SIGMA JURNAL TEKNIK SIPIL
SIGMA: Jurnal Teknik Sipil
Prodi Teknik Sipil FATEK UMMAT | e-ISSN 2xxx-xxx
Vol. X No. X Bulan Tahun, Hal. xx-xx

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SEBAGAI SUBTITUSI AGREGAT KASAR DENGAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN

*Muhammad Ilham Tahir[1], Jasman[2], Misbahuddin[3]

[1]*Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare,* muhammadilhamtahir14@gmail.com
[2]*Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare,,* jasmanyusuf70@gmail.com
[3]*Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare,,* umpar.misbah@gmail.com

Diterima: ..-..-.. | Disetujui:..-..-..

ABSTRAK

Kota Parepare terletak di pesisir dengan pusat perikanan dan potensi maritim yang signifikan. Pengolahan dan konsumsi kerang di kota ini menghasilkan banyak limbah cangkang kerang, yang sering tidak dimanfaatkan dan menumpuk menjadi masalah lingkungan. Untuk meningkatkan sifat beton, beberapa jenis aditif yang memiliki fungsi tertentu ditambahkan ke campuran beton, yaitu meningkatkan kemampuan kerja, daya tahan, dan waktu pengerasan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dan komposisi agregat kasar cangkang dengan bahan tambah superplasticizer yang dihasilkan optimal. Menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi agregat kasar dengan 5% limbah cangkang kerang dan 0,5% superplasticizer meningkatkan kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari. Substitusi 10% masih memenuhi persyaratan kuat tekan pada 28 hari, meski sedikit lebih rendah dari beton normal. Substitusi cangkang kerang hingga 5% meningkatkan kuat tekan beton, dan kadar 10% adalah optimal, mencapai nilai maksimum tanpa penurunan signifikan. Disarankan penggunaan cangkang kerang sebagai substitusi agregat kasar tidak melebihi 10% untuk hasil optimal dan memenuhi kuat tekan rencana 25 MPa.

Kata kunci: cangkang kerang, superplasticizer, kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena kemudahan dalam memperoleh dan mengolah bahan-bahannya. Beton dibuat dengan mencampurkan semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, serta bisa ditambahkan bahan campuran lainnya. Salah satu bahan tambahan yang digunakan adalah *plasticizer*, yang berfungsi untuk meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Dengan *plasticizer*, kadar air beton dapat dikurangi tanpa mengorbankan kemudahan pengerjaannya, sehingga bahan ini termasuk dalam kategori bahan tambahan untuk mengurangi air (Fajar et al., 2024).

Bahan tambahan *superplasticizer* ini bermanfaat bila ditambahkan pada beton segar yangi ngin dirubah sifatnya karena alasan tertentu, tetapi tidak dapat dimodifikasi dengan merubah proporsi dari komposisi campuran beton normalnya untuk membuat campuran yang kaku menjadi lebih plastis, dimana dibutuhkan kekuatan yang tinggi dalam hubungannya dengan workabilitas yang baik. Penambahan *Superplasticizer* pada campuran beton segar menghasilkan peningkatan nilai slump dan kekuatan tekan beton yang signifikan. Pengurangan air dalam campuran beton berkisar antara 16,1% hingga 32,8%, sementara peningkatan kuat tekan berkisar antara 14,16% hingga 53,68%, tergantung pada target kuat tekan (fc'). Hasil ini menunjukkan bahwa *Superplasticizer* tidak hanya meningkatkan *workability* beton tetapi juga secara efektif meningkatkan kekuatan tekan(Umiati et al., 2020).

Kerang adalah hewan air yang termasuk hewan bertubuh lunak (moluska). Semua kerang-kerangan memiliki sepasang cangkang (disebut juga cangkok atau katup) yang biasanya simetri cermin yang terhubung dengan suatu ligamen (jaringan ikat). Pada kebanyakan kerang terdapat dua otot aduktor yang mengatur buka-tutupnya cangkang. Pada pengujian ini meggunakan jenis kerang Anadara Granosa (Kerang Darah). Menurut

(Tamimah et al., 2022) Penggunaan cangkang kerang sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton menunjukkan bahwa cangkang kerang yang diteliti telah memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton. Penggunaan cangkang kerang lokan meningkatkan nilai slump seiring dengan bertambahnya variasi cangkang kerang dalam campuran beton. Selain itu, uji kuat tekan pada variasi 10% tidak menunjukkan penurunan nilai, yang mengindikasikan bahwa penambahan cangkang kerang pada proporsi tersebut masih dapat mempertahankan kekuatan beton (Alma Esa et al., 2021).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton terhadap agregat meliputi perbandingan agregat dan semen, kekuatan agregat, bentuk dan ukuran, tekstur permukaan, gradasi, reaksi kimia, dan ketahanan terhadap panas. Sifat beton yang mempengaruhi kekuatan beton adalah kemudahan pengerjaan, segregation, dan *bleeding* (Jonizar et al., 2022). Agregat kasar mempengaruhi klasifikasi beton berdasarkan beratnya. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan tinggi, penggunaan air haruslah kecil, tetapi ini dapat menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Dengan perkembangan teknologi, bahan tambah untuk beton telah ditemukan. Oleh karena itu, perlu mencari alternatif lain sebagai bahan dasar beton, seperti menggunakan limbah tumbukan kerang sebagai pengganti pasir, yang dapat mengurangi masalah lingkungan dan memberikan nilai ekonomis terhadap konstruksi (Tilik et al., 2021).

Pada umumnya limbah cangkang kerang tidak digunakan kembali dan hanya dibuang, oleh karena itu perlu dikaji manfaat limbah cangkang kerang apabila dicampurkan ke dalam campuran beton normal. Kajian yang dilakukan yaitu mengkaji kuat tekan beton. Dengan latar belakang di atas maka permasalahan dari penelitian ini akan menganalisis pengaruh penambahan cangkang kerang dalam campuran beton dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan bahan tambah superplasticizer 0,5% terhadap kuat tekan beton. Sampel yang digunakan sebagai bahan cangkang kerang untuk penelitian ini berasal dari Kec. Soreang Kel.Watang Soreang Kota Parepare Sulawesi Selatan.

2. LANDASAN TEORI

Beton adalah suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yaitu semen, pasir, kerikil dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan. Kumpulan material tersebut terdiri dari agregat halus dan kasar. Semen dan air yang berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu massa padat (Mulyono, 2006).

Pada umumnya beton terdiri dari ± 15 % semen, ± 8 % air, ± 3 % udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifatsifat beton (Geost, 2016).

Limbah cangkang kerang mengandung CaCO3 sebesar 95,69% sehingga cangkang kerang dapat digunakan sebagai substisusi parsial semen (Rahmawati et al., 2021). Selain itu, di Parepare menghasilkan limbah cangkang kerang yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan Cangkang Kerang dari sekian banyak potensi kerang yang dihasilkan di Indonesia, kebanyakan masyarakat hanya memanfaatkan daging kerang saja sedangkan cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal (Irwanto & Santi, 2021).

Superplasticizer adalah bahan tambah kimia yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digunakan dalam jumlah yangr elatif sedikit karena sangat mudah mengakibatkan terjadinya *bleeding* (Umiati et al., 2020). *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air, akibat pengurangan kadar air akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *superplasticizer* sangat diperlukan untuk mempertahankan nilai slump yang tinggi (Irwanto & Santi, 2021).

Salah satu keunggulan dari beton adalah kekuatan tekan. Kemampuan dari beton yang ditujukan untuk menerima gaya secara vertikal atau tekan persatuan luas disebut dengan kuat tekan beton. Kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan 1 (Mulyono, 2006).

$$f'c = P/A \quad (1)$$

Keterangan:
$f'c$ = kuat tekan beton pada umur hari yang didapat dari benda uji (Mpa), P = beban maksimum (N), A = luas penampang benda uji (mm^2).

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilandari hasilnya disertai gambar, tabel atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium.

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 3 (tiga) variasi campuran untuk mengetahui bagaimana kuat tekan beton dan tarik belah beton.

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare. Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dimulai pada tanggal 14 Agustus 2023 sampai dengan 14 Oktober 2024.

Alat dan bahan penelitian

Adapun Alat yang digunakan yaitu saringan, oven, gelas ukur, timbangan, cetakan beton, *universal testing, concrete mixer, splitting tensile test machine, slump test*. Bahan – bahan yang digunakan yaitu agregat kasar berupa kerikil, agregat halus berupa pasir sungai, semen Portland, air, *superplasticizer* dan limbah cangkang kerang yang dikumpulkan dari pinggir laut di Watang Soreang, Kota Parepare, Sulawesi Selatan (Samping Anjungan Cempae).



Gambar 1. Lokasi pengambilan limbah cangkang kerang

Teknik pengumpulan data

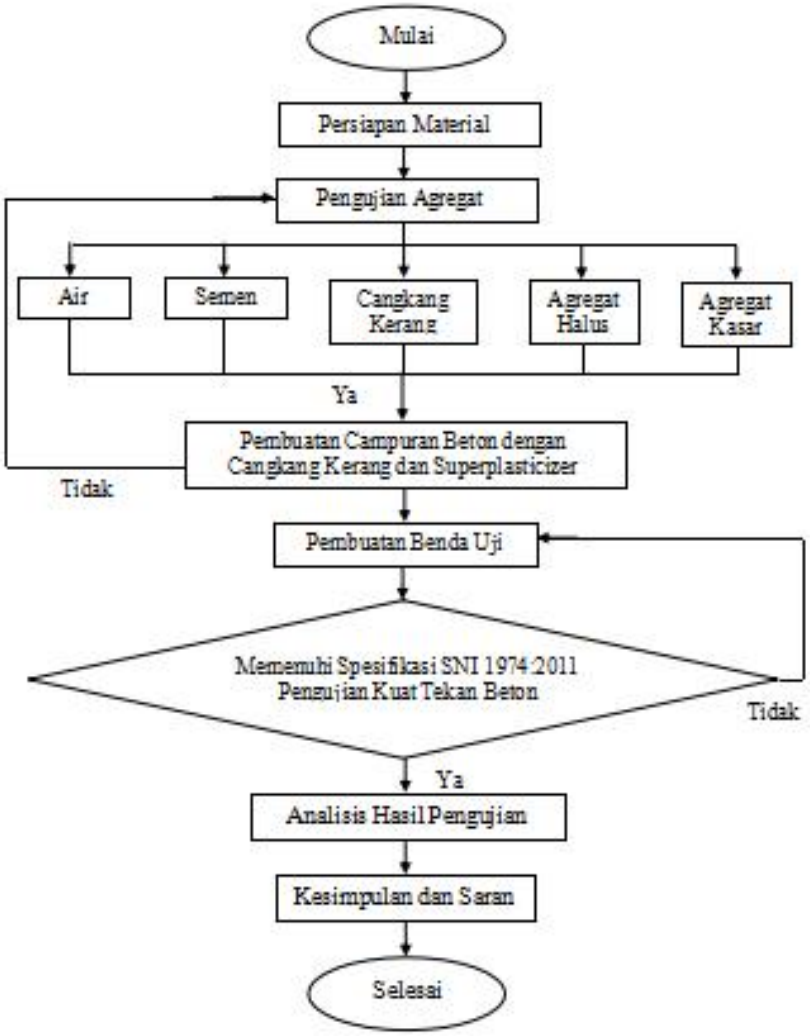
Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboraturium. Teknik pengumpulan data terdiri atas 2 (dua) yaitu sebagai berikut:

Data primeryang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari substitusi pasir pantai pengganti agregat halus. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu karakteristik bahan dan karakteristik beton.

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

Tahapan penelitian

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut: menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine* dan pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan mesin uji tarik lentur Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan mesin uji tarik kemudian benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan dan tarik belah yang ditunjukkan dengan manometer. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Membuat hasil uji kuat tarik belah beton. Membuat grafik hubungan nilai slump dan kuat tekan beton.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan karakteristik material

Tabel 1. Rekapitulasi pengujian agregat halus pasir sungai

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2,60%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2,25%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,60	Memenuhi

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,63%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,63	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,52	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,57	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,08	Memenuhi

Pada Tabel 1, pengujian agregat pasir sungai menunjukkan bahwa material tersebut dapat digunakan untuk campuran beton. Kadar lumpur agregat 2,60% dan kadar organik rendah, sehingga tidak perlu dicuci terlebih dahulu. Kadar air agregat 2,25%, berat volume agregat 1,41-1,60 kg/liter, dan penyerapan air 1,63%, semua hasil sesuai dengan spesifikasi. Berat jenis agregat 2,63, 2,52, dan 2,57 kg/liter, serta modulus kepasir sungaian 3,08, semua hasil sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat pasir sungai dapat digunakan untuk campuran beton tanpa perlu proses pencucian atau pengolahan tambahan.

Tabel 2. Rekapitulasi pengujian agregat kasar kerikil

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,91%	Memenuhi
2	Keausan/Abrasi	Maks 50%	21,5%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1,39%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,62	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,78	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1,06%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,85	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,76	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,79	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7,11	Memenuhi

Pada Tabel 2, pengujian agregat kasar menunjukkan bahwa material tersebut dapat digunakan untuk campuran beton. Kadar lumpur 0,91% dan keausan 21,5% sesuai dengan spesifikasi, sehingga agregat kasar dapat digunakan tanpa perlu proses pencucian. Kadar air 1,39%, berat volume 1,62-1,78 kg/liter, dan penyerapan air 1,06% semua sesuai dengan spesifikasi. Berat jenis 2,85, 2,76, dan 2,79 kg/liter, serta modulus kehalusan 7,11, semua sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat kasar dapat digunakan untuk campuran beton tanpa perlu proses pencucian atau pengolahan tambahan.

Tabel 3. Rekapitulasi pengujian limbah cangkang kerang

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,45%	Memenuhi
2	Keausan/Abrasi	Maks 50%	35,5%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,72%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,29	Tidak
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,35	Tidak
5	Absorpsi	Maks 4 %	0,91%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,67	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,61	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,63	Memenuhi

Pada Tabel 3, pengujian limbah cangkang kerang menunjukkan bahwa material tersebut dapat digunakan untuk campuran beton. Kadar lumpur 0,45% dan keausan 35,5% sesuai dengan spesifikasi, sehingga limbah cangkang kerang dapat digunakan tanpa perlu proses pencucian. Kadar air 0,72%, berat volume 1,29-1,35 kg/liter, dan penyerapan air 0,91% semua sesuai dengan spesifikasi. Berat jenis 2,67, 2,61, dan 2,63 kg/liter, semua sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa limbah cangkang kerang dapat digunakan sebagai bahan campuran beton yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi limbah.

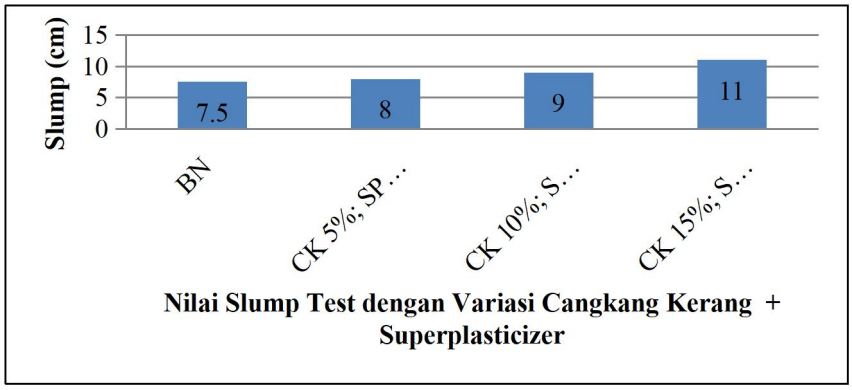
Perencanaan campuran beton (Mix Design)

Tabel 4. *Mix design* kebutuhan bahan untuk 9 silinder

No	Variasi Campuran (%)	Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)	Limbah Cangkang Kerang (Kg)
1	Normal	23,11	58,94	35,76	11,14	0
2	5	23,11	56,71	35,76	11,14	2,23
3	10	23,11	53,05	35,76	11,14	5,894
4	15	23,11	50,10	35,76	11,14	8,841

Nilai slump

Pada penelitian ini, pemeriksaan nilai slump yang dilakukan diperoleh hasil seperti gambar dibawah ini. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin tinggi jumlah variasi limbah cangkang kerang dicampurkan ke dalam adukan beton, maka nilai *workability* akan semakin menurun.

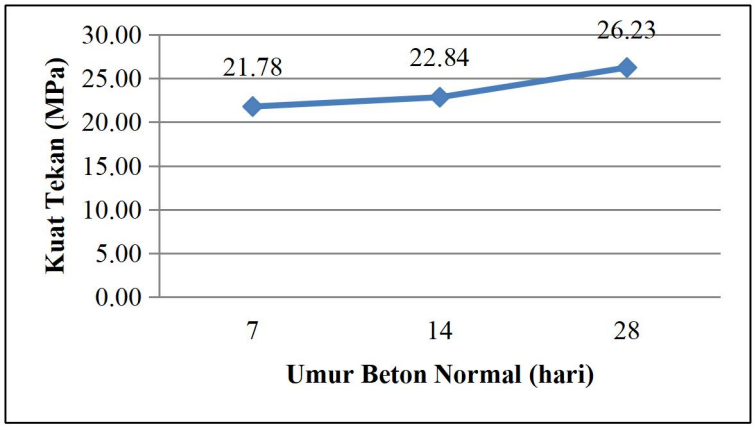


Gambar 3. Hubungan antara variasi campuran dengan nilai slump

Dari pengujian slump diatas, tampak bahwa nilai slup semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah limbah cangkang kerang dalam campuran. Hal ini dikarenakan oleh karakteristik fisik dan tekstural cangkang kerang yang meningkatkan *workability* dan *fluiditas* campuran beton. Serta adanya efek dari *superplasticizer* digunakan dalam campuran, bahan ini dapat meningkatkan kelecakan beton secara signifikan, mengurangi viskositas campuran, dan meningkatkan nilai slump.

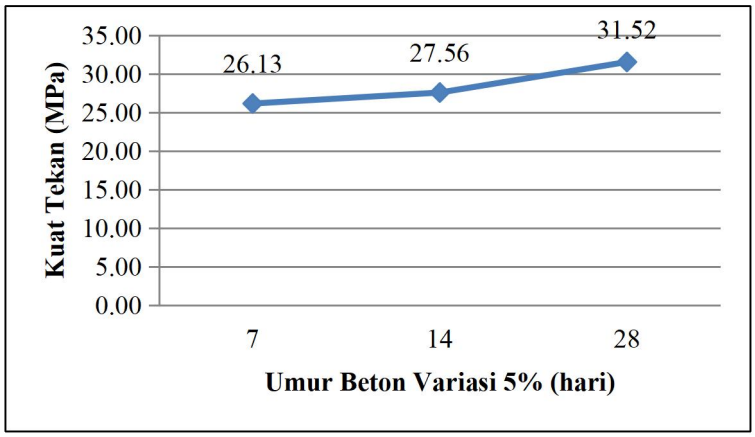
Kuat tekan beton

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran limbah cangkang kerang adalah sebagai berikut :



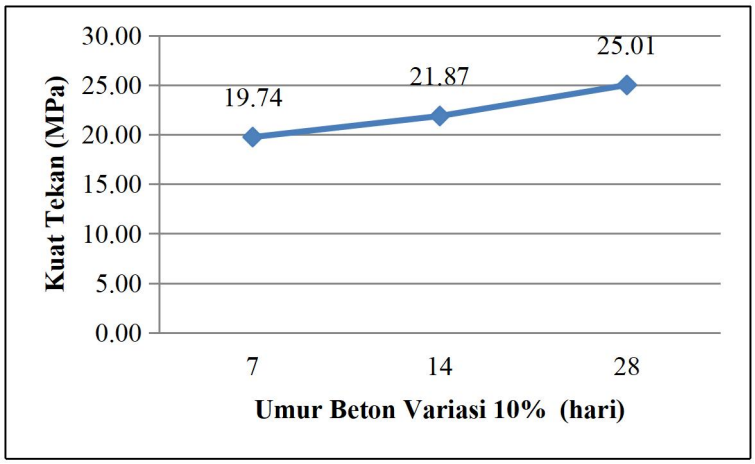
Gambar 4. Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal dengan 0% limbah cangkang kerang dan 0% superplasticizer mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,06 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 3,39 MPa.



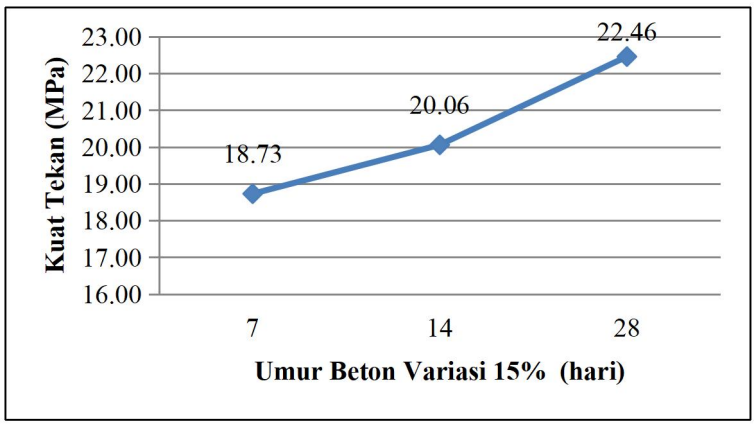
Gambar 5. Grafik pengujian kuat tekan variasi 5%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 5% limbah cangkang kerang dan 0,5% superplasticizer mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,43MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 3,96 MPa.



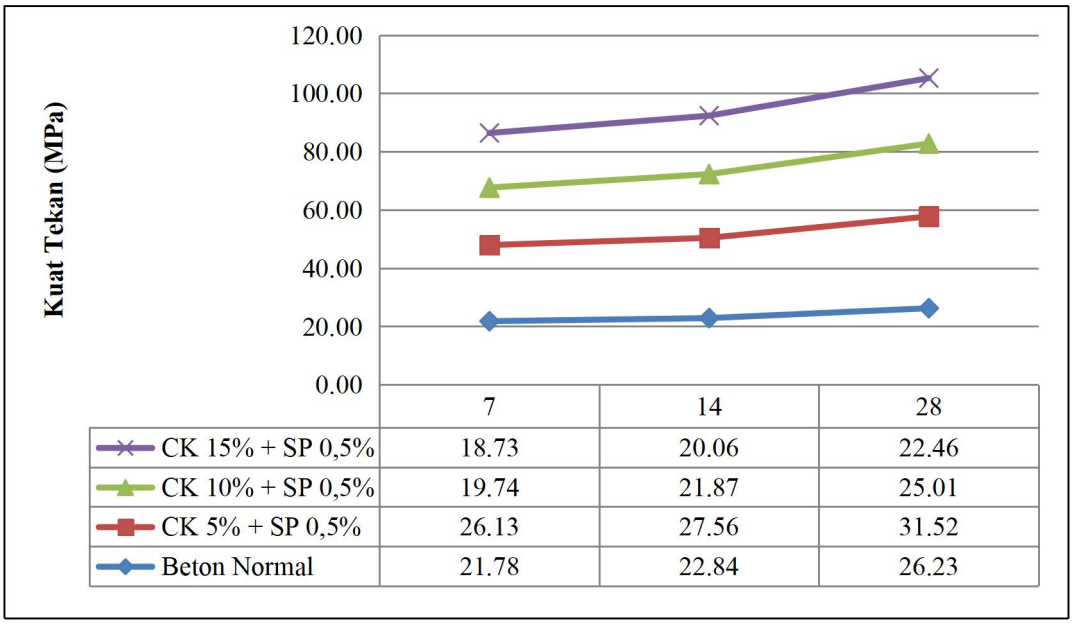
Gambar 6. Grafik pengujian kuat tekan variasi 10%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 10% limbah cangkang kerang dan 0,5% superplasticizer mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,13 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 3,13 MPa.



Gambar 7. Grafik pengujian kuat tekan variasi 15%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 15% limbah cangkang kerang dan 0,5% superplasticizer mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,33 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 2,40 Mpa.



	7	14	28
CK 15% + SP 0,5%	18.73	20.06	22.46
CK 10% + SP 0,5%	19.74	21.87	25.01
CK 5% + SP 0,5%	26.13	27.56	31.52
Beton Normal	21.78	22.84	26.23

Gambar 8. Grafik gabungan kuat tekan variasi cangkang kerang

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 28 hari mengalami peningkatan dan penurunan kuat tekan dari beton normal ke beton variasi cangkang kerang dan penambahan *superplasticizer*. Kuat tekan beton normal ke variasi cangkang kerang 5%; *superplasticizer* 0,5% mengalami peningkatan sebesar 5,29 MPa, sedangkan dari variasi cangkang kerang 5%; *superplasticizer* 0,5% ke cangkang kerang 10%; *superplasticizer* 0,5% mengalami penurunan sebesar 6,51 MPa dan dari variasi cangkang kerang 10%; *superplasticizer* 0,5% ke cangkang kerang 15%; *superplasticizer* 0,5% mengalami penurunan sebesar 2,55 MPa.

5. KESIMPULAN

Kuat tekan beton meningkat dan menurun dengan penambahan limbah cangkang kerang. Pada beton normal, kuat tekan rata-rata 21,78 MPa (7 hari), 22,84 MPa (14 hari), dan 26,23 MPa (28 hari). Dengan 5% limbah cangkang kerang dan 0,5% superplasticizer, kuat tekan rata-rata 26,13 MPa (7 hari), 27,56 MPa (14 hari), dan 31,52 MPa (28 hari). Namun, dengan 10% dan 15% limbah cangkang kerang, kuat tekan menurun menjadi 19,74 MPa dan 18,73 MPa (7 hari), 21,87 MPa dan 20,06 MPa (14 hari), dan 25,01 MPa dan 22,46 MPa (28 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah cangkang kerang dapat meningkatkan atau menurunkan kuat tekan beton tergantung pada persentase limbah yang digunakan. Substitusi cangkang kerang hingga 5% meningkatkan kuat tekan beton, dan kadar 10% adalah optimal, mencapai nilai maksimum tanpa penurunan signifikan. Disarankan penggunaan cangkang kerang sebagai substitusi agregat kasar tidak melebihi 10% untuk hasil optimal dan memenuhi kuat tekan rencana 25 MPa.

6. SARAN

Pemakaian cangkang kerang disarankan pada persentase 15% sebagai pengganti agregat kasar. Penggunaan diatas 15% tidak disarankan karena dapat menyebabkan penurunan kuat tekan serta penelitian selanjutnya perlu dilakukan pada konsentrasi kimia terhadap cangkang kerang untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Alma Esa, D., Agus Setiawan, A., & Wulandari Subagyo, G. (2021). Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Subtitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Rancang Bangun*, *07*, 55–61.

Fajar, M. N., Purwantoro, D. S., Arifin, H., Sutiono, W., & Fajri, F. (2024). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Anadara Granosa Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, *6*(1), 67–72.

Geost, F. (2016). Pengertian, Asal, dan Pemanfaatan Pasir Silika. In *Geologinesia*.

Irwanto, T. J., & Santi, N. D. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Kulit Kerang Bambu sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuat Geser dan Lebar Retak Balok Beton Bertulang dengan Penambahan Zat Kimia Tipe F (Superplasticizer). *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, *6*(1), 7.

Jonizar, J., Massri, M., & Muammar, U. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Hijau Dan Zat Adiktif Superplasticizer Sebagai Bahan Tambah Campuran Semen Terhadap Kuat Tekan Beton K-400. *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, *7*(3), 146.

Mulyono, T. (2006). *Teknologi Beton*. Andi Ofset.

Rahmawati, N., Lakawa, I., & Sulaiman, S. (2021). Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton. *Sultra Civil Engineering Journal*, *2*(1), 46–54.

Tamimah, K. N., Bahar, F. F., & Nuklirullah, M. (2022). Pemanfaatan Tumbukan Cangkang Kerang sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar pada Campuran Beton. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, *11*(2), 108.

Tilik, L. F., Firdausa, F., Agusri, M. R., & Hartoyo, P. (2021). Pengaruh Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Pada Kuat Tekan Beton. *Jurnal Deformasi*, *6*(2), 80.

Umiati, S., Thamrin, R., & Harti, N. (2020). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Terhadapkuat Tekan Beton. *6th ACE Conference*.