

**SKRIPSI**

**PENGARUH SERBUK CANGKANG KERANG HIJAU (*PERNA VIRIDIS*) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**HARDI ADITYA**

**D051171011**



**DEPARTEMEN ARSITEKTUR**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**“Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton”**

Disusun dan diajukan oleh

Hardi Aditya  
D051171011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 7 Mei 2024

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
Menyetujui

Pembimbing I



**Dr. Ir. Hartawan, MT**  
NIP. 19641231 199103 1 034

Pembimbing II



**Pratiwi Mushar, ST.,MT**  
NIP. 19860119 201404 2 001

Mengetahui



**Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST.,MT.**  
NIP. 19690612 199802 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hardi Aditya

NIM : D051171011

Program Studi : Arsitektur

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggung jawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 14 Mei 2024

Yang Menyatakan,



Hardi Aditya



## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir/ skripsi yang berjudul “Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton”

Saya dengan sepenuh hati menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, izinkan saya mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada mereka:

1. Kedua orang tua saya Muh. Rasyidi dan Hariani, serta saudara dan keluarga saya yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat.
  2. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT. selaku Ketua Departemen Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin.
  3. Bapak Dr. Ir. Hartawan, MT. selaku dosen pembimbing I, dan Ibu Pratiwi Mushar, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan, saran, koreksi, serta motivasi selama jalannya penelitian dan penulisan skripsi ini.
  4. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT. dan Ibu Dr. Imriyanti, ST., MT. selaku dosen Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama di bangku perkuliahan.
  5. Bapak Ir. Muhammad Taufik Ishak, MT. selaku dosen pembimbing akademik selama masa studi di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
  6. Bapak Muh. Nurhalim Arsyad selaku staf laboran pada Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas dukungan, bantuan, dan kerja samanya sehingga proses penelitian dapat berjalan dengan lancar.
- Terima kasih juga kepada semua dosen, staf, dan karyawan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



8. Rekan saya Muhammad Raihan Atsil Sudarman di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan meluangkan waktunya dalam pelaksanaan penelitian. Terimakasih atas kesempatan-kesempatan untuk bertukar pikiran terkait penelitian ini.
9. Saudara Aru Fauzi Al Mubaraq, Nasril, dan Ahmad Rasyidin Alimsyah yang telah menyumbangkan tenaga selama proses penelitian tugas akhir ini.
10. Saudari A. Yulia Sari Marlina, S.Pd., Gr. atas bantuan dan dukungan selama proses penelitian tugas akhir ini.
11. Teman-teman SIMETRI 2017 atas bantuan, motivasi, dan kebersamaannya dari awal perkuliahan sampai akhir masa studi.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu disetiap proses yang telah dilalui.

Akhirnya, segala puji serta rasa syukur yang teramat besar saya haturkan kepada Allah SWT, atas segala izin dan limpahan berkah-Nya, saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih ada kekurangan baik dari segi isi, literatur, teknik penulisan maupun bahasa yang digunakan dalam penyusunan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan agar dapat menjadi bahan perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi pihak-pihak yang membacanya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat, hidayat, dan keberkahan bagi kita semua.

Gowa, 14 Mei 2024

Hardi Aditya



## ABSTRAK

**HARDI ADITYA.** *Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton* (dibimbing oleh Dr. Ir. Hartawan, MT. dan Pratiwi Mushar, ST., MT.)

Berbagai macam limbah dari hasil alam memiliki kandungan organik yang serupa dengan bahan utama campuran beton, termasuk cangkang kerang. Cangkang kerang mengandung senyawa CaO yang persentasenya sekitar 66,70% dan SiO<sub>2</sub> sekitar 7,88% yang merupakan salah satu bahan baku pembuatan semen. Kandungan yang dimiliki cangkang kerang tersebut berpotensi dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton yang dapat meningkatkan karakteristik beton. Tujuan penelitian yaitu mendeskripsikan pengaruh substitusi serbuk cangkang kerang hijau (SCK) dengan variasi substitusi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat agregat halus terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari, serta menyajikan perbandingan nilai kuat tekannya dengan beton normal. Metode penelitian yaitu eksperimental, menggunakan cetakan silinder ukuran Ø10 cm x 20 cm sebanyak 45 sampel, dengan metode perawatan *dry curing*. Hasil pengujian pada umur 7 hari nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 10,5% dengan 11,13 MPa. Pada umur 14 hari nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 9,5% dengan 12,23 MPa. Pada umur 28 hari nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 9,5% dengan 14,35 MPa. Beton variasi SCK 9,5% dan 10,5% memiliki kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton normal di umur 7 hari, sehingga substitusi SCK berpengaruh memberikan kekuatan kuat tekan awal yang tinggi. Komposisi persentase substitusi SCK dengan nilai tertinggi diperoleh pada variasi 9,5%, yang dimana semakin bertambah umur perawatannya maka semakin tinggi pula kuat tekannya melampaui beton normal.

Kata Kunci: Serbuk Cangkang Kerang Hijau, Beton, Kuat Tekan, Substitusi Pasir



## ABSTRACT

**HARDI ADITYA.** *The Effect of Green Clam Shell Powder (Perna viridis) as a Substitute for Fine Aggregates on the Strength of Concrete (supervised by Dr. Ir. Hartawan, MT. and Pratiwi Mushar, ST., MT.)*

*A wide variety of natural wastes have similar organic content to the main ingredients of concrete mixtures, including clam shells. Clam shells contain CaO compounds whose percentage is around 66.70% and SiO<sub>2</sub> around 7.88%, which is one of the raw materials for making cement. The content of clam shells has the potential to be used as a concrete constituent material that can improve concrete characteristics. The purpose of the study was to describe the effect of substitution of green mussel shell powder (CSP) with a substitution variation of 9%; 9.5%; 10.5%; and 11% of the weight of fine aggregate on the compressive strength of concrete at the age of 7, 14, and 28 days, and present a comparison of the compressive strength value with normal concrete. The research method is experimental, using cylinder moulds measuring Ø10 cm x 20 cm and as many as 45 samples, with the dry curing treatment method. In the test results at the age of 7 days, the highest compressive strength value was obtained in the 10.5% variation with 11.13 MPa. At the age of 14 days, the highest compressive strength value was obtained in the 9.5% variation with 12.23 MPa. At the age of 28 days, the highest compressive strength was obtained in the 9.5% variation with 14.35 MPa. The 9.5% and 10.5% CSP variations had higher compressive strength than normal concrete at 7 days, so the CSP substitution had the effect of providing high initial compressive strength. The composition of the percentage of SCK substitution with the highest value is obtained in the 9.5% variation, which is where the increasing age of treatment, increases the compressive strength beyond normal concrete.*

*Keywords: Green Clam Shell Powder, Concrete, Compressive Strength, Sand Substitution*



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Keaslian penelitian .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Beton .....	8
2.2 Bahan Penyusun Beton .....	10
2.2.1 Semen Portland .....	10
2.2.2 Agregat .....	13
2.2.3 Air .....	18
2.3 Kelebihan Dan Kekurangan Beton .....	20
2.4 Kuat Tekan Beton .....	22
2.5 Perawatan beton .....	26
2.6 Pola Retak Pada Beton .....	28
2.7 Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) .....	29
2.8 Alur Pikir Penelitian .....	32
2.9 Kerangka Pikir Penelitian .....	33
2.10 Penelitian Terkait .....	34
BAB III METODE PENELITIAN .....	35
Jenis Penelitian .....	35
Lokasi dan Waktu Penelitian .....	35
Jenis Variabel dan Data Penelitian .....	35
Instrumen Penelitian .....	36



3.4.1	Bahan Penelitian .....	36
3.4.2	Alat Penelitian.....	37
3.5	Metode Pengambilan Data .....	39
3.6	Metode Analisis Data .....	39
3.7	Tahapan dan Prosedur Penelitian .....	40
3.7.1	Tahap Persiapan .....	40
3.7.2	Tahap pengolahan cangkang kerang hijau.....	40
3.7.3	Tahap Pemeriksaan bahan .....	41
3.7.4	Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i> .....	47
3.7.5	Tahap Pembuatan Benda Uji .....	53
3.7.6	Tahap Slump Test .....	56
3.7.7	Tahap Compaction Factor Test.....	57
3.7.8	Tahap Pencetakan Benda Uji.....	58
3.7.9	Tahap Pemberian Kode Sampel.....	59
3.7.10	Tahap Perawatan Benda Uji.....	60
3.7.11	Tahap Pengujian Benda Uji .....	60
3.7.12	Tahap Analisi Pola Retak.....	61
3.7.13	Tahap Pengolahan Data.....	62
3.7.14	Tahap Analisis Data .....	62
3.7.15	Tahap Penarikan Kesimpulan .....	64
3.8	Alur Penelitian.....	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		66
4.1	Pembuatan Serbuk Cangkang Kerang Hijau (SCK).....	66
4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material.....	68
4.2.1	Air .....	69
4.2.2	Semen.....	69
4.2.3	Agregat Halus (Pasir Alami).....	69
4.2.4	Agregat Kasar (Batu Pecah) .....	74
4.2.5	Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat .....	78
4.3	Hasil Perhitungan Mix Design .....	79
4.4	Pembuatan Benda Uji .....	82
4.4.1	Persiapan Material .....	82
	Pembuatan Campuran Beton .....	83
	Pencetakan Benda Uji.....	84
	Perawatan Benda Uji .....	84
	Hasil Pengujian Benda Uji .....	85



4.5.1 Hasil <i>Slump Test</i> .....	85
4.5.2 Hasil <i>Compaction Factor Test</i> .....	86
4.5.3 Hasil Pengujian Berat Volume.....	87
4.5.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	89
4.5.5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	96
4.5.6 Keunggulan Beton dengan Substitusi SCK .....	98
4.5.7 Karakteristik Beton dengan Substitusi SCK.....	98
4.5.8 Pola Retak Beton .....	99
BAB V PENUTUP.....	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran .....	102
DAFTAR PUSTAKA .....	104
LAMPIRAN.....	108



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodijuljo, 2007) .....	10
Tabel 2. Berat jenis beton (Tjokrodijuljo, 2007).....	10
Tabel 3. Susunan kimia semen (Tjokrodijuljo, 2007).....	11
Tabel 4. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton.....	25
Tabel 5. Komposisi Material Adukan Beton .....	26
Tabel 6. Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang.....	31
Tabel 7. Perbandingan kandungan kimia cangkang kerang dan semen.....	31
Tabel 8. Penelitian Terkait .....	34
Tabel 9. Variabel penelitian .....	36
Tabel 10. Uraian Jumlah Sampel .....	36
Tabel 11. Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum .....	49
Tabel 12. Nilai slump berdasarkan fungsi beton.....	50
Tabel 13. Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan .....	51
Tabel 14. Kebutuhan Semen Minimum .....	51
Tabel 15. Kode Sampel .....	59
Tabel 16. Data hasil pemeriksaan berat volume agregat halus .....	69
Tabel 17. Data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus .....	70
Tabel 18. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.....	71
Tabel 19. Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus .....	71
Tabel 20. Data hasil pemeriksaan analisis saringan agregat halus.....	72
Tabel 21. Batas Gradasi Agregat Halus .....	73
Tabel 22. Data hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar .....	74
Tabel 23. Data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar .....	75
Tabel 24. Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	75
Tabel 25. Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar .....	76
Tabel 26. Data hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar.....	77
Tabel 27. Batas Gradasi Agregat Kasar .....	77
Tabel 28. Rekapitulasi hasil pemeriksaan agregat halus.....	78
Tabel 29. Rekapitulasi hasil pemeriksaan agregat kasar.....	79
Tabel 30. Kebutuhan Material per 1 m <sup>3</sup> .....	80
Tabel 31. Kebutuhan Material 45 Sampel.....	80
Tabel 32. Kebutuhan Material Beton Normal (0% SCK).....	80
Tabel 33. Kebutuhan Material Beton SCK Variasi 9% .....	81
Tabel 34. Kebutuhan Material Beton SCK Variasi 9,5% .....	81
Tabel 35. Kebutuhan Material Beton SCK Variasi 10,5% .....	81
Tabel 36. Kebutuhan Material Beton SCK Variasi 11% .....	82
Tabel 37. Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	85
Tabel 38. Nilai slump berdasarkan fungsi beton.....	85
Tabel 39. Data hasil <i>compacting factor test</i> .....	87
Tabel 40. Deskripsi dari <i>workability</i> dan <i>compacting factor</i> .....	87
Tabel 41. Data hasil pengujian berat volume sampel .....	88
Tabel 42. Data hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 7 hari.....	89
Tabel 43. Data hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 14 hari.....	91
Tabel 44. Data hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 28 hari.....	93
Tabel 45. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton.....	96
Tabel 46. Data hasil analisis tipe pola retak benda uji.....	99



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik kuat tekan rata-rata beton (Setiawan et al. 2020).....	2
Gambar 2. Beton Silinder.....	9
Gambar 3. Semen Portland .....	12
Gambar 4. Batu pecah alami .....	15
Gambar 5. Kerikil Alami.....	15
Gambar 6. Agregat halus.....	17
Gambar 7. Pola Retak pada Beton .....	28
Gambar 8. Kerang Hijau .....	30
Gambar 9. Alur pikir penelitian .....	32
Gambar 10. Kerangka pikir penelitian .....	33
Gambar 11. Benda Uji Silinder Ø10 x 20 cm .....	38
Gambar 12. Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Silinder .....	49
Gambar 13. Pola Retak pada Beton .....	61
Gambar 14. Diagram Alur Penelitian.....	65
Gambar 15. Alur pembuatan serbuk cangkang kerang hijau (SCK).....	66
Gambar 16. Limbah cangkang kerang hijau .....	66
Gambar 17. Membersihkan cangkang kerang hijau dengan cara dicuci.....	67
Gambar 18. Mengeringkan cangkang kerang hijau .....	67
Gambar 19. Cangkang kerang hijau dikeringkan dengan oven .....	67
Gambar 20. Cangkang kerang hijau ditumbuk hingga menjadi serbuk-serbuk....	68
Gambar 21. Cangkang kerang hijau yang telah disaring .....	68
Gambar 22. Serbuk cangkang kerang hijau yang telah ditimbang.....	68
Gambar 23. Grafik batas hasil gradasi agregat halus .....	73
Gambar 24. Grafik batas hasil gradasi agregat kasar .....	78
Gambar 25. (a) menimbang pasir, (b) menimbang batu pecah, (c) menimbang air, .....	82
Gambar 26. Mengolesi bekisting dengan oli.....	83
Gambar 27. Proses pemasukan dan pencampuran material .....	83
Gambar 28. (a) Proses pencetakan beton segar, (b) Beton segar yang telah dicetak .....	84
Gambar 29. (a) Melepaskan beton dari cetakan, (b) Perawatan kering benda uji	84
Gambar 30. Hasil pengujian <i>slump</i> .....	85
Gambar 31. Grafik berat volume sampel .....	88
Gambar 32. Grafik Persentase SCK terhadap kuat tekan beton umur 7 hari.....	90
Gambar 33. Grafik Persentase SCK terhadap kuat tekan beton umur 14 hari.....	92
Gambar 34. Salah satu sampel variasi 9% (SCK-9142) .....	93
Gambar 35. Grafik Persentase SCK terhadap kuat tekan beton umur 28 hari.....	94
Gambar 36. Salah satu sampel beton normal (0%) .....	95
Gambar 37. Grafik persentase SCK terhadap kuat tekan beton pada masing- masing umur perawatan .....	96
Gambar 38. Grafik umur perawatan terhadap kuat tekan beton pada masing- ersentase SCK.....	97
39. Bagian dalam beton umur 28 hari (a) variasi 0%, (b) variasi 9%, (c) 5%, (d) variasi 10,5%, (e) variasi 11% .....	98
40. Tipe pola retak benda uji (a) tipe 2, (b) tipe 3, (c) tipe 4 .....	99



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Konversi Mutu Beton K ke F'C .....	109
Lampiran 2 Perhitungan <i>Mix Design</i> .....	110
Lampiran 3 Hasil Pemeriksaan Material .....	117
Lampiran 4 Hasil <i>Compaction Factor Test</i> .....	126
Lampiran 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	127
Lampiran 6 Logbook Kegiatan .....	132



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Secara umum bahwa pertumbuhan dan perkembangan konstruksi di Indonesia cukup pesat. Kemajuan ini berdampak pada peningkatan jumlah dan beragamnya fungsi bangunan, sehingga menyebabkan peningkatan dalam jumlah bangunan, percepatan pembangunan yang diinginkan, dan tuntutan akan kualitas konstruksi semakin tinggi.

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Pertumbuhan pembangunan akan terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan beton. Hampir sebagian besar material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*) yang dipadukan dengan baja (*steel*) atau jenis lainnya. Beton sendiri merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah.

Beton merupakan bahan konstruksi bangunan sipil yang paling banyak digunakan saat ini. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan bahan-bahan konstruksi lainnya, diantaranya harga yang relatif murah, mudah dibentuk, ketahanan yang baik terhadap cuaca, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Konstruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan, bendungan, saluran air dan lain-lain.

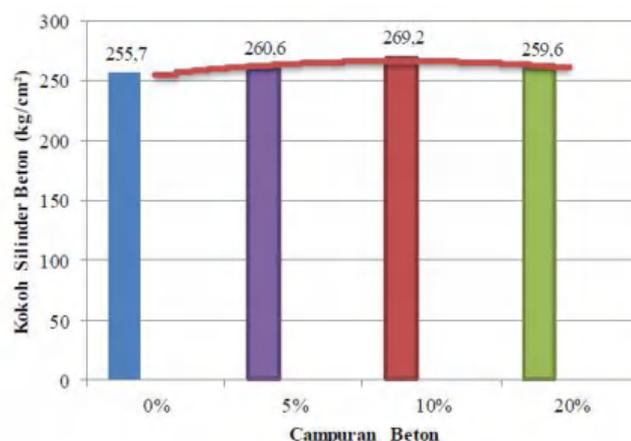
Saat ini berbagai macam penelitian dan percobaan telah dilakukan guna mencari bahan lain sebagai penunjang bahan material beton dan juga ramah terhadap lingkungan dengan tujuan meningkatkan nilai kekuatan beton. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti terhadap agregat kasar, agregat halus, maupun semen. Bahan yang digunakan sebagai bahan ganti tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah.



Untuk mencari inovasi baru agar campuran beton dapat mencapai mutu yang baik dengan menggunakan hasil laut yang sudah tidak dimanfaatkan sebagai limbah, seperti cangkang kerang. Kerang laut sendiri merupakan salah

satu hasil komoditi laut yang menjadi favorit. Sebagian besar pemanfaatan kerang laut terbatas pada daging kerang yang memang untuk dikonsumsi. Sedangkan cangkang kerangnya hanya menjadi limbah. Pemanfaatan cangkang kerang selama ini hanya pada penggunaannya sebagai hasil kerajinan dan pakan ternak yang serapannya masih sedikit, sehingga kebanyakan cangkang kerang hanya menjadi limbah yang tidak dimanfaatkan. Padahal kulit kerang mengandung senyawa kapur CaO yang persentasenya adalah sekitar 66,70% yang merupakan salah satu bahan baku pembuatan semen (Syafpoetri, 2012). Oleh karena itu dengan kandungan yang dimiliki cangkang kerang diharapkan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik beton.

Penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Yudi Wahyu Setiawan (2020) dengan judul “Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau Sebagai Fine Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Campuran Beton”. Penelitian ini memvariasikan presentase substitusi serbuk cangkang kerang hijau dengan variasi 5%, 10%, 20% dari berat agregat halus. Adapun hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari, diketahui pada beton 0% (standar) nilai kuat tekan rata – rata yang didapatkan sebesar 25,46 MPa. Pada campuran (serbuk cangkang kerang) 5%, nilai kuat tekan beton mencapai kuat tekan yaitu 26,55 MPa. Sedangkan pada campuran (serbuk cangkang kerang) 10% dihasilkan kuat tekan sebesar 29,504 MPa dan terakhir pada campuran (serbuk cangkang kerang) 20% sebesar 27,1 MPa.



Gambar 1. Grafik kuat tekan rata-rata beton (Setiawan et al. 2020)



Sehubungan dengan hal ini, maka penulis ingin mengembangkan bahan substitusi serbuk cangkang kerang hijau dengan judul “**Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton**” dengan menggunakan persentase yang berbeda yaitu 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% yang berumur 7, 14, dan 28 hari. Hal yang mendasari pengembangan penelitian terdahulu dengan variasi berbeda, yaitu berdasarkan penelitian sebelumnya nilai kuat tekan optimum untuk campuran agregat halus (*serbuk cangkang kerang*) terjadi pada variasi 10%, sedangkan pada variasi 20% mengalami penurunan, oleh karena itu penulis ingin mengetahui apakah terjadi peningkatan kuat tekan beton pada variasi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11%.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh substitusi serbuk cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dengan variasi substitusi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat agregat halus terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari?
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan beton antara beton normal dengan beton campuran serbuk kerang hijau (*Perna viridis*) dengan variasi substitusi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat agregat halus pada umur 7, 14, dan 28 hari?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

1. Menjelaskan pengaruh substitusi serbuk cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dengan variasi substitusi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat agregat halus terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari?
2. Menjelaskan perbandingan nilai kuat tekan beton antara beton normal dengan beton campuran serbuk kerang hijau (*Perna viridis*) dengan variasi substitusi 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat agregat halus pada umur 7, 14, dan 28



## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan hasil tentang pengaruh substitusi serbuk kerang hijau (*Perna viridis*) dengan agregat halus terhadap kuat tekan beton.
2. Sebagai bentuk pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau yang tidak terpakai menjadi salah satu alternatif bahan substitusi dalam pembuatan beton.
3. Memberikan sumbangan pemikiran bagi penelitian selanjutnya dan sebagai bahan referensi yang diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan bagi pembaca.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penggunaan agregat kasar dan halus yang berasal dari daerah Gowa, semen yang digunakan adalah *Portland Cement* (PC) tipe I,
2. Cangkang kerang hijau yang digunakan merupakan hasil limbah warung makan yang telah melewati proses masak dan pemanasan.
3. Standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
4. Variasi substitusi serbuk cangkang kerang hijau digunakan pada campuran beton adalah 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11% dari berat pasir.
5. Target mutu beton  $f'c$  25 MPa.
6. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.
7. Penelitian ini menggunakan metode perawatan *Dry Curing*.
8. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Sampel silinder diameter  $\varnothing$  10 cm dan tinggi 20 cm
9. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
10. Tidak meneliti lebih lanjut faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.



Penelitian ini akan membahas secara detail mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan.

## 1.6 Keaslian penelitian

Peneliti	Putra Akhmad Rizki Tri Adinda, Qomariah, Sugeng Rianto.	Deny Syahrasi	Yudi Wahyu Setiawan, Bayu Adhy Septyawan, Ibnu Toto Husodo, Slamet Budirahardjo	Hardi Aditya
Tahun Penelitian	2020		2020	2024
Judul Penelitian	Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastitas Beton Normal $f'c$ 200	Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang (Kepah) Dan Limbah Kaca Sebagai Bahan Alternatif Substitusi Parsial Semen Untuk Campuran Beton	Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau Sebagai Fine Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Campuran Beton	Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (Perna viridis) sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton
Variabel Penelitian	Cetakan kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 150 mm	Cetakan silinder dengan diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm.	Sampel silinder ( $\varnothing = 15$ cm, h = 30 cm) dan balok (15 x 15 x 60 cm)	Cetakan silinder ( $\varnothing = 10$ cm, h = 20 cm)
	Limbah cangkang kerang sebagai	Substitusi limbah cangkang kerang kepah,	Substitusi cangkang kerang hijau dengan	Substitusi agregat halus dengan serbuk cangkang



	substitusi semen	limbah kaca, material tambahan tanah liat (clay)	agregat halus	kerang
	Variasi substitusi dari 0%;3%; 5%; 7%	Variasi campuran semen 0%; 10%; 20% dan 30%	Variasi Substitusi 5%; 10%; dan 20%	Variasi Substitusi 9%; 9,5%; 10,5%; dan 11%
	Pengujian kuat tekan beton dan modulus elastisitas beton	Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan daya serap air	Pengujian kuat tekan dan kuat lentur	Pengujian Kuat Tekan
	Pengujian dilakukan pada umur 28 hari	Pengujian dilakukan pada umur 3, 7, dan 28 hari	Pengujian dilakukan pada umur 14 dan 28 hari	Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari
	Kerang telah melewati proses Masak	Kerang Masak dan Mentah dicampur		Kerang telah melewati proses masak
Metode Penelitian	Mix Design dengan metode standar SK SNI 03-2834-2000.	Job mix beton menggunakan metode ACI.	Mix Design beton metode yang digunakan adalah sesuai SK.SNI.T-15-1990-03	Mix Design beton metode DOE (Development of Environment)



## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab. Secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab I ini akan dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori-teori dasar yang berhubungan dengan penelitian terdahulu, pengertian, aturan-aturan, hasil penelitian, SNI, jurnal serta laporan penelitian yang berhubungan untuk menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi lokasi, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton dan metode analisa data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil penelitian.

### **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, beton ialah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Beton sendiri sekarang banyak digunakan pada konstruksi bangunan gedung saat ini karena proses pengerjaannya yang cukup mudah.

Beton dibagi menjadi beberapa jenis salah satunya beton normal, beton normal diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat, adapun jenis beton khusus selain beton normal. Beton khusus biasanya beton yang ditambahkan dengan bahan khusus, misalnya pozolan, bahan kimia pembantu, serat, dan sebagainya. Tujuan pemberian bahan tambah ialah untuk menghasilkan beton khusus yang lebih baik daripada beton normal (Tjokrodinuljo, 2007).

Nugraha, P (2007) mengungkapkan bahwa pada beton yang baik yaitu setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas dari mortar pada adukan beton tersebut akan mempengaruhi mutu dari beton tersebut. Semen merupakan unsur penting dalam adukan beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari suatu campuran adukan beton. Beton dengan campuran semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan campuran semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*).

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, salah satunya yaitu beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

- Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk anaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya si pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan



terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

- Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.



Gambar 2. Beton Silinder  
Sumber: hindawi.com

Menurut Tjokrodimuljo (2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat



Tabel 1. Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodumuljo, 2007)

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana	
Beton normal	15-30
Beton pra tegang	30-40
Beton kuat tekan tinggi	40 80
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80

## 2. Berat jenis

Tabel 2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan.

Tabel 2. Berat jenis beton (Tjokrodumuljo, 2007)

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 - 2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30 - 2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

## 2.2 Bahan Penyusun Beton

Seperti yang diuraikan diatas bahan penyusun beton normal ialah semen portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan air.

### 2.2.1 Semen Portland

*Portland Cement* (PC) atau semen adalah bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta. Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air dan semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Penemu semen (*Portland Cement*) adalah Joseph Aspdin di tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen Portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau Portland.



Tabel 3. Susunan kimia semen (Tjokrodinuljo, 2007)

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60-65
SiO <sub>2</sub>	17-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5-6
MgO	0,5-4
SO <sub>3</sub>	1-2
K <sub>2</sub> O , Na <sub>2</sub> O	0,5-1

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida (SiO<sub>2</sub>), Alumunium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan Magnesium Oksida (MgO).

Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat 12 (CaSO<sub>4</sub>) kira-kira 2-4 % persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 40 kg/ 50 kg (Sutikno, 2003:2).





Gambar 3. Semen Portland  
sumber: adprocurement.co.id

Indonesia [Spesifikasi Bahan Bangunan Bukan Logam, (SK SNI S-04-1989F)] semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

- a. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- d. Jenis IV, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Menurut Mustika (2015), semen Portland mempunyai beberapa sifat fisik, sebagai berikut:

- a. Kehalusan butir

Semakin halus semen, maka permukaan butirannya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan dalam jumlah yang besar pula. Kehalusan dari semen dapat di tentukan



dengan berbagai cara, antara lain dengan analisa saringan. Semen pada umumnya mampu lolos saringan 44 mikron dalam jumlah 80 % beratnya.

b. Berat jenis dari berat isi

Berat jenis semen umumnya berkisar 3,15 kg/liter. Berat jenis ini penting untuk di ketahui karena semen dengan berat jenis yang rendah dan di campur dengan bubuk batuan lain, pada pembakarannya menjadi titik sempurna.

c. Waktu pengerasan semen

Pada pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Waktu pengikatan awal di hitung sejak semen tercampur dengan air hingga mengeras.

d. Kekekalan bentuk.

Bubuk semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal dan bentuk.

e. Kekuatan semen

Pengukuran kekuatan semen biasanya dilakukan menggunakan nilai kuat tekan semen dicampur dengan pasir.

f. Pengerasan awal palsu

g. Pengaruh suhu

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/dipelajari secara baik. (Tjokoridimulyo, 2004 dalam siregar, 2009).

### 2.2.2 Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan kekuatan beton. Pada beton biasanya terdapat 60 % sampai 80 % volume Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat dimana agregat



yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Berdasarkan ukurannya pori agregat memiliki ukuran lebih besar dari 2 mm ataupun ruangan kosong diantara partikel-partikel batuan yang gembur. Porositas dari agregat perlu diketahui sebab erat hubungannya dengan sifat-sifat agregat seperti kekuatan, sifat absorbs dan lain-lain. Agregat dengan kadar pori yang besar akan membutuhkan jumlah semen yang lebih banyak, karena banyak semen yang terserap dan akan mengakibatkan semen menjadi lebih tipis. Penentuan banyaknya pori ditentukan berdasarkan air yang dapat terabsorpsi oleh agregat (Laintarawang et al., 2009:15)

Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Agregat yang mempunyai ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan agregat halus adalah 4,74 mm atau 4,80 mm. agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat kasar sering disebut kerikil, kericak, batu pecah (split). Adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butiran yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut lanau, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut lempung. Karena agregat merupakan bahan yang terbanyak didalam beton, maka semakin banyak persen agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campurannya masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang memakai beton tersebut (Tjokrodinuljo, 1996).

#### 1. Agregat Kasar

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan sel semen. Laintarawang et al. (2009) menjelaskan tentang jenis-jenis agregat kasar yang umum adalah :



atu pecah alami

n ini diperoleh cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat asal dari gunung api, jenis sedimen atau metamorf. Meskipun dapat

menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.



Gambar 4. Batu pecah alami  
sumber: mbizmarket.co.id

b. Kerikil alami

Kerikil alami diperoleh dari proses alami yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.



Gambar 5. Kerikil Alami  
sumber: Dreamstime



varian agregat kasar sebagai berikut :

agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan itu. Agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm.

- b. Agregat kasar terdiri dari batuan yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir yang hanya dapat dipakai apabila jumlah butiran pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butiran agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % berat. (ditentukan terhadap berat kering) Apabila kadar lumpur melebihi 1 % berat maka tersebut harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat alkali yang reaktif.
- e. Kekerasan dari butiran agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudelooft dengan pengujian 20 ton, dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  - 1) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24 % berat.
  - 2) Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% berat
- f. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan secara berurutan sebagai berikut : 31,5 mm; 16 mm; 8 mm; 0,5 mm; 0,25 mm harus memenuhi syarat-syarat (PBI 1971):
  - 1) Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0 % berat.
  - 2) Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar 90 %-98% berat.
  - 3) Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas ayakan yang berurutan maksimum 60 % dan minimum 10 % berat.

## 2. Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara 0,15-5 mm. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik,

partikel yang lebih kecil dan saringan nomor 100 atau bahan-bahan yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu ukuran harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar



analisis saringan ASTM (*American Society of Testing and Materials*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus (Laintarawang, dkk,2009:19-20).



Gambar 6. Agregat halus  
sumber: bermutu.id

- a. Agregat halus harus terdiri dari butiran tajam dan keras. Butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau tidak hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
- b. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5 % berat (ditentukan terhadap berat kering). Lumpur adalah butiran yang dapat melalui ayakan 0,063 mm.
- c. Tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga 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 dalam larutan 3 % NaOH yang kemudian di cuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.
- d. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan berturut-turut 31,5 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm (PBI 1971), harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Sisa di atas ayakan 4 mm, harus minimum 2 % berat agregat.
2. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10 % berat agregat.



3. Sisa di atas ayakan 0,25 mm harus berkisar 80 % - 95 % berat agregat.
4. Untuk pasir modulus halus butir antara 2,50-3,80 mm.
5. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

### 2.2.3 Air

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan.

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk (Tjokrodilmo, 2007):

- a. Bereaksi dengan semen portland
- b. Menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar mudah dikerjakan.

Tujuan utama dalam penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air yang dibutuhkan agar terjadi proses hidrasi tidak banyak, kira-kira 30 % dari berat semen. Dengan menambahkan lebih banyak air harus dibatasi sebab penggunaan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. (Mustika et al. 2009:11)

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan mengakibatkan beton akan menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan

menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :  
*workability* adukan beton.  
 kecilnya nilai susut beton.



3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.
5. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan:

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

(Siregar, 2009)

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organik lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Tata Cata Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002) .

Menurut SK SNI S-04-1989 F spesifikasi bahan bangunan A, air sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter,
- d. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus untuk beton yang kandungan Klorida tidak boleh 0,05 gram/liter,



- e. Tidak boleh mengandung senyawa sulfat  $SO_3$  lebih dari 1 gram/liter. Kualitas beton akan berkurang jika air yang digunakan mengandung kotoran, pengaruh lainnya pada saat pengikatan awal adukan beton.

### 2.3 Kelebihan Dan Kekurangan Beton

Secara umum kelebihan beton adalah :

1. Dapat dengan mudah di bentuk sesuai kebutuhan konstruksi
2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

Secara umum kekurangan beton adalah:

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat
4. Daya pantul suara yang besar
5. Proses pengerasannya cukup lama
6. Tidak tahan terhadap lumut atau kelembaban tinggi yang menyebabkan beton cepat rapuh.

Beton dapat juga dicampur dengan bahan lain seperti komposit atau bahan lain sesuai dengan perilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut, sehingga berdasarkan berat, material pembentuknya dan kegunaan strukturnya beton dapat dibedakan menjadi:

#### 1. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai masa kering udara mengacu pada standard ASTM C-567 dan densitas tidak lebih dari  $1.900 \text{ kg/m}^3$  (Mulyono, 2003) atau berdasarkan kepentingan penggunaannya strukturnya berkisar antara  $1440 - 1850 \text{ kg/m}^3$ , dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa. Argregat yang digunakan umumnya merupakan

ibakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu-bara dan banyak pembakaran vulkanik.



## 2. Beton Berat.

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2.400 kg/m<sup>3</sup>. Beton yang mempunyai berat yang tinggi ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya. Beton berat ini digunakan jika masalah ruang tidak menjadi hambatan. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar, biasanya lebih dari 4 dibandingkan dengan agregat biasa dengan berat jenis 2,6. Agregat yang mempunyai berat jenis yang besar, seperti barium sulfat yaitu 4,1 atau agregat alam dengan bahan lainnya seperti biji besi, magnetit, limonite, hermatite, ilmenite (FeTiO<sub>3</sub>), sebagai agregat halus dan goethite beton yang dihasilkan menggunakan biji besi dapat mencapai 3000 – 3.900 kg/m<sup>3</sup>

## 3. Beton Massa

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi jembatan dan lain-lain.

## 4. Ferro Cement

Adalah bahan gabungan yang diperoleh dari campuran beton dengan tulangan kawat ayam atau kawat yang dianyam. Beton jenis ini akan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan daktail, serta lebih *waterproofing*.

## 5. Beton Serat

Merupakan campuran beton ditambah serat, bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik atau *poly propylene* dan potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan sedangkan kelebihanannya antara lain kemungkinan terjadi segregasi kecil, daktail dan tahan benturan.

## 6. Beton Siklop

Beton jenis ini menggunakan agregat yang besar-besar, sampai dengan 20 cm, digunakan untuk pekerjaan beton massa.



Hampa

Beton hampa adalah beton yang air sisa dari proses hidrasinya sekitar 50 % disedot keluar setelah beton mengeras.

#### 8. Beton Polimer

Polimer merupakan bahan tambah yang baru dalam pembuatan beton sehingga menghasilkan kekuatan beton yang tinggi dan waktu pengerasan yang cepat. Beton dengan kekuatan tinggi ini biasanya diproduksi dengan menggunakan polimer yang berupa resin dan pengeras sebagai bahan tambahan.

(Siregar, 2009)

### 2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton sering disebut juga sebagai kuat desak beton. Kuat tekan beton merupakan 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, 2005). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan (Hernando, 2009).

Kinerja dalam sebuah beton dapat dibuktikan dengan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima beban persatuan luas (Mulyono, 2004). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain (Tjokrodinuljo, 2007):

#### 1. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur beton. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan semakin lambat. Laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : faktor air semen, suhu sekeliling beton, semen portland dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

#### 2. Faktor Air Semen



Faktor Air Semen (FAS) ialah perbandingan berat antar air dan semen portland dalam campuran adukan beton. Semakin tinggi nilai fas maka kuat tekan beton akan semakin tinggi pula, nilai fas juga sangat berpengaruh pada jumlah semen

yang dibutuhkan pada suatu campuran beton. Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis menurut Duff Abrams (1919) dalam Shetty (1997) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^x}$$

Dengan :

$f_c$  = kuat tekan beton

X = perbandingan volume antara air dan semen (faktor air semen)

A,B = konstan

### 3. Kepadatan beton

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berarti berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang.

### 4. Jumlah pasta semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat dan berakibat kuat tekan beton rendah. Akan tetapi, jika jumlah pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Karena pada umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah daripada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah. Pengaruh jumlah pasta semen terhadap kuat

### 5. Jenis semen

Semen portland untuk pembuatan beton terdiri beberapa jenis. Masing-masing jenis semen portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan

ya, sehingga mempengaruhi juga terhadap kuat tekan betonnya.

gregat



Agregat terdiri atas agregat halus dan agregat kasar. Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain (Tjokrodimuljo, 2007:75)

a. Kekerasan permukaan

Karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat retakan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat daripada permukaan agregat yang halus dan licin.

b. Bentuk agregat

Karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri saling mengunci dan digeserkan berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat daripada beton yang dibuat dari kerikil.

c. Kuat tekan agregat

Karena sekitar 70 % volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan yang rendah akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah pula.

Menurut Polii (2015), kuat tekan beton didapatkan dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan-tegangan tekan tertinggi ( $f'_c$ ) yang dicapai benda uji pada umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan yang dinyatakan dengan satuan  $N/mm^2$  atau MPa (Mega Pascal).

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat agregat, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian. Menurut PBI-1971, hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton dapat dilihat pada tabel 4.



Tabel 4. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur ( Hari )	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

Kuat tekan (*Compressive strength*) suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut. Kuat tekan batako dianalogikan dengan kuat tekan beton, dimana untuk mendapatkan nilai kuat tekan batako atau beton digunakan persamaan matematis sebagai berikut:

$$f^c = \frac{P}{A}$$

Dengan :

$f^c$  = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Nilai hasil uji kuat tekan yang diperoleh dari setiap benda uji dapat berbeda cukup jauh, hal ini karena beton merupakan material heterogen dimana kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air, semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat agregat, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian. hal yang serupa juga berlaku untuk batako.



Tabel 5. Komposisi Material Adukan Beton

No	Berat Material (Kg)				W/C Ratio	Total Berat (Kg)	Mutu
	Semen	Pasir	Kerikil	Air(L)			
1	247	869	999	215	0.87	2.330	K 100
2	276	828	1012	215	0.78	2.330	K 125
3	299	799	1017	215	0.72	2.330	K 150
4	326	760	1029	215	0.66	2.330	K 175
5	352	731	1031	215	0.61	2.330	K 200
6	371	698	1047	215	0.58	2.330	K 225
7	384	692	1039	215	0.56	2.330	K 250
8	406	684	1026	215	0.53	2.330	K 275
9	413	681	1021	215	0.52	2.330	K 300
10	439	670	1006	215	0.49	2.330	K 325
11	448	667	1000	215	0.48	2.330	K 350

Sumber: SNI 7394:2008

Komposisi material adukan beton yang akan digunakan untuk membuat campuran beton dengan target mutu yang diinginkan.

## 2.5 Perawatan beton

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembeconan,yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, maka akan terjadi proses penguapan air oleh udara panas dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya (Tjokrodinuljo, 2007).



urut SNI-2493-2011 perawatan benda uji beton di laboratorium dapat  
1 sebagai berikut:

up beton setelah pekerjaan akhir

Untuk menghindari penguapan air dari beton yang belum mengeras, benda segera ditutup setelah pekerjaan akhir, lebih dipilih plat yang tak menyerap dan reaktif atau lembaran plastic yang kuat, awet dan kedap air.

2. Pembukaan cetakan 24 jam  $\pm$  8jam setelah pencetakan

3. Lingkungan perawatan beton

Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes.

Rawat silinder beton struktur ringan sesuai dengan SNI 03-3402-1994.

Menurut Muharrahm (2012), ada dua metode dalam perawatan beton, diantaranya sebagai berikut :

1. Wet Curing (Perawatan Basah)

Wet curing merupakan metode perawatan beton dengan menyelimuti beton dengan air untuk menghambat penguapan air pada adukan beton cor. Selain dengan mekanisme di atas pekerjaan perawatan dengan wet curing ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- a. Menaruh beton segar dalam ruangan lembab
- b. Menaruh beton segar dalam genangan air
- c. Menaruh beton segar dalam air
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
- e. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
- f. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound

2. Dry Curing (Perawatan Kering)

Perawatan ini dilaksanakan dengan memberikan selaput tipis yang dibentuk dari bahan kimia yang biasa disebut dengan membran curing. Membran curing adalah selaput penghalang yang terbentuk dari cairan kimia yang berguna untuk menahan penguapan air dari beton. Bahan kimia yang dipakai harus sudah mengering dalam waktu 4 jam setelah disemprotkan sehingga permukaan beton akan rata dan tidak terkerut dan tidak meninggalkan warna pada beton. Metode ini sering digunakan pada perkerasan jalan serta daerah yang sulit mendapatkan air serta untuk memudahkan pelaksanaan terutama untuk posisi yang vertical dan memiliki ruang sempit sehingga tidak memerlukan banyak tenaga kerja.



## 2.6 Pola Retak Pada Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu:

1. Pola retak kerucut (cone)

Tipe retakan ini merupakan tipe yang umum, pembebanan pada benda uji terdistribusi secara merata.

2. Pola retak kerucut dan belah (cone and split)

Tipe retakan ini tidak homogenya adukan/agregat kasar saat pembuatan benda uji sehingga pembebanan yang tidak terdistribusi dengan baik.

3. Pola retak memanjang (columnar)

Bisa terjadi akibat pembebanan yang tidak terdistribusi dengan baik, misalnya karena ada kotoran pada mesin uji tekan atau permukaan benda uji yang tidak rata.

4. Pola retak geser (diagonal)

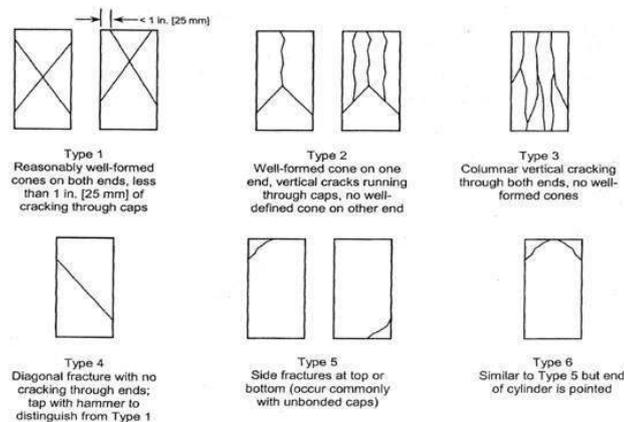
Tipe retakan ini mengindikasikan bahwa pembebanan yang diberikan oleh mesin uji tekan tidak merata. Apabila hasil pengujian tekan pada benda uji banyak yang seperti ini maka perlu dilakukan kalibrasi atau pemeriksaan ulang terhadap mesin uji kuat tekan.

5. Pola retak sisi atas dan bawah (side fractures at top and bottom)

Tipe retak ini terjadi pada benda uji dengan unbonded capping.

6. Pola retak sama dengan tipe 5 dengan retak sisi atas pada titik tengah

Kurang lebih sama dengan tipe 5, tipe ini juga terjadi pada benda uji *unbonded capping*.



Gambar 7. Pola Retak pada Beton  
(Sumber: ASTM C39/C39M-14)



## 2.7 Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau hidup di laut tropis seperti Indonesia, terutama di perairan pantai dan melekatkan diri secara tetap pada benda-benda keras yang ada disekelilingnya. Kerang ini tidak mati walaupun tidak terendam selama air laut surut. Kerang hijau termasuk binatang lunak, secara morfologi kerang hijau (*Perna viridis* L.) memiliki bentuk cangkang lonjong. Bagian depannya cekung dan bagian belakangnya cembung bagian umbo atau bagian atasnya lancip. Tinggi cangkang dua kali lebarnya Cangkang bagian luar berwarna coklat dan hijau menyala pada bagian pinggiran ventralnya. Semakin tua warna hijaunya semakin terdesak ketepian. Terdapat garis-garis lengkung yang disebut garis pertumbuhan atau garis umur. Cangkang kerang bagian dalam halus dan berwarna putih kepelangian.

Pada permukaan bagian dalam cangkang kerang terdapat beberapa otot, yaitu otot adduktor posterior yang berfungsi sebagai penutup kedua cangkang secara bersamaan, otot retractor anterior dan posterior berfungsi untuk menarik kaki ke dalam cangkang dan otot protactor dan anterior yang berfungsi untuk membantu menjulurkan kaki. Diperkuat menurut Siddal (1980) dalam Hendrik (2008) menyatakan bahwa bentuk cangkang kerang hijau agak meruncing pada bagian belakang, berbentuk pipih pada bagian tepi serta dilapisi periostrakum pada bagian tengah cangkang.

Pada fase juvenil, cangkang berwarna hijau cerah dan pada fase dewasa warna mulai memudar dan menjadi coklat dengan tepi cangkang berwarna hijau. Sedangkan pada bagian dalam cangkang berwarna hijau kebiruan. Memiliki garis ventral cangkang yang agak cekung dan keras serta memiliki ligamen yang menghubungkan kedua cangkang kanan dan kiri. Bagian mulut dilengkapi dengan gigi yang berpautan, yaitu satu pada cangkang sebelah kanan dan 2 pada sebelah kiri.

Suwignyo et al. (1984) menyatakan bahwa kerang hijau memiliki tiga otot yang berfungsi untuk menempelkan mantel pada cangkang. Pada bagian posterior yang tidak teratur bentuknya, terdapat garis pallial dan otot adduktor yang seperti ginjal yang memberi bentuk pada jenis kerang hijau tersebut.





Gambar 8. Kerang Hijau  
Sumber: f1-country.com

Klasifikasi kerang hijau adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
- Phylum : Mollusca
- Class : Bivalvia
- Ordo : Mytiloida
- Family : Mytilidae
- Genus :Perna
- Spesies :Perna viridis

Habitat kerang hijau belum diketahui secara merata di perairan Indonesia, namun dapat dicatat karakteristik perairan yang sesuai bagi budidaya kerang hijau antara lain suhu perairan berkisar antara 27°C – 37°C, pH air antara 3 – 4, arus air dan angin tidak terlalu kuat dan umumnya pada kedalaman air antara 10 m-20 m. Laju pertumbuhan kerang hijau berkisar 0,7-1,0 cm/ bulan. Ukuran konsumsi yang panjangnya sekitar 6 cm dicapai dalam waktu 6-7 bulan.



Tabel 6. Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang

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

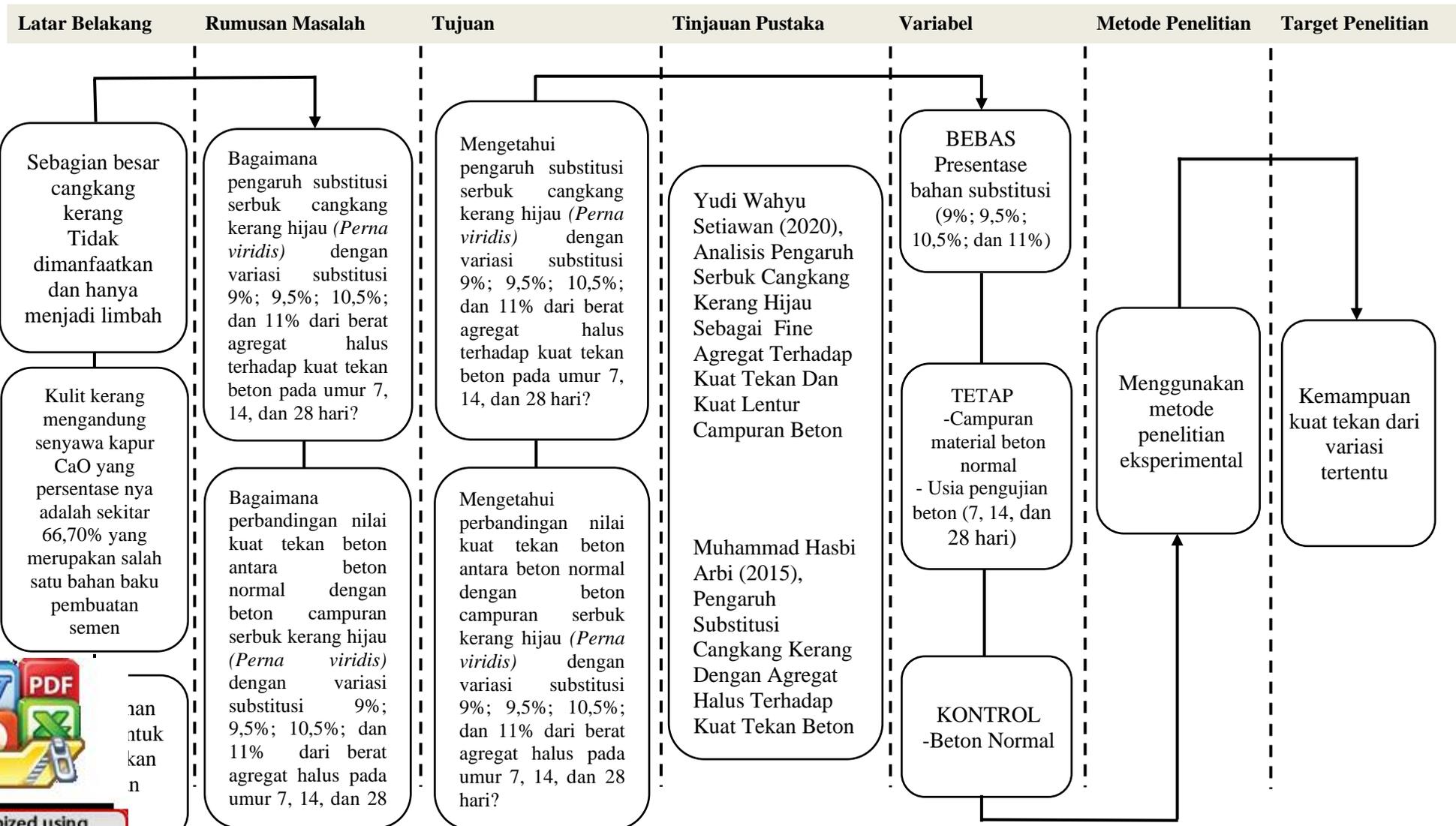
Sumber: Shinta Marito Siregar 2009

Tabel 7. Perbandingan kandungan kimia cangkang kerang dan semen

Oksida Cangkang Kerang	Komposisi (%)	Oksida Semen	Komposisi (%)
CaO	66,70	CaO	60-65
SiO <sub>2</sub>	7,88	SiO <sub>2</sub>	17-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,25	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5-6
MgO	22,28	MgO	0,5-4
		SO <sub>3</sub>	1-2
		K <sub>2</sub> O , Na <sub>2</sub> O	0,5-1



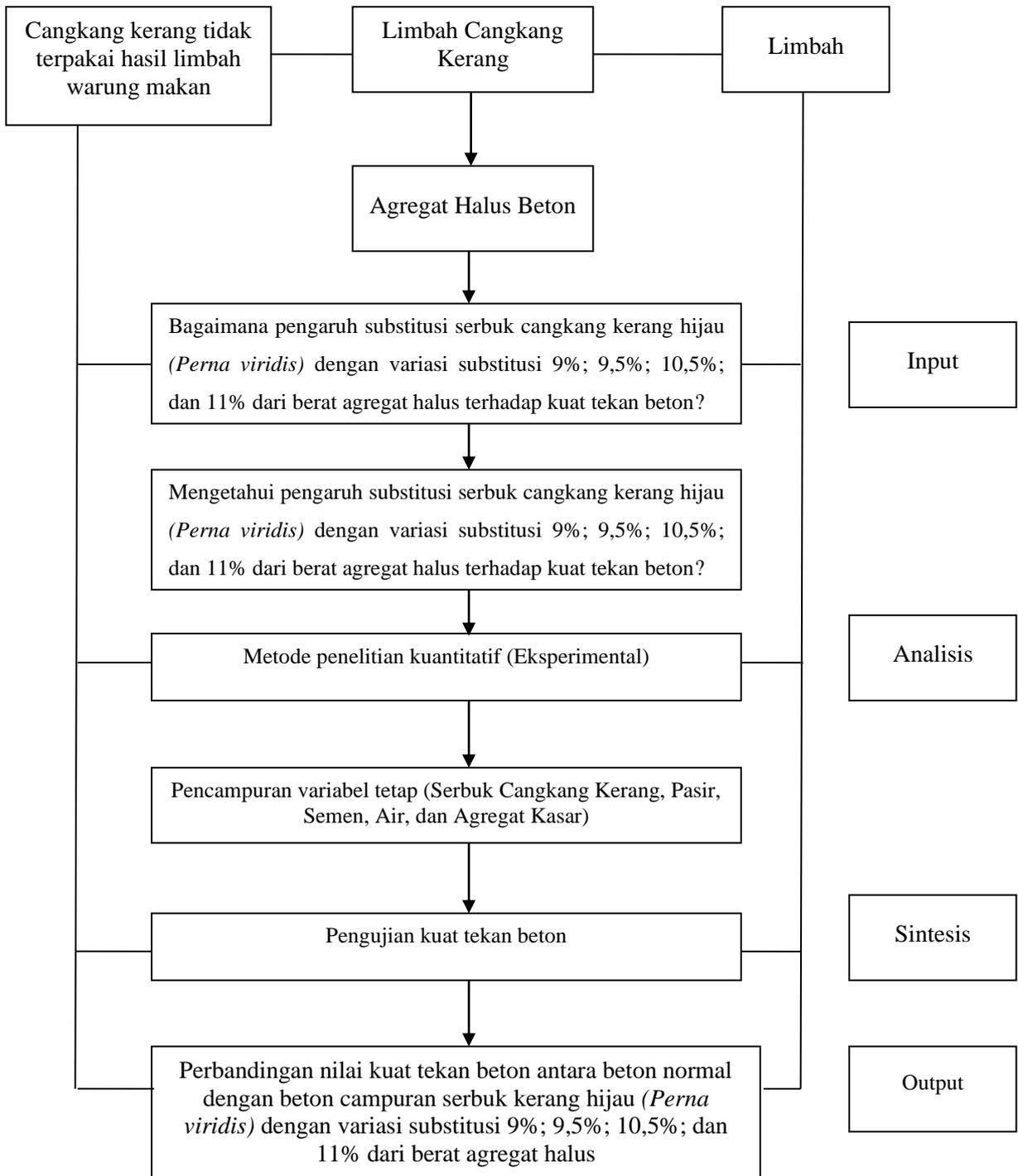
## 2.8 Alur Pikir Penelitian



an  
ntuk  
kan  
n

Gambar 9. Alur pikir penelitian

## 2.9 Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 10. Kerangka pikir penelitian



## 2.10 Penelitian Terkait

Tabel 8. Penelitian Terkait

NO.	JUDUL	PENELITI	KESIMPULAN
1.	Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau Sebagai Fine Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Campuran Beton	Yudi Wahyu Setiawan, Bayu Adhy Septyawan, Ibnu Toto Husodo, Slamet Budirahardjo	Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari, diketahui pada beton 0% = <b><u>25,46 MPa</u></b> . Pada campuran ( <i>serbuk cangkang kerang</i> ) 5% = <b><u>26,55 MPa</u></b> . pada campuran ( <i>serbuk cangkang kerang</i> ) 10% = <b><u>29,504 MPa</u></b> dan pada campuran ( <i>serbuk cangkang kerang</i> ) 20% = <b><u>27,1 MPa</u></b> .
2.	Pengaruh Substitusi Cangkang Kerang Dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton	Muhammad Hasbi Arbi	-Beton normal (0%) = <b><u>20,6 MPa</u></b> -Substitusi 5% = <b><u>26,3 MPa</u></b> -Substitusi 10% = <b><u>23,3 MPa</u></b> -Substitusi 15% = <b><u>19,7 MPa</u></b>
3.	Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton	Rofikatul Karimah, Yunan Rusdianto, Desy Putri Susanti	-0% = <b><u>24,13 MPa</u></b> -5% = <b><u>24,81 MPa</u></b> -10% = <b><u>25,58 MPa</u></b> -15% = <b><u>24,49 MPa</u></b> -20% = <b><u>23,6 MPa</u></b> -25% = <b><u>23,36 MPa</u></b> -30% = <b><u>22,55 MPa</u></b>
3.	Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastitas Beton Normal f'c 20	Putra Akhmad Rizki Tri Adinda, Qomariah, Sugeng Rianto.	-Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, 0% = <b><u>39,91 Mpa</u></b> 3% = <b><u>37,21 Mpa</u></b> , 5% = <b><u>34,57 Mpa</u></b> , 7% = <b><u>32,31 Mpa</u></b> .
	Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang (Kepah) Dan Limbah Kaca Sebagai Alternatif Substitusi Semen Untuk Campuran Beton	Deny Syahrani	- <b>Pada usia 28 hari beton</b> dengan semen campuran 0% nilai f'c = <b><u>28,122 Mpa</u></b> ; semen campuran 10% f'c = <b><u>26,482 MPa</u></b> ; semen campuran 20% f'c = <b><u>25,057 MPa</u></b> , semen campuran 30% f'c = <b><u>23,291 MPa</u></b> ;

