

ANALISIS PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

**KHADRIANISA ANGGIANI
178110018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/12/22

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/22

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

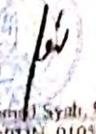
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Oleh:
KHADRIANISA ANGGIANI
NPM: 178110018

Disetujui:

Pembimbing I	Pembimbing II
 Herman Syah, S.T., M.T. NIDN. 0106088004	 Ir. Nurmaidah, MT NIDN. 0108016101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Dekan Fakultas Teknik Sipil
 Dr. Rahmat Syah, S.Kom., M.Kom. NIDN. 01030588004	 Herman Syah, S.T., M.T. NIDN. 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khadrianisa Anggiani
NIM : 178110018
Judul : Analisis Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Bulu
Terhadap Kuat Tekan Beton

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Medan, 02, Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Khadrianisa Anggiani

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khadrianisa Anggiani
Npm : 178110018
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusive royalty – free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “ANALISIS PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Medan, 02 Desember..... 2022



Khadrianisa Anggiani

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat karunia dan rahmat-Nya, Laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Analisa Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Selama penyusunan skripsi ini, banyak rintangan yang penulis dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr.Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil serta Dosen Pembimbing I saya yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
5. Kedua orangtua tercinta Ir. Agus Susanto dan Ainun Mardiah serta kedua adik saya yang telah membantu dalam proses penyiapan material cangkang

kerang dan dukungan doa dari sejak awal masuk Universitas hingga
sekarang

Medan, 02 Desember 2022

Hormat Saya



Khadrianisa Anggiani

178110018



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN.....	xii
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Beton	6
2.3 Bahan Campuran Beton	16
2.3.1 Semen.....	16

2.3.2 Agregat.....	18
2.3.3 Air	24
2.4Cangkang Kerang.....	25
2.5Kuat Tekan Beton	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Bahan atau Materi	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.3 Tahapan Penelitian.....	34
3.4 Analisis Data.....	37
3.4.1 Analisis Agregat Halus	37
3.4.2 Analisis Agregat Kasar	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Uji Agregat Halus.....	44
4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	49
4.3 Perancangan Campuran Beton K175	52
4.4 Nilai Slump dan Workability	57
4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan	59
4.6 Pembahasan.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA 65

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas gradasi agregat kasar menurut <i>British Standard</i> (BS)	22
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat halus	22
Tabel 2.3	Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang	22
Tabel 2.4	Ukuran Benda Uji Kuat Tekan	22
Tabel 3.1	Gradasi Zona 4.....	22
Tabel 4.1	Hasil Uji Saringan Agregat Halus.....	22
Tabel 4.2	Hasil Uji Berat Jenis Serta Penyerapan Air Pada Agregat Halus	22
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir	22
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus.....	22
Tabel 4.5	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorsi Pasir.....	22
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Berat isi Agregat Halus.....	22
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.....	22
Tabel 4.6	Hasil pemeriksaan berat jenis dan absorsi agregat kasar	22
Tabel 4.7	Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	22
Tabel 4.8	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum	22
Tabel 4.9	Menentukan nilai slump.....	55
Tabel 4.10	Perhitungan campuran beton.....	57
Tabel 4.11	Nilai slump.....	59
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari	61
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari	48

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	
27	
Gambar 4.1 Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus	28
Gambar 4.2 Berat jenis pasir	28
Gambar 4.3 Kadar lumpur pasir	29
Gambar 4.4 Berat isi agregat halus	30
Gambar 4.5 Hasil pemeriksaan ayakan agregat kasar	
42	
Gambar 4.6 Grafik hasil pemeriksaan berat jenis dan absorsi agregat kasar	
44	
Gambar 4.7 Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	47
Gambar 4.8 Grafik nilai slump	
49	
Gambar 4.9 Nilai Kuat Tekan Umur 7 Hari	
50	
Gambar 4.10 Nilai Kuat Tekan Umur 14 Hari	
52	

DAFTAR NOTASI

S = Deviasi Standart

N = Banyaknya Nilai Kuat Tekan Beton

F_{cr} = Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)

F_c = Kuat Tekan Masing-masing Silinder Beton

σ = Tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) kuat tekan uji

ϵ = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

E_c = Modulus Elastisitas

F_c' = Kuat Tekan yang Direncanakan (Mpa)

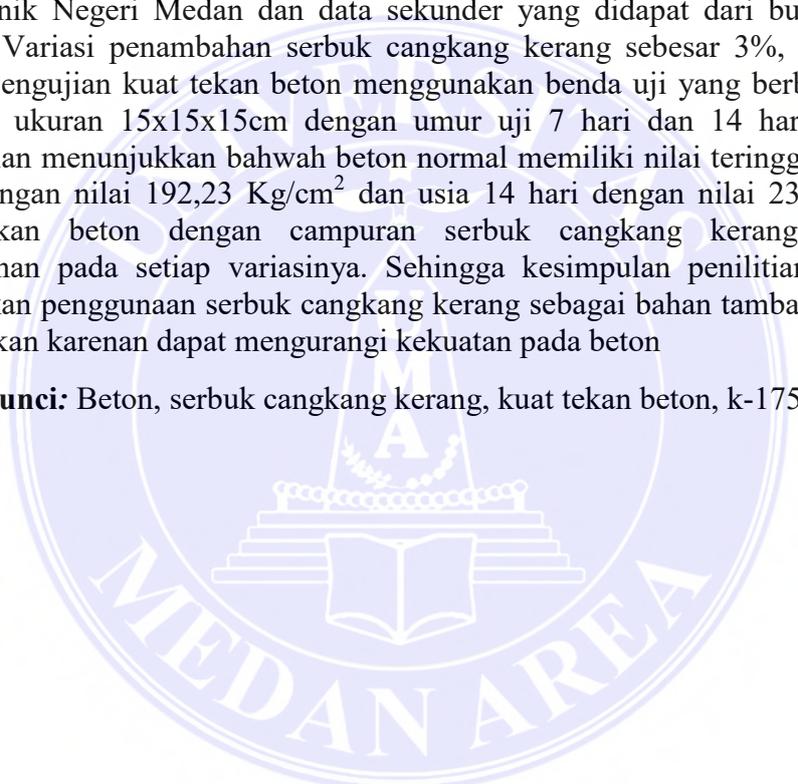
P = Beban Maksimal (N)



ABSTRAK

Berkembangnya pembangunan diberbagai daerah berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Tingginya kebutuhan membuat banyak penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton, salah satunya penelitian terhadap bahan pengganti atau penambah campuran beton. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap kuat tekan beton dengan K-175. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton setelah penambahan serbuk cangkang kerang serta membandingkan nilai kuat tekan beton pada tiap variasi yang menggunakan serbuk cangkang kerang dengan beton normal. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data primer yang didapat langsung dari laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan dan data sekunder yang didapat dari buku-buku dan jurnal. Variasi penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 3%, 6%, 9% dan 12%. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji yang berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15cm dengan umur uji 7 hari dan 14 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa beton normal memiliki nilai tertinggi pada usia 7 hari dengan nilai 192,23 Kg/cm² dan usia 14 hari dengan nilai 238,82 Kg/cm² sedangkan beton dengan campuran serbuk cangkang kerang mengalami penurunan pada setiap variasinya. Sehingga kesimpulan penelitian yang telah dilakukan penggunaan serbuk cangkang kerang sebagai bahan tambah tidak dapat digunakan karena dapat mengurangi kekuatan pada beton

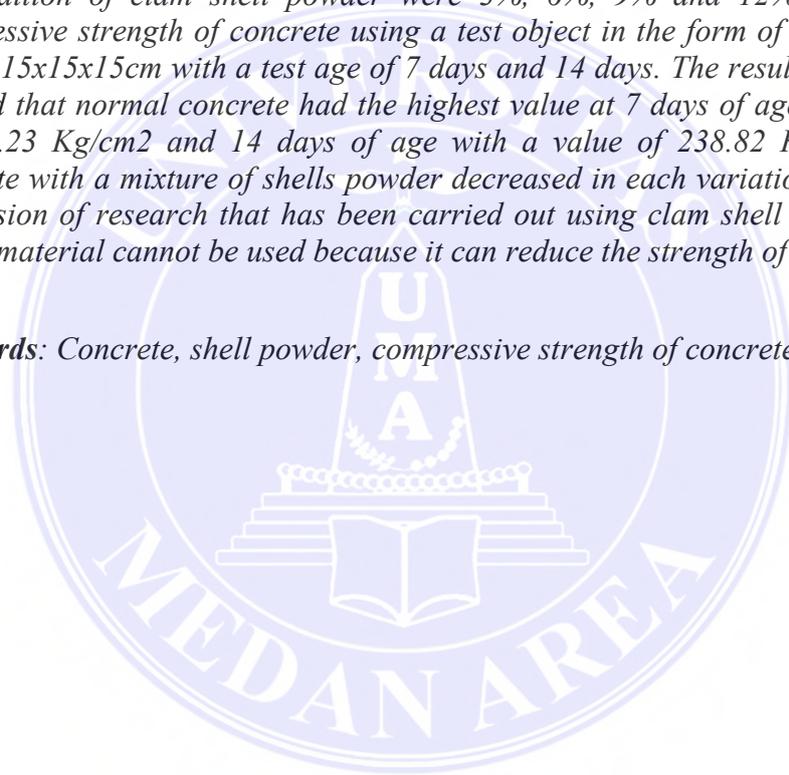
Kata kunci: Beton, serbuk cangkang kerang, kuat tekan beton, k-175



ABSTRACT

The development of development in various regions is directly proportional to the increasing need for concrete as a widely used building material. The high demand has made many studies aimed at increasing the strength of concrete, one of which is research on substitutes or additions to concrete mixtures. This study will discuss the effect of adding clam shell powder to the compressive strength of concrete with K-175. Based on this, this study aims to determine the compressive strength of concrete after the addition of shell powder and to compare the value of the compressive strength of concrete in each variation using shell powder with normal concrete. This research was conducted by collecting primary data obtained directly from the Civil Engineering laboratory of the Medan State Polytechnic and secondary data obtained from books and journals. Variations in the addition of clam shell powder were 3%, 6%, 9% and 12%. Testing the compressive strength of concrete using a test object in the form of a cube with a size of 15x15x15cm with a test age of 7 days and 14 days. The results of the study showed that normal concrete had the highest value at 7 days of age with a value of 192.23 Kg/cm² and 14 days of age with a value of 238.82 Kg/cm², while concrete with a mixture of shells powder decreased in each variation. So that the conclusion of research that has been carried out using clam shell powder as an added material cannot be used because it can reduce the strength of the concrete.

Keywords: Concrete, shell powder, compressive strength of concrete, k-175



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya pembangunan diberbagai daerah berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Tingginya kebutuhan membuat banyak penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan beton, salah satunya penelitian terhadap bahan pengganti atau penambah campuran beton. Untuk mendapatkan nilai ekonomis bahan penambah campuran beton pada umumnya diambil dari bahan sekitar yang relah menjadi limbah. Bahan yang digunakan sebagai bahan pengganti difokuskan dengan memanfaatkan material limbah yang dimana dapat menggunakan limbah cangkang kerang.

Pemanfaatan terhadap limbah cangkang kerang selama ini masih sangat kurang. Limbah cangkang kerang hanya digunakan sebagai hiasan, pakan ternak dan campuran kosmetik sedangkan keberadaan limbah cangkang kerang sendiri semakin hari semakin bertambah karena kurangnya proses pengolahan. Serta kandungan mineral dan zat lain yang terdapat dalam cangkang kerang memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan beton.

Oleh sebab itu penulis melakukan penelitian menggunakan bahan limbah cangkang kerang yang telah dihaluskan menjadi serbuk sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton mutu K- 175 berbentuk kubus yang diharapkan dapat memenuhi syarat mutu kuat tekan. Untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang baik maka dilakukan variasi perbandingan campuran bahan-bahan dalam

pembuatan beton, dengan campuran pasir, semen, kerikil, air dan limbah cangkang kerang.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :
Bagaimana uji kuat tekan beton dalam penambahan campuran limbah cangkang kerang dengan menggunakan beberapa variasi yang akan diteliti dan juga untuk rencana beton?

1.3 Batasan Penelitian

Agar penelitian skripsi ini dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar maka penulis membatasi masalah dalam penelitian tersebut. Adapun batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Membuat job mix design dengan campuran limbah serbuk cangkang kerang yang bervariasi 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12% untuk menghasilkan kuat tekan beton mutu K175.
2. Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat umur 7 dan 14 hari menggunakan benda uji kubus dengan 2 sampel dari tiap variasi yang dibuat.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.4.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran pembuatan beton.

1.4.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton setelah penambahan serbuk cangkang kerang
2. Membandingkan nilai kuat tekan beton pada tiap variasi yang menggunakan serbuk cangkang kerang dengan beton normal

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan suatu solusi untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang sebagai bahan tambah untuk pembuatan beton secara sederhana dan bernilai ekonomis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sebagai acuan dan pedoman dalam penelitian yang akan dilakukan penulis, maka penelitian terdahulu merupakan hal yang penting yang dapat memperoleh banyak informasi dan teori yang berguna dalam penelitian. Penelitian sejenis ini telah banyak dilakukan sebelumnya sehingga cocok dijadikan sebagai pedoman. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan oleh Eddy Samsurizal dan Asep Supriyadi (2016) mengenai Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton. Dalam penelitiannya dilakukan pengujian terhadap sampel berbentuk silinder berukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm dengan jumlah sampel sebanyak 94. Yaitu sebanyak 26 buah silinder beton normal, 34 buah silinder beton normal ditambah dengan 38,45% cangkang kerang dengan perlakuan dan 34 buah beton normal ditambah 38,45% cangkang kerang tanpa perlakuan yang pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari akan dilakukan pengujian. Maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut
 - a. Cangkang kerang dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar pada beton karena dapat mencapai mutu yang di rencanakan yaitu $F'c$ 25 MPa.
 - b. Penambahan cangkang sebanyak 38.45 % tanpa perlakuan (SF 25) menghasilkan kuat tekan sebesar 25,778 MPa cenderung menurun dari beton normal namun sudah mencapai bahkan sudah melebihi kuat tekan rata-rata rencana.

- c. Penambahan cangkang sebanyak 38.45 % dengan perlakuan (SF 25P) menghasilkan kuat tekan sebesar 27,787 MPa cenderung menurun dari beton normal namun sudah mencapai bahkan sudah melebihi kuat tekan rata-rata rencana.
2. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Suhendar Rahmadi, Fachriza Noor Abdi dan Budi Haryanto (2017). Dimana dilakukan penelitian berupa pengujian kuat tekan beton dengan campuran serbuk cangkang kerang dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7%. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm sebanyak 3 sampel setiap variasi, dan akan diuji pada umur 14 dan 28 hari. Maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - a. Penambahan serbuk cangkang kerang hingga kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan peningkatan nilai kuat tekan.
 - b. Kuat tekan beton tanpa penambahan serbuk cangkang kerang adalah sebesar 16,609 MPa pada umur 14 hari dan 21,233 MPa pada umur 28 hari sedangkan nilai kuat tekan maksimum penambahan serbuk cangkang kerang terjadi pada persentase 6% sebesar 18,688 MPa pada umur 14 hari dan 23,071 MPa pada umur 28 hari.
 - c. Kadar optimum penambahan serbuk cangkang kerang berada pada persentase 5,8% dengan nilai kuat tekan sebesar 22,84 MPa meningkat 7,57% terhadap nilai kuat tekan beton normal.
 3. Penelitian yang dilakukan oleh Rofikatul Karimah, Yunan Rusdiato dan Dessy Putri Susanti (2020) mengenai pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran beton dengan menggunakan variasi serbuk sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%

dari berat agregat halus dengan FAS 0,6. Maka dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penggunaan serbuk kulit kerang hijau sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton dapat menaikkan kuat tekan beton pada variasi prosentase serbuk kulit kerang 5% – 10%.
- b. Penggunaan serbuk kulit kerang hijau sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton dapat menaikkan nilai absorpsi seiring dengan bertambahnya prosentase serbuk kulit kerang.

2.2 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) pada usia 28 hari (SNI 2487-2013). Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen dan berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan kasar sebagai bahan pengisi. Agregat halus berfungsi sebagai bahan pengisi rongga agregat kasar.

Menurut (Tjokrodimulyo, 2007) beton memiliki kelebihan dan kekurangan secara umum yaitu:

Kelebihan beton ialah

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.

3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
5. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton ialah

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya teriknya.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.3 Jenis - Jenis Beton

A. Beton Ringan

Menurut Berat jenisnya $<1900 \text{ kg/m}^3$, dipakai untuk elemen non-struktural. Dibuat dengan cara-cara berikut : membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

Menurut Rio Herdianto Raamudin (2016), beton ringan berdasarkan

berat jenisnya menjadi 3 kelompok :

1. Beton ringan dengan berat jenis antara 300 kg/m^3 dan 800 kg/m^3 yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi.
2. Beton ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m^3 dan 1350 kg/m^3 yang biasanya di pakai untuk struktur ringan.
3. Beton ringan dengan berat jenis antara 1350 kg/m^3 dan 2000 kg/m^3 yang biasanya dipakai untuk struktur sedang.

B. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi ($2200 - 2500$) kg/m^3 menggunakan agregat alam yang dipecah. perencanaan campuran beton normal harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan harus dibuktikan melalui uji coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Menurut Geertruida Eveline Untu (2015), Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa pecah yang menggunakan dan yang tidak menggunakan bahan tambah. Kuat tekan beton normal bekisar

antara 20-60 MPa pada umur beton 28 hari.

Menurut Rosie Arizki Intan Sari (2015), fungsi penggunaan beton normal banyak dipakai untuk konstruksi yang sederhana seperti perumahan dna bangunan yang relative tidak terlalu tinggi dimana kebutuhan karkteristiknya tidak terlalu besar.

C. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

D. Beton massa (*mass concrete*)

Beton yang dituang dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik. Pada saat pengecoran beton jenis ini, pengendalian diutamakan pada pengelolaan panas hidrasi yang timbul, karena semakin besar massa beton maka suhu didalam beton semakin tinggi. Bila perbedaan suhu didalam beton dan suhu di permukaan beton $>20 \text{ oC}$ dapat menimbulkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak. Retak beton juga dapat timbul akibat penyusutan beton (*shrinkage*) yang dipengaruhi oleh kelembaban beton saat pengerasan berlangsung. Selain itu, besarnya volume beton saat pengecoran *mass concrete* akan beresiko timbulnya cold-joint pada permukaan beton baru dengan beton lama mengingat waktu setting beton yang singkat (± 2 jam), sehingga perlu direncanakan metode pengecoran yang sesuai dengan perilaku beton tersebut. Berdasarkan hal-hal diatas, maka langkah preventif untuk menghindari terjadinya retak beton dapat dikategorikan atas pemilihan komposisi beton (nilai slump, pemberian admixture, FAS) dan praktek pelaksanaan di lapangan (suhu udara saat pengecoran, curing, menggunakan bekisting dengan kemampuan isolasi yang bagus dan menyiapkan *construction*

joint). Pemberian tulangan ekstra untuk menahan gaya tarik akibat panas hidrasi dapat juga dilakukan sebagai salah satu pertimbangan struktural.

E. *Ferosemen (ferrocement)*

Mortar semen yang diberi anyaman kawat baja. Beton ini mempunyai ketahanan terhadap retakan, ketahanan terhadap patah lelah, daktilitas, fleksibilitas dan sifat kedap air yang lebih baik dari beton biasa.

F. Beton serat (*fibre concrete*)

Komposit dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat, dapat berupa serat plastik/baja. Beton serat lebih daktail daripada beton biasa, dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat, jalan raya dan lantai jembatan.

Menurut Ris widodo, Muhammad Abdil Basith, (2017) Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5 – 500m, dengan panjang sekitar 25mm. bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastic, atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan , namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinannya terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan.

Menurut Mudji Suhardiman, Beton serat merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastic, limbah kain, dan bambu.

G. Beton siklop

Beton biasa dengan ukuran agregat yang relatif besar-besar. Agregat kasar dapat sebesar 20 cm. Beton ini digunakan pada pembuatan bendungan dan pangkal jembatan.

H. Beton hampa

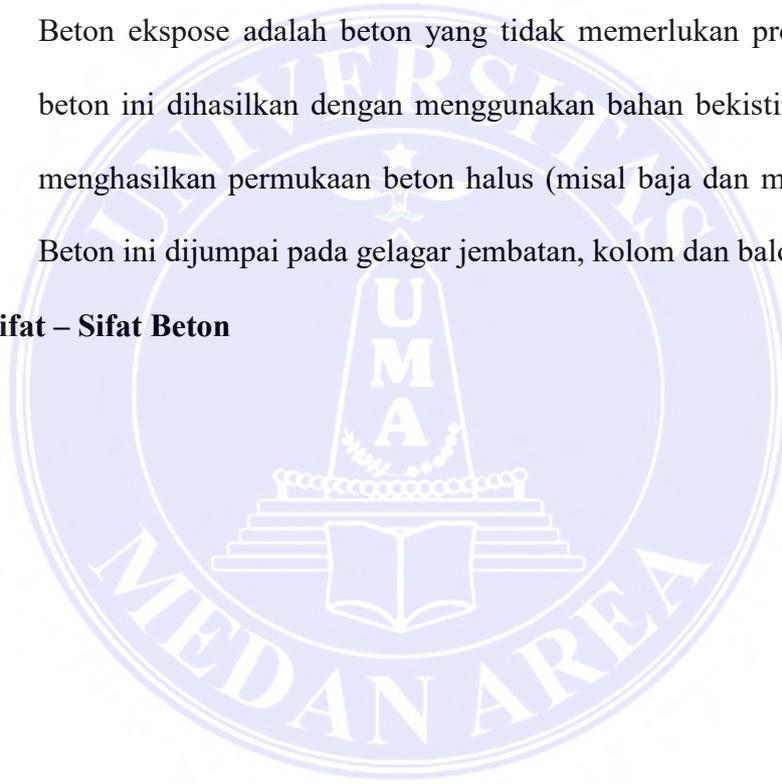
Seperti beton biasa, namun setelah beton tercetak padat, air sisa reaksi hidrasi disedot dengan cara vakum (*vacuum method*)

I. Beton ekspose

Beton ekspose adalah beton yang tidak memerlukan proses *finishing*, beton ini dihasilkan dengan menggunakan bahan bekisting yang dapat menghasilkan permukaan beton halus (misal baja dan multiplek film).

Beton ini dijumpai pada gelagar jembatan, kolom dan balok bangunan

2.4 Sifat – Sifat Beton



A. Beton segar

Menurut SNI 03-4810-1998, beton segar adalah campuran beton setelah selesai diaduk hingga beberapa saat karakteristik belum berubah. Kemudahan pengerjaan (*Workability*), umumnya dinyatakan dalam besaran nilai slump (cm) dan dipengaruhi oleh :

1. Kemudahan pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya.

Unsur yang mempengaruhinya antara lain :

- a) Jumlah air pencampur semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan
- b) Kandungan semen Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi.
- c) Gradasi campuran pasir – kerikil
- d) Pemakaian butir maksimum kerikil yang di pakai
- e) Pemakaian butir – butir batuan yang bulat

2. Pemisahan kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir – butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat

maksimum lebih dari 40 mm. keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi. Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika :

- a) Tinggi jatuh diperpendek
- b) Penggunaan air sesuai dengan syarat
- c) Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan
- d) Ukuran agregat sesuai dengan syarat
- e) Pemadatan baik

3. Pemisahan air (*Bleeding*)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir – butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* ini dipengaruhi oleh :

- a) Susunan butir agregat
Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya bleeding kecil.
- b) Banyaknya air Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*
- c) Kecepatan hidrasi Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*
- d) Proses pemadatan Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya bleeding Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara :

- Memberi lebih banyak semen

- Menggunakan air sesedikit mungkin
- Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus

B. Beton keras

Menurut SNI 03-4810-1998, beton keras adalah adukan beton yang terdiri dari campuran semen Portland atau sejenisnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang telah mengeras.

1. Sifat jangka pendek

a) Kuat tekan, dipengaruhi oleh :

- Perbandingan air semen dan tingkat pepadatan
- Jenis semen dan kualitasnya
- Jenis dan kekasaran permukaan agregat
- Pada keadaan normal, kekuatan bertambah sesuai dengan umur
- Perawatan

b) Kuat tarik

Kuat tarik beton berkisar $1/18$ kuat tekan beton saat umurnya masih muda dan menjadi $1/20$ sesudahnya. Kuat tarik berperan penting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu

c) Kuat geser

Menurut Hekmatyar Aslamthu Haq, 2017, kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang

berfungsi untuk menahan gaya luar salah satunya gaya transversal. Didalam prakteknya, kuat tekan dan tarik selalu diikuti oleh kuat geser.

2. Sifat jangka panjang

a) Rangkak adalah peningkatan deformasi (regangan) secara bertahap terhadap waktu akibat beban yang bekerja secara konstan, dipengaruhi oleh :

- Kekuatan rangkak berkurang bila kuat tekan makin besar
- Perbandingan campuran. Bila FAS berkurang maka rangkak berkurang
- Agregat. Rangkak bertambah bila agregat halus dan semen bertambah banyak
- Umur. Kecepatan rangkak berkurang sejalan dengan umur beton.

b) Susut adalah berkurangnya volume beton, jika terjadi kehilangan kandungan uap air akibat penguapan, dipengaruhi oleh :

- Agregat. berperan sebagai penahan susut pasta semen
- Faktor air semen. Efek susut makin besar jika FAS makin besar
- Ukuran elemen beton. Laju dan besarnya penyusutan berkurang jika volume elemen beton makin besar.

Sifat – sifat beton dalam penggunaannya mempunyai keuntungan dan kerugian, adapun keuntungan-keuntungan dari penggunaan beton (A.Junaidi,

2015)

- A. beton mempunyai sifat tekan yang tinggi serta tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- B. Beton segar dengan mudah untuk diangkut dan dicetak dalam bentuk dan ukuran berapapun.
- C. Beton segar dapat di semprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun disisihkan dalam proses perbaikan.
- D. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat-tempat yang sulit.
- E. Beton tahan terhadap panas api sehingga biaya perawatan termasuk murah.

2.5 Bahan Campuran Beton

Bahan pembentuk beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996). Berikut adalah bahan penyusun beton yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak

digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (concrete) (Mulyono, 2003)

Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu: trikalsium silikat (C_3S), dikalsium silikat (C_2S), trikalsium aluminat (C_3A), dan tetrakalsium aluminoforit (C_4AF). Selain itu, pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, misalnya : MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O dan Na_2O . Soda atau potasium (Na_2O dan K_2O) merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat, sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987).

Unsur C_3S dan C_2S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodinuljo, 1996). Bila semen terkena air, maka C_3S akan segera berhidrasi dan memberikan pengaruh yang besar dalam proses pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Unsur C_2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh setelah beton berumur 7 hari. Unsur C_3S bereaksi sangat cepat dan memberikan kekuatan setelah 24 jam. Semen yang mengandung unsur C_3S lebih dari 10% akan berakibat kurang tahan terhadap sulfat. Unsur yang paling sedikit dalam semen adalah C_3AF , sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan pasta semen atau beton.

Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Menurut SNI 03-2834-2002 membagi semen portland menjadi 5 jenis yaitu :

1. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
2. Jenis II, yaitu semen portland untuk penggunaan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang sangat baik terhadap sulfat.

2.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk padat berukuran besar maupun kecil (Silvia Sukirman 2003). Agregat ini berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Volume agregat pada campuran beton adalah $\pm 70\%$ volume beton, oleh karena itu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, serta memberi pengaruh terhadap kekuatan pada beton. Sehingga kualitas dari agregat sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang dihasilkan. Umumnya agregat dipisahkan menurut ukuran butirannya, yaitu:

1. Ukuran butir > 40 mm, disebut batu.

2. Ukuran butir 4.80 – 5.00 mm, disebut agregat kasar atau kerikil.
3. ukuran butir ≤ 4.8 mm, disebut agregat halus atau pasir.

Ditinjau dari berat jenisnya agregat dibedakan menjadi tiga macam:

1. Agregat Ringan.

Agregat ini adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0, dan biasanya digunakan untuk beton non struktural.

2. Agregat Normal.

Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa.

3. Agregat Berat.

Agregat ini memiliki berat jenis lebih dari 2,8. Beton yang dihasilkan juga memiliki berat jenis tinggi (sampai 5,0), yang efektif sebagai pelindung sinar radiasi sinar X.

Berdasarkan ukuran butir-butirnya, agregat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang memiliki butiran yang besar (lebih besar dari 4,8 mm) disebut agregat kasar dan agregat yang memiliki butiran kecil (lebih kecil dari 4,8 mm) disebut agregat halus. Agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi beton harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, kuat, keras, ulet, dan gradasinya baik.

- a. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa kerikil hasil desintergrasi alam dari batuan atau dapat berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan ukuran butiran lebih dari 4,8 mm.

Kerikil dapat pula diganti dengan batu pecah (*split*). Kerikil atau batu pecah dengan ukuran lebih dari 40 mm tidak baik digunakan untuk campuran beton. Agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut (SK SNI S – 04 – 1989 – F):

1. Kerikil atau batu pecah maupun granit harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Kadar bagian yang lemah bila diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5 %. Kekerasan agregat kasar diperiksa dengan bejana pengujian Rudolff dengan beban pengujian 20 ton.
2. Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.
3. Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti matahari dan hujan.
4. Bersifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut;
 - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 12 %.
 - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian hancur maksimum 10 %.
5. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan,

susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7.1 dan harus memenuhi syarat – syarat berikut:

- Sisa diatas ayakan 38 mm harus maksimum 0% berat.
- Sisa diatas ayakan 4.8 mm harus berkisar antara 90 dan 98 % berat.
- Selisih antara sisa – sisa kumulatif diatas 2 ayakan berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 100%.

Menurut *British Standard*, gradasi agregat kasar yang baik sebaiknya masuk dalam batas gradasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 dibawah ini

Tabel 2.1 Batas gradasi agregat kasar menurut *British Standard* (BS)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 –	100	100
20	100	95 –	100
12,5	30 – 70	100	90 – 100
10	-	-	40 – 85
4,8	10 – 35	25 – 55	0 - 10
	0 – 5	0 - 10	

Sumber : Mulyono, Try. 2003. Teknologi Beton.

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no. 4).

Syarat - Syarat Agregat Halus (SK SNI S – 04 – 1989 – F) :

1. Agregat halus harus terdiri dari butir – butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
2. Butir – butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti matahari dan hujan.
3. Sifat kekal, diuji dengan larutan garam sulfat
 - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 12%.
 - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian hancur maksimum 10%.
4. Kadar Lumpur tidak boleh melebihi 5 % dari berat pasir, apabila kadar lumpur melebihi 5 % maka pasir sebelum digunakan harus dicuci terlebih dahulu.
5. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan – bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna Abrams – Herder. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Jika Agregat halus tidak memenuhi percobaan diatas, maka agregat dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dahulu dalam larutan 3% NaOH kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
6. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1.5 – 3.8 dan harus terdiri dari butir- butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut Zone 1, 2,

3, atau 4 (BS.882) dan harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut:

- Sisa diatas ayakan 4.8 mm harus maksimum 2% berat.
 - Sisa diatas ayakan 1.2 mm harus maksimum 10% berat.
 - Sisa diatas ayakan 0.30 mm harus maksimum 15% berat.
7. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi reaksi pasir terhadap alkali harus negatif,
 8. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk – petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui.
 9. Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan diatas.

Menurut asalnya agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (Samekto, 2001)

1. Pasir Galian.

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang dipeoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun. (Universitas et al., 2019).

Tabel 2.2 Batas gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 - 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,1	0 – 10	0 – 10	0 - 10	0 - 15
5				

Sumber : Mulyono, Try. 2003. Teknologi Beton.

Keterangan:

- Daerah Gradasi I : pasir kasar
 Daerah Gradasi II : pasir agak kasar
 Daerah Gradasi III : pasir agak halus
 Daerah Gradasi IV : pasir halus

2.3.3 Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*Workability*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen 0,65 adalah sekitar 20% dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35 – 37% dari berat semen (Paul nugraha dan Antoni, 2007). Selain itu kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air dengan semen juga dapat keluar, sehingga terjadilah sarang-sarang kerikil.

2.6 Cangkang Kerang

Kerang adalah salah satu hewan lunak (Mollusca) kelas Bivalvia atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu (1) kaki (*foot byssus*), (2) kepala (*head*), (3) bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), (4) selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya.

Kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga atau cuping dan cangkang setangkup. Mantel dilekatkan ke cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah mensekresi zat organik

cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur. Cangkang terdiri dari tiga lapisan, yakni (Rina Hudaya, 2010):

1. Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit dan disebut periostracum, yang melindungi.
2. Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat.
3. Lapisan dalam terdiri dari mother of pearl, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua

Menurut (Setyaningrum, 2009) cangkang kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%.

Kandungan kima yang terdapat pada cangkang kerang dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komponen	Kadar (% Berat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber : Shinta Marito Siregar. 2009. Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer

Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari penggilingan kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogeneity akan menjadikan campuran yang lebih reaktif. Serbuk kulit kerang

mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silica sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku beton (Shinta Marito Siregar, 2009).

2.7 Pengaruh Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan *hidrasi* atau waktu pengikatan, kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air. Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1991), Bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis yaitu:

1. Bahan tambah kimia untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan tambah ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.
2. Bahan tambah kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh,

sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.

3. Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang , jembatan dan sebagainya.
4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. Bahan kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton

2.8 Beton Normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m^3 – 2400 kg/m^3 dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 MPa. (European Environment Agency (EEA), 2019).

Menurut BSN (2002) beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat, sedangkan yang di maksud beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi ($2200\text{-}2500$) kg/m^3 . Terdapat juga agregat halus (pasir) alam sebagai hasil disintegrasi secara 'alami' dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm, sedangkan agregat kasar (kerikil) sebagai hasil disintegrasi dari batuan atau

berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (Prayuda & Pujianto, 2018)

2.9 Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal biasa. Yang tergolong beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa (Iii & Teori, 2007).

Beton mutu tinggi menjadi tinjauan khusus untuk lingkungan agresif dikarenakan disamping kekuatannya tinggi, permeabilitas dan porositasnya juga kecil yang akan mempersulit serangan asam lebih parah lagi sampai ke inti beton. Meskipun beton mutu tinggi memiliki ikatan antar pasta dengan agregat yang lebih kuat dari beton normal, beton mutu tinggi juga masih rentan mengalami penurunan ketahanan di lingkungan asam (Mas et al., 2015).

Beberapa cara meningkatkan kinerja beton menjadi beton bermutu tinggi dan berkinerja tinggi:

1. Mengurangi porositas beton dengan cara mengurangi air dalam adukan beton
2. Menambahkan aditif mineral seperti silicafume atau abu terbang
3. Menambahkan serat (beton berserat)
4. Beton dengan pemadatan mandiri.(Almufid, 2015)

2.10 Slump Test

Slump beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*)/plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing–masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambahi (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga

lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* berarti adukan beton makin mudah untuk dikerjakan. (Badan Standardisasi Nasional, 1990)

Dalam praktek, ada tiga macam tipe *slump* yang terjadi yaitu:

- *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunannya seragam tanpa ada yangruntuh.
- *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring.

Slump runtuh, terjadi bila kerucut runtuh semuanya

2.11 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Sifat pada beton yang menonjol adalah kuat tekannya, maka dari itu dalam pembuatan beton sifat ini yang ditargetkan. Dalam teori teknologi beton, kekuatan beton yang dihasilkan dipengaruhi oleh:

1. rasio semen terhadap air.
2. rasio semen terhadap agregat.
3. grading, tekstur permukaan, bentuk, kekuatan dari partikel agregat
4. ukuran maksimum agregat.

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton ringan pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana:

P = gaya maksimum dari mesin tekan, (N)

A = luas penampang yang diberi tekanan, (mm²)

f_c' = kuat tekan, (N/mm²)

Ukuran benda uji untuk kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4. Ukuran Benda Uji Kuat Tekan

Jenis Cetakan Contoh Uji	Ukuran Bagian Dalam Cetakan (mm)
Kubus	100 x 100 x 100
	150 x 150 x 150
Balok	500 x 100 x 100
	600 x 150 x 150
Silinder	Diameter 150 dan Tinggi 300
	Diameter 100 dan Tinggi 200

Sumber : SK SNI M - 62 - 1990 - 03

2.12 Perawatan Beton

Proses curing dilaksanakan dengan cara merendam beton dalam bak yang berisi air sampai waktu pengetesan. Proses perawatan (curing) ini

dilakukan sehari atau 24 jam setelah proses pencetakan beton. Langkah – langkah proses perawatan(curing) :

- a. Setelah 24 jam dari proses pencetakan beton, cetakan beton dibuka perlahan –lahan dan beton uji silinder beton diambil.
- b. Benda uji silinder beton diletakkan dalam suatu bak air, dan dibiarkan sampaisehari sebelum waktu pengetesan untuk dikeluarkan dari bak (pengeringan).
- c. Pada waktu pengetesan, benda uji yang telah dikeluarkan dari bak danmongering ditimbang beratnya. Setelah itu diukur dimensinya.
- d. Kemudian benda uji di capping/diratakan dengan larutan belerang pada bidangtidak rata.
- e. Permukaan yang di capping dari benda uji diletakkan di atas, dan benda ujisiap dites. (Saputra & Hepiyanto, 2017).

Menurut A.M. Neville (2002), terdapat empat hal yang mempengaruhi proses penguapan yang dapat menyebabkan kehilangan air pada beton, yaitu:

1. Kelembaban *relative* semakin besar nilai kelembaban *relative*, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
2. Temperatur udara dan beton temperatur udara dan beton sangat mempengaruhi proses penguapan yang terjadi pada beton. Semakin tinggi temperatur maka kehilangan air yang terjadi semakin banyak
3. Kecepatan udara proses penguapan juga dipengaruhi oleh adanya angin. Kecepatan angin yang besar akan mempercepat proses penguapan yang terjadi.

4. Temperatur beton perbedaan diantara temperatur udara dan beton juga mempengaruhi terhadap kehilangan air.

Dalam perawatan beton cara dan bahan serta alat yang digunakan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya. Didalam pengujian ini digunakan dua cara perawatan yang berbeda yaitu direndam dan *curing compound*. Kekuatan resultan dari temperature konstan pada *setting* dan perawatan pada temperature tinggi mengakibatkan kekuatan awal lebih tinggi tetapi kekuatan jangka panjang yang lebih rendah.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan atau Materi

Pada penelitian pembuatan beton dengan campuran serbuk cangkang kerang sebagai berikut:

1. Semen Portland tipe I merk semen Padang.
2. Agregat halus yang tersedia di Laboratorium Politeknik Negeri Medan.
3. Agregat kasar yang tersedia di Laboratorium Politeknik Negeri Medan.
4. Air bersih dari Laboratorium Politeknik Negeri Medan.
5. Limbah cangkang kerang yang diambil dari rumah makan dikota Medan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu \pm 4 (empat) bulan dan direncanakan dengan pengolahan data, penyusunan data dan pembahasan. Selanjutnya penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Politeknik Negeri Medan.

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahapan guna mempermudah dan terstruktur supaya mendapatkan hasil yang maksimal, tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

A. Tahap 1

Tahap ini adalah mempersiapkan segala jenis material yang digunakan serta setelah seluruh material sampai di lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian

yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

B. Tahap 2

Pada tahap ke-2 (dua) adalah tahap uji bahan yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat dan karakteristik pada bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dan tahap uji bahan juga berguna untuk acuan membuat mix design. Berikut adalah tahapan uji agregat kasar dan halus.

- A. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat.
- B. Pemeriksaan kadar air.
- C. Pemeriksaan berat jenis agregat.
- D. Pemeriksaan penyerapan air.

C. Tahap 3

Pada tahap ketiga adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji diawali dengan perencanaan campuran beton (*mix design*) dilakukan menggunakan mix design yang mengacu pada peraturan SNI 7656 – 2012. Dengan mutu kuat tekan beton K175. Pembuatan bahan campuran beton dimulai dari agregat kasar, agregat halus, semen, air, kemudian bahan tambahan campuran agar mendapatkan hasil maksimal sesuai dengan tujuan penelitian. Pada pembuatan benda uji ini digunakan cetakan jenis kubus dengan ukuran panjang 15cm, lebar 15cm dan tinggi 15cm. Kubus beton ini dibuat dari adukan beton yang akan digunakan dan merupakan sampel yang akan diuji di laboratorium. Kubus beton ini berjumlah 10 buah dengan 2 buah tiap variasi yang sesuai dengan prosedur penelitian.

Tahapan awal untuk benda uji kubus beton ini dengan mempersiapkan bahan material yang telah diperhitungkan penggunaannya, kemudian campurkan semua material tersebut secara merata. Setelah semua material tercampur lakukan pengujian slump untuk mengetahui tingkat kekentalan atau keenceran benda uji tersebut. Setelah proses uji slump, masukkan beton basah tersebut kedalam cetakan kubus yang telah dibersihkan dan diolesin minyak solar agar saat pembongkaran cetakan beton tidak mengalami kerusakan.

D. Tahap 4

Pada tahap ke-4 ini adalah tahap perawatan benda uji (curing) yang mengacu pada SNI 2493-2011 tentang tata cara pembuatan dan perawatan beton. Yang dimana setelah benda uji dibongkar dari cetakan, kemudian direndam dalam air selama 6 hari pada 5 sampel pertama kemudian pada 13 hari untuk 5 sampel kedua.

E. Tahap 5

Pada tahap ini adalah tahap pengujian beton, yang dengan uji kuat tekan beton pada beton umur 7 dan 14 hari. Pengujian kuat tekan ini menggunakan alat yang tersedia di Laboratorium Politeknik Negeri Medan, dimana langkah-langkahnya ialah sebagai berikut:

1. Letakkan benda uji didalam alat uji kuat tekan
2. Nyalakan alat sampai benda uji hancur
3. Catat besarnya beban maksimum yang diterima benda uji yang tertera pada monitor alat uji.

F. Tahap 7

Pada tahap ini dilakukan analisis data serta kesimpulan dan saran guna sebagai hasil akhir dari tujuan penelitian pengelolaan limbah cangkang kerang sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton.

3.4 Analisis Data

Analisa data dalam pengujisn dilakukan dengan cara:

1. Membuat tabel dari data hai uji kuat tekan
2. Membuat grafik kuat tekan beton

Analisis data tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan metode eksperimen dimana dilakukan pengujian dan penelitian untuk mendapatkan hasil serta data tersebut

3.4.1 Analisis Agregat Halus

A. Pemeriksaan analisa ayakan agreat halus

Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butir atau gradasi (halus) dengan menggunakan saringan yang tersedia. Gradasi dan modulus kehalusan dipergunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Tabel 3.1 Gradasi Zona 4

susunan ayakan(mm)	persentase lolos (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	95 - 100
1,18	90 - 100
0,6	80 - 100
0,3	15 - 50
0,15	0 - 15

Sumber : ASTM C-33-95 (Gradasi no. 4)

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finelless modulus*.

1. Pasir Halus = $2,20 < FM \leq 2,60$
2. Pasir Sedang = $2,20 < FM \leq 2,60$
3. Pasir Kasar = $2,20 < FM \leq 2,60$

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Pengujian agregat halus :

1. Ambil pasir yang kering dengan berat sampel 1000 gram.
2. Sediakan ayakan dan susun berturu-turut dari atas kebawah sesuai ukurannya, 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
3. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu ditutup.
4. Letakkan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*).
5. Hidupkan mesin selama 5 (lima) menit.
6. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan

B. Pemeriksaan berat jenis dan absorsi pasir

1. Tujuan Penelitian :
 - a) Untuk menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven,
 - b) Menentukan berat jenis agregat halis kering permukaan,
 - c) Menentukan ladar air agregat halus kering permukaan

henuh air (SSD) dan penyerapan (absorsi) pasir.

2. Pedoman Penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu

3. Prosedur Penelitian :

- a) Sediakan pasir secukupnya.
- b) Rendam pasir tersebut dalam wadah dengan air selama 24 jam.
- c) Pasir tersebut dianginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan.
- d) Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD yaitu, masukkan pasir dalam mould 1/3 tinggi, lalu rojok 25 kali, kemudian isi pasir hingga ketinggian 2/3 tinggi, dirojok 25 kali. Demikian seterusnya diisi hingga penuh dan dirojok 25 kali. Setelah itu mould diangkat perlahan, dan apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhan) berarti pasir dalam keadaan SSD.
- e) Sediakan pasir yang telah mencapai keadaan SSD dalam dua bagian masing-masing seberat 500 gram. Bagian yang pertama dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian yang lain dimasukkan ke dalam piknometer kemudian diisi dengan air dan diguncang berulang-ulang dengan tujuan agar udara yang ada dalam pasir keluar, yang ditandai dengan adanya buih dalam air. Buih yang keluar dibuang dengan

cara mengisi piknometer dengan air sampai melimpah sampai leher piknometer tersebut.

- f) Pengisian air dilakukan secara perlahan-lahan. Setelah udara tidak ada lagi, atur agar air sampai batas air.
- g) Timbang berat piknometer + air + pasir.
- h) Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas maksimum air.
- i) Timbang berat piknometer yang berisi air, dan catat hasilnya.
- j) Untuk pasir yang sudah di ovenkan dan sudah dalam keadaan kering, lakukan penimbangan

C. Pemeriksaan berat isi pasir

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti jenis, gradasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No.52-1989, berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Prosedur pelaksana :

1. Dengan cara gembur
 - a) Timbang berat bejana dan catat
 - b) Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan permukaan bejana
 - c) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
 - d) Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat
2. Dengan cara padat/merojok
 - a) Timbang berat bejana lalu catat

- b) Masukkan pasir 1/3 bagian bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojok sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojok sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
- c) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- d) Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat

D. Kadar lumpur agregat halus

1. Tujuan penelitian

Menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung persentase kadar air pada agregat.

2. Pedoman Penelitian

Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci

3.4.2 Analisis Agregat Kasar

A. Analisis ayakan agregat kasar

1. Tujuan Penelitian

untuk memeriksa penyebaran gradasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).

2. Pedoman Penelitian :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ komulatif tertahan ayakan}}{100}$$

3. Prosedur Penelitian :

- a) Kerikil diayak dengan ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm.

Diambil kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan yang

tertahan di ayakan $4,76 \text{ mm} \pm 3$. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.

- b) Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan kain lap.
- c) Siapkan kerikil sebanyak 1250 gram untuk 2 sampel.
- d) Atur keseimbangan air dan keranjang pada sampai timbangan digital menunjukkan angka 0 (nol) pada saat air dalam kondisi tenang.
- e) Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD ke dalam keranjang yang berisi air.
- f) Timbang berat air + keranjang + kerikil.
- g) Keluarkan kerikil lalu dikeringkan dengan oven selama 24 jam.
- h) Timbang berat kerikil yang telah diovenkan.
- i) Ulangi untuk sampel kedua

B. Pemeriksaan berat isi agregat kasar

1. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan berat isi batu pecah dengan cara padat dan cara longgar.

2. Pedoman Penelitian

Dari hasil penelitian berat isi dengan cara merojok lebih besar dari pada berat isi yang tidak dirojok

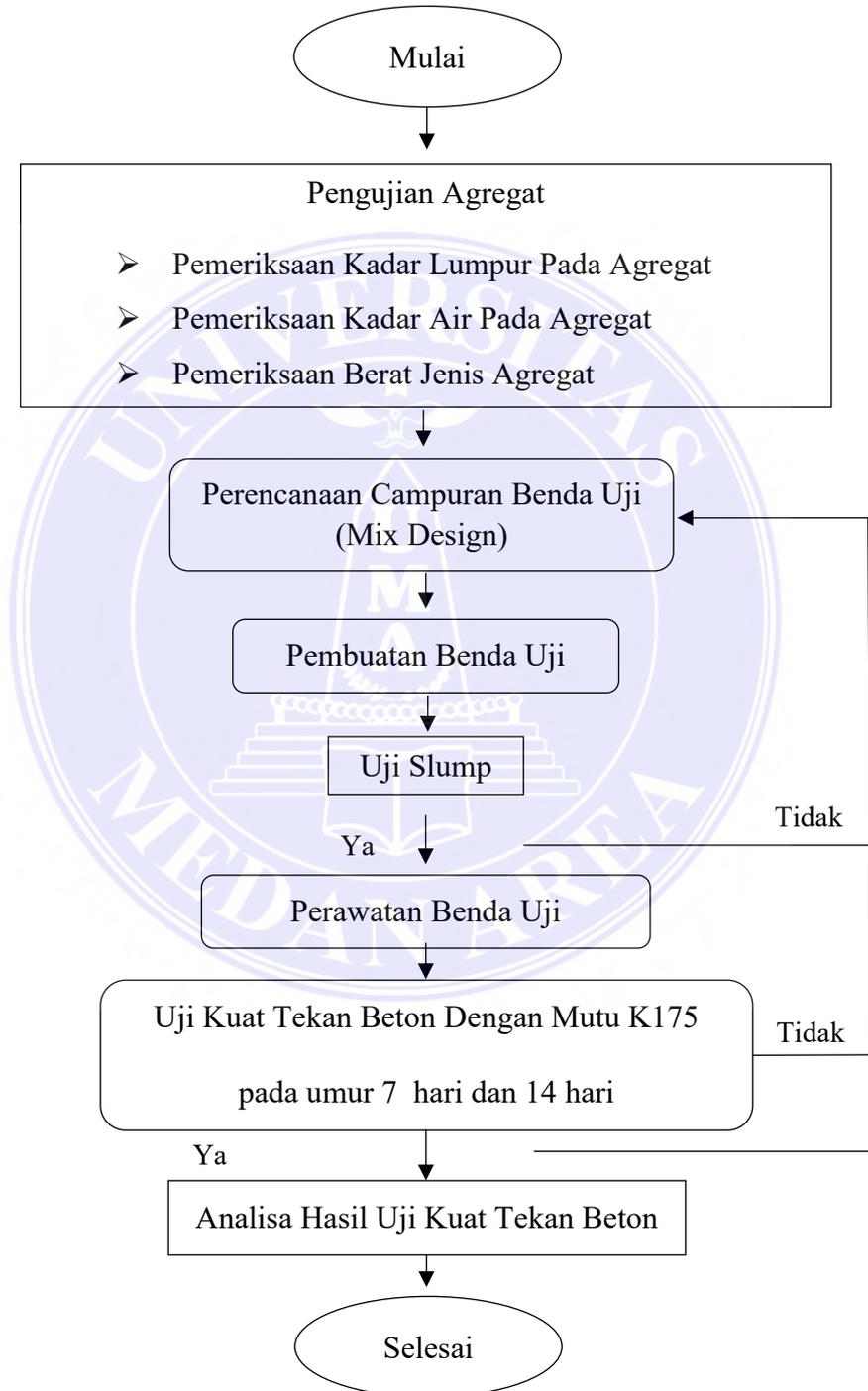
C. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar

1. Tujuan penelitian

Untuk menentukan berat dan penyerapan (absorpsi) air batu pecah

2. Pedoman Penelitian

Berat jenis kering < berat jenis SSD , berat jenis semu



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

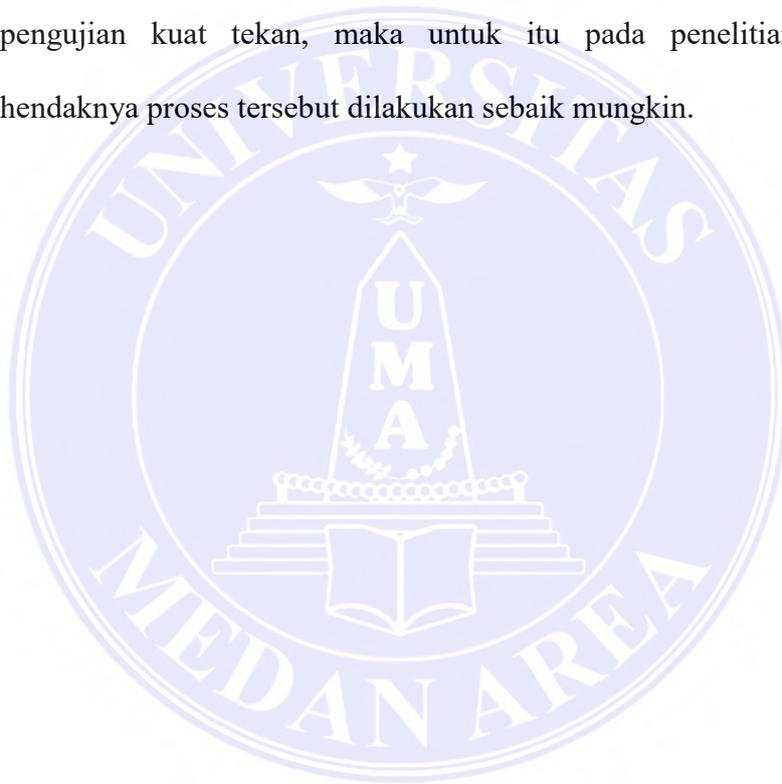
Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serbuk cangkang kerang pada beton itu berdampak penurunan pada kuat tekannya secara signifikan seiring dengan penambahan komposisi serbuk cangkang kerang itu.
2. Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton yang diperoleh pada umur 7 hari memiliki nilai tertinggi pada beton normal yaitu sebesar 192,23 Kg/cm² dan nilai terendah pada beton dengan variasi 12% yaitu sebesar 137,62 Kg/cm². Pengujian kuat tekan pada umur 14 hari nilai dari kuat tekan beton telah mencapai kuat tekan yang direncanakan dan beton campuran serbuk cangkang kerang dengan variasi 3% memiliki nilai tertinggi diantara semua variasi yaitu sebesar 238,82 Kg/cm²
3. Nilai workability/uji slump beton normal dan beton campuran serbuk cangkang kerang cenderung sama dan sesuai dengan perencanaan tetapi mengalami penurunan seiring penambahan campuran serbuk cangkang kerang

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memiliki beberapa saran yaitu sebagai berikut :

1. Sebaiknya cangkang kerang tidak digunakan untuk bangunan struktural, karna penambahan serbuk cangkang kerang pada beton normal mengakibatkan penurunan kuat tekan.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian yang lebih beragam, tidak hanya uji kuat tekan dan workability beton.
3. Rendahnya nilai dari kuat tekan pada penelitian ini mungkin disebabkan dari kurang sempurnanya pada proses pembuatan, perawatan serta pengujian kuat tekan, maka untuk itu pada penelitian selanjutnya hendaknya proses tersebut dilakukan sebaik mungkin.



DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Restu, Hendramawat Aski Safarizki. 2019. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil. Vol 1. No 1.
- Anonim, SK-SNI-M-62-1990-03. 1990. *Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*. Yayasan LPMB. Bandung.
- Anonim. SNI 03-2834-2002. *Tata Cara Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta.
- Anonim. SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Anonim. SNI 1972 - 2008 . *Cara Uji Slump Beton* . Jakarta.
- Anonim. SNI 2487-2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Anonim. SNI 7656 – 2012. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Laboratorium* . Jakarta
- Anonim. SNI 7656 – 2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa* . Jakarta.
- Katrina, Gemelly. 2014. *Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang sebagai Substitusi Pasir dan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton Mutu K-225*. Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol 2. No 3.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks, 1987. *Concrete Technology*. Penerbit Longman Scientific and Technical. New York.
- Siregar, Shinta Marito, 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. BSN. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.

Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1995. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Tjokrodimulyo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Bahan Konstruksi*. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Vitalis, Eddy Samsurizal, dan Asep Supriyadi. 2016. *Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton*. Teknik Sipil FT Universitas Tanjungpura.





	LABORATORIUM TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI MEDAN Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20155 Telp. Jurusan Teknik Sipil : (061) 77050264, Fax. 061-8219686													
	Pemohon : KHADRIANISA ANGGANI Judul Penelitian : Analisis Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Bulu Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Beton : K175 Nama Pengujian : Concrete Compression										Nomor : B/ /PL5/HM.02.00/2022			
No.	Benda Uji	Perbandingan Berat terhadap Semen				Slump (cm)	Tanggal		Berat benda uji (kg)	Umur (hari)	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan Kalibrasi (kN)	Kuat tekan	
		PC	Agr. Hls	Agr. Ksr	Air		Cetak	Uji					Saat Pengujian kg/cm ²	Estimasi 28 Hari kg/cm ²
	Kubus 15 x 15 x 15 cm													
1	Variasi 0 %					12,0	13-Jan-22	21-Jan-22	7,91	8	359	361,8	163,97	230,941
2	Variasi 3 %					10,0	13-Jan-22	21-Jan-22	7,99	8	300	301,6	136,71	192,546
3	Variasi 6 %					8,0	13-Jan-22	21-Jan-22	7,96	8	283	284,3	128,85	181,483
4	Variasi 9 %					7,5	13-Jan-22	21-Jan-22	8,30	8	272	273,1	123,77	174,325
5	Variasi 12 %					7,0	13-Jan-22	28-Jan-22	7,88	15	257	257,8	116,84	131,281
6	Variasi 0 %					12,0	13-Jan-22	28-Jan-22	8,02	15	446	450,3	204,09	229,317
7	Variasi 3 %					10,0	13-Jan-22	28-Jan-22	7,87	15	438	442,2	200,41	225,178
8	Variasi 6 %					8,0	13-Jan-22	28-Jan-22	7,94	15	404	407,7	184,75	207,588
9	Variasi 9 %					7,5	13-Jan-22	28-Jan-22	7,89	15	360	362,8	164,43	184,753
10	Variasi 12 %					7,0	13-Jan-22	28-Jan-22	7,88	15	325	327,1	148,26	166,583

1 kN = 101,97 kg														
Medan, 21-Jan-22														
Diuji oleh : Irwan Janitra Graha, S.T. Olah Data : Arhal Hubbig, S.T. Alat Yang Dipakai : Wykeham Farrance " 55300 - 2500 kN " Jumlah Benda Uji : 10 buah								Quality Control  Drs. Widayanto M.T. NIP. 19590202 198603 1 003				Koordinator Lab. Bahan  Arhal Hubbig, S.T.		

HASIL UJI ANALISIS SARINGAN AGREGAT HALUS

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Diameter ayakan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
4,75	0	0	0	100
2,36	0	0	0	100
1,18	34,3	6,86	6,86	93,14
0,6	60,6	12,12	18,98	81,02
0,3	187,3	37,46	56,44	43,56
0,15	166,5	33,30	89,74	10,26
Pan	51,3	10,26	100	0
Jumlah	500	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{272,02}{100} = 2,72$$

Pasir Halus = $2,20 < FM \leq 2,60$

Pasir Sedang = $2,20 < FM \leq 2,60$

Pasir Kasar = $2,20 < FM \leq 2,60$

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI AGREGAT HALUS UNTUK

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Uraian	Hasil Sample (Gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (B)	500
Berat dalam air (C)	769,6
Berat kering oven (A)	488,4
Berat jenis kering $= A / (B - C)$	1,81
Berat jenis SSD $= B / (B - C)$	1,85
Berat jenis semu $= A / (A - C)$	1,74
Absorsi % $= (B-A) \times 100 / A$	2,37

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Agregat Halus			
		Cara Gembur	Cara Padat
Berat Mould	W1	2184	2184
Berat Mould + Benda uji	W2	6076,2	6287,7
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	3892,2	4103,7
Berat Mould + air	W4	4773,6	4773,6
Berat air / Volume Mould	$V = W4 - W1$	2589,6	2589,6
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,5	1.58

HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

	Sample
Berat benda uji mula – mula (A) (sebelum dicuci) (gr)	1000
Berat benda uji tertahan saringan no.200 (setelah dicuci) (gr) (B)	959,5
Kadar lumpur (%) $(A-B/A) \times 100\%$	4,22

HASIL UJI ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan		Komulatif	
	Sampel (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
31,5	0	0	0	100
16	1608	53,6	53,6	46,4
8	1284	42,8	96,4	3,6
5	108	3,6	100	0
2,36	0	0	100	0
1,18	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Pan	0	0	100	0
Total	3000	100		

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT

KASAR

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Agregat Kasar			
		Gembur (gr)	Padat (gr)
Berat Mould	W1	4751	4751
Berat Mould + Benda uji	W2	14776,5	15179,5
Berat benda	$W3 = W2 - W1$	10025,5	10428,5
Berat Mould + air	W4	11501,5	11501,5
Berat air / Volume Mould	$V = W4 - W1$	6750,5	6750,5
Berat isi agregat	$W3/V$ (Kg/Lt)	1,48	1,54

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORSI AGREGAT KASAR

Nama : Khadrianisa Anggiani

NPM : 178110018

Tanggal :

Uraian	hasil sample (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (B)	500
Berat dalam air (C)	952,1
Berat kering oven (A)	496
Berat jenis kering = $A / (B - C)$	1,10
Berat jenis SSD = $B / (B - C)$	1,10
Berat jenis semu = $A / (A - C)$	1,10
Absorsi = $(B-A) \times 100 / A$	0,8

ALAT DAN BAHAN



Lesung

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Saringan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Timbangan Digital

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Piknometer

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bejana Kecil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Bejana Besar

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Molen

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Kerucut dan Rojokan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Sekop Kecil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Penggetar

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Pasir

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Krikil

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Cangkang Kerang

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Mesin Pematik

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022

PROSES PEMBUATAN BENDA UJI



Pengeringan Cangkang Kerang

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2021



Penghalusan Cangkang Kerang

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2021



Serbuk Cangkang Kerang

Sumber: Dokumentasi penelitian 2021



Proses Pengecoran

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Penambahan Serbuk Cangkang Kerang

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Proses Merojok Beton

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2021



Uji Slump

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Proses Pemasakan

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Beton Basah Berbentuk Kubus

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Beton Normal dan Beton Campuran

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022



Proses Perendaman

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022

PROSES UJI KUAT TEKAN

1. KUAT TEKAN BETON UMUR 7 HARI



Proses Pengeringan Beton 24 Jam

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022

Beton Normal



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Normal

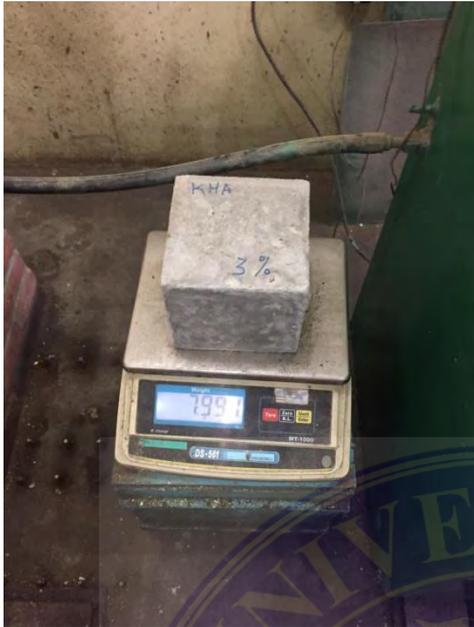
Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 3%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 3%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 3%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 6%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 6%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 6%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 9%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 9%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 9%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 12%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 12%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 12%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

2. UJI KUAT TEKAN BETON UMUR 14 HARI



Proses Pengeringan Benda Uji 24 jam

Sumber: Dokumentasi Penelitian 2022

Beton Normal



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Normal

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 3%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 3%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 3%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 6%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 6%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 6%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 9%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 9%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 9%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022

Beton Variasi Serbuk Cangkang Kerang 12%



Menimbang Benda Uji

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Proses Kuat Tekan Beton Variasi 12%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022



Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 12%

Sumber: Dokumen Penelitian 2022