesar 11,423%, 10,525%, 10,547%, dan 10,499% dan hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur dengan serbuk kaca dengan variasi 0%, 15%, 17,5% dan 20% dan penambahan *superplasticizer* 1% hasil pengujian modulus elastisitas beton (*E*) dengan mutu rencana 28 MPa, yaitu kurang dari nilai modulus elastisitas teoritis.

#### REFERENSI

- [1] M. J. Alkas, B. Haryanto, and M. A. Putra, "Analisis Pengaruh Jenis Agregat Dan Penambahan ' Sikament Ln ' Terhadap Kuat Tekan Dan Laju Infiltrasi Beton Porous," *Jur. Chem.*, vol. 8, no. 1, p. 7, Jun. 2024, doi: 10.30872/cmng.v8i1.14673.
- [2] I. Khaira, M. Muttaqin, and M. Mahlil, "Kuat Tarik Belah Beton Mutu Tinggi Menggunakan Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Dengan Penambahan Serat Polypropylene Dan Serat Kaca," *j.civ.eng.student*, vol. 5, no. 3, pp. 309–315, Oct. 2023, doi: 10.24815/journalces.v5i3.19349.
- [3] R. Damayanti, "Pengaruh Campuran Styrofoam Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Tambahan *Superplasticizer*," *DTS*, vol. 15, no. 2, pp. 71–76, Nov. 2022, doi: 10.23917/dts.v15i2.18736.
- [4] R. Mareno, "Pengaruh Penambahan Fiberglass Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Serat," *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, Sep. 2022, doi: 10.51179/rkt.v6i2.1377.
- [5] I. Padang, "Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Pada Beton yang Direndam dengan Larutan Asam Sulfat Terhadap Kuat Tekan," *dynamicsaint*, vol. 7, no. 2, pp. 1–7, Mar. 2023, doi: 10.47178/dynamicsaint.v7i2.1894.
- [6] H. Arifin, M. N. Fajar, D. S. Purwanto, A. Maysyurah, and M. Aris, "Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Campuran Air Laut," *publ. ris. n.a. politek. n.a. prot.*, vol. 6, no. 1, pp. 89–93, Jun. 2024, doi: 10.26740/proteksi.v6n1.p89-93.
- [7] M. R. Firdaus, S. Nisumanti, and K. Al Qubro, "Pengaruh Pengerasan Beton Menggunakan *Superplasticizer* Terhadap Kuat beton Busa," *J. Tekno Glob.*, vol. 11, no. 2, pp. 56–61, Dec. 2022, doi: 10.36982/jtg.v11i2.3049.
- [8] M. F. Muharram and E. Walujodjati, "Pengaruh Penggunaan *FLY ASH* sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal Konstruksi*, vol. 19, no. 2, pp. 310–317, Apr. 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-2.917.
- [9] M. Risal, J. Jasman, and H. Hamka, "Pengaruh Substitusi Agregat Halus Dengan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton," *karajata*, vol. 2, no. 2, pp. 31–37, Dec. 2022, doi: 10.31850/karajata.v2i2.1859.

- [10] R. D. Adh, H. R. Destania, and G. Amalia, "Perbandingan Pengaruh Penggunaan Air Tawar Dan Air Laut Pada Proses Curing Terhadap Kuat Tekan Beton," *Teknika*, vol. 9, no. 2, p. 82, Jan. 2023, doi: 10.35449/teknika.v9i2.224.
- [11] A. Shelar, et.al, "Experimental Study of Superplasticizer on Fresh and Hardened Properties on Concrete Using Crushed Sand," *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 9, no. 8, 2018.
- [12] E. Teymouri, et.al, "Effects of Polycarboxylate-Lignosulfonate Superplasticizer on the Engineering Properties and Cementitious Paste Thickness of Pervious Concrete," *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [12] E. Teymouri, et.al, "Effects of Polycarboxylate-Lignosulfonate Superplasticizer on the Engineering Properties and Cementitious Paste Thickness of Pervious Concrete," *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [13] H. Zheng, et.al, "Influence of a Superplasticizer on Initial Corrosion of Galvanized Steel Bars in Concrete Pore Solution," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 33, no. 6, 2021.
- [14] S. J. C. Clemente, et.al, "Optimization on Self Compacting Concrete Using Response Surface Methodology," *ASEAN Engineering Journal*, vol. 13, no. 2, 2023.
- [15] J. J. Siwinski, et.al, "Effect of the mix composition with superplasticizer admixture on mechanical properties of high-strength concrete based on reactive powders," *Archives of Civil Engineering*, vol. 68, no. 4, 2022.