# PEMANFAATAN TUMBUKAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (REMIS) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENGETAHUI NILAI *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN

SKRIPSI

**ANDRE SUPRIADI**
**M1C117030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS JAMBI**
**JAMBI**
**2021**

**SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya sendiri, baik untuk naskah maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku.

Jambi, Juni 2021
Yang menyatakan

ANDRE SUPRIADI
NIM: M1C117030

# PEMANFAATAN TUMBUKAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (REMIS) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENGETAHUI NILAI *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN

**Andre Supriadi**
Pembimbing 1: M. Nuklirullah, S.T., M.Eng.
Pembimbing 2: Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang air tawar jenis remis untuk menyelamatkan lingkungan dari pencemaran sekaligus mencari inovasi baru pada tehnologi beton, dan ingin mengetahui bagaimana pengaruhnya sebagai bahan subtitusi agregat halus pada campuran beton. Subtitusi tmbukan cangkang kerang dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari volume agregat halus, dengan FAS 0,5 dan sampel berbentuk silinder ukuran 150 mm x 300 mm masing-masing berjumlah 5 sehingga berjumlah 25 sampel. Sampel-sampel tersebut akan dilakukan pengetesan setelah berumur 28 hari. Pengukuran *slump* yang bervariasi : beton normal = 95 mm, beton subtitusi 25% = 90 mm, beton subtitusi 50% = 80 mm, beton subtitusi 75% = 74 mm, dan beton subtitusi 100% = 58 mm. Hasil pengetesan beton diperoleh kuat tekan sebesar : 22,900 MPa, 25,670 MPa, 22,323 MPa, 17,393 MPa, dan 15,413 MPa. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak campuran tumbukan kerang maka nilai *slump* yang didapat semakin rendah, sedangkan subtitusi cangkang kerang 25% dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kuat tekan beton yaitu sebesar 25,670 MPa dari beton normal.

**Kata Kunci :** Beton, Tumbukan Kerang, *Workability*, Kuat Tekan.

# PEMANFAATAN TUMBUKAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (REMIS) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENGETAHUI NILAI *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil

**ANDRE SUPRIADI**
**M1C117030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS JAMBI**
**JAMBI**
**202**

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul **PEMANFAATAN TUMBUKAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (REMIS) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENGETAHUI NILAI *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN** yang disusun oleh **ANDRE SUPRIADI, NIM : M1C117030** telah dipertahankan didepan tim penguji pada tanggal .....2021 dan dinyatakan.....

Susunan Tim Penguji.

Ketua : M.Nuklirullah, S.T., M.T
Sekretaris : Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T
Anggota : 1. Dr. Drs. Harmes, M.T
2. Ade Nurdin S.T.,M.T
3. Dyah Kumala Sari, S.T.,M.T

Disetujui.

| Pembimbing Utama | Pembimbing Pendamping |
|---|---|
| M. Nuklirullah, S.T., M.T. | Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. |
| NIP. 198906012019031012 | NIK. 201706112010 |

Diketahui.

| Dekan | Ketua Jurusan |
|---|---|
| Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D | Dr. Drs. Harmes, M.T. |
| NIP. 196605191991121001 | NIP. 197208151996031001 |

## RIWAYAT HIDUP

Andre Supriadi, Lahr di Desa Tamiai pada tanggal 20 Maret 1999, Merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Dilahirkan dari pasangan Bapak Hildi dan Ibu Warnita. Penulis memulai pendidikan di SD No.20/III Pasar Tamiai pada tahun 2005 hingga 2011, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 18 Kerinci pada tahun 2011 hingga 2014, dan melanjutkan di SMAN 9 Kerinci pada tahun 2014 hingga 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi pada tahun 2017 melalui jalur SNMPTN.

Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi dengan melaksanakan Kerja Praktek pada proyek pembangunan PLTA KERINCI, setelah itu penulis menyusun Tugas Akhir dan Skripsi yang dibimbing oleh bapak M. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utam dan ibu Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T selaku dosen pembimbing pendamping yang berjudul **"Pemanfaatan Tumbukan Cangkang Kerang Air Tawar (Remis) Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Untuk Mengetahui Nilai *Workability* dan Kuat Tekan"**.

## PRAKATA

Fuji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PEMANFAATAN TUMBUKAN CANGKANG KERANG AIR TAWAR (REMIS) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON UNTUK MENGETAHUI NILAI *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN" skripsi ini dibuat sebagai syarat menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi. Penyususnan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, disamping rasa Syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT. penulis juga menyampaikan rasa terimakasih yang sanggat tulus kepada :

1. Teristimewa dan terkhusus untuk kedua orang tua tercinta yang tidak pernah lelah memberi motivasi, semangat, serta do'a yang tiada henti sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Nenek, abang Hendra, kakak Arneli, dan Lena yang berperan penuh memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi, Terkhusus untuk keponakanku Shakira penyemangat paling ampuh yang bisa membuat penulis bersemangat saat terasa lelah dan malas dengan melihat tingkah lucunya saat melontarkan ucapan "Ayah ore ya nak ka jambi tunggu ayah wisuda" lucu, bahagia dengan ucapannya tetapi sebagai cambukan bagi penulis untuk segera menunaikan janji kepada kedua orang tua untuk segera menjadi Sarjana Teknik Sipil.
3. Bapak M. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing 1 sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil, ibu Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang selalu memberi masukan, ide-ide, nasehat kepada penulis untuk

penyusunan Skripsi ini serta ibu Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T. Selak Pembimbing Akademik.

4. Teman-teman, abang-abang, dan kakak-kakak Teknik Sipil Universitas Jambi yang telah membantu penulis dalam bertukar ide dan pendapat selama penyusunan Skripsi ini.
5. Terimakasih Hendra Saputra, Dhimas Cakra Wisnu, Del Zambre Iklas yang telah banyak berperan pada saat praktikum Beton.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara lapangan maupun penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari tidak ada manusia yang sempurna didunia ini, begitu pula dalam penulisan skripsi ini, karena masih banyak terdapat kekurangan, penulis mengharapkan saran-saran demi penyempurnaan Skripsi ini.

# DAFTAR ISI

**HALAMAN PENGESAHAN** ..... **i**

**RIWAYAT HIDUP** ..... **ii**

**PRAKATA** ..... **iii**

**DAFTAR ISI** ..... **v**

**DAFTAR TABEL** ..... **viii**

**DAFTAR GAMBAR** ..... **x**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 4

1.3 Tujuan Penelitian ..... 4

1.4 Manfaat Penelitian ..... 5

1.5 Batasan Masalah ..... 5

1.6 Keaslian Penelitian ..... 7

**BAB II TINJAWAN PUSTAKA** ..... **9**

2.1 Beton ..... 9

2.2 Bahan Penyusun Beton ..... 11

2.2.1 Semen Portland ..... 12

2.2.2 Agregat Halus ..... 13

2.2.3 Agregat Kasar ..... 14

2.2.4 Air ..... 16

2.3 KarakteristikCangkang Kerang (Remis) ..... 17

2.4 Perencanaan Campuran Beton ..... 19

2.5 *Workability* Beton ..... 25

2.6 Kuat Tekan Beton ..... 28

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... **33**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian ..... 33

3.2 Variabel Penelitian ..... 33

3.3 Alat Dan Bahan Penelitian ..... 34

3.3.1 Peralatan Pengujian Agregat Halus dan Kasar ..... 34
3.3.2 Peralatan Pengujian Cangkang Kerang ..... 39
3.3.3 Bahan Penelitian ..... 39
3.4 Metode Penelitian ..... 40
3.5 Tahap Pengumpulan Data ..... 40
3.6 Analisa Data ..... 47
3.7 Rencana Bagan Alir Penelitian ..... 50
**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 51**
4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus ..... 51
4.1.1 Pengujian Analisis saringan Agregat Halus ..... 51
4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus ..... 54
4.1.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus ..... 55
4.1.4 Pengujian Kadar Air Agregat Halus ..... 55
4.1.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus ..... 57
4.2 Pengujian Agregat Kasar ..... 57
4.2.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar ..... 57
4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agragat Kasar ..... 60
4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar ..... 61
4.2.4 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar ..... 62
4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur ..... 62
4.2.6 Pengujian Abrasi ..... 63
4.3 Hasil Pengujian Tumbukan Cangkang Kerng ..... 64
4.3.1 Pengujian Analisa saringan Tumbukan Cangkang Kerng ..... 64
4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Tumbkan Cangkang Kerang ..... 67
4.3.3 Pengujian Berat Isi Tumbukan Cangkang Kerang ..... 68

4.4.4 Pengujian Kadar Air Tumbukan Cangkang Kerang ..69
4.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat.....70
4.5 Desain Campuran Beton .....71
4.6 Nilai *Slump* dan *Workability*.....74
4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan .....76
**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 51**
5.1 Kesimpulan.....78
5.2 Saran .....78

## DAFTAR TABEL

**Tabel 1.1.** Penelitian Terdahulu ..... 7
**Tabel 2.1.** Kelebihan Dan Kekurangn Beton.....10
**Tabel 2.2.** Batas Gradasi Agregat Halus ..... 14
**Tabel 2.3.** Ukuran Maksimum Agregat Kasar.....15
**Tabel 2.5.** Deviasi Standar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan.... 21
**Tabel 2.6.** Nilai *Slump* Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Jenis Pekerjaan Konstruksi..... 22
**Tabel 2.7.** Kelebihan Dan Kekurangn Beton ..... 22
**Tabel 2.8.** Hubungan Antara Nilai Rasio Air-Semen (W/C) Dan Kekuatan Beto..... 23
**Tabel 2.9.** Volume Agregat Kasar Per-Satuan Volume Beton..... 23
**Tabel 2.10.** Perkiraan Awal Berat Beton ..... 24
**Tabel 2.11.** Faktor Koreksi Umur Beton ..... 30
**Tabel 3.1.** Variabel Penelitian..... 33
**Tabel 4.1.** Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus..... 52
**Tabel 4.2.** Batas Gradasi Agregat Halus ..... 52
**Tabel 4.3.** Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerpan Air Agregat Halus..... 55
**Tabel 4.4.** Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus ..... 56
**Tabel 4.5.** Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus ..... 56
**Tabel 4.6.** Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus ..... 57
**Tabel 4.7.** Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar..... 58
**Tabel 4.8.** Batas Gradasi Agregat Kasar ..... 59
**Tabel 4.9.** Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerpan Air Agregat Kasar..... 60
**Tabel 4.10.** Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Kasar..... 61
**Tabel 4.11.** Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar..... 62
**Tabel 4.12.** Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar..... 62

**Tabel 4.13.** Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar ..... 63
**Tabel 4.14.** Haasil Pengujian Abrasi Agregat Kasar ..... 63
**Tabel 4.15.** Hasil Pengujian Analisa Saringan Tumbukan Cangkang Kerang ..... 65
**Tabel 4.16.** Batas Gradasi Agregat Halus..... 65
**Tabel 4.17.** Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerpan Air Tumbukan Cangkang Kerang ..... 68
**Tabel 4.18.** Hasil Pengujian Berat Isi Tumbukan Cangkang Kerang..... 69
**Tabel 4.19.** Hasil Pengujian Kadar Air Tumbukan Cangkang Kerang..... 69
**Tabel 4.20.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat ..... 70
**Tabel 4.21.** Proporsi Campuran Per 1 M3 ..... 74
**Tabel 4.22.** Proporsi Campuran Per 1 Benda Uji/Silinder ..... 74
**Tabel 4.23.** Nilai *Slump* ..... 74
**Tabel 4.24.** Hasil Pengujian Kuat Tekan ..... 76

## DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1.** Cangkang Kerang Remis..... 18
**Gambar 2.2.** Agregat Halus dan Tumbukan Cangkang Kerang..... 18
**Gambar 2.3.** Gambar Slump Sebenarnya..... 27
**Gambar 2.4.** Gambar Slump Geser ..... 28
**Gambar 2.5.** Gambar Slump Runtuh..... 28
**Gambar 4.1.** Zona I Gradasi Butiran Agregat Halus ..... 55
**Gambar 4.2.** Zona II Gradasi Butiran Agregat Halus ..... 53
**Gambar 4.3.** Zona III Gradasi Butiran Agregat Halus ..... 53
**Gambar 4.4.** Zona IV Gradasi Butiran Agregat Halus ..... 54
**Gambar 4.5.** Zona I Gradasi Butiran Agregat Kasar ..... 59
**Gambar 4.6.** Zona II Gradasi Butiran Agregat Kasar ..... 59
**Gambar 4.7.** Zona III Gradasi Butiran Agregat Kasar ..... 60
**Gambar 4.8.** Zona I Gradasi Butiran tumbukan cangkang kerang ..... 66
**Gambar 4.9.** Zona II Gradasi Butiran tumbukan cangkang kerang ..... 66
**Gambar 4.10.** Zona II Gradasi Butiran tumbukan cangkang kerang ..... 66
**Gambar 4.11.** Zona IV Gradasi Butiran tumbukan cangkang kerang ..... 67
**Gambar 4.12.** Nilai *Slump* ..... 75
**Gambar 4.13.** Hasil Pengujian Kuat Tekan ..... 76

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sebagian besar masyarakat Kabupaten Kerinci mempunyai mata pencaharian sebagai pencari ikan dan kerang yang bisa didapatkan di Danau Kerinci dan disepanjang sungai batang merangin. Kabupaten Kerinci memiliki pasar rakyat di setiap daerahnya yang mana sering kali dijumpai pedagang kerang jenis remis yang menyediakan kerang baik dalam keadaan utuh maupun sudah dibuang cangkngnya. Bisa kita lihat dari kegiatan tersebut dapat menghasilkan limbah padat berupa kulit kerang yang cukup tinggi. Limbah yang dihasilkan dari unit pengolahan kerang tersebut banyak dijumpai di tempat pembuangan sampah maupun di pinggir-pinggir sungai yang mana akan berdampak pada pencemaran lingkungan dan keresahan bagi masyarakat sekitar.

Hasil survey yang dilakukan pada bulan Februari 2021 dari beberapa pencari kerang yang ada di Kabupaten Kerinci khususnya Kecamatan Batang Merangin bahwsanya masing-masing mereka mampu menghasilkan rata-rata limbah kulit kerang jenis remis sebanyak satu karung besar/harinya, tetapi bisa lebih banyak didapatkan pada saat musim kemarau. Limbah yang dihasilkan nantinya akan dibuang dipinggir sungai karena dianggap tidak bermanfaat. Tidak sedikit juga masyarakat yang membeli kerang dalam keadaan utuh terutama pemilik rumah makan yang mana hasil limbahnya dibuang ditempat pembuangan sampah maupun disungai.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh cangkang kerang, berbagai penelitian telah dilakukan dan terus dikembang. Seperti halnya yang

pernah dilakukan oleh Karimah, dkk (2020) Variasi penggunaan cangkang kerang hijaau dalam bentuk serbuk yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat agregat halus dengan FAS 0,6. Hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan pada prosentase 10% dan selanjutnya kuat tekan beton menurun seiring dengan pertambahan prosentase penggunaan serbuk kulit kerang. Sedangkan nilai absorbsi beton mengalami kenaikan pada presentase 30% dari berat agregat halus.

Menurut Hidayat (2015) dalam penelitiannya ini dimulai dari perencanaan campuran beton dengan mutu 22,5 MPa. Dibuat sampel beton campuran tumbukan cangkang kerang darah lolos saringan no.4 dengan variasi persentase terhadap berat agregat halus (pasir) yaitu 0%, 10%, 25%, 35%, dan 50%. Dari hasil pengujian kenaikan kuat tekan terjadi pada campuran 25% sebesar 23,59 MPa dan kenaikan maksimum terjadi pada campuran 35% sebesar 24,16 MPa. Dari sini dapat diketahuai perbandingan kuat tekan rata-rata beton campuran pada umur 28 hari meningkat dari kuat tekan rata-rata beton tanpa Cangkang Kerang.

Menurut Maulana, Gilang (2020) dalam penelitiannya untuk mengetahui dari pengaruh pemanfaatan cangkang kerang hijau yang sudah ditumbuk sebagai bahan subtitusi agregat halus ditinjau dari kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 28 sampel berbentuk kubus dengan ukuran 10cm x 10cm x 10m menggunakan subtitusi limbah cangkang kerangg hijau 0%, 10%, 20%, dan 30% dari total berat pasir. Benda uji akan diuji *slump* untuk mengetahui *workability* dan kuat tekan beton pada hari 7, 14, 21, dan 28. Dari hsil uji kuat tekan didapat nilai tertinggi yaitu pada subtitusi 30 % dengan mencapai kuat hancur rata-rata yaitu 15,524 Mpa. Sedangkan

beton dengan subtitusi 0%, 5%, 10%, dan 20% mendapatkan hasil 13,070 Mpa, 10,841 Mpa, dan 12,223 Mpa.

Menurut Arbi (2015), dalam penelitiannya menggunakan limbah kulit kerang darah yang sudah di tumbuk lolos saringan no.4 sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi persentase terhadap berat agregat halus (pasir) yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan FAS 0,5. Dari hasil pengujian *slump* rata-rata nilai yang didapat yaitu antara 75–100 (nilai *slump* pada umumnya) dan kenaikakuat tekan terjadi pada campuran 5% dan 10% limbah kulit kerang. Dari sini dapat diketahuai bahwa dengan menggunaka cangkang kerang berdampak positif terhadap nilai kuat tekan beton.

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwasanya kulit kerang yang sudah ditumbuk baik bertekstur halus maupun kasar itu bisa menggantikan sebagian agregat halus dalam campuran beton. Melihat peristiwa tersebut penulis mencoba memanfaatkan limbah kulit kerang remis danau kerinci dalam kondisi sudah di tumbuk (lolos saringan no.04) sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton.

Pada campuran beton, tumbukan cangkang kerang mampu menghasilkan densitas yang melebihi densitas beton normal. Selain itu juga berpengaruh terhadap *workabelity* pada beton.

Namun, kondisi dari tubukan cangkang kerang yang memiliki gradasi yang berbeda menghasilkan kuat tekan yang berbeda pula. Dalam penambahan persentase tumbukan cangkang kerang yang berbeda-beda pada agregat halus juga dapat berpengaruh terhadap kuat tekannya. Pada penelitian ini untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal gradasi yang digunakan sama ( lolos saringan no.4 ) baik itu pasir maupun tumbukan cangkang kerang.

Pada penelitian-penelitian terdahulu bahwasanya kenaikan kuat tekan terjadi pada campuran 5%, 10%, 25%, 30% dan 35% sehingga dalam penelitian ini penulis mencoba merencanakan persentase tumbukan pengganti agregat halus yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan dari tumbukan cangkang kerang jenis remis terhadap kuat tekan beton.

Pelaksanaan penelitian yang meliputi pemeriksaan serta pengujian bahan, pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian beton dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian UPTD Pasir Putih Dinas Pekerjaan Umum.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat ditentukan berdasarkan hasil pengamtan dari latar belakang penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik cangkang kerang remis yang digunakan?
2. Nilai *workability* beton menggunakan tumbukan cangkang kerang sebagai pengganti pasir?
3. Nilai kuat tekan beton menggunakan tumbukan cangkang kerang sebagai pengganti pasir ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik cangkang kerang yang akan digunakan.
2. Untuk mengetahui nilai *workability* menggunakan campuran tumbukan cangkang kerang.
3. Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton menggunakan campuran tumbukan cangkang kerang

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang tertulis, manfaat dari penulisan proposal penelitian ini yaitu :

1. Tahu karakteristik cangkang kerang yang akan digunakan
2. Memperoleh hasil dari penambahan tumbukan cangkang kerang sebagai pengganti pasir terhadap *workability* pada beton
2. Memperoleh hasil perbandingan kuat tekan beton normal terhadap beton menggunakan tumbukan cangkang kerang

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai material untuk pengganti sebagian persentase agregat halus terhadap campuran beton sehingga mempunyai kekuatan yang baik. Selain itu penelitian ini juga diharapkan mampu mengurangi limbah padat yang dihasilkan dari pengolahan kerang.

## 1.5 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan dalam pembahasan di dalam penelitian ini, maka peneliti membatasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Perhitungan *mix design* menggunakan peraturan berdasarkan SNI 7656 - 2012 "Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa".
2. Ditentukan mutu beton rencana adalah *fc* = 20 MPa.
3. Benda uji yang digunakan adalah silinder ukuran 150 mm x 300 mm.
4. Pembacaan nilai kuat tekan dilakukan pada usia beton 28 hari.
5. Pengujian hanya sebatas menguji kuat tekan beton.
6. Variasi penggantian agregat halus menggunakan tumbukan cangkang kerang lolos saringan no.4 dengan variasi yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari total berat agregat halus.

7. Jumlah sampel yang digunakan untuk setiap pengujian adalah 5 benda uji untuk setiap variasi penggunaan tumbukan cangkang kerang dan total seluruh sampel adalah 25 benda uji.
8. Cangkang kerang yang digunakan yaitu cangkang kerang remis danau kerinci yang diperoleh dari limbah olahan kerang di kabupaten kerinci khususnya kecamatan batang merangin.
9. Pemeriksaan, pembuatan, dan pengujian dilakukan dilaboratorium Balai Penelitian UPTD Pasir Putih Dinas Pekerjaan Umum.

## 1.6 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini berdasarkan pada penelitian terdahulu yang mempunyai karakteristik yang relatif sama dalam hal tema yang dibahas, meskipun berbeda dalam hal kriteria subjeknya.

**Tabel 1.1 penelitian terdahulu**

| No | Penulis | Judul | Lokasi Penelitian | Metode Penelitian | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hidayat (2015) | Penggunaan Cangkang Kerang Darah Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton. | Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat. | Metode eksperimen berupa pengujian material untuk mengetahui karakteristik dan mengetahui nilai kuat tekan. | dalam penelitiannya ini dimulai dari perencanaan campuran beton dengan mutu 22,5 MPa. Dibuat sampel beton campuran tumbukan cangkang kerang darah lolos saringan no.4 dengan variasi persentase terhadap berat agregat halus (pasir) yaitu 0%, 10%, 25%, 35%, dan 50%. Dari hasil pengujian kenaikan kuat tekan terjadi pada campuran 25% sebesar 23,59 MPa dan kenaikan maksimum terjadi pada campuran 35% sebesar 24,16 MPa. Dari sini dapat diketahuai perbandingan kuat tekan rata-rata beton campuran pada umur 28 hari meningkat dari kuat tekan rata-rata beton tanpa Cangkang Kerang. |
| 2 | Karimah, dkk (2020) | Pemanfaatan serbuk kulit kerang sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton. | perawatan dan pengujian beton dilakuka n di Laboratorium Teknologi Beton, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Malang. Jln. Raya Tlogomas Malang. | Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif berupa eksperimen. | Variasi penggunaan cangkang kerang hijau dalam bentuk serbuk yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat agregat halus dengan FAS 0,6. Hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan pada prosentase 10% dan selanjutnya kuat tekan beton menurun seiring dengan pertambahan prosentase penggunaan serbuk kulit kerang. Sedangkan nilai absorbsi beton mengalami kenaikan pada presentase 30% dari berat agregat halus. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Menurut Maulana, Gilang (2020) | Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Sebagai Subtitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton | Laboratorium teknik sipil, fakultas teknik, universitas marcu buana jatisampurna | Metode penelitian ini berupa eksperimen | dalam penelitiannya untuk mengetahui dari pengaruh pemanfaatan cangkang kerang hijau yang sudah ditumbuk sebagai bahan subtitusi agregat halus ditinjau dari kuat tekan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 28 sampel berbentuk kubus dengan ukuran 10cm x 10cm x 10m menggunakan subtitusi limbah cangkang kerangg hijau 0%, 10%, 20%, dan 30% dari total berat pasir. Benda uji akan diuji *slump* untuk mengetahui *workability* dan kuat tekan beton pada hari 7, 14, 21, dan 28. Dari hsil uji kuat tekan didapat nilai tertinggi yaitu pada subtitusi 30 % dengan mencapai kuat hancur rata-rata yaitu 15,524 Mpa. Sedangkan beton dengan subtitusi 0%, 5%, 10%, dan 20% mendapatkan hasil 13,070 Mpa, 10,841 Mpa, dan 12,223 Mpa. |
| 4 | Menurut Arbi (2015) | Pengaruh Subtitusi Cangkang Kerang Dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton | Laboratorium fakultas teknik universitas almuslim | Penelitian ini dilakukan secara eksperimental. | dalam penelitiannya menggunakan limbah kulit kerang darah yang sudah di tumbuk lolos saringan no.4 sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi persentase terhadap berat agregat halus (pasir) yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan FAS 0,5. Dari hasil pengujian *slump* rata-rata nilai yang didapat yaitu antara 75–100 (nilai *slump* pada umumnya) dan kenaikan kuat tekan terjadi pada campuran 5% dan 10% limbah kulit kerang. Dari sini dapat diketahuai bahwa dengan menggunaka cangkang kerang berdampak positif terhadap nilai kuat tekan beton. |

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton didevinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (*admixture atau additive*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f'c) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton terdiri dari ±15% semen, ±8% air, ±3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung dengan cara pembuatannya. Perbandingan cara pencampuran, cara mengangkut, mencetak, memadatkan dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton (wuryati, 2001). Menurut (Mulyono, 2003) parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Kualitas dari bahan material semen.
2. Proporsi semen terhadap campuran beton.
3. Kekuatan dan kebersihan dari agregat yang digunakan.
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat.
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan penyusun beton.

6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
7. Perawatan beton.

Dalam melakukan pencampuran pada beton, dilakukan pemilihan material campuran yang sesuai dengan komposisinya sehingga akan didapatkan beton yang efisien dan memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan. Bahan tambah lain sering digunakan dalam campuran beton untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu (Mulyono, 2003). Kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh beton dapat dilihat pada **Tabel 2.1** berikut.

**Tabel 2.1** Kelebihan dan Kekurangan Beton

| Kelebihan Beton | Kekurangan Beton |
|---|---|
| Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland | Mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah mengalami retak. Oleh karena itu perlu untuk diberi baja tulangan |
| Tahan terhadap aus dan temperature yang tinggi, sehingga biaya perawatan termasuk rendah | Beton keras mengembang dan menyusut apabila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan |
| Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan | Sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang mengandung garam dapat merusak beton |
| Beton segar dapat dengan mudah dicampur, diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung keinginan | Bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa |

*Sumber : Pemahaman Teknologi Beton oleh Ir.Herry Vaza, M.Eng.Sc2014*

Beton memiliki sifat plastis saat dibuat dan dilaksanakan. Lalu secara perlahan seiring dengan waktu beton akan berubah ke kondisi terjadi pengikatan (*setting*) karena adanya proses hidrasi,

dan akhirnya menjadi keras dan kaku seperti batu. Oleh karena itu beton yang dibuat harus memenuhi tiga kriteria utama, yaitu kemudahan dalam pengerjaan saat kondisi adukan beton masih segar (*workability*), mencapai kuat tekan minimum (*strength*) pada umur beton tertentu setelah kondisi beton keras dan kemampuan mempertahankan kekuatan beton keras (*durability*) hingga rentang waktu tertentu sebagai umur rencana yang ditetapkan.

Mutu kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) adukan beton segar dapat diketahui melalui pemeriksaan keseragaman campuran secara visual, kekentalan/kelecakan adukan antara lain dengan pengujian *slump* dalam beton segar. Mutu kekuatan beton keras (*strength*) dapat diketahui melalui pemeriksaan merusak (*destructive test*) pada benda uji yang dibuat dengan bentuk tertentu dan diuji pada waktu tertentu.

Mutu keawetan beton keras (*durability*) identik dengan faktor-faktor pencapaian tingkat *impermeability* beton keras, dan ketahanan beton terhadap faktor yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan mutu kekuatan beton. ketiga kriteria atau persyaratan tersebut harus dipenuhi oleh satuproporsi bahan campuran yang diperoleh dari perancangan campuran (*mix design*).

## 2.2 Bahan Penyusun Beton

Beton pada umumnya tersusun dari tiga bahan utama, seperti semen, agregat, air dan bahan tambah apabila diperlukan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton (Margaret,2005). Berikut akan dijelaskan mengenai bahan-bahan penyusun beton tersebut.

### 2.2.1 Semen Portland

Menurut ASTM C-150, 1985, Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton sekitar 10% namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat peranan semen menjadi penting (Mulyono,2003). Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenis yang dihasilkan berkisar antara 3,12 dan 3,16 dan berat volume sekitar 1500 kg/cm$^3$ (Nawy, 1985 dalam Mulyono, 2003).

Bahan utama pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika ($SiO_2$), alumina ($Al_2O_3$), magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya terkadang ditambahan oksida besi sedangkan gypsum ditambah untuk mengatur waktu ikat semen (Mulyono,2003). Jenis struktur, cuaca, dan kondisi lainnya merupakan faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis semen yang akan digunakan. Beberapa semen yang di produksi di Indonesia, Peraturan Beton 1989 (SKBI. 1.4.53.1989) membagi semen portland menjadi beberapa jenis (SK.SNI T-15-1990-03) seperti berikut:

1. Tipe I, merupakan jenis semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, merupakan jenis semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
3. Tipe III, merupakan jenis semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, merupakan jenis semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, merupakan jenis semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

### 2.2.2 Agregat Halus

Menurut SNI 03-2834-2000, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5 mm. Agregat halus merupakan agregat yang lolos ayakan No.4 dan tertahan pada saringan No.200 dimana besar butirannya berkisar antara 0,15 sampai 5 mm (SNI 03-2847-2002).

Agregat halus juga merupakan suatu agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982). Gradasi agregat untuk campuran beton harus memiliki ukuran butir yang beragam supaya mengisi rongga dalam beton dan memperkecil volume pori beton. Berdasarkan SNI 03-1970-1990, berat jenis agregat halus minimum adalah 2,5 dan penyerapan maksimum yaitu 5%.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SII 0052-80 tentang "Mutu dan Cara Uji Agregat Beton", adalah sebagai berikut:

1. Modulus kehalusan agregat halus yaitu 1,5 sampai 3,8.
2. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
3. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci berdasarkan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971 NI.2) dan SNI S-04-1989-F.

Persyaratan batas gradasi agregat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000 yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris dapat dilihat seperti pada **Tabel 2.2** berikut.

**Tabel 2.2** Batas Gradasi Agregat Halus

| Ukuran Saringan (Mm) | No Saringan | Persentase Lolos Saringan (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zona I (Pasir Kasar) | Zona II (Pasir Agak Kasar) | Zona III (Pasir Halus) | Zona IV (Pasir Agak Halus) |
| 10 | 3/8" | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | No.4 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| 2,4 | No.8 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| 1,2 | No.16 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| 0,6 | No.30 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| 0,3 | No.50 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| 0,15 | No.100 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

*Sumber : SNI 03-2834-2000*

### 2.2.3 Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, Agregat kasar dapat diidentifikasi sebagai kerikil yang merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau

berupa batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran antara 5 mm- 40 mm. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi ¼ in (6 mm). Berdasarkan SNI 03-1969-1990, untuk berat jenis agregat minimum adalah 2,5 dan penyerapan maksimum yaitu 3%. Sifat agregat kasar berpengaruh terhadap kekuatan akhir beton karena teksturnya yang keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek perusak lainnya.

Agregat kasar berfungsi sebagai komponen utama dalam material penyusun beton. Kualitas yang utama diharapkan dari agregat kasar yaitu kekuatan, bentuk butir, gradasi dan ruang kosong minimum. Menurut Nawy, E. G.(2010), agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Menurut SII.0052-1980 dan ASTM C-33, agregat kasar harus memenuhi persyar atan sebagai berikut:

1. Kadar lumpur agregat kasar maksimum 1%.
2. Modulus kehalusan berkisar antara 6 sampai 7,5 (SK SNI S-04-1980-F).
3. Abrasi *Los Angeles* agregat kasar yaitu maksimum 40% (SNI 2417 : 2008).

Berdasarkan peraturan SNI 03-2834-2000 untuk ukuran maksimum agregat kasar juga dapat diamati dari hasil pemeriksaan analisis saringan seperti pada **Tabel 2.3** berikut.

**Tabel 2.3** Ukuran Maksimum Agregat Kasar

| Ukuran Saringan (Mm) | No Saringan | Persentase Lolos Saringan (%) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 10 mm | 20 mm | 40 mm |
| 76 | 3” | | | 100 |
| 36 | 1½” | | 100 | 95-100 |
| 19 | ¾ | 100 | 95-100 | 35-70 |
| 9,6 | 3/8 | 50-85 | 30-60 | 10-40 |
| 4,8 | No.4 | 0-10 | 0-10 | 0-5 |

*Sumber : SNI 03-2834-2000*

### 2.2.4 Air

Air diperlukan dalam pembuatan campuran beton agar dapat terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa seperti garam, minyak gula, dan bahan-bahan kimia lainnya, yang tidak baik untuk digunakan pada campuran beton apabila digunakan untuk campuran beton maka beton akan sangat berpengaruh dan dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat karakteristik dari semen tersebut. Selain itu, air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mempengaruhi kemudahaan dalam pengerjaannya.

Air yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor yaitu sebagai berikut:

1. Ukuran agregat maksimum, yang semakin besar ukurannya kebutuhan air juga akan semakin menurun.
2. Bentuk butiran agregat, untuk bentuk butiran yang bulat maka kebutuhan air menurun sedangkan untuk batu pecah diperlukan air yang lebih banyak.
3. Gradasi agregat, apabila gradasi yang dihasilkan baik maka kebutuhan air yang digunakan akan menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat, juga berpengaruh terhadap air yang dibutuhkan karena semakin banyak kotoran pada agregat maka akan sebanding dengan kebutuhan air yang juga ikut meningkat.
5. Jumlah agregat halus, apabila agregat halus yang digunakan sedikit maka kebutuhan air yang digunakan juga semakin menurun.

Menurut SNI 03-2847-2002 bahwa air yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan lainnya yang merugikan beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang banyak.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

## 2.3 Karakteristik Cangkang Kerang (Remis)

Menurut (Setyaningrum, 2009) cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan, yaitu mengandung zat kapur, alumina dan senyawa kimia silika sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku beton alternatif yang diharapkan mampu mengurangi dampak negative terhadap pencemaran lingkungan dan mampu memberikan kontribusi dalam dunia kontruksi.

Dalam penelitian ini cangkang kerang yang digunakan yaitu cangkang kerang air tawar jenis remis yang bisa diperoleh di danau kerinci dan disepanjang sungai batang merangin. Kerang remis ini memiliki ciri-ciri cangkang yang kuat dan simetris, bentuknya agak bundar atau memanjang dengan hasil tumbukan menyerupai tekstur pasir untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.1** Berikut.

**Gambar 2.1** Cangkang Kerang Remis Sebelum Dan Sesudah Ditumbuk

Hasil dari tumbukan cangkang kerang sekilas hampir sama dengan pasir hanya saja pasir bertekstur seperti butiran sedangkan tumbukan cangkang kerang sekilas seperti kepingan, hal inilah yang memungkinkan campuran pada beton mengalami pemadatan yang maksimal karena tekstur dari agregat yang digunakan beragam. Untuk lebih jelas perbedaan antara pasir dan tumbukan cangkang kerang bisa dilihat pada **Gambar 2.2** berikut.

**Gambar 2.2** Agregat Halus (Pasir) dan Tumbukan Cangkang Kerang

Kabupaten kerinci khususnya kerinci hilir memiliki lima kecamatan diantaranya, kecamatan sitinjau laut, kecamatan keliling danau, kecamatan danau kerinci, kecamatan bukit karman, dan kecamatan batang merangin. Kecamatan tersebut memiliki daerah di sekitaran danau kerinci dan disepanjang sungai batang merangin. Untuk mengetahui potensi kerang di kabupaten kerinci khususnya kerinci hilir, penulis melakukan peninjawan dari salah satu kecamatan yaitu kecamatan batang merangin sebagai gambaran potensi limbah kerang dari kecamatan-kecamatan yang lain.

Dari hasil survey yang telah dilakukan di kecamatan batang merangin, bahwasanya terdapat 4 pencari kerang yang bisa diminta keterangan terkait hasil limbah olahan kerang dimana masing-masing mereka mampu memperoleh kerang satu karung per harinya jika kondisi air surut, yangmana limbah yang dihasilkan nantinya akan dibuang dipinggir sungai dan ditempat pembuangan sampah.

Jadi, limbah kerang yang ada di kabupaten kerinci khususnya kecamatan batang merangin bahwasanya limbah yang dihasilkan dari olahan kerang remis akan banyak jika kondisi air surut (musim panas) begitu pula sebaliknya jika air pasang limbah dari olahan kerang akan semakin menurun.

## 2.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah tata cara pembuatan rencana untuk beton normal, yang menghasilkan mutu beton sesuai dengan perencanaan (BSN, 2000). *Mix design* bertujuan untuk menentukan proporsi bahan penyusun beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang seimbang supaya menghasilkan beton yang memenuhi kriteria *workability*, kekuatan, dan durabilitas yang sesuai dengan spesifikasi (Rancangan Campuran Beton, 2017). Pada umumnya, proses *mix*

*design* dimulai dengan diberikannya rencana pengujian seperti dari mutu beton, jenis semen yang dipakai, jenis dan data agregat yang digunakan.

Bahan-bahan utama yang digunakan pada beton normal adalah semen, air, agregat halus dan agregat kasar tanpa ada bahan tambahan lainnya. Dalam perencanan campuran beton sifat agregat yang perlu diperhatikan seperti gradasi, kadar air, berat jenis dan penyerapan serta ukuran butir terbesar agregat.

Metode perencanaan campuran beton yang digunakan ialah metode SNI. Hasil dari *mix design* dengan menggunakan metode SNI tersebut merupakan *mix design* dengan kondisi agregat dalam kondisi kering permukaan (SSD), sehingga perlu untuk dilakukan pengujian untuk menyesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Berdasarkan dari hasil *mix design* proporsi campuran bisa dihitung sesuai dengan kebutuhan dan jumlah benda uji yang diperlukan. Menurut SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, menjelaskan bahwa untuk perencanaan campuran beton, maka diperlukan data material berupa berat kering oven agregat kasar, berat jenis agregat, kadar air agregat, daya serap agregat, gradasi agregat, modulus kehalusan agregat, dan berat jenis semen yang digunakan.

Berdasarkan metode SNI yang digunakan dari peraturan SNI 7656-2012, perencanaan campuran untuk beton normal meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Nilai Kuat Tekan Beton

   Penentuan nilai kuat tekan beton (*f'c*) yang direncanakan sesuai dengan syarat teknik yang dikehendaki. Kuat tekan ini ditentukan pada umur 28 hari, dengan kegagalan/cacat maksimum ditetapkan 5%.

2. Menentukan Nilai Deviasi Standar Penentuan nilai deviasi standar yang dapat digunakan untuk menganalisa tingkat mutu dengan mengukur nilai deviasi (penyimpangan) pada beton yang dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut.

**Tabel 2.5** Deviasi Standar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan

| Isi Pekerjaan | | Deviasi Standar (Mpa) | | |
|---|---|---|---|---|
| **Sebutan** | **Volume Beton ($M^3$)** | **Baik Sekali** | **Baik** | **Dapat Diterima** |
| Kecil | < 1000 | 4,5<S<5,5 | 5,5<S<6,5 | 6,6<S<8,5 |
| Sedang | 1000-3000 | 3,5<S<4,5 | 4,5<S<5,5 | 6,5<S<7,5 |
| Besar | >3000 | 2,5<S<3,5 | 3,5<S<4,5 | 4,5<S<6,5 |

*Sumber: SNI 7656-2012*

3. Menghitung Nilai Tambah/Margin

$M$ = 1,64 $X$ S .....**(2.1)**

**Keterangan :**
M =nilai tambah
1,64 =tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%
S =deviasi standar rencana

4. Menentukan Kuat Tekan Rata-Rata yang Direncanakan

Nilai kuat tekan beton yang digunakan adalah nilai kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan atau yang dibutuhkan ($f_C$). Sedangkan dalam SNI 7656-2012, kuat tekan perlu ($f'_{cr}$) yang digunakan sebagai dasar proporsi campuran beton yaitu dengan persamaan **2.2** berikut.

$f'cr = f'c + M$ .....**(2.2)**

**Keterangan :**
$f'_C$ = nilai kuat tekan beton rata-rata (MPa)
$f'_{cr}$ = nilai kuat tekan karakteristik (MPa)
M = nilai tambah

5. Menentukan Nilai *Slump/ Workability*

Penentuan nilai *slump* yang dapat digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan konstruksi apabila beton dipadatkan dengan cara digetarkan dapat dilihat pada **Tabel 2.6** berikut.

**Tabel 2.6** Nilai *Slump* Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Jenis Pekerjaan Konstruksi

| Tipe Konstruksi | *Slump* (mm) | |
|---|---|---|
| | Maksimum | Minimum |
| Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak) | 75 | 25 |
| Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah | 75 | 25 |
| Balk dan dinding bertulang | 100 | 25 |
| Kolom bangunan | 100 | 25 |
| Perkerasan dan pelat lantai | 75 | 25 |
| Beton massa | 50 | 25 |

*Sumber: SNI 7656-2012*

6. Pemilihan Ukuran Butiran Agregat Maksimum

   Ukuran nominal agregat maksimum harus tidak boleh melebihi 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antara dinding-dinding cetakan/bekisting, kurang dari 1/3 tebalnya pelat lantai, dan kurang dari ¾ jarak minimum antar masing-masing tulangan.

7. Perkiraan Air Pencampur dan Kandungan Udara

   Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada:

   a. Ukuran nominal maksimum.
   b. Jenis batuan yang digunakan.
   c. Nilai slump perencanaan, dan
   d. penggunaan bahan tambah kimia.

   Perkiraan untuk jumlah air yang digunakan pada campuran beton dapat dilihat pada **Tabel 2.7** berikut.

**Tabel 2.7** Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur Untuk Berbagai *Slump* dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

| **Ukuran maksimum agregat (mm)** | **Jenis batauan** | ***Slump* (mm)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **0-10** | **10-30** | **30-60** | **60-180** |
| 10 | Batu tak dipecah | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak dipecah | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak dipecah | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

*Sumber : SNI 7656-2012*

8. Pemilihan Rasio Air-Semen

Hubungan antara nilai rasio air-semen (w/c) dan kekuatan beton dapat dilihat pada **Tabel 2.8** berikut.

**Tabel 2.8** Hubungan Antara Nilai Rasio Air-Semen (W/C) Dan Kekuatan Beton

| Kekuatan Beton Umur 28 Hari (Mpa) | Rasio Air-Semen (Berat) | |
|---|---|---|
| | Beton Tanpa Tambahan Udara | Beton Dengan Tambahan Udara |
| 40 | 0,42 | - |
| 35 | 0,47 | 0,39 |
| 30 | 0,54 | 0,45 |
| 25 | 0,61 | 0,52 |
| 20 | 0,69 | 0,60 |
| 15 | 0,75 | 0,70 |

*Sumber: SNI 7656-2012*

9. Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya untuk siap satuan volume beton diperoleh dengan membagi perkiraan kadar air dengan rasio air-semen

10. Perkiraan Kadar Agregat Kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Perkiraan volume agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 2.9** berikut.

**Tabel 2.9** Volume Agregat Kasar Per-Satuan Volume Beton

| Ukuran Minimal Agregat Maksimum (Mm) | Volume Agregat Kasar Kering Oven Per Satuan Volume Beton Untuk Berbaai Modulus Kehalusan Dari Agregat Halus | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 |
| 9,5 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 12,5 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 19 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 25 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 37,5 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 50 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 75 | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,76 |
| 150 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 |

*Sumber: SNI 7656-2012*

11. Perkiraan Kadar Agregat Halus

Untuk memperoleh nilai agregat halus dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu mengurangi satuan volume beton dengan seluruh volume bahan yang diketahui, mengacu pada nilai yang telah ditetapkan dan dapat dilihat pada **Tabel 2.10** berikut.

**Tabel 2.10** Perkiraan Awal Berat Beton

| Ukuran Normal Agregat Maksimum (Mm) | Perkiraan Awal Berat Beton (Kg/$m^3$) | |
|---|---|---|
| | Beton Tanpa Tambahan Udara | Beton Dengan Tambahan Udara |
| 9,5 | 2280 | 2200 |
| 12,5 | 2310 | 2230 |
| 19 | 2345 | 2275 |
| 25 | 2380 | 2290 |
| 37,5 | 2410 | 2350 |
| 50 | 2445 | 2345 |
| 75 | 2490 | 2405 |
| 150 | 2530 | 2435 |

*Sumber: SNI 7656-2012*

Apabila diinginkan perhitungan berat beton per $m^3$, secara matematis dapat ditentukan dengan persamaan **2.3** berikut.

$$U = 10G(100 - A) + \left| c \left(1 - \frac{G}{G}\right) - w\,(G - 1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2.3})$$

**Keterangan :**

U = berat beton segar, kg/$m^3$

Ga = berat jenis rata-rata gabungan agregat halus dan kasar, kering permukaan jenuh (SSD adalah *saturated surface dry*)

Gc = berat jenis semen (umumnya = 3,15)

A = kadar udara (%)

w = syarat banyaknya air pencampur, kg/$m^3$

c = syarat banyaknya semen, kg/$m^3$

12. Penyesuaian Terhadap Kelembaban Agregat

Jumlah agregat yang digunakan untuk campuran beton harus dikoreksi dengan memperhitungkan kandungan air dalam agregat dan air yang mampu diserap oleh agregat, yang dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$A_K{}' = \ A_K(K_K - \ P_K) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.4)}$$

$$A_n{}' = A_n(K_n - \ P_n) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.5)}$$

$$w\ \ {}' = A_K(K_K - \ P_K) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(2.6)}$$

**Keterangan:**
w' = air yang dibutuhkan setelah dikoreksi (kg)
w = air yang dibutuhkan kondisi SSD (kg)
Ak = agregat kasar kondisi SSD (kg)
Ak' = agregat kasar setelah dikoreksi (kg)
Ah = agregat halus kondisi SSD (kg)
Ah' = agregat halus setelah dikoreksi (kg)
Kk = kadar air agregat kasar (%)
Kh = kadar air agregat halus (%)
Pk = daya serap agregat kasar (%)
Ph = daya serap agregat halus (%)

## 2.5 *Workability* Beton

Nugraha dan Antoni (2007), menjelaskan *workability* beton adalah kemudahan suatu campuran beton segar untuk dikerjakan dan dipadatkan. *Workability*/kelecakan dapat dinyatakan juga sebagai kemudahan pengerjaan beton, proses penuangan dan pemadatan beton yang tidak menyebabkan terjadinya pemisahan agregat (*segregation*) dan pemisahan air (*bleeding*) dari adukan beton (Al-fredo,2012). Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai uji *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Untuk mengetahui kemudahan pengerjaan beton dapat dilakukan uji *slump* beton, beton yang memiliki nilai *slump* tinggi akan bersifat encer mudah dikerjakan sebaliknya apabila beton dengan nilai *slump* rendah maka akan bersifat kaku dan sulit untuk dikerjakan. Beberapa unsur yang mempengaruhi *workability* beton, yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah Air Pencampur

   Semakin banyak jumlah air yang digunakan, maka semakin mudah beton dikerjakan.

2. Kandungan Semen

   Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai FAS (faktor air semen) tetap.

3. Gradasi Campuran Pasir dan Kerikil

   Apabila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil presentase beratyang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

4. Bentuk Butiran Agregat

   Agregat yang memiliki bentuk bulat, lebih mudah untuk dikerjakan.

5. Cara Pemadatan dan Alat Pemadat

   Pemadatan dalam pengujian *slump* biasanya dilakukan tiap 1/3 pengisian dengan menumbuk sebanyak 25 kali tumbukan, pabila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit.

Kemudahan dalam pengerjaan dapat diperiksa dengan melakuka pengujian *slump* yang berdasar pada SNI 03-1972-1990. Percobaan ini menggunakan kerucut berbahan baja yang berbentuk terpancung (kerucut abrams). Kerucut ini memiliki diameter atas sebesar 10 cm, bagian bawah 20 cm, dan memiliki tinggi 30 cm. Berdasarkan SNI 1972-2008 cara untuk dapatkan nilai *slump* beton adalah dengan cara mengurangi nilai tinggi alat *slump* dengan tinggi beton, secara matematis dapat dilihat pada persamaan **2.7** berikut

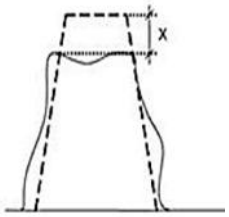
$$S = Ta - Tb \quad \textbf{(2.7)}$$

**Keterangan:**
S = nilai *slump* beton (mm)
Ta = tinggi alat (mm)
Tb = tinggi beton (mm)

Pengujian *slump* dengan persamaan **2.7** hanya dapat dilakukan apabila permukaan beton rata dan tidak terjadi keruntuhan geser. Berdasarkan cara penentuan nilai, *slump* dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

1. *Slump* Sebenarnya

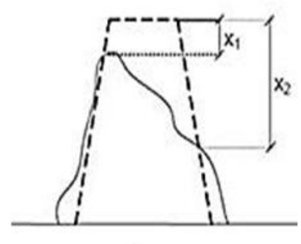
   *Slump* sebenarnya merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut slump yang sebenarnya. Pengambilan nilai *slump* sebenarnya yaitu dengan mengukur minimum penurunan dari puncak kerucut.




**Gambar 2.3** *Slump* Sebenarnya
(*Sumber : Tambunan, 2015)*

2. *Slump* Geser

   Slump geser terjadi apabila separuh puncaknya tergeser kebawah pada bidang miring. Pengambilan nilai slump geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut. Apabila terjadi keruntuhan geser beton, maka nilai *slump* tidak dapat ditentukan karena keruntuhan geser beton tidak dizinkan ketika uji *slump.* Sedangkan berdasarkan PBI 1971 N.I.-2 apabila terjadi keruntuhan geser beton, nilai *slump* merupakan nilai *slump* rata-rata seperti pada **Gambar 2.3** berikut.




**Gambar 2.4** *Slump* Geser
(*Sumber : Tambunan, 2015)*

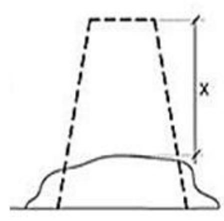
Berdasarkan **Gambar 2.4** diatas maka nilai *slump* yang digunakan dapat dirumuskan seperti persamaan **2.8** berikut.

$$X = \frac{X1 + X2}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{2.8})$$

**Keterangan:**
$X_1$= *slump* atas (mm)
$X_2$= *slump* bawah (mm)
X = *slump* (mm)

3. *Slump* Runtuh

Slump runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair, pengambilan nilai slump ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut seperti pada **Gambar 2.4** berikut.




**Gambar 2.5** *Slump* Runtuh
(*Sumber : Tambunan, 2015)*

## 2.6 Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Nilai dari Kuat tekan beton

mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, Tri, 2003). Beton memiliki kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan umur beton, biasanya kuat tekan beton ditentukan ketika beton mencapai umur 28 hari, Untuk beton struktural, f'c tidak boleh kurang dari 17 Mpa (SNI 2847:2013).

Menurut Kardiyono Tjokrodimuljo (2012), bahwa kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor diantaranya sebagai berikut:

1. Umur Beton

   Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur disini yaitu dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu semakin lambat, dan laju kenaikan tersebut menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari, sehingga secara umum dianggap tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Oleh karena itu, sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari. Beton yang sudah mencapai umur 28 hari akan mempunyai kuat tekan yang maksimal sehingga umumnya kuat tekan umur 28 hari menjadi acuan standar dalam pembacaan kuat tekan beton. Namun, terdapat cara untuk memprediksi mutu beton salah satunya adalah dengan cara untuk memprediksi kuat tekan beton pada umur tertentu dengan faktor koreksi umur beton. Cara koreksi umur beton dihitung dengan membagi angka koreksi yang tersedia pada SNI/PBI dengan kuat tekan. Berikut tabel faktor koreksi umur beton dapat dilihat pada **Tabel 2.11**.

**Tabel 2.11** Faktor Koreksi Umur Beton

| No | Umur (Hari) | Angka Koreksi |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 0,46 |
| 2 | 7 | 0,70 |
| 3 | 14 | 0,88 |
| 4 | 21 | 0,96 |
| 5 | 28 | 1,00 |

*Sumber : PBI 1971*

2. Faktor Air Semen

   Faktor air semen (FAS) ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya, nilas FAS pada beton normal berkisar antara 0,40 dan 0,60.

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-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 butir agregat terselimuti oleh 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 umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah daripada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah. Pada nilai FAS sama, variasi jumlah semen juga menggambarkan variasi jumlah pasta semen.

5. Jenis Semen

   Masing-masing jenis semen portland (termasuk semen portland pozzolan) mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras, dan sebagainya sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

6. Sifat Agregat

   Agregat terdiri atas agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

   a. Kekasaran permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan 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 sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat.
   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 rendah akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah pula.

Munurut SNI 03-6815-2002, maksud pengujian kekuatan beton adalah untuk menentukan terpenuhinya spesifikasi kekuatan dan mengukur variabilitas beton. Besarnya variasi kekuatan uji beton tergantung pada mutu material, pembuatan, dan kontrol dalam pengujiannya. Perbedaan kekuatan ditemukan dari dua penyebab utama, yaitu sebagai berikut:

1. Perilaku kekuatan yang terbentuk dari campuran beton dan bahan penyusun.
2. Kekuatan yang disebabkan oleh perpaduan variasi dalam pengujian.

Berdasarkan SNI 1974-2011 nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan **2.10** berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{(2.10)}$$

**Keterangan :**
*f'c* = kuat tekan beton (MPa)
P = gaya tekan aksial (N)
As = luas penampang benda uji ($mm^2$)

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Perencanaan kegiatan penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu lebih kurang 2 bulan lamanya, yang dimulai pada bulan Maret 2021 sampai dengan selesai. Pengujian pada penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Balai Penelitian UPTD Pasir Putih Dinas Pekerjaan Umum.

## 3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Menurut Sugiyono (2011), variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu penggunaan tumbukan cangkang kerang sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton. Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi suatu akibat, karena adanya perlakuan dari variabel bebas (Sugiyono, 2011). Variabel terikat pada penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan dan *workability*. variabel-variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1** berikut.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

| Keterangan | Variasi Penggunaan Tumbukan Cangkang Kerang (%) | Jumlah Benda Uji Kuat Tekan 28 Hari |
|---|---|---|
| Beton normal | 0 | 5 |
| Beton Variasi 1 | 25 | 5 |
| Beton Variasi 2 | 50 | 5 |
| Beton Variasi 3 | 75 | 5 |
| Beton Variasi 4 | 100 | 5 |
| **Total Benda Uji** | | **25** |

## 3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

Sebelum dilakukannya pengujian, persiapkan terlebih dahulu material dan bahan yang akan digunakan untuk mempermudah dalam proses pengujian dan pengerjaannya. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

### 3.3.1 Peralatan Pengujian Agregat Halus dan Kasar

Penelitian ini terdapat beberapa pengujian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Alat Pengujian Analisis Saringan

   Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian analisis saringan adalah sebagai berikut:

   a. Timbangan, berfungsi untuk menimbang agregat setelah disaring.
   b. Satu set saringan untuk pengujian agregat halus (3/8”; No.4;No.8; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200; Pan) dan untuk pengujian agregat kasar (1,5”; 1”; ¾”; ½”; 3/8”; No.4; No.8; No.16; No.30; No.50; No.100; No.200; Pan )
   c. Oven, yang digunakan untuk mengeringkan agregat yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110±5)°C.
   d. Wadah, terdapat dua jenis wadah yang digunakan yaitu wadah baja dan wadah plastik.
   e. Alat penggetar (shieve shaker), berfungsi untuk menggetarkan saringan sehingga agregat dapat tersaring dengan baik.
   f. Kuas/sikat, berfungsi untuk membersihkan saringan dan wadah, sehingga tidak ada agregat yang tertinggal pada saringan dan wadah.
   g. Sekop/sendok, yang digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah memindahkan agregat.

2. Alat Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

   Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:

   a. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang agregat, piknometer, dan air.
   b. Piknometer dengan kapasitas 500 mL, digunakan sebagai wadah untuk pengujian yang diisi dengan agregat halus dan air.
   c. Kerucut terpancung yang terbuat dari baja dengan tebalnya 0,8 mm berbentuk frustum kerucut, dengan diameter bagian atas (40±3) mm, diameter bagian bawah (90±3) mm dan tinggi kerucut terpancung (75±3), digunakan untuk menguji kondisi agregat.
   d. Batang penumbuk, suatu batang pemadat dengan berat (340±15) gram dan permukaan pemadat berbentuk lingkaran yang rata dengan diameter (25±3) mm. Batang penumbuk digunakan sebagai alat penumbuk atau pemadat agregat.
   e. Oven, berfungsi untuk mengeringkan agregat yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110 ± 5)°C.
   f. Spatula, berfungsi sebagai alat untuk mengaduk agregat dan sebagai alat bantu untuk memindahkan agregat.
   g. Hot Plate, digunakan sebagai alat pemanas untuk mengeringkan agregat.
   h. Talam, digunakan sebagai alat penampung agregat.
   i. Saringan No. 4, digunakan sebagai alat penyaring agregat.
   j. Corong, digunakan sebagai alat untuk memasukkan agregat kedalam piknometer.

3. Alat Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut:

a. Timbangan, untuk menimbang agregat dengan kapasitas maksimal 30 kg.
b. Tangki air yang dilengkapi timbangan, digunakan untuk menimbang agregat dalam kondisi terendam atau berat agregat dalam air.
c. Saringan No. 1,5" dan saringan No. 4, yang digunakan sebagai alat
d. untuk menyaring agregat supaya tidak tercampur dengan agregat halus.
e. Wadah, yang digunakan sebagai alat untuk merendam agregat.
f. Oven, berfungsi untuk mengeringkan agregat yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110 ± 5)°C.
g. Handuk, digunakan untuk mengeringkan agregat hingga kondisi kering permukaan jenuh.

4. Alat Pengujian Kadar Air Agregat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian kadar air agregat adalah sebagai berikut:

a. Oven, yang digunakan untuk mengeringkan agregat yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110 ± 5)°C.
b. Talam-talam/wadah, yang digunakan untuk menampung agregat.

5. Alat Pengujian Berat Isi Agregat Kasar dan Halus

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian berat isi agregat kasar dan halus adalah sebagai berikut:

a. Timbangan LBS, digunakan untuk menimbang agregat
b. Batang penusuk terbuat dari baja dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 610 mm, yang digunakan untuk memadatkan agregat.
c. Alat penakar, digunakan sebagai wadah agregat dengan kapasitas 11 liter untuk agregat kasar, kapasitas 3 liter untuk agregat halus yang berbentuk silinder.
d. Sekop atau sendok, digunakan sebagai alat untuk mempermudah dalam memasukkan agregat ke alat penakar.

6. Alat Pengujian Abrasi

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian abrasi adalah sebagai berikut:

a. Mesin abrasi *Los Angeles.*
b. Bola-bola baja dengan diameter 4,68 cm dan mempunyai berat masing - masing antara 390 gram sampai 445 gram.
c. Saringan No.12 (1,70 mm).
d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110 ± 5)°C.
e. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang agregat, piknometer dan air.

7. Alat Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus dan Agregat Kasar

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian kadar lumpur agregat halus adalah sebagai berikut:

a. Gelas ukur, digunakan sebagai wadah untuk pengujian kadar lumpur agregat halus.
b. Wadah/Talam, yang digunakan untuk pengujian kadar lumpur agregat kasar.
c. Alat pengaduk, digunakan untuk mengaduk pasir dan air.
d. Pelarut berupa air.

e. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai temperatur (110 ± 5)°C.
f. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang agregat, piknometer, dan air.

8. Alat Pencetakan Beton

Adapun alat-alat yang digunakan untuk mencetak beton adalah sebagai berikut:

a. Cetakan beton, yang berbentuk silinder baja dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan untuk mencetak benda uji.
b. Mesin pengaduk (concrete mixer) dengan kapasitas 0,125 m3 dan memiliki kecepatan 20 – 30 rpm digunakan untuk mencampur bahan material-material penyusun beton.
c. Tongkat baja, dengan diameter 16 mm dan panjang 600 mm digunakan untuk memadatkan beton segar ketika pencetakan dengan cetakan silinder.
d. Wadah baja, digunakan sebagai alat penampung beton yang telah diaduk sebelum dimasukkan kedalam cetakan silinder.
e. Concrete vibratory atau alat penggetar, digunakan untuk memadatkan beton segar ketika dimasukkan kedalam cetakan silinder.

9. Alat Pengujian Workability Beton

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian workability atau slump beton adalah sebagai berikut:

a. Kerucut Abrams dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm.
b. Pelat baja, digunakan sebagai alas ketika pengujian slump beton.

c. Tongkat baja, dengan diameter 16 mm dan panjang 600 mm digunakan untuk memadatkan beton segar ketika pencetakan menggunakan silinder.
d. Penggaris, digunakan sebagai alat ukur nilai slump

10. Alat Pengujian Kuat Tekan Beton

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

a. Timbangan LBS, digunakan untuk menimbang beton.
b. Universalt esting machine, digunakan sebagai alat untuk menekan benda uji ketika melakukan uji kuat tekan.
c. Cetakan capping, digunakan untuk membantu proses perataan permukaan beton.
d. Cerek, digunakan sebagai wadah untuk memasak belerang.
e. Kompor/alat pemanas, berfungsi untuk memanaskan belerang hingga mencair.

### 3.3.2 Peralatan Pengujian Cangkang Kerang

Dilihat dari penelitian terdahulu dan gradasi hasil tumbukan cangkan kerang yang rata-rata ukuran gradasi hampir sama dengan agregat halus maka tumbukan cangkang kerang remis ini tetap dilakukan pengujian dengan sistim pengujiannya sama dengan standar pengujian agregat halus.

### 3.3.3 Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang akan disiapkan/digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen

Pada penelitian ini semen yang digunakan yaitu semen padang 50 kg.

2. Agregat halus

   Agregat halus yang digunakan adalah agregat yang bersumber dari alam (rengas bandung)

3. Air

   Air yang digunakan adalah air yang berasal dari PDAM.

4. tumbukan cangkang kerang lolos saringan No.4

   cangkang kerang ini diperoleh dari sisa limbah olahan kerang remis di Kec. batang merangin, Kab. Kerinci, Prov. Jambi.

## 3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian eksperimen untuk mengetahui hubungan sebab-akibat dari penggantian sebagian agregat halus menggunakan tumbukan cangkang kerang lolos saringan No.4 terhadap kuat tekan dan workability beton.

## 3.5 Tahap Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder, sebagai berikut:

1. Data Primer

   Data primer didapatkan dari metode observasi berupa eksperimen yang dilakukan di labroatorium, meliputi pengujian analisis saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, pengujian kadar air agregat, pengujian berat isi, pengujian kadar lumpur, pengujian *workability* beton, dan pengujian kuat tekan beton. Adapun prosedur pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

   a. Pengujian Agregat Halus

      Pengujian material agregat halus ini harus memenuhi parameter yang sesuai dengan PBI.1971 (N.I.- 2). Pengujian

pada material agregat halus yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah se bagai berikut:

1) Pengujian analisis saringan

   Pengujian analisis saringan terhadap agregat halus atau pasir ini bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran gradasi pasir. Pengujian analisis saringan agregat halus ini sesuai dengan prosedur SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus.

2) Pengujian berat jenis dan penyerapan

   Pengujian berat jenis agregat halus bertujuan untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus. Pengujian berat jenis agregat halus ini sesuai dengan prosedur SNI 1970-2008 tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus atau pasir.

3) Pengujian kadar air

   Pengujian kadar air agregat halus yang dilakukan ini bertujuan untuk memperoleh nilai persentase kadar air yang terkandung di dalam agregat halus. Pengujian kadar air agregat halus ini sesuai dengan prosedur SNI 1971-2011 tentang uji kadar air total agregat dengan pengeringan.

4) Pengujian berat isi

   Pengujian berat isi agregat halus pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung berat volume agregat halus dalam keadaan gembur dan padat. Pengujian berat isi agregat halus ini sesuai dengan prosedur

SNI-1973-2008. Volume produksi campuran dan kadar udara beton.

5) Pengujian kadar lumpur agregat halus

Pengujian kadar lumpur agregat halus pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus dalam kondisi lapangan. Pengujian kadar lumpur agregat halus ini sesuai dengan prosedur ASTM C-33 tentang cara uji kadar lumpur agregat halus.

b. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian material agregat kasar harus memenuhi syarat-syarat sesuai dengan PBI 1971 (N.I.- 2). Pemeriksaan pada material agregat kasar pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Pengujian analisis saringan

Pengujian analisis saringan agregat kasar ini bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran agregat kasar/batu pecah. Pengujian ini sesuai dengan prosedur SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar.

2) Pengujian berat jenis dan penyerapan

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan air pada agregat kasar. Pengujian ini sesuai dengan prosedur SNI 1969-2008 tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

3) Pengujian kadar air

Pengujian kadar air ini dilakukan untuk memperoleh nilai persentase kadar air yang terkandung pada agregat kasar.

Pengujian kadar air agregat ini sesuai dengan prosedur SNI 1971-2011 tentang uji kadar air total agregat dengan pengeringan.

4) Pengujian abrasi

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan perbandingan berat bahan yang hilang akibat gerusan dari benturan bola-bola baja dalam mesin Los Angeles. Pengujian ini sesuai dengan prosedur SNI-2417-2008 tentang cara uji keausan agregat kasar dengan mesin abrasi los angeles.

5) Pengujian berat isi/berat volume

Pengujian berat isi agregat kasar ini dilakukan bertujuan untuk menghitung berat volume agregat kasar dalam keadaan gembur dan padat. Pengujian berat isi agregat kasar ini sesuai dengan prosedur SNI-1973-2008 tentang cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton.

6) Pengujian kadar lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat kasar pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung berapa banyak persentase kadar lumpur yang terkandung didalam agregat kasar yang akan digunakan dalam kondisi lapangan. Pengujian kadar lumpur agregat kasar ini sesuai dengan prosedur ASTM C-33 tentang cara uji kadar lumpur agregat kasar.

c. Pengujian tumbukan cangkang kerang

Pengujian yang akan dilakukan pada material tumbukan cangkang kerang yaitu sebagai berikut:

1) Pengujian analisis saringan

Pengujian analisis saringan tumbukan cangkang kerang yang akan dilakukan tersebut sama seperti analisis saringan yang dilakukan pada agregat halus. Hal ini bertujuan untuk mengukur distribusi butiran hasil tumbukan cangkang kerang/gradasi. Pengujian analisis saringan pada tumbukan cangkang kerang ini dilakukan sesuai dengan prosedur dalam SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar.

2) Pengujian berat jenis dan penyerapan

Pengujian berat jenis tumbukan cangkang kerang ini bertujuan untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan air pada tumbukan cangkang kerang. Pengujian berat jenis dan penyerapan tumbukan cangkang kerang ini mengacu pada SNI 1970-2008.

3) Pengujian kadar air

Pengujian kadar air pada tumbukan cangkang kerang bertujuan untuk memperoleh nilai dari persentase kadar air yang terkandung pada tumbukan cangkang kerang tersebut. Pengujian kadar air pada tumbukan cangkang kerang sesuai dengan prosedur SNI1971-2011 tentang uji kadar air total agregat dengan pengeringan.

d. Mix *design*

*Mix design*/perencanaan campuran beton pada penelitian ini mengacu terhadap peraturan SK SNI M-14-1989-F, dimana sebelum perencanaan campuran, diperlukan beberapa data material pengujian seperti dari gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan agregat, kadar air agregat dan berat isi

agregat kering. Metode SNI7656-2012 menjelaskan tentang perencanaan campuran beton dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Penetapan nilai kuat tekan beton.
2) Penetapan nilai deviasi standar berdasarkan **Tabel 2.5.**
3) Menghitung nilai tambah/margin berdasarkan **Persamaan 2.1.**
4) Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan berdasarkan **Persamaan 2.2.**
5) Menentukan nilai slump berdasarkan **Tabel 2.6.**
6) Menentukan ukuran butiran agregat maksimum.
7) Menentukan air pencampur dan kandungan udara berdasarkan **Tabel 2.7.**
8) Menentukan rasio air-semen berdasarkan **Tabel 2.8.**
9) Menghitung kadar semen.
10) Menghitung kadar agregat kasar berdasarkan **Tabel 2.9.**
11) Menghitung kadar agregat halus berdasarkan **Tabel 2.10.**

e. Pengadukan Campuran

Pengadukan campuran beton setelah dilakukan perhitungan proporsi campuran beton. Pengadukan semua bahan dilakukan menggunakan alat pengaduk beton (*concrete mixer*).

f. Pengujian *Workability* Beton

Pengujian *workability* dilakukan pada saat beton belum dimasukkan kedalam cetakan, yaitu ketika beton selesai diaduk dengan *concrete mixer*. Pengujian *slump/workability* beton dilakukan sesuai dengan prosedur SNI tentang cara pengujian *slump* beton.

g. Pencetakan Benda Uji

Pencetakan benda uji yang digunakan pada penelitian ini ialah cetakan berupa silinder yang memiliki diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pencetakan benda uji beton dilakukan sesuai dengan prosedur SK SNI M-14-1989-F tentang tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

h. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji (*curing* beton) yang dilakukan pada penelitian ini selama umur beton 28 hari dengan prosedur sesuai SNI 2493-2011. Perawatan beton dilakukan setelah pembongkaran cetakan beton, beton direndam dalam bak perendam berisi air dan dikeluarkan sehari sebelum pengujian kuat tekan beton.

i. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini yaitu setelah beton berumur 28 hari. Alat Pengujian kuat tekan beton pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan alat Servo Plus Evolution (MaTest) dengan prosedur yang dilakukan berdasarkan peraturan SNI-1974-2011.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dengan metode dokumentasi dari buku-buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini. Setelah semua data tersebut terkumpul, kemudian data akan diolah sesuai dengan standar/ peraturan yang berlaku, pengolahan data dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu pengkodean dan *tabulating* seperti yang dilakukan pada penelitian ini. Pengkodean dilakukan pada benda uji untuk

membedakan variasi kandungan tumbukan cangkang kerang, sedangkan *tabulating* untuk menentukan *workability* dan kuat tekan beton.

### 3.6 Analisa Data

Pada tahapan ini, dilakukan analisis terhadap data yang telah didapat. Adapun analisis data yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Analisis hasil uji agregat halus

   Analisis hasil uji agregat halus terdiri dari analisis hasil pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kadar air agregat, pengujian berat isi dan pengujian kadar lumpur. Parameter yang dilakukan pengukuran pada tiap pengujian adalah sebagai berikut:

   a. Pengujian analisis saringan, parameter yang diukur adalah gradasi butiran dari agregat halus yang akan digunakan serta modulus kehalusaanya. Gradasi butiran agregat halus yang digunakan setidaknya masuk dalam zona gradasi agregat halus yang ditentukan oleh SNI 03-2834-2000 sedangkan modulus kehalusannya harus sebesar 1,5–3,8 berdasarkan SII 0052-80.
   b. Pengujian berat jenis dan penyerapan, parameter yang diukur adalah besarnya berat jenis dan penyerapan. Nilai minimum untuk berat jenis agregat halus yang digunakan sebesar 2,5 dan penyerapannya tidak lebih dari 5% berdasarkan SNI 03-1970-1990.
   c. Pengujian kadar air, pada pengujian kadar air agregat hanya melakukan pengujian untuk mengetahui berapa besar kadar air yang dikandung oleh agregat tersebut yang nanti akan

digunakan sebagai kontrol pemberian air yang digunakan dalam campuran beton.

d. Pengujian berat isi, parameter yang diukur adalah besarnya berat isi dari agregat halus yang digunakan. Nilai minimum untuk berat isi agregat halus yang digunakan sebesar 1,2 kg/liter berdasarkan SII 0052 -1980.
e. Pengujian kadar lumpur, parameter yang diukur adalah besarnya kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus. Nilai kandungan lumpur yang diizinkan untuk agregat halus sebagai bahan untuk campuran beton maksimal 5% berdasarkan SNI S-04-1989-F.

2. Analisis hasil uji agregat kasar

Analisis hasil uji agregat kasar terdiri dari analisis hasil pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kadar air agregat, pengujian berat isi, pengujian abrasi dan pengujian kadar lumpur. Parameter yang dilakukan pengukuran pada tiap pengujian adalah sebagai berikut:

a. Pengujian analisis saringan, parameter yang akan diukur adalah gradasi butiran dari agregat kasar yang akan digunakan dlam campuran beton dan modulus kehalusannya.
b. Gradasi butiran agregat kasar yang digunakan setidaknya masuk dalam zona gradasi agregat kasar sesuai SNI 03-2834-2000 sedangkan untuk modulus kehalusannya harus sebesar 6 – 7,5 berdasarkan SK SNI S-04-1980-F.
c. Pengujian berat jenis dan penyerapan, parameter yang diukur adalah besarnya berat jenis dan penyerapan. Nilai minimum untuk berat jenis agregat kasar yang digunakan sebesar 2,5 dan penyerapannya tidak lebih dari 3% berdasarkan SNI 03-1969-1990.

d. Pengujian kadar air, pada pengujian kadar air agregat hanya melakukan pengujian untuk mengetahui berapa besar kadar air yang dikandung oleh agregat tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai kontrol pemberian air yang digunakan dalam campuran beton.
e. Pengujian berat isi, parameter yang diukur adalah besarnya berat isi dari agregat kasar yang digunakan. Nilai minimum untuk berat isi agregat kasar yang digunakan sebesar 1,2 kg/liter berdasarkan SII No.2 -1980.
f. Pengujian abrasi, parameter yang diukur adalah besarnya abrasi butiran agregat kasar. Nilai maksimum abrasi butiran agregat kasar sebesar 40% berdasarkan SNI 2417-2008.
g. Pengujian kadar lumpur, parameter yang diukur adalah besarnya kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus. Nilai kandungan lumpur yang diizinkan untuk agregat halus sebagai bahan untuk campuran beton maksimal 1% berdasarkan SII. 0052-80.

3. Analisis hasil uji cangkang kerang

Analisis hasil uji tumbukan cangkang kerang terdiri dari analisis hasil pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, dan pengujian kadar air agregat. Pengujian ini dilakukan hanya untuk menentukan karakteristik tumbukan cangkang kerang dengan pendekatan menggunakan standar peraturan agregat halus. Parameter yang dilakukan pengukuran pada tiap pengujian adalah sebagai berikut:

a. Pengujian analisis saringan, parameter yang diukur adalah gradasi butiran dari tumbukan cangkang kerang yang akan digunakan yaitu lolos saringan no.4 - pen

b. Pengujian berat jenis dan penyerapan, parameter yang diukur adalah besarnya berat jenis dan penyerapan berdasarkan SNI 03-1970-1990.
c. Pengujian kadar air, pada pengujian kadar air agregat hanya melakukan pengujian untuk mengetahui berapa besar kadar air yang dikandung oleh agregat tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai kontrol pemberian air yang digunakan dalam campuran beton.

Langkah selanjutnya ialah dilakukan proses pembuatan perencanaan campuran beton (*mix design*) dengan menentukan workability dan kuat tekan beton rencana dan dari hasil mix design didapat proporsi bahan yang akan digunakan.

Pemeriksaan workability beton dilakukan saat benda uji akan dicetak. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari saja karena pada usia beton 28 hari faktor koreksinya mencapai 100% sedangkan pada usia beton 7, 14, 21 faktor koreksi pada beton dibawah 100%, dari hasil pemeriksaan workability dan hasil uji kuat tekan dapat diambil kesimpulan bagaimana pengaruh tumbukan cangkang kerang terhadap kuat tekan beton dengan cara membandingkan beton normal dengan beton mengunakan campuran tumbukan cangkang kerang 25%, 50%, 75%, dan 100%.

## 3.7 Rencana Bagan Alir Penelitian

Untuk lebih memperjelas mengenai tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian berat isi, pengujian kadar air, serta pengujian kadar lumpur.

### 4.1.1 Pengujian Analisis saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui gradasi dari agregat. Pelaksanaan pengujian analisa saringan berdasarkan SNI 03-1968-1990 dengan berat contoh kering sebelum dicuci 1100 gram. Perhitungan dari komulatif tertahan, % tertahan dan % lolos dan modulus kehalusan sebagai berikut.

Pada saringan no.4

Berat Tertahan : 9,8 gram

Komulatif tertahan :Berat komulatif tertahan saringan 3/8+berat tertahan saringan no.4

: 0 gram + 9,8 gram

: 9,8 gram

Persen tertahan : $\frac{Komulatif\ tertahan}{Total\ berat\ tertahan}\ x\ 100\%$

: $\frac{9{,}8\ gram}{1069\ gram}\ x\ 100\%$

: 0,917%

Pers en lolos : 100% - Persen tertahan

: 100% - 0,917% = 99,083%

Modulus kehalusan : $\frac{\Sigma\ \%tertahan\ sampai\ saringan\ No.100}{100}$

: $\frac{255{,}9}{100}$

: 2,559

Hasil pengujian analisis saringan agregat halus dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus

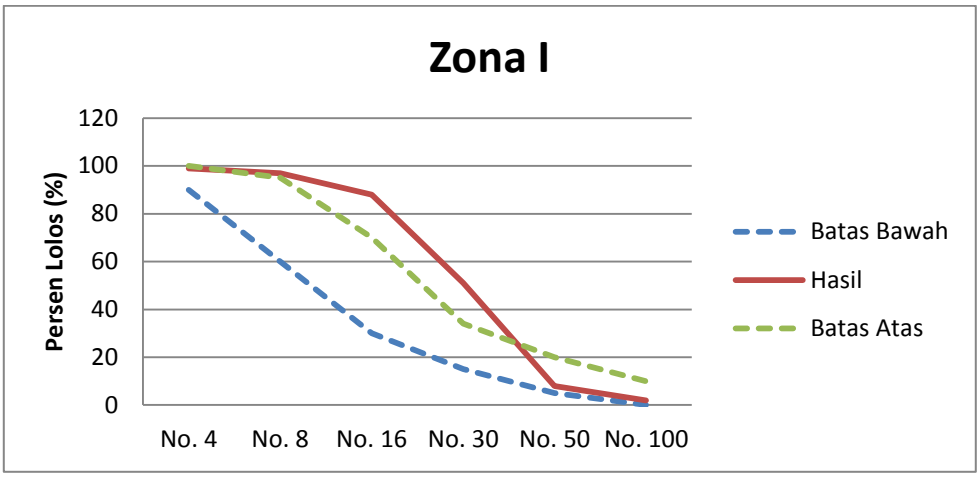
| Ukuran Saringan (Mm) | Nomor Saringan | Berat Tertahan | Komulatif Tertahan | Jumlah Persen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Tertahan | Lewat |
| 9,52 | 3/8” | 0 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| 6,35 | No.4 | 9,8 | 9,8 | 0,917 | 99,083 |
| 2,38 | No.8 | 22,9 | 32,7 | 3,059 | 96,941 |
| 1,19 | No.16 | 94,6 | 127,3 | 11,908 | 88,092 |
| 0,59 | No.30 | 400,3 | 527,6 | 49,355 | 50,645 |
| 0,279 | No.50 | 461,7 | 989,3 | 92,544 | 7,456 |
| 0,15 | No.100 | 60 | 1049,3 | 98,157 | 1,843 |
| 0,075 | No.200 | 19,7 | 1069 | 100,000 | 0,000 |
| Modulus Kehalusan | | | **2,559** | | |

Setelah didapatkan data %lewat selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada batas atas dan bawah agergat halus berdasarkan SNI 03-2834-2000. Seperti pada **Tabel 4.2** berikut

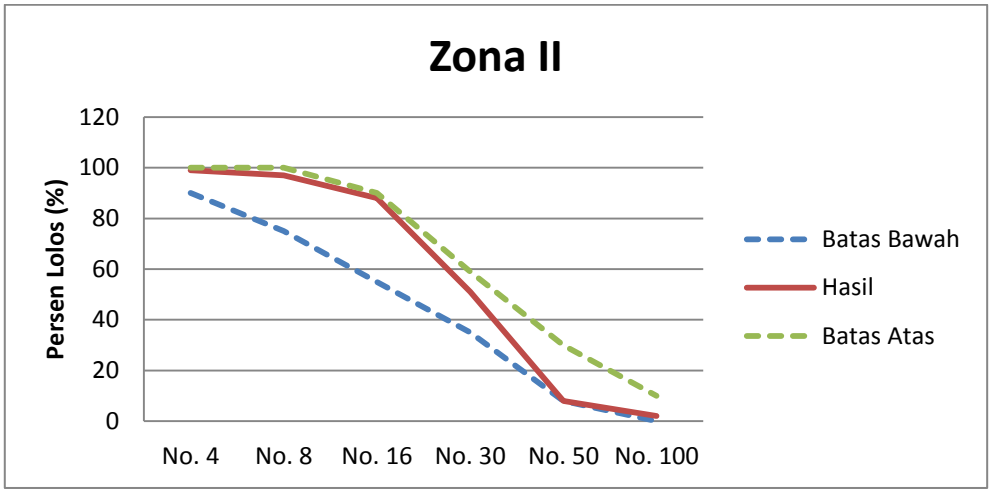
**Tabel 4.2** Batas Gradasi Agregat Halus

| No. Saringan | Hasil | Persentase Lolos Saringan (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zona I (Pasir Kasar) | Zona II (Pasir Agak Kasar) | Zona III (Pasir Halus) | Zona IV (Pasir Agak Halus) |
| 3/8” | 100,000 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| No.4 | 99,083 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| No.8 | 96,941 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| No.16 | 88,092 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| No.30 | 50,645 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| No.50 | 7,456 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| No.100 | 1,843 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

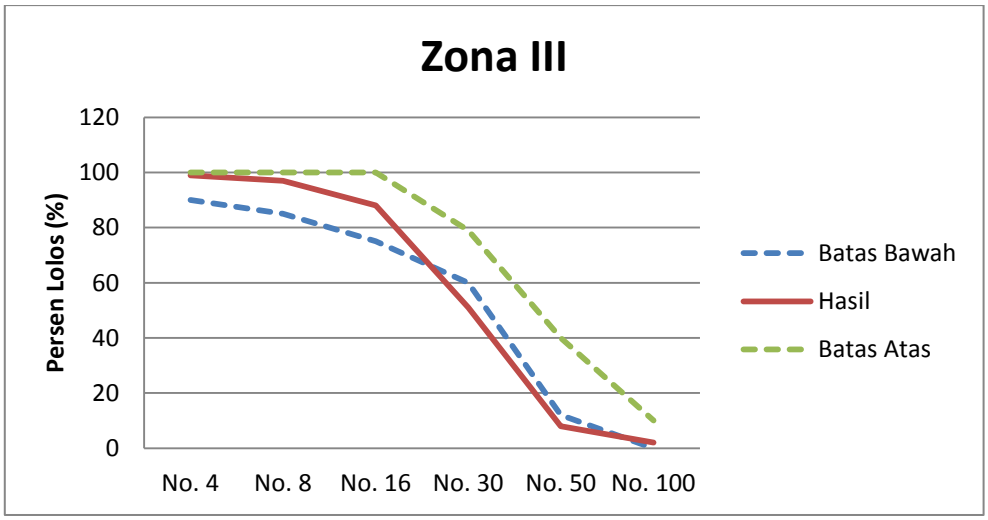
Untuk lebih jelas mengenai zona agregat halus pada **Tabel 4.2** dapat dilihat pada gambar berikut.



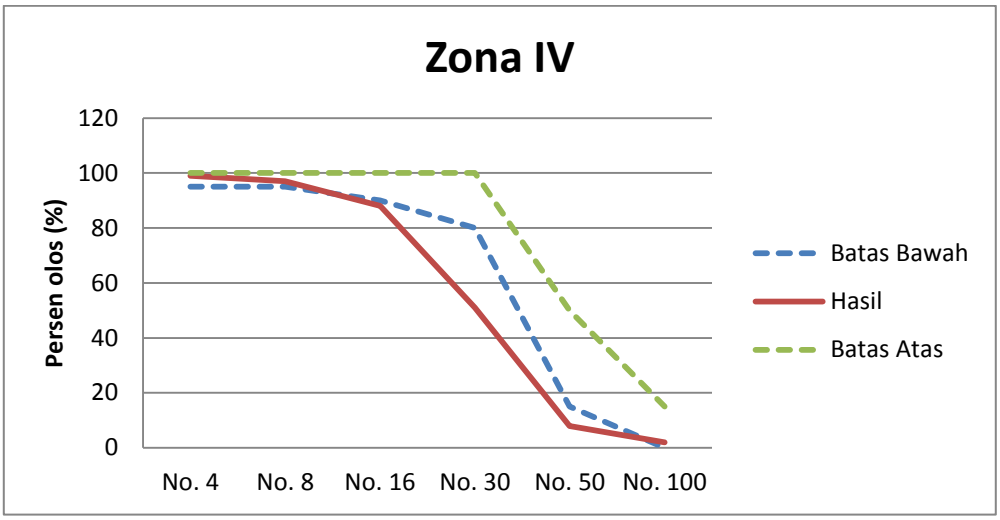

**Gambar 4.1** Zona I Gradasi Butiran Agregat Halus




**Gsmbar 4.2** Zona II Gradasi Butiran Agregat Halus




**Gsmbar 4.3** Zona III Gradasi Butiran Agregat Halus




**Gsmbar 4.4** Zona IV Gradasi Butiran Agregat Halus

Berdasarkan nilai persen lewat pada **Tabel 4.1** dapat diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk kedalam zona II gradasi agregat yang ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000, dimana persen lolos saringan agreat halus yang berada diantara batas atas dan batas bawah yang ditetapkan. kemudian berdasarkan modulus kehalusan agregat halus yang didapat dari pemeriksaan analisa saringan telah sesuai dengan persyaratan SII 0052-80 untuk syarat modulus kehalusan agregat halus yangmana didapat modulus kehalusanya yaitu 2,559 dan masuk kedalam rentang batas mdulus kehalusan untuk agregat halus yaitu sebesar 1,5 – 3,8.

### 4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis dan penyerapan pada agregat halus dan mengelompokkan agregat halus berdasarkan berat jenisnya. Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berdasarkan SNI 1969-2008. Perhitungan berat jenis kering, kering permukaan jenuh, berat jenis semu, serta penyerapan dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut.

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

| Pengujian | Notasi | I | Satuan |
|---|---|---|---|
| Berat Benda Kering Jenuh (SSD) | 500 | 500,0 | Gram |
| Berat Benda Uji Kering Oven | Bk | 495 | Gram |
| Berat Piknometer Diisi air (25°C) | B | 687,9 | Gram |
| Berat Piknometer + Air + Benda Uji | Bt | 1006,9 | Gram |
| Berat Jenis *(Bulk*) | $\frac{Bk}{B+500-Bt}$ | 2,734 | - |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh | $\frac{500}{B+500-Bt}$ | 2,762 | - |
| Berat Jenis Semu (*apparent)* | $\frac{Bk}{B+Bk-Bt}$ | 2,812 | - |
| Penyerapan (*absorption)* | $\frac{500-Bk}{Bk}\ x\ 100\%$ | 1,010 | % |

Besarnya penyerapan pada agregat halus sebesar 1,010 % telah memenuhi persyaratan, berdasarkan SNI 03-1969-1990 dimana besarnya penyerapan yaitu sebesar < 5,00%, serta nilai berat jenis (*bulk*) agregat halus yaitu 2,734 tergolong dalam agregat normal dengan standar berat jenis (*bulk*) untuk agregat halus yaitu 2,40 – 2,90.

### 4.1.4 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Berdasarkan hasil pengujian kadar air agregat halus yang telah dilakukan diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4.5** berikut.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

| Pengujian | Notasi | Berat | Satuan |
|---|---|---|---|
| Masa benda uji | W1 | 2000 | Gram |
| Masa benda uji kering oven | W2 | 1611,3 | Gram |
| Kadar air | $P=\frac{W1-W2}{W2}\ x\ 100\%$ | 24,146 | % |

Berdasarkan **Tabel 4.5** Diketahui bahwa kadar air agregat halus yang digunakan pada penelitian adalah 24,146 %, nilai

tersebut adalah kadar air agregat sesuai kondisi lapangan dan tidak terdapat persyaratan khusus mengenai kadar air agregat.

### 4.1.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi agregat bertujuan mendapatkan nilai berat isi agregat yang didefenisikan sebagai perbandingan antara berat agregat dengan volume. Pengujian berat isi agregat kasar Pengujian berat isi agregat halus berdasarkan SNI 03-4804-1998. Perhitungan dari berat isi agregat halus sebagai berikut.

Berat contoh = (Berat Contoh + Berat Tempat) – Berat tempat

= 7,081 – 2,807

= 4,274

Berat isi $= \frac{\text{Berat contoh}}{Volume\ tempat}$

$= \frac{4{,}274\ \text{kg}}{3{,}091\ liter} = 1{,}383$ kg/lt

Data-data hasil pengujian berat isi agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

| Berat Isi Lepas | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 7,081 |
| Berat Tempat | Kg | 2,807 |
| Berat Contoh | Kg | 4,274 |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,383 |

| Berat Isi Padat | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 7,585 |
| Berat Tempat | Kg | 2,807 |
| Berat Contoh | Kg | 4,778 |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,546 |

Berdasarkan SNI 03-1973-2008 standar berat isi untuk agregat halus adalah 0,400 – 1,900 g/cm$^3$, maka agregat halus dalam penelitian ini memenuhi syarat.

### 4.1.5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Berdasarkan pengujian kadar lumpur agregat halus yang dilakukan dilaboratorium yaitu untuk mencari kadar lumpur yang terkandung didalam agregat halus yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.6** Berikut.

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

| Pengujian | Notasi | I | II | Satuan |
|---|---|---|---|---|
| Tinggi pasir | V1 | 15 | 15 | Cm |
| Tinggi lumpur | V2 | 0,6 | 0.7 | Cm |
| Kadar lumpur | $P = \frac{V2}{V1+V2}\ x\ 100\%$ | 3,846 | 4,458 | % |
| Kadar lumpur rata-rata | | 4,152 | | |

Berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian kadar lumpur agreat halus, diperoleh nilai kadar lumpur dari agregat halus adalah 4,152 %. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan berdsarkan peraturan beton indonesia (PBI 1971 NI. 2) dan SNI S-04-1989-F, dimana kandunan lumpur agregat normal yang diizinkan sebagai bahan campuran beton adalah maksimal 5 % untuk agregat halus.

## 4.2 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian analisis saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian berat isi, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, serta pengujian abrasi

### 4.2.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui gradasi dari agregat yang akan digunakan. Pelaksanaan pengujian analisa saringan pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-1968-1990. Perhitungan dari komulatif tertahan, % tertahan dan % lolos dan modulus kehalusan sebagai berikut

Pada saringan No.1

Berat Tertahan : 187,1 gram

Komulatif tertahan : Berat komulatif tertahan saringan 1 + berat tertahan saringan ¾

: 187,1 gr + 1389,3 gr = 1576,4 gram

Persen tertahan : $\frac{Komulatif\ tertahan}{Total\ Berat\ Tertahan}\ x\ 100\%$

: $\frac{1576{,}4\ gram}{4873{,}7\ gram}\ x\ 100\%$ = 32,345 %

Persen lolos : 100% - Persen tertahan

: 100% - 32,345 % = 67,655 %

Modulus kehalusa : $\frac{\Sigma\ \%tertahan}{100}$

: $\frac{715{,}283}{100}$ = 7,153

Data-data pengujian analisis saringan (gradasi) agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 4.7** Berikut

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Analisa saringan Agregat Kasar

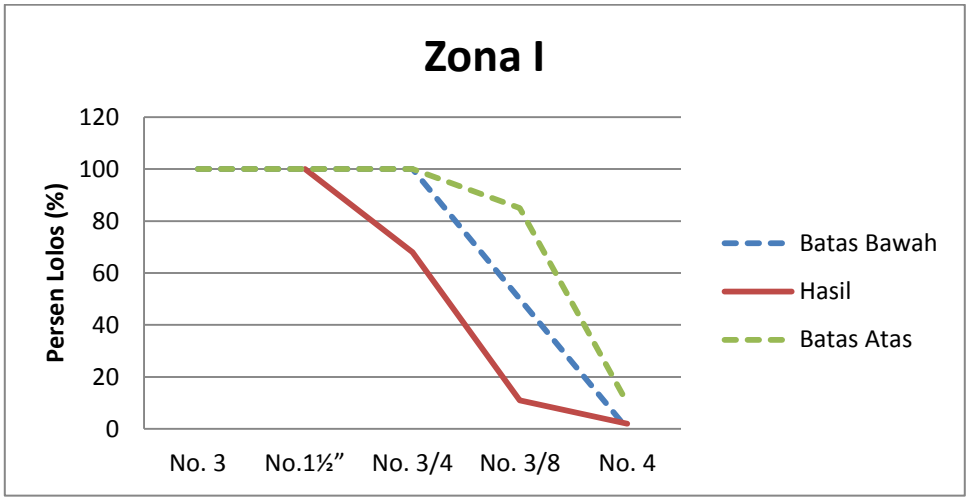
| Ukuran Saringan (Mm) | Nomor Saringan | Berat Tertahan | Jumlah berat Tertahan | Jumlah Persen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Tertahan | Lewat |
| 36,1 | 1 ½ | 0 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| 25,4 | 1 | 187,1 | 187,1 | 3,839 | 0,917 |
| 19,1 | ¾ | 1389,3 | 1576,4 | 32,345 | 67,655 |
| 12,7 | ½ | 2071,8 | 3648,2 | 79,855 | 20,145 |
| 9,52 | 3/8 | 928,1 | 4576,3 | 88,898 | 11,102 |
| 6,35 | No.4 | 177,2 | 4753,5 | 97,534 | 2,466 |
| 2,38 | No.8 | 6,5 | 4760 | 97,667 | 2,333 |
| 1,19 | No.16 | 12,7 | 4772,7 | 97,928 | 2,072 |
| 0,59 | No.30 | 23 | 4795,7 | 98,400 | 1,600 |
| 0,279 | No.50 | 34,2 | 4829,9 | 99,101 | 0,899 |
| 0,15 | No.100 | 22,8 | 4852,7 | 99,569 | 0,431 |
| 0,075 | No.200 | 21,0 | 4873,7 | 100,000 | 0,000 |
| Modulus Kehalusan | | | 7,153 | | |

Setelah didapatkan data-data %lolos pada masing-masing saringan selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada batas atas dan bawah agergat kasar berdasarkan SNI 03-2834-2000. Data-data pemeriksaan dapat dilihat pada **Tabel 4.8** berikut

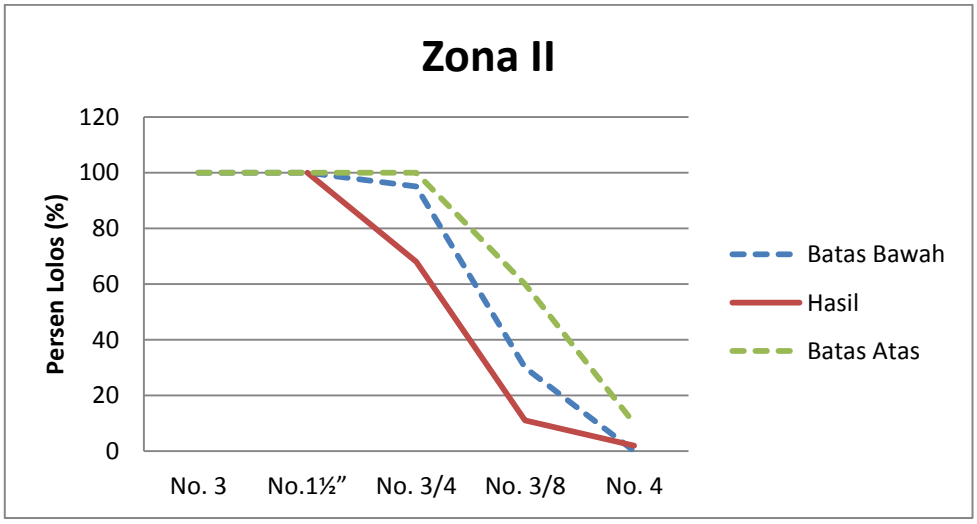
**Tabel 4.8** Pemeriksaan Batas Atas dan Bawah Agregat Kasar

| Ukuran Saringan (Mm) | No Saringan | Hasil | Persentase Lolos Saringan (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 mm | 20 mm | 40 mm |
| 76 | 3” | | | | 100 |
| 36 | 1½” | 100 | | 100 | 95-100 |
| 19 | ¾ | 67,655 | 100 | 95-100 | 35-70 |
| 9,6 | 3/8 | 11,102 | 50-85 | 30-60 | 10-40 |
| 4,8 | No.4 | 2,466 | 0-10 | 0-10 | 0-5 |

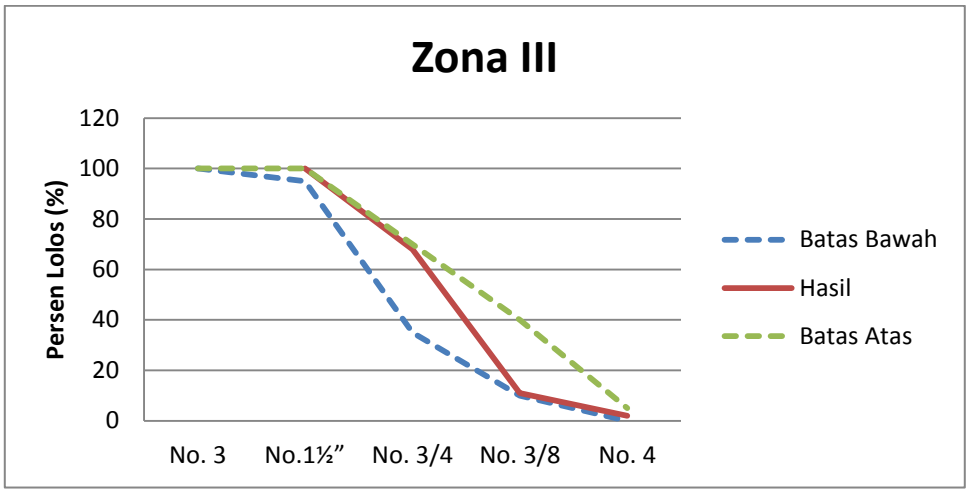
Untuk lebih jelas mengenai zona agregat kasar pada **Tabel 4.** Dapat dilihat pada **Gambar 4.5** Berikut.




**Gsmbar 4.5** Zona I Gradasi Butiran Agregat Kasar




**Gsmbar 4.6** Zona II Gradasi Butiran Agregat Kasar




**Gsmbar 4.7** Zona III Gradasi Butiran Agregat Kasar

Berdasarkan **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.7** dapat diketahui bahwa agregat kasar yang didapat termasuk dalam gradasi zona III seperti yang ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000, yangmana persen lolos agregat kasar berada dianttara batas atas dan batas bawah yang telah ditetapkan. Butiran agregat kasar yang ada pada zona III menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut memiliki ukuran butir maksimum 40 mm. Kemudian untuk nilai modulus kehalusan butiran agregat kasar yang didapat yaitu 7,153 yangmana nilai tersebut memenuhi dari persyaratan SK SNI S-04-1980-F yaitu berkisar antara 6 – 7,5.

### 4.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agragat Kasar

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang dilakukan di laboratorium didapat hasil yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9** Berikut

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

| Pengujian | Notasi | I | Satuan |
|---|---|---|---|
| Berat contoh JPK | Bj | 4376,2 | Gram |
| Berat contoh dalam air | Ba | 2706,9 | Gram |
| Berat contoh kering | Bk | 4312,5 | Gram |
| Berat jenis kering | $\frac{Bk}{Bj - Ba}$ | 2,583 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Berat jenis keri permukaan jenuh | $\frac{Bj}{Bj - Ba}$ | 2,621 | - |
| Berat Jenis Semu (*apparent)* | $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ | 2,706 | - |
| Penyerapan (*absorption)* | $\frac{Bj - Bk}{Bk}\ x\ 100\%$ | 1,477 | % |

Besarnya penyerapan pada agregat kasar sebesar 1,477 % telah memenuhi persyaratan, berdasarkan SNI 03-1969-1990 dimana besarnya penyerapan yaitu sebesar < 3%, serta nilai berat jenis (*bulk*) agregat halus yaitu 2,582 tergolong dalam agregat normal dengan standar berat jenis (*bulk*) untuk agregat kasar yaitu minimum 2,5.

### 4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi agregat bertujuan mendapatkan nilai berat isi agregat yang didefenisikan sebagai perbandingan antara berat agregat dengan volume. Pengujian berat isi agregat kasar Pengujian berat isi agregat halus berdasarkan SNI 03-4804-1998. Perhitungan dari berat isi agregat halus sebagai berikut.

Berat contoh = (Berat Contoh + Berat Tempat) – Berat tempat

= 20304 – 5997

= 14307

Berat isi $= \frac{\text{Berat contoh}}{Volume\ tempat}$

$= \frac{14307\ \text{kg}}{11{,}127\ liter}$

= 1285 kg/lt

Data-data hasil pengujian berat isi agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 4.10** berikut

**Tabel 4.10** Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat kasar

| Berat Isi Lepas | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 20,304 |
| Berat Tempat | Kg | 5,997 |
| Berat Contoh | Kg | 14,307 |
| Volume Tempat | Liter | 11,127 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,285 |

**Tabel 4.11** Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat kasar

| Berat Isi Padat | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 21,995 |
| Berat Tempat | Kg | 5,997 |
| Berat Contoh | Kg | 15,998 |
| Volume Tempat | Liter | 11,127 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,437 |

Berat isi rata-rata agregat kasar yang didapatkan dari pengujian diatas, sebagai berikut

1) Berat isi lepas adalah 1,285 kg/lt atau 1,285 g/cm3
2) Berat isi padat adalah 1,437 kg/lt atau 1,437 g/cm3

Berdasarkan SII No.2-1980 standar berat isi minimum untuk agregat kasar adalah 1,200 g/cm$^3$, maka agregat kasar dalam penelitian ini memenuhi syarat.

### 4.2.4 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Berdasarkan hasil pengujian kadar air agregat halus yang telah dilakukan diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4.12** berikut.

**Tabel 4.12** Hasil pengujian kadar air agregat kasar

| Pengujian | Notasi | Berat | Satuan |
|---|---|---|---|
| Masa benda uji | W1 | 2000 | Gram |
| Masa benda uji kering oven | W2 | 1639,3 | Gram |
| Kadar air total | $P = \frac{W1 - W2}{W2}\ x\ 100\%$ | 22,003 | % |

Berdasarkan **Tabel 4.12** Diketahui bahwa kadar air agregat halus yang digunakan pada penelitian adalah 22,003 %, nilai tersebut adalah kadar air agregat sesuai kondisi lapangan dan tidak terdapat persyaratan khusus mengenai batas minimum ataupun batas maksimum kadar air agregat.

### 4.2.5 Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur dari agregat kasar yang telah dilakukan dapat diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4.13** berikut.

**Tabel 4.13** Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar

| Pengujian | Notasi | Berat | Satuan |
|---|---|---|---|
| Masa benda uji | W1 | 2000 | Gram |
| Masa benda uji kering oven | W2 | 1984,6 | Gram |
| Kadar air total | $P = \frac{W1 - W2}{W1} \; x \; 100\%$ | 0,77 | % |

Berdasarkan **Tabel 4.13** Diketahui bahwa kadar lumpur agregat kasar yang digunakan pada penelitian adalah 0,77 %, nilai tersebut memenuhi persyaratan berdasarkan SII. 0052-80, dimana kandungan lumpur agregat normal yang diizinkan sebagai bahan campran beton adalah maksimal 1% untuk agregat kasar.

### 4.2.6 Pengujian Abrasi

Pengujian abrasi bertujuan untuk mendapatkan nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi *los angeles.* Keausan adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan agregat akibat gesekan antara permukaan agregat. Pelaksanaan pengujian abrasi berdasarkan SNI 2417-2008. Perhitungan dari pengujian abrasi agregat kasar sebagai berikut

Abrasi $= \frac{\text{Berat Sebelum Diuji} - \text{Setelah Diuji (Tertahan Saringan No.12)}}{\text{Berat Benda Uji sebelum Diuji}}$ x 100%

$= \frac{5000 \text{ gr} - 4023{,}7 \text{ gr}}{5000 \text{ gr}}$ x 100%

= 19,540 %

Data-data pengujian abrasi agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 4.14** Berikut

**Tabel 4.14** Hasil Pengujian Abrasi Agregat Kasar

| | Abrasi | | |
|---|---|---|---|
| A. | Berat Uji Sebelum Diuji | | 5000 gram |
| B. | Berat Benda Uji Setelah Diuji (Tertahan Saringan No.12) | | 4158 gram |
| C. | Hasil Pengujian | $\frac{A - B}{A} \; x \; 100$ | 19,540 % |

Dari pengujian keausan / abrasi dengan alat los angeles terhadap agregat kasar didapat nilai keasusannya sebesar 19,540%

sudah memenuhi syarat, dimana untuk beton mutu tinggi syarat keausan agregat kasar sesuai dengan SII 0052-80 yaitu < 40%.

## 4.3 Hasil Pengujian Tumbukan Cangkang Kerng

Pengujian tumbukan cangkang kerang yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian berat isi, serta pengujian kadar air.

### 4.3.1 Pengujian Analisa saringan Tumbukan Cangkang Kerng

Pengujian analisa saringan tumbukan cangkang kerang bertujuan untuk mengetahui gradasi dari agregat. Pelaksanaan pengujian analisa saringan berdasarkan SNI 03-1968-1990 dengan berat contoh kering sebelum dicuci 1100 gram. Perhitungan dari komulatif tertahan, % tertahan dan % lolos dan modulus kehalusan sebagai berikut.

Pada saringan no.8

Berat Tertahan : 77,2 gram

Komulatif tertahan :Berat komulatif tertahan saringan 4 + berat tertahan saringan no.8

: 0 gram + 77,2 gram

: 77,2 gram

Persen tertahan : $\frac{Komulatif\ tertahan}{Total\ berat\ tertahan}\ x\ 100\%$

: $\frac{77{,}2\ gram}{1062\ gram}\ x\ 100\%$

: 7,267%

Persen lolos : 100% - Persen tertahan

: 100% - 7,267%

: 92,733%

Modulus kehalusan : $\frac{\Sigma\ \%tertahan\ sampai\ saringan\ No.100}{100}$

: $\frac{345{,}401}{100}$ = 3,454

Hasil pengujian analisis saringan tumbukan cangkang kerang dapat dilihat pada **Tabel 4.15** berikut

**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Saringan Tumbukan Cangkang Kerang

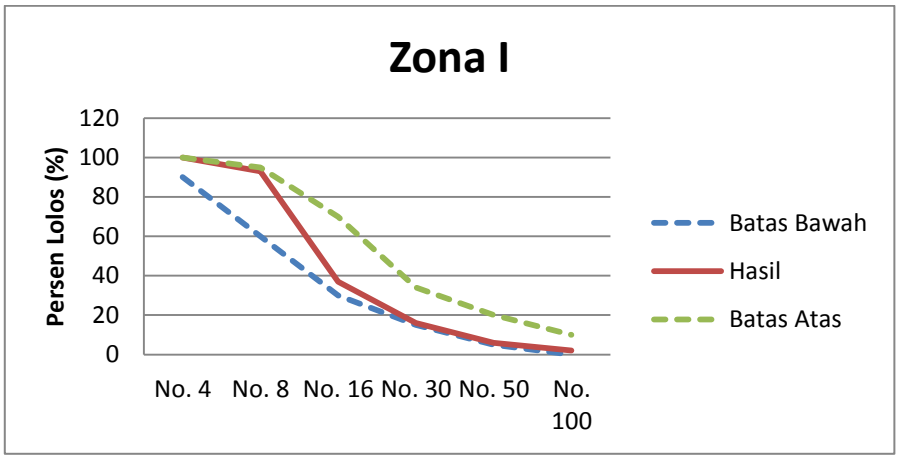
| Ukuran Saringan (Mm) | Nomor Saringan | Berat Tertahan | Komulatif Tertahan | Jumlah Persen | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Tertahan | Lewat |
| 9,52 | 3/8” | 0 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| 6,35 | No.4 | 0 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| 2,38 | No.8 | 77,2 | 77,2 | 7,267 | 92,733 |
| 1,19 | No.16 | 589,6 | 666,8 | 62,769 | 37,231 |
| 0,59 | No.30 | 227,2 | 894 | 84,157 | 15,843 |
| 0,279 | No.50 | 99,4 | 993,4 | 93,514 | 6,486 |
| 0,15 | No.100 | 44,4 | 1037,8 | 97,694 | 2,306 |
| 0,075 | No.200 | 24,5 | 1062,3 | 100,000 | 0,000 |
| Modulus Kehalusan | | | 3,454 | | |

Setelah didapatkan data-data %lewat pada setiap saringan selanjutnya dilakukan pemeriksaan pada batas atas dan bawah tumbukan cangkang kerang berdasarkan SNI 03-2834-2000. Seperti pada **Tabel 4.16** berikut

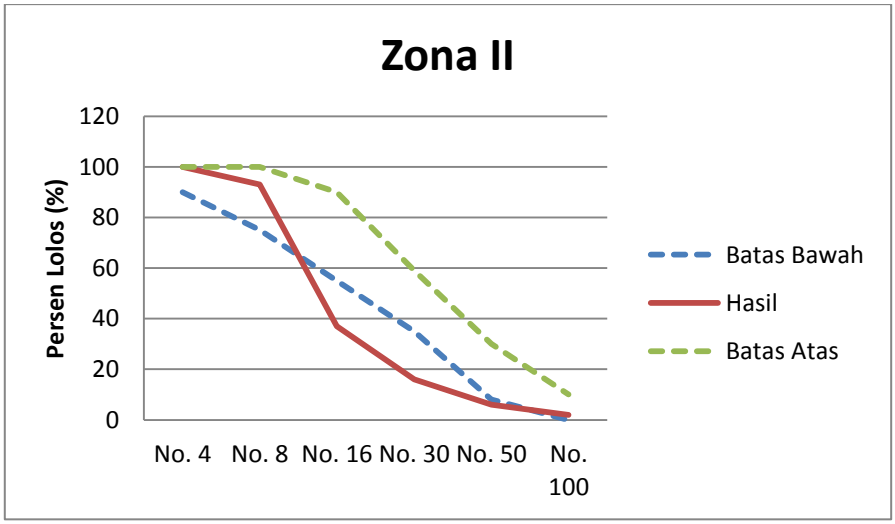
**Tabel 4.16** Batas Gradasi Tumbukan Cangkang Kerang

| No Saringan) | Hasil | Persentase Lolos Saringan (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Zona I (Pasir Kasar) | Zona II (Pasir Agak Kasar) | Zona III (Pasir Halus) | Zona IV (Pasir Agak Halus) |
| 3/8” | 100,000 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| No.4 | 100,000 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| No.8 | 92,733 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| No.16 | 37,231 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| No.30 | 15,843 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| SNo.50 | 6,486 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| No.100 | 2,306 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

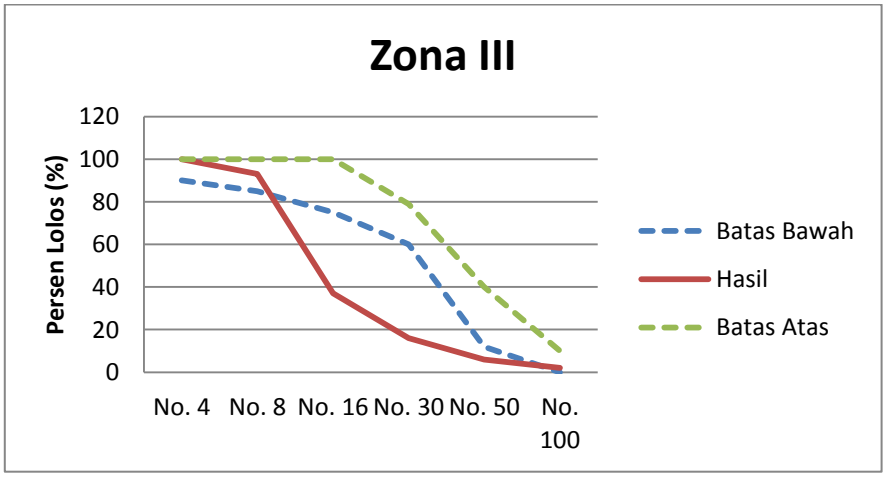
Untuk lebih jelas mengenai zona tumbukan cangkang kerang terhadap batas gradasi agregat halus pada **Tabel 4.2** dapat dilihat pada gambar berikut.



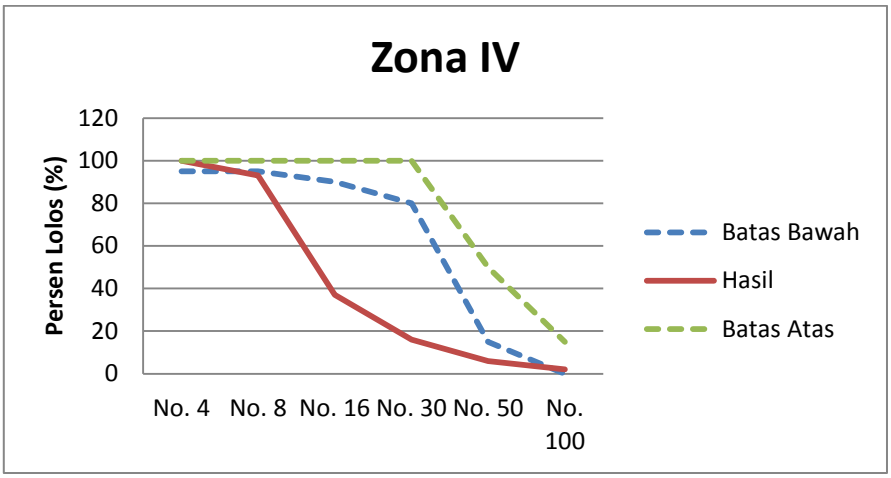

**Gsmbar 4.8** Zona I Gradasi tumbukn cangkang kerang




**Gsmbar 4.9** Zona II Gradasi tumbukn cangkang kerang




**Gsmbar 4.10** Zona III Gradasi Tumbukn Cangkang Kerang




**Gsmbar 4.11** Zona IV Gradasi Tumbukn Cangkang Kerang

Berdasarkan nilai persen lewat pada **Tabel 4.15** dapat diketahui bahwa tumbukan cangkang kerang yang diuji termasuk kedalam zona I gradasi agregat yang ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000, dimana persen lolos saringan tumbukan cangkang kerang yang berada diantara batas atas dan batas bawah yang ditetapkan. kemudian berdasarkan modulus kehalusan tumbukan cangkang kerang yang didapat dari pemeriksaan analisa saringan telah sesuai dengan persyaratan SII 0052-80 untuk syarat modulus kehalusan tumbukan cangkang kerang yangmana didapat modulus kehalusanya yaitu 3,454 dan masuk kedalam rentang batas mdulus kehalusan untuk agregat halus yaitu sebesar 1,5 – 3,8.

### 4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Tumbkan Cangkang Kerang

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis dan penyerapan pada tumbukan cangkang kerang. Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan tumbukan cangkang kerang berdasarkan SNI 1969-2008. Perhitungan dari berat jenis kering, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, serta penyerapan dapat dilihat pada **Tabel 4.17** Berikut

**Tabel 4.17** Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air tumbukan cangkang kerang

| Pengujian | Notasi | I | Satuan |
|---|---|---|---|
| Berat Benda Kering Jenuh (SSD) | 500 | 500 | Gram |
| Berat Benda Uji Kering Oven | Bk | 490,3 | Gram |
| Berat Piknometer Diisi air (25°C) | B | 687,9 | Gram |
| Berat Piknometer + Air + Benda Uji | Bt | 997,5 | Gram |
| Berat Jenis *(Bulk*) | $\frac{Bk}{B+500-Bt}$ | 2,573 | - |
| Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh | $\frac{500}{B+500-Bt}$ | 2,626 | - |
| Berat Jenis Semu (*apparent)* | $\frac{Bk}{B+Bk-Bt}$ | 2,716 | - |
| Penyerapan (*absorption)* | $\frac{500-Bk}{Bk}\ x\ 100\%$ | 2,040 | % |

Besarnya penyerapan pada tumbukan cangkang kerang sebesar 2,040 % telah memenuhi persyaratan, mengacu pada standar agregat halus SNI 03-1969-1990 dimana besarnya penyerapan yaitu sebesar < 5,00%, serta nilai berat jenis (*bulk*) tumbukan cangkang kerang yaitu 2,573 tergolong dalam agregat normal dengan standar berat jenis (*bulk*) yaitu 2,40 – 2,90.

### 4.3.3 Pengujian Berat Isi Tumbukan Cangkang Kerang

Pengujian berat isi tumbukan cangkang kerang bertujuan mendapatkan nilai berat isi tumbukan yang didefenisikan sebagai perbandingan antara berat agregat dengan volume. Pengujian berat isi tumbukan cangkang kerang berdasarkan SNI 03-4804-1998. Berikut perhitungan berat isi tumbukan cangkang kerang.

Berat contoh = (Berat Contoh + Berat Tempat) – Berat tempat

= 6,446 – 2,807

= 3,639

Berat isi $= \frac{\text{Berat contoh}}{Volume\ tempat}$

$= \frac{3{,}639\ \text{kg}}{3{,}091\ liter} =$ 1,177 kg/lt

Data-data hasil pengujian berat isi tumbukan cangkang kerang dapat dilihat pada **Tabel 4.18** berikut

**Tabel 4.18** Hasil Pengujian Berat Isi tumbukan cangkang kerang

| Berat Isi Lepas | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 6,446 |
| Berat Tempat | Kg | 2,807 |
| Berat Contoh | Kg | 3,639 |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,177 |

| Berat Isi Padat | Satuan | I |
|---|---|---|
| Berat Contoh + Berat Tempat | Kg | 6,955 |
| Berat Tempat | Kg | 2,807 |
| Berat Contoh | Kg | 4,148 |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 |
| Berat Isi Contoh | Kg/Lt | 1,342 |

Berat isi rata-rata tumbukan cangkang kerang yang didapatkan dari pengujian diatas, sebagai berikut

1) Berat isi lepas adalah 1,177 kg/lt atau 1,177 g/cm3
2) Berat isi padat adalah 1,342 kg/lt atau 1,342 g/cm3

Berdasarkan SNI 03-1973-2008 standar berat isi untuk agregat halus adalah 0,400 – 1,900 g/cm$^3$, maka tumbukan cangkang kerang dalam penelitian ini memenuhi syarat sebagai pengganti agregat halus.

### 4.4.4 Pengujian Kadar Air Tumbukan Cangkang Kerang

Berdasarkan hasil pengujian kadar air tumbukan cangkang kerang yang telah dilakukan diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4.19** berikut.

**Tabel 4.19** Hasil Pengujian Kadar Air Tumbukan Cangkang Kerang

| Pengujian | Notasi | Berat | Satuan |
|---|---|---|---|
| Masa benda uji | W1 | 2000 | Gram |
| Masa benda uji kering oven | W2 | 1694,8 | Gram |
| Kadar air | $P = \frac{W1 - W2}{W2}\ x\ 100\%$ | 18,008 | % |

Berdasarkan **Tabel 4.19** Diketahui bahwa kdar air tumbukan cangkang kerang yang digunakan pada penelitian ini adalah 18,008 %, nilai tersebut adalah kadar air agregat sesuai kondisi lapangan.

## 4.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat

Data-data hasil pengujian yang telah didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan persyarat dan ketentuan yang berlaku untuk masing-masing pengujian untuk mengetahui apakah material tersebut memenuhi atau tidaknya persyaratan yang berlaku. Rekap hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 4.20** sebagai berikut.

**Tabel 4.20** Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat

| No | Pengujian | Persyaratan | Hasil Pengujian | Keterangan |
|---|---|---|---|---|
| **1.** | **Agregat Halus** | | | |
| | a. Analisa saringan | | | |
| | 1). Modulus kehalusan | 1,5 – 3,8 | 2,559 | Memenuhi |
| | b. Pengujian berat jenis dan penyerapan | | | |
| | 1). Berat jenis | >2,5 | 2,734 | Memenuhi |
| | 2). Penyerapan | < 5% | 1,010 | Memenuhi |
| | c. Kadar Air | - | 24,146 | Memenuhi |
| | d. Pengujian berat isi | 0,4-1,9 g/cm$^3$ | 1,383 | Memenuhi |
| | e. Kadar Lumpur | < 5% | 4,152 | Memenuhi |
| **2.** | **Agregat Kasar** | | | |
| | a. Analisa saringan | | | |
| | 1). Modulus kehalusan | 6-7,5 | 7,153 | Memenuhi |
| | b. Pengujian berat jenis dan penyerapan | | | |
| | 1). Berat jenis | >2,5 | 2,582 | Memenuhi |
| | 2). Penyerapan | < 3% | 1,477 | Memenuhi |
| | c. Kadar Air | - | 22,003 | Memenuhi |
| | d. Pengujian berat isi | >1,2 | 1,285 | Memenuhi |
| | e. Kadar Lumpur | <1% | 0,77 | Memenuhi |
| | f. Abrasi | <40% | 19,540 | Memenuhi |
| **3.** | **Tumbukan Cangkang Kerang** | | | |
| | a. Analisa saringan | | | |
| | 1). Modulus kehalusan | 1,5 – 3,8 | 3,454 | Memenuhi |
| | b. Pengujian berat jenis dan penyerapan | | | |
| | 1). Berat jenis | >2,5 | 2,573 | Memenuhi |
| | 2). Penyerapan | < 5% | 2,040 | Memenuhi |
| | c. Pengujian berat isi | 0,4–1,9 g/cm$^3$ | 1,177 | Memenuhi |
| | d. Kadar air | - | 18,008 | Memenuhi |

Dari **Tabel 4.20** di atas diketahui bahwa hasil dari pengujian semua agregat memenuhi persyaratan menurut peraturan yang berlaku, itu menunjukkan bahwa hasil tumbukan cangkang kerang bisa digunakan sebagai bahan subtitusi pasir pada campuran beton karena memenuhi standar-standar yang berlaku seperti modulus kehalusan, berat jenis, penyerapan, dan berat isi untuk campuran beton.

## 4.5 Desain Campuran Beton

Perancangan campuran beton diatur dalam SNI 7656-2012, yang menjelaskan bagaimana cara pemilihan campuran yang baik untuk beton normal, beton berat dan beton massa. Standar ini adalah adopsi modifikasi dari ACI 211.1-91, berikut adalah langkah-langkah dalam perancangan campuran beton dan dapat dilihat juga pada **Lampiran 2.**

### Menetapkan Kuat Tekan Rata-Rata Beton

Kuat tekan rata-rata beton dapat ditentukan dengan menggunkan persamaan 1 dan 2. Nilai Sd (standar deviasi) sesuai dengan **Tabel 2.5**, dikarenakan volume pekerjaan kecil serta mutu pekerjaan yang cukup maka besar standar deviasi yang dipakai yaitu 7 jadi

m = 1.64 x Sd

m = 1.64 x 7 = 11.5

f'cr = m + f'c

f'cr = 11.5 + 20 = 31.5 mpa

### Menetapkan Nilai *Slump*

Nilai Slump beton yang umum digunakan untuk beton strukturalr dapat diambil sebesar 75 - 100 mm disesuaikan dengan

kondisi pembetonan atau pekerjaan. Nilai slump yang dipakai pada penelitian ini adalah sebesar 75 - 100 mm.

**Menetapkan Ukuran Maksimum Agregat**

Ukuran maksimum agregat yang dipakai dalam penelitian ini adalah 25 mm, sesuai dengan hasil analisa saringan yang tertahan pada saringan No.1.

**Menetapkan Jumlah Air yang Dibutuhkan**

Jumlah air yang diperlukan dapat ditentukan dari **Tabel 2.7** dengan ukuran agregat makisimum 25 mm dan nilai slump 75-100 dengan menginterpolasi antara ukuran maksimum butiran 20 mm dengan ukuran maksimum 40 mm.

$$y = y1 + (x - x1)\frac{(y2 - y1)}{(x2 - x1)}$$

$$y = 205 + (25 - 40)\frac{(225 - 205)}{(20 - 40)}$$

$$y = 220$$

Jadi, jumlah air yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 220 kg/m3

**Menetapkan Nilai Faktor Air Semen (Fas)**

Faktor air semen yang digunakan untuk beton dengan kuat tekan rata-rata 31,5 MPa adalah dengan mengiterpolasikan antara nilai faktor air semen mutu 30 mpa dengan mutu 35 mpa pada **Tabel 2.8** sebagai berikut

$$y = y1 + (x - x1)\frac{(y2 - y1)}{(x2 - x1)}$$

$$y = 0{,}47 + (31{,}5 - 35)\frac{(0{,}54 - 0{,}47)}{(30 - 35)}$$

$$y = 0{,}52$$

**Menghitung Kadar Semen**

Kebutuhan kadar semen dapat ditentukan dengan cara yaitu jumlah air dibagi dengan faktor air semen.

Kadar semen $= \frac{\text{jumlah air}}{\text{faktor air semen}}$

$= \frac{220\ \text{kg/m3}}{0{,}52} = 433\ \text{kg/m}^3$

**Tetapkan Volume Agregat Kasar**

Volume agregat kasar ditentukan dengan melihat nilai modulus kehalusan agregat halus, dimana modulus kehalusan agregat halus pada penelitian ini adalah 2,559. Dengan melihat pada **Tabel 2.9** maka didapat faktor pengali sebesar 0,69 untuk mendapatkan volume agregat kasar dengan cara faktor pengali dikali dengan berat kering oven agregat kasar, sebagai berikut

Volume agregat kasar = 0,69 x 1437 = 992 kg/m$^3$

**Tetapkan Volume Agregat Halus**

Volume agregat halus dapat ditentukan dengan cara mengurangi estimasi berat awal beton dengan volume air, semen serta agregat kasar. Besarnya estimasi berat awal beton dapat dilihat pada **Tabel 2.10**, jadi volume agregat halus yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut

V agregat halus = berat awal beton segar – Volume (air + agregat kasar + semen)

= 2380 - (220 + 992 + 433) = 730 kg/m$^3$

**Volume Campuran Tumbukan Cangkang Kerang**

Setelah mendapatkan *mix desight* beton normal, untuk Menentukan volume campuran tumbukan cangkang kerang dengan cara menggantikan volume agregat halus dengan tumbukan cangkang kerang sesuai persentase yang sudah ditetapkan sebelumnya yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%

Berat tumbukan cangkang kerang yang diperlukan pada persentase 25% dalam 1 silinder adalah

25% = 25% x (volume pasir 1m3 x volume silinder)

= 25% x (730 x 0,00530)

= 0,25 x 3,869 kg = 0,967 kg/1 Silinde

**Proporsi Campuran**

Dari *mix desain* yang telah dilakukan didapatkan proporsi masing-masing bahan-bahan penyusun beton. Berikut proporsi campuran per 1 $m^3$ dan campuran per 1 benda uji silender dapat dilihat pada **Tabel 4.21** dan **Tabel 4.22** berikut

**Tabel 4.21** Proporsi Campuran Per 1 $m^3$

| Persentase Kerang (%) | Agregat kasar (kg) | Agregat halus (kg) | Air (kg) | Semen (kg) | Tumbukan Cangkang Kerang (kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 992 | 730 | 220 | 433 | 0 |
| 25 | 992 | 547,5 | 220 | 433 | 182 |
| 50 | 992 | 365 | 220 | 433 | 365 |
| 75 | 992 | 182 | 220 | 433 | 547,5 |
| 100 | 992 | 0 | 220 | 433 | 730 |

**Tabel 4.22** Proporsi Campuran Per 1 Benda Uji/Silinder (V : 0,00530)

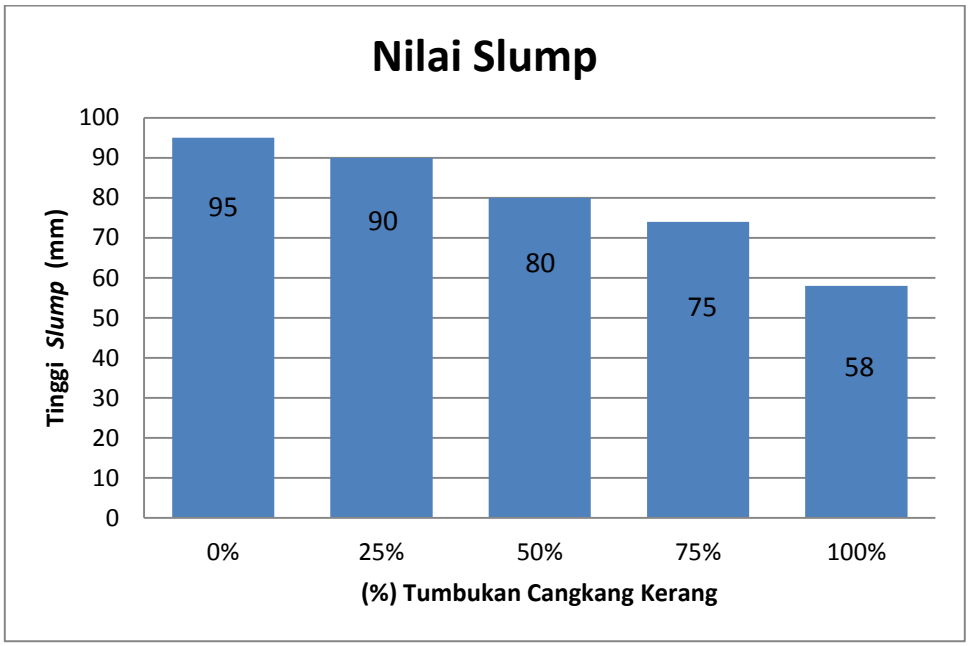
| Persentase Kerang (%) | Agregat kasar (kg) | Agregat halus (kg) | Air (kg) | Semen (kg) | Tumbukan Cangkang Kerang (kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5,258 | 3,869 | 1,193 | 2,295 | 0 |
| 25 | 5,258 | 2,902 | 1,193 | 2,295 | 0,967 |
| 50 | 5,258 | 1,935 | 1,193 | 2,295 | 1,935 |
| 75 | 5,258 | 0,967 | 1,193 | 2,295 | 2,902 |
| 100 | 5,258 | O | 1,193 | 2,295 | 3,869 |

## 4.6 Nilai Slump dan Workability

*Workability* (kemudahan pengerjaan) beton dapat dilihat dari nilai slump yang terjadi karena nilai slump merupakan parameter *workability*. Perencanaan beton normal menggunakan nilai fas 75 – 100 mm berdasarkan SNI 1972-2008 dan dengan perhitungan sesuai persamaan 2.7. Berdasarkan pengujian diperoleh hasil seperti pada **Tabel 4.23** Berikut

**Tabel 4.23** Nilai *Slump*

| No | Persentase Tumbukan Cangkang Kerang | Nilai *Slump* |
|---|---|---|
| 1 | 0 % | 95 mm |
| 2 | 25 % | 90 mm |
| 3 | 50 % | 80 mm |
| 4 | 75 % | 74 mm |
| 5 | 100 % | 58 mm |




**Gambar 4.12 Nilai *Slump***

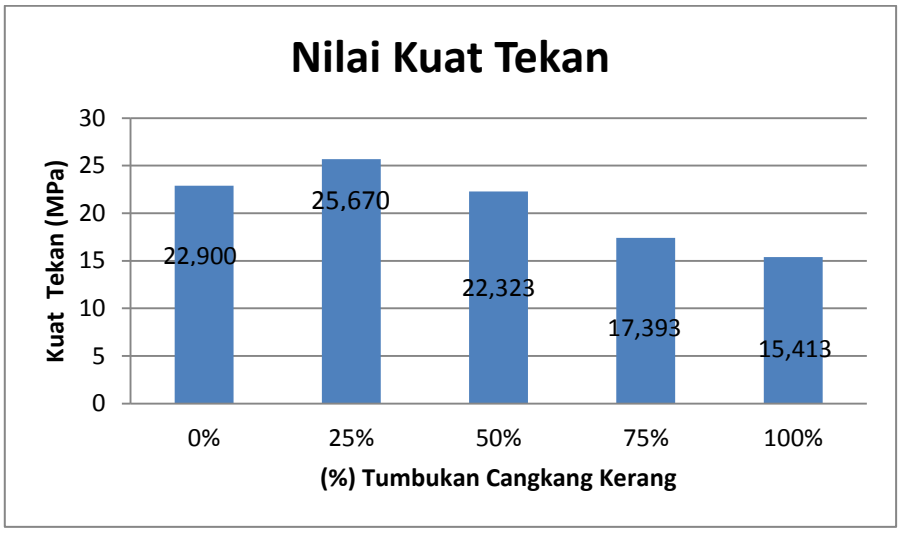
Pada dasarnya nilai *slump* beton normal yang didapatkan pada penelitian ini telah memenuhi syarat yaitu lebih besar dari 7,5 cm. Nilai *slump* yang didapat berbanding terbalik dengan persentase campuran tumbukan cangkang kerang dimana semakin tinggi persentase dari campuran tumbukan cangkang kerang maka nilai *slump* yang didapat akan semakin rendah, yang akan berpengaruh pada kemudahan pengerjaan dan kekuatan beton yang dihasilkan, sesuai dengan pendapat Mulyono (2003) yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan akan menyebabkan mutu beton menurun.

## 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan pada masing-masing sampel yang telah dibuat pada umur beton 28 hari, dapat dilihat pada **Tabel 4.24** dan **Gambar 4.13** berikut

**Tabel 4.24** Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari

| Benda Uji | Berat benda uji (kg) | | Pembacaan Alat (Kn) | Luas Penampang ($m^2$) | Kuat Tekan (Mpa) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (kg) | Rata-rata | | | (MPa) | Rata-rata |
| Kerang (0%) | 12,779 | 12,759 | 345.018 | 17,68 | 19,524 | 22,900 |
| | 12,657 | | 427.985 | 17,68 | 24,219 | |
| | 12,823 | | 375,293 | 17,68 | 21,237 | |
| | 12,714 | | 456.783 | 17,68 | 25,849 | |
| | 12,815 | | 418,344 | 17,68 | 23,673 | |
| Kerang (25%) | 12,667 | 12,695 | 489,196 | 17,68 | 27,683 | 25,670 |
| | 12,663 | | 442,379 | 17,68 | 25,034 | |
| | 12,514 | | 434,907 | 17,68 | 24,611 | |
| | 12,759 | | 490,257 | 17,68 | 27,743 | |
| | 12,871 | | 411,340 | 17,68 | 23,277 | |
| Kerang (50%) | 12,616 | 12,653 | 410,137 | 17,68 | 23,309 | 22,323 |
| | 12,575 | | 388,245 | 17,68 | 21,970 | |
| | 12,610 | | 369,141 | 17,68 | 20,889 | |
| | 12,781 | | 375,323 | 17,68 | 21,399 | |
| | 12,692 | | 427,822 | 17,68 | 24,210 | |
| Kerang (75%) | 12,679 | 12,595 | 324,876 | 17,68 | 18,384 | 17,393 |
| | 12,686 | | 231,428 | 17,68 | 13,096 | |
| | 12,639 | | 353,144 | 17,68 | 19,964 | |
| | 12,550 | | 323,638 | 17,68 | 18,314 | |
| | 12,422 | | 304,050 | 17,68 | 17,206 | |
| Kerang (100%) | 12,347 | 12,372 | 275,003 | 17,68 | 15,562 | 15,413 |
| | 12,442 | | 286,232 | 17,68 | 16,197 | |
| | 12,299 | | 268,933 | 17,68 | 15,218 | |
| | 12,291 | | 266,136 | 17,68 | 15,060 | |
| | 12,481 | | 265,572 | 17,68 | 15,028 | |




**Gambar 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan**

Berdasarkan **Tabel 4.24** dan **Gambar 4.13** diketahui bahwa kuat tekan yang mencapai perencanaan 20 MPa yaitu pada subtitusi tumbukan cangkang kerang 0%, 25%, dan 50% yaitu sebesar 22,900 MPa, 25,670 MPa, dan 22,323 MPa. Tetapi kuat tekan mengalami penurunan/tidak mencapai kuat tekan rencana pada campuran 75% dan 100% yaitu sebesar 17,393 MPa, dan 15,413 MPa.

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut.

a. Karakteristik kerang remis secara visual antaralain:
   1) Memiliki tekstur cukup keras dengan hasil tumbukan menyerupai tekstur pasir serta mempunyai daya serap air cenderung lebih tinggi dibandingkan pasir yang dapat diketahui dari uji *slump* beton.
   2) Bisa digunakan sebagai bahan subtitusi agregat halus pada campuran beton karena memenuhi standar dari agregat halus dalam pengujian modulus kehalusan, berat jenis, penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur yang merupakan syarat sebagai bahan campuran beton.
b. Nilai *workability*/uji *slump* beton normal dan tumbukan cangkang kerang cenderung sama dan sesuai dengan perencanaan tetapi mengalami penurunan seiring penambahan campurang kerang.
c. Nilai kuat tekan beton menggunakan campuran tumbukan cangkang kerang remis dapat mencapai kuat tekan perencanaan 20 MPa pada campuran 0 %, 25% dan 50% dari berat agregat halus, yaitu 22,900 MPa, 25,670 MPa, dan 22,323 MPa, dengan penambahan 25% tumbukan cangkang kerang mampu melebihi kuat tekan beton normal yaitu mencapai 25,670 MPa.

## 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran yaitu sebagai berikut.

a. Karakteristik cangkang kerang remis pada penelitian ini hanya diketahui secara visualnya saja, diharapkan peneliti selanjutnya untuk dapat mengetahui/meneliti karakteristik cangkang kerang remis secara kimiawi.
b. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian yang lebih beragam, tidak hanya uji kuat tekan dan *workability* beton.
c. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mengganti campuran selain pasir untuk mengetahui pengaruhnya.
d. Perlu dilakukan penelitian beton campuran tumbukan cangkang kerang dengan kuat tekan rencana lebih tinggi/tambahan *admixture.*
e. Dalam pembuatan benda uji rendahnya nilai kuat tekan mungkin disebabkan karena proses pembuatan, perawatan, dan pengujian yang kurang sempurna, untuk itu hendaknya proses-proses tersebut harus dilakukan lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA


Badan Standarisasi Nasional, 1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 1990. *Cara Uji Berat Jen is dan Penyerapan Agregat Halus*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2000. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Slump Beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2011. *Tata Cara Pengujian dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2011. *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Bandung: Badan Standarisasi Nasion- al.

Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Persyaratan Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional, 2013. *Spesifikasi Air yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Hasbi M Arbi, 2015, *Pengaruh Subtitusi Cangkang Kerang Dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Al- Muslim.

Hidayat Pebri P, 2015, *Penggunaan Cangkang Keran Dara Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton*, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat.

Karimah Rofikatul dkk, 2015, *pemanfaatan serbuk kulit kerang untuk pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang.

Pratikto, 2009. *Diktat Konstruksi Beton 1*. Jakarta: Politeknik negeri Jakarta.

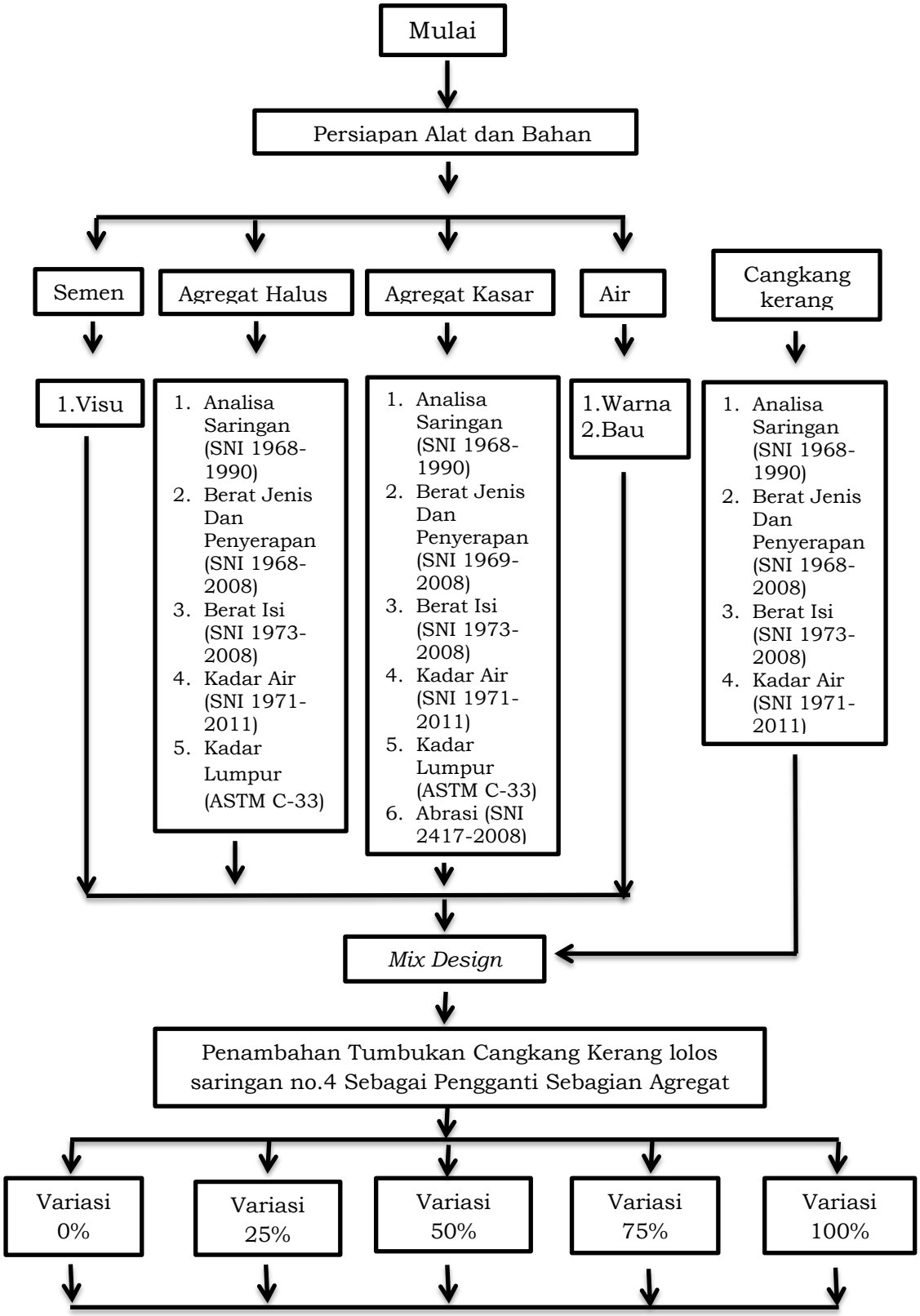
Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

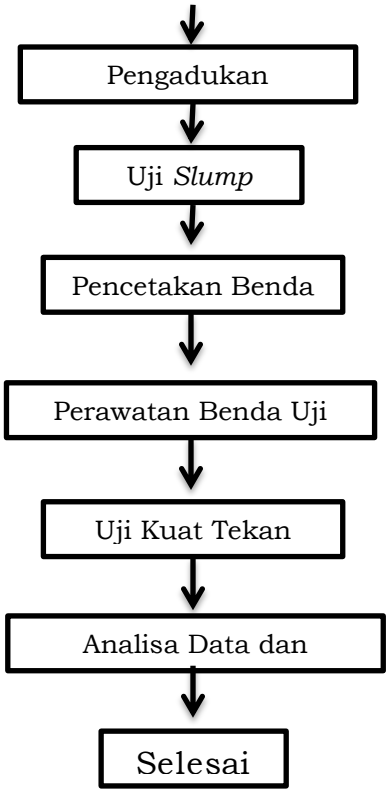
Tri Mulyono. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : ANDI Yogyakarta.

Vaza, Herry. 2014. *Pemahaman Teknologi Beton*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

# LAMPIRAN 1

# DOKUMENTASI PENELITIAN


Mulai
Persiapan Alat dan Bahan
Semen
Agregat Halus
Agregat Kasar
Air
Cangkang kerang
1.Visu
1. Analisa Saringan (SNI 1968-1990)
2. Berat Jenis Dan Penyerapan (SNI 1968-2008)
3. Berat Isi (SNI 1973-2008)
4. Kadar Air (SNI 1971-2011)
5. Kadar Lumpur (ASTM C-33)
1. Analisa Saringan (SNI 1968-1990)
2. Berat Jenis Dan Penyerapan (SNI 1969-2008)
3. Berat Isi (SNI 1973-2008)
4. Kadar Air (SNI 1971-2011)
5. Kadar Lumpur (ASTM C-33)
6. Abrasi (SNI 2417-2008)
1.Warna
2.Bau
1. Analisa Saringan (SNI 1968-1990)
2. Berat Jenis Dan Penyerapan (SNI 1968-2008)
3. Berat Isi (SNI 1973-2008)
4. Kadar Air (SNI 1971-2011)
Mix Design
Penambahan Tumbukan Cangkang Kerang lolos saringan no.4 Sebagai Pengganti Sebagian Agregat
Variasi 0%
Variasi 25%
Variasi 50%
Variasi 75%
Variasi 100%


Pengadukan
Uji *Slump*
Pencetakan Benda
Perawatan Benda Uji
Uji Kuat Tekan
Analisa Data dan
Selesai

# LAMPIRAN 2

# DOKUMENTASI PENELITIAN

## 1. Tahapan Pengujian Agregat Halus

1.1 Pengujian Analisa Saringan

Siapkan agregat halus kering oven sebanyak 1100 gram, lalu di cuci pakai saringan No.200

Agregat halus yang telah dicuci bersih, kemudian dikeringkan di oven selama 24 jam

Timbang agregat halus kering oven

Agregat halus dimasukkan kedalam saringan yang sudah disusun

Goncang saringan secara manual selama lebih kurang 10 menit

Catat berat tertahan agregat halus pada setiap saringan.

## 1.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan

Agregat halus yang telah dicuci bersih, kemudian direndam selama 24 iam

Keringkan agregat halus sampai kondisi SSD

Masukkan agregat halus kedalam kerucut

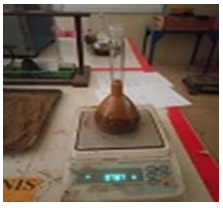
Tumbuk agregat setiap 1/3 kerucut sebanyak 8 kali

Angkat perlahan kerucut untuk mengetahui kondisi SSDnya.

Masukkan agregat halus kedalam piknometer

Masukkan air kedalam piknometer sampai batas pembacaan

Piknometer di goncang sampai gelembung/udara menghilang



Timbang berat total + piknometer + agregat halus + air

Agregat halus dikeluarkan dan di oven selama 24 jam.

Timbang piknometer + air

Timbang agregat halus kondisi kering oven

## 1.3 Pengujian Berat Isi

Alat penakar dengan keadaan kosong ditimbang dan dicatat beratnya

Masukkan agregat halus kedalam alat penakar

Pada setiap per 3 lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali

Ratakan bagian atas alat penakar

Timbang agregat halus beserta alat penakar dan dicatat beratnya

## 1.4 Pengujian Kadar Air

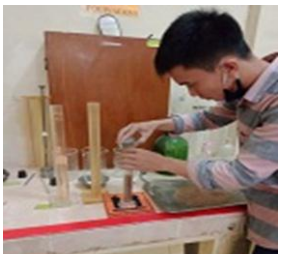
Agregat halus ditimbang dalam kondisi lapangan

Agregat halus dikeringkan didalam oven selama 24 jam

Agregat halus ditimbang kondisi kering oven dan dicatat beratnya

## 1.5 Pengujian Kadar Lumpur

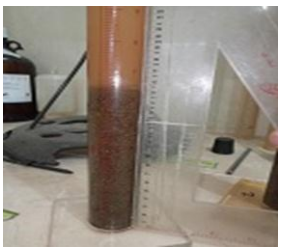
Persiapkan bahan dan material yang akan diuji



Agregat halus dimasukkan kedalam gelas ukur sampai ketinggian 130 cc dan air hingga mencapai 200 cc

Kocokkan gelas ukur selama kurang lebih 15 menit

Diamkan gelas ukur di tempat yang rata dan didiamkan selama 24 jam



Ukur tinggi pasir (v1) dan tinggi lumpur (v2)

## 2. Tahapan Pengujian Agregat Kasar

2.1 Pengujian Analisa Saringan

Siapkan agregat kasar kering oven sebanyak 1100 gram, lalu di cuci pakai saringan No.200

Agregat kasar yang telah dicuci bersih, kemudian dikeringkan di oven selama 24 jam

Timbang agregat kasar kering oven

Agregat kasar dimasukkan kedalam saringan yang sudah disusun

Goncang saringan secara manual selama lebih kurang 10 menit

Catat berat tertahan agregat kasar pada setiap saringan.

## 2.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan

Agregat kasar yang telah dicuci bersih kemdian direndam selama 24 jam

Keringkan agregat kasar sampai kondisi SSD dengan handuk

Agregat kasar ditimbang dalam kondisi SSD

Agregat kasar dimasukkan kedalam keranjang besi dan ditimbang didalam air

Agregat kasar dikeluarkan dari kranjang besi dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam

Agregat kasar dalam kondisi kering kemudian ditimbang

## 2.3 Pengujian Berat Isi

Alat penakar dengan keadaan kosong ditimbang dan dicatat beratnya

Masukkan agregat kasar kedalam alat penakar

Pada setiap per 3 lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali

Ratakan bagian atas alat penakar

Timbang agregat kasar beserta alat penakar dan dicatat beratnya

## 2.4 Pengujian Kadar Air

Agregat kasar ditimbang dalam kondisi lapangan

Agregat kasar dikeringkan didalam oven selama 24 jam

Agregat kasar ditimbang kondisi kering oven dan dicatat beratnya

## 2.5 Pengujian Kadar Lumpur

Siapkan agregat kasar kering oven sebanyak 2000 gram

Cuci bersih agregat menggunakan saringan No.200

Masukkan kedalam oven sampai agregat kering tetap

Timbang agregat kering oven dan catat hasilnya

## 2.6 Pengujian Abrasi

Agregat kasar tertahan saringan No.½ kemudian ditimbang sebanyak 2500 gr

Agregat tertahan saringan No.3/8 kemudian ditimbang sebanyak 2500 gr

Fraksi agregat kasar kemudian digabung

Agregat kasar dan bola baja sebanyak 11 dimasukkan kedalam mesin *los angles*

Hasil pengujian abrasi menggunakan mesin *los angles*

Hasil pengujian disaring mnggunakan saringan No.12

Butiran yang tertahan diatasnya dicuci bersih dengan air untuk menghilangkan debu

Kemudian agregat dikeringkan dalam oven sampai berat tetap

Timbang hasil pengujian abrasi dan dicatat hasilnya

## 3. Tahapan Pengujian tumbukan Cangkang kerang

3.1 Pengujian Analisa Saringan

Siapkan tumbukan kerang kering oven sebanyak 1100 gram, lalu di cuci pakai saringan No.200

Tumbukan kerang yang telah dicuci bersih, kemudian dikeringkan di oven selama 24 jam

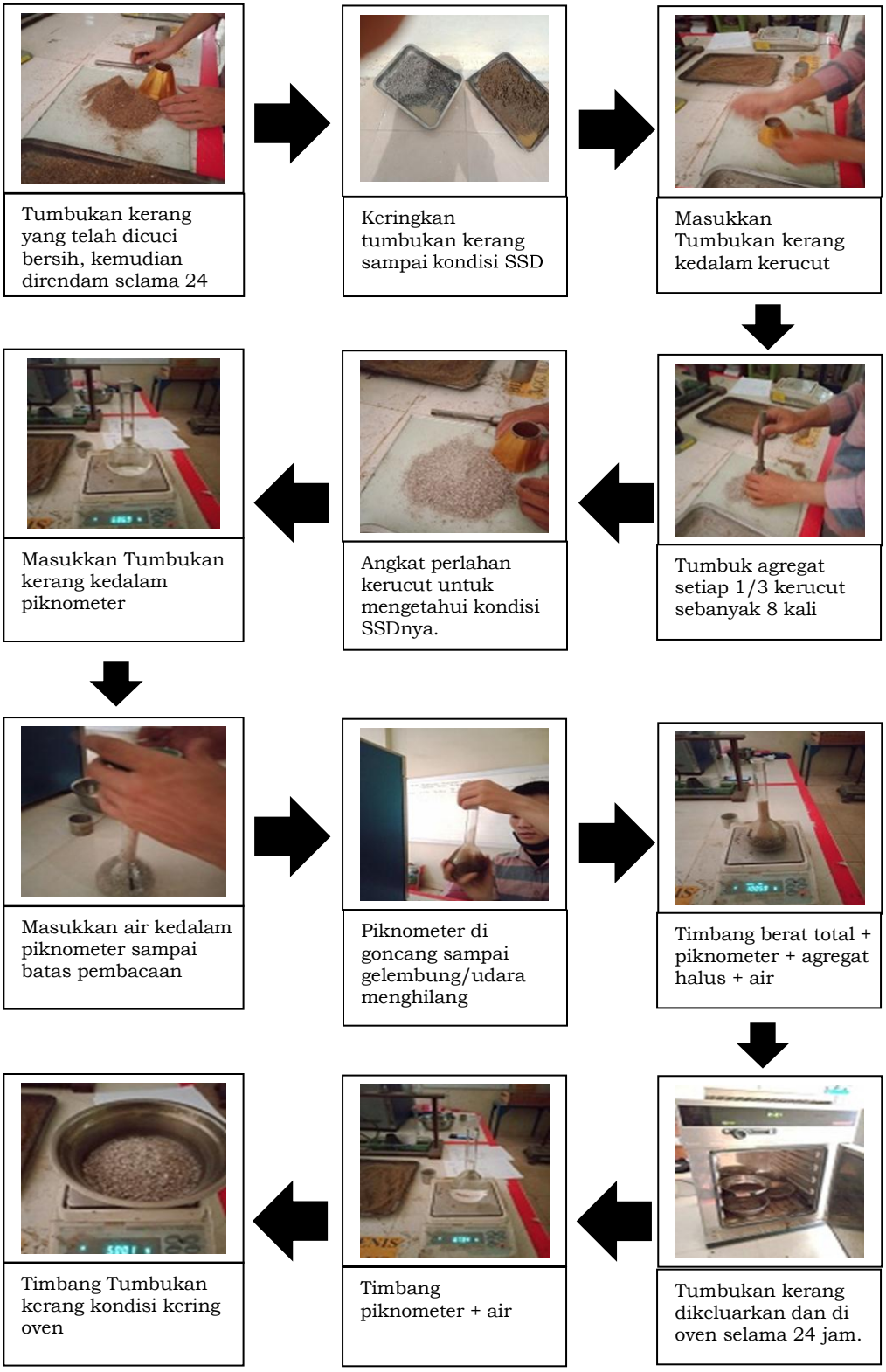
Timbang tumbukan cangkang kerang kondisi kering oven

Tumbukan cangkang kerang dimasukkan kedalam saringan yang sudah disusun

Goncang saringan secara manual selama lebih kurang 10 menit

Catat berat tertahan Tumbukan kerang pada setiap saringan.

## 3.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan



## 3.2 Pengujian Berat Isi

Alat penakar dengan keadaan kosong ditimbang dan dicatat beratnya

Masukkan tumbukan kerang kedalam alat penakar

Pada setiap per 3 lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali

Ratakan bagian atas alat penakar

Timbang tumbukan kerang beserta alat penakar dan dicatat beratnya

## 3.3 Pengujian Kadar Air

Tumbukan kerang ditimbang dalam kondisi lapangan

Tumbukan kerang dikeringkan didalam oven selama 24 jam

tumbukan kerang ditimbang kondisi kering oven dan dicatat beratnya

## 4. Proses Trial Beton, Uji *Slump* Beton, Dan Pencetakan Beton

siapkan semua agregat yang akan dicampur sesuai hasil *mix design*

Persiapkan alat *mixer concrete* dan dibasahi terlebihdahulu

Masukkan semua agregat lalu diputar sampai merata

Tambahkan air secara bertahap sambil *mixer berrputar*

Hasil pencampuran beton

Letakkan kerucut/alas abrams ditempat yang datar, lalu isi dengan beton segar

Tusuk setiap 1/3 lapisan sebanyak 25 kali

Ratakan kerucut abrams dengan tongkat penusuk

Ukur tinggi *slump* dengan membalikkan kerucut abrams

Siapkan cetakan selinder dengan memberi oli didalam area silinder

Masukkan beton segar kedalam silinder, lalu dipadatkan menggunakan fibrator

Dijemur benda uji dibawah sinar matahari sebelum cetakan dibuka

## 5. Hasil Pengujian *Slump* Beton

*Slump* campuran kerang 0% = 95 mm

*Slump* campuran kerang 25% = 90 mm

*Slump* campuran kerang 50% = 80 mm

*Slump* campuran kerang 75% = 74 mm

*Slump* campuran kerang 100% = 58 mm

## 6. Benda Uji Setelah Di Cetak/Masa Perawatan

Beton normal

Beton campuran tumbukan cangkang kerang

Perendaman beton

## 7. Proses Uji Kuat Tekan

Angkat benda uji dalam air, lalu biarkan lebih kurang 24 jam di permukaan

Beton ditimbang beratnya

Melakukan *capping* pada beton

Beton diletakkan pada mesin kuat tekan dan mulai untuk dilakukan pengujian

Beton akan retak pada saat mencapai kuat tekan maksimum

## 8. Benda Uji Saat Uji Kuat Tekan

**Variasi 0%**

**Variasi 25%**

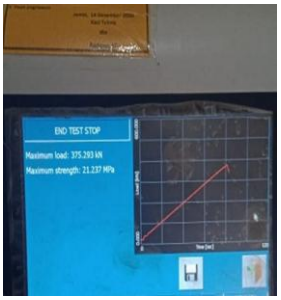
**Variasi 50%**

**Variasi 75%**

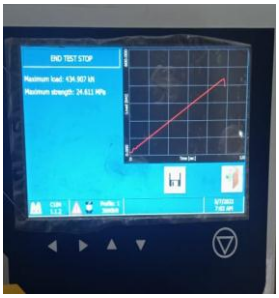
**Variasi 100%**

9. **Grafik Hasil Uji Kuat Tekan**

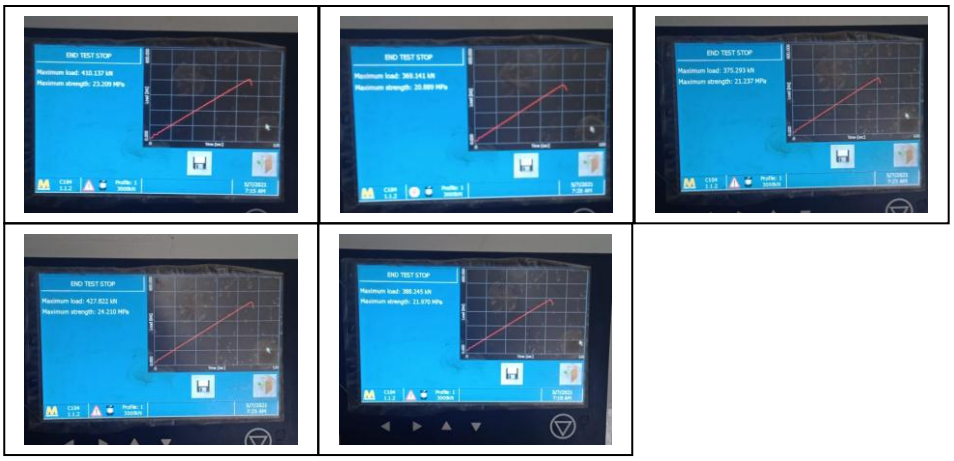
**Variasi 0%**



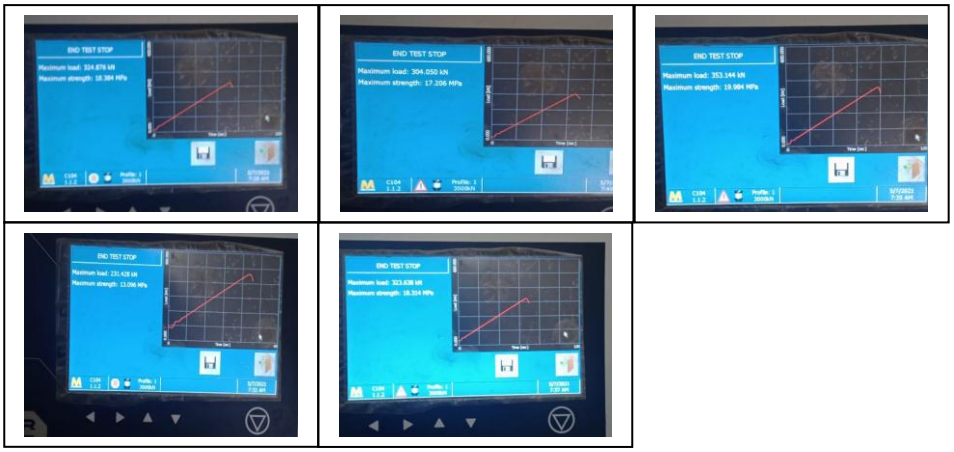
**Variasi 25%**



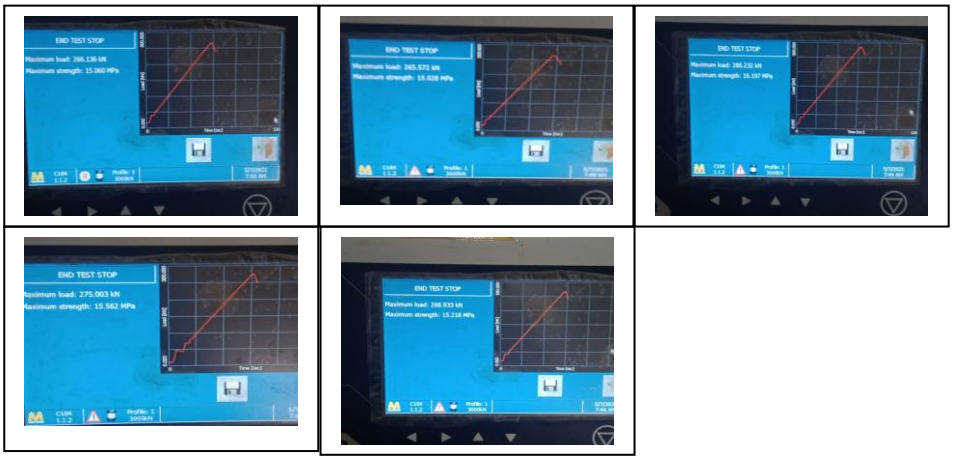
## Variasi 50%



## Variasi 75%



## Variasi 100%



# LAMPIRAN 3

# HASIL PENGUJIAN AGREGAT

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

1. Kode Contoh :
2. Jenis Contoh Uji :
3. Tanggal di Terima :
4. Tanggal di Uji : 05/04/2021
5. Tanggal selesai di Uji : 06/04/2021
6. Suhu :
7. Hasil Pengujian

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## HASIL UJI ANALISA SARINGAN BUTIRAN AGREGAT KASAR
(SNI 03-1968 : 2010

Berat Bahan Kering = 4882,4 gram

| Saringan | Berat Tertahan | Jumlah Berat Tertahan | JUMLAH PERSEN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Tertahan | Lewat |
| 36,1 ( 1 1/2 " ) | 0,0 | 0,0 | 0,000 | 100,000 |
| 25,4 ( 1 " ) | 181,1 | 181,1 | 3,839 | 0,817 |
| 19,1 ( 3/4 " ) | 1389,3 | 1576,4 | 32,345 | 67,655 |
| 12,7( 1/2 " ) | 2071,8 | 3648,2 | 79,855 | 20,145 |
| 9,52 ( 3/8 " ) | 928,1 | 4576,3 | 88,898 | 11,102 |
| No. 4 | 177,2 | 4753,5 | 97,534 | 2,466 |
| No. 8 | 6,5 | 4760 | 97,667 | 2,333 |
| No. 16 | 12,7 | 4772,7 | 97,928 | 2,072 |
| No. 30 | 23,0 | 4795,7 | 98,400 | 1,600 |
| No. 50 | 24,2 | 4819,9 | 98,896 | 0,899 |
| No. 100 | 22,8 | 4842,7 | 99,369 | 0,631 |
| No. 200 | 21,0 | 4863,7 | 100,000 | 0,000 |
| Pan | | | | |

## HASIL UJI ANALISA SARINGAN BUTIRAN DAN MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS

Berat Bahan Kering = 1072,1 gram

| Saringan | Berat Tertahan | Jumlah Berat Tertahan | JUMLAH PERSEN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Tertahan | Lewat |
| 36,1 ( 1 1/2 " ) | | | | |
| 25,4 ( 1 " ) | | | | |
| 19,1 ( 3/4 " ) | | | | |
| 12,7( 1/2 " ) | | | | |
| 9,52 ( 3/8 " ) | 0,0 | 0,0 | 0,000 | 100,000 |
| No. 4 | 9,0 | 9,0 | 0,817 | 99,083 |
| No. 8 | 22,9 | 32,7 | 3,059 | 96,941 |
| No. 16 | 90,6 | 123,3 | 11,908 | 88,092 |
| No. 30 | 400,3 | 523,6 | 48,855 | 50,645 |
| No. 50 | 461,7 | 985,3 | 92,544 | 7,556 |
| No. 100 | 60,0 | 1045,3 | 98,157 | 1,843 |
| No. 200 | 19,7 | 1065,3 | 100,000 | 0,000 |
| Pan | | | | |
| Modulus kehalusan | | | 2,559 | |

*Revisi* : *Kesatu*
*Tanggal Berlaku* :
*Halaman* : *1/1*

F-5.10.4.15-PU-JBI

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

1. Kode Contoh :
2. Jenis Contoh Uji :
3. Tanggal di Terima :
4. Tanggal di Uji : 05/04/2021
5. Tanggal selesai di Uji : 06/04/2021
6. Suhu : °C
7. Hasil Pengujian

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## HASIL UJI ANALISA SARINGAN BUTIRAN AGREGAT ~~KASAR~~ Kering

RSNI 03-1968 : 2010

Berat Bahan Kering = 1066,5 gram

| Saringan | Berat Tertahan | Jumlah Berat Tertahan | JUMLAH PERSEN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Tertahan | Lewat |
| 36,1 ( 1 1/2 " ) | | | | |
| 25,4 ( 1 " ) | | | | |
| 19,1 ( 3/4 " ) | | | | |
| 12,7( 1/2 " ) | | | | |
| 9,52 ( 3/8 " ) | | | | |
| No. 4 | 0 | 0 | 0,000 | 100,000 |
| No. 8 | 77,2 | 77,2 | 7,267 | 92,733 |
| No. 16 | 589,6 | 666,8 | 62,769 | 37,231 |
| No. 30 | 227,2 | 894 | 84,157 | 15,843 |
| No. 50 | 99,4 | 993,4 | 93,514 | 6,486 |
| No. 100 | 44,4 | 1037,8 | 97,699 | 2,306 |
| No. 200 | 24,5 | 1062,3 | 100,000 | 0,000 |
| Pan | | | | |

## HASIL UJI ANALISA SARINGAN BUTIRAN DAN MODULUS KEHALUSAN AGREGAT HALUS

Berat Bahan Kering = gram

| Saringan | Berat Tertahan | Jumlah Berat Tertahan | JUMLAH PERSEN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Tertahan | Lewat |
| 36,1 ( 1 1/2 " ) | | | | |
| 25,4 ( 1 " ) | | | | |
| 19,1 ( 3/4 " ) | | | | |
| 12,7( 1/2 " ) | | | | |
| 9,52 ( 3/8 " ) | | | | |
| No. 4 | | | | |
| No. 8 | | | | |
| No. 16 | | | | |
| No. 30 | | | | |
| No. 50 | | | | |
| No. 100 | | | | |
| No. 200 | | | | |
| Pan | | | | |
| Modulus kehalusan | | | | |

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

1 Kode Contoh :
2 Jenis Contoh Uji :
3 Tanggal di Terima :
4 Tanggal di Uji :
5 Tanggal Selesai di Uji :
6 Suhu : °C
7 Hasil Pengujian :

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## FORMULIR PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT HALUS
***SNI 1970 - 2008***

| No. Contoh | | I | | II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| Berat benda kering permk. Jenuh ( SSD ) | 500 | 500 | | | |
| Berat benda uji kering oven | BK | 495 | | | |
| Berat piknometer diisi air ( 25 ° C ) | B | 687,9 | | | |
| Berat pik + Benda uji ( SSD ) + air (25° C ) | Bt | 1006,9 | | | |

| | | I | | Rata - rata |
|---|---|---|---|---|
| Berat jenis ( Bulk ) | $\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$ | 2,734 | | |
| Berat jenis kering permk. Jenuh | $\frac{500}{B + 500 - Bt}$ | 2,762 | | |
| Berat jenis semu ( Apparent ) | $\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$ | 2,812 | | |
| Penyerapan ( Absorption ) | $\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\ \%$ | 1,010 | | |

*Revisi* : *Kesatu*
*Tanggal Berlaku* :
*Halaman* : *1/1*

*F-5.10.4.16-PU-JBI*

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kode Contoh | : | Dikerjakan | : |
| 2 | Jenis Contoh Uji | : | Dihitung | : |
| 3 | Tanggal di Terima | : | Diperiksa | : |
| 4 | Tanggal di Uji | : | | |
| 5 | Tanggal Selesai di Uji | : | | |
| 6 | Suhu | : ° C | | |
| 7 | Hasil Pengujian | : | | |

## FORMULIR PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT ~~HALUS~~ Kerang

***SNI 1970 - 2008***

| No. Contoh | | I | | II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| Berat benda kering permk. Jenuh ( SSD ) | 500 | 500 | | | |
| Berat benda uji kering oven | BK | 490,3 | | | |
| Berat piknometer diisi air ( 25 ° C ) | B | 687,9 | | | |
| Berat pik + Benda uji ( SSD ) + air (25° C ) | Bt | 997,5 | | | |

| | | I | | Rata - rata |
|---|---|---|---|---|
| Berat jenis ( Bulk ) | $\frac{Bk}{B + 500 - Bt}$ | 2,573 | | |
| Berat jenis kering permk. Jenuh | $\frac{500}{B + 500 - Bt}$ | 2,626 | | |
| Berat jenis semu ( Apparent ) | $\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$ | 2,716 | | |
| Penyerapan ( Absorption ) | $\frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\ \%$ | 2,040 | | |

LHUS

**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI**
**DINAS PEKERJAAN UMUN DAN PERUMAHAN RAKYAT**
**UPTD BALAI PENGUJIAN**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kode Contoh | : | Dikerjakan | : |
| 2 | Jenis Contoh Uji | : | Dihitung | : |
| 3 | Tanggal di Terima | : | Diperiksa | : |
| 4 | Tanggal di Uji | : 06/04/2021 | | |
| 5 | Tanggal Selesai di Uji | : 07/04/2021 | | |
| 6 | Suhu | : °C | | |
| 7 | Hasil Pengujian | : | | |

**FORMULIR PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR**
***SNI 1969 - 2008***

| No. Contoh | | I | | II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D |
| Berat contoh jPK | Bj | 4376,2 | | | |
| Berat contoh dalam air | Ba | 2706,9 | | | |
| Berat contoh kering | Bk | 4312,5 | | | |

| | | I | II | Rata - rata |
|---|---|---|---|---|
| Berat jenis kering | $\frac{Bk}{Bj - Ba}$ | 2,583 | | |
| Berat jenis kering permk. Jenuh ( JKP ) | $\frac{Bj}{Bj - Ba}$ | 2,621 | | |
| Berat jenis semu ( Apparent ) | $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ | 2,706 | | |
| Penyerapan ( Absorption ) | $\frac{Bj - Bk \times 100\ \%}{Bk}$ | 1,477 | | |

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

1 Kode Contoh :
2 Jenis Contoh Uji :
3 Tanggal di Terima :
4 Tanggal di Uji : 04/04/2021
5 Tanggal Selesai di Uji : 05/04/2021
6 Suhu :
7 Hasil Pengujian :

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## HASIL PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT ~~HALUS~~ DAN KASAR Krang

*SNI 1970 - 2008*

| Berat Isi Lepas | Satuan | B. 1-2 | | Kerang | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | I | II |
| Berat Contoh + Tempat | Kg | 20,304 | | 6446 | |
| Berat Tempat | Kg | 5,997 | | 2807 | |
| Berat Contoh | Kg | 14,307 | | 3639 | |
| Volume Tempat | Liter | 11,127 | | 3,091 | |
| Berat Isi Contoh | Kg / Liter | 1285 | | 1.177 | |
| Berat Isi Rata - Rata | Kg / Liter | 1285 | | | |

| Berat Isi Padat | Satuan | B. 1-2 | | Kerang | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | I | II |
| Berat Contoh + Tempat | Kg | 21,995 | | 6955 | |
| Berat Tempat | Kg | 5,997 | | 2807 | |
| Berat Contoh | Kg | 15,998 | | 4,148 | |
| Volume Tempat | Liter | 11,127 | | 3.091 | |
| Berat Isi Contoh | Kg / Liter | 1437 | | 1,342 | |
| Berat Isi Rata - Rata | Kg / Liter | 1437 | | | |

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

1 Kode Contoh :
2 Jenis Contoh Uji :
3 Tanggal di Terima :
4 Tanggal di Uji : 04/04/2021
5 Tanggal Selesai di Uji : 05/04/2021
6 Suhu :
7 Hasil Pengujian :

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## HASIL PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT HALUS DAN KASAR

*SNI 1970 - 2008*

| Berat Isi Lepas | Satuan | Pasir | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | I | II |
| Berat Contoh + Tempat | Kg | 7081 | | | |
| Berat Tempat | Kg | 2807 | | | |
| Berat Contoh | Kg | 4,274 | | | |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 | | | |
| Berat Isi Contoh | Kg / Liter | 1,383 | | | |
| Berat Isi Rata - Rata | Kg / Liter | | | | |

| Berat Isi Padat | Satuan | Pasir | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | I | II |
| Berat Contoh + Tempat | Kg | 7585 | | | |
| Berat Tempat | Kg | 2807 | | | |
| Berat Contoh | Kg | 4778 | | | |
| Volume Tempat | Liter | 3,091 | | | |
| Berat Isi Contoh | Kg / Liter | 1546 | | | |
| Berat Isi Rata - Rata | Kg / Liter | | | | |

LHUS

**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI**
**DINAS PEKERJAAN UMUN DAN PERUMAHAN RAKYAT**
**UPTD BALAI PENGUJIAN**

JALAN R.B. SIAGIAN NO. 01 KEL. PASIR PUTIH TLP ( 0741 ) 570077 JAMBI

KAN Komite Akreditasi Nasional

1 Kode Contoh :
2 Jenis Contoh Uji :
3 Tanggal di Terima :
4 Tanggal di Uji : 07/04/2021
5 Tanggal Selesai di Uji : 08/04/2021
6 Suhu : °C
7 Hasil Pengujian :

Dikerjakan :
Dihitung :
Diperiksa :

## HASIL PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT KASAR

*SNI 2417 - 2008*

### KETAHANAN AGREGAT TERHADAP KEAUSAN

| Gradasi | A | B | C | D | E | F | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | I | II | |
| A. | Berat benda uji sebelum diuji | | | | = | 5000 | | Gram |
| B. | Berat benda uji setelah di uji ( tertahan saringan No. #12 | | | | = | 4023.7 | | Gram |
| C. | Hasil Pengujian | | $\frac{A - B}{A}$ | x 100 % | = | 19,540 | | % |
| | | | Rata-rata | | = | | | % |

### KETAHAN AGREGAT TERHADAP TUMBUKAN/IMPACT TEST

| Gradasi | A | B | C | D | E | F | G | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. | Berat benda uji sebelum diuji | | | | = | | | Gram |
| B. | Berat benda uji setelah di uji ( tertahan saringan No. # 8 | | | | = | | | Gram |
| C. | Hasil Pengujian | | $\frac{A - B}{A}$ | x 100 % | = | | | % |

# RANCANGAN CAMPURAN BETON FC 20 MPa
# (MIX DESIGN CONCRETE)

Kegiatan : Penelitian Tugas Akhir

Lokasi : Jambi

Tahun : 2021

Pembuatan rancangan campuran beton ini mengacu kepada SNI.7656-2012

| No. | | Tabel/Grafik Perhitungan | Nilai |
|---|---|---|---|
| 1. | Kuat tekan yang disyaratkan | Ditetapkan | 20.0 N/mm2, umur 28 hari bagian cacat 5% |
| 2. | Deviasi standar | Diketahui | 7.00 N/mm2, atau tanpa data |
| 3. | Nilai tambah (margin) K=1,64 | | 1.64 x 7.00 = 11.5 N/mm2 |
| 4. | Kuat tekan rata-rata yang ditergetkan | 1 + 3 | 20.0 + 11.5 = 36.5 N/mm2 |
| 5. | Jenis semen | | Semen padang |
| 6. | Jenis agregat : Kasar<br>: Halus | | Splite (1/2 inchi) Merak<br>Pasir rangas bandung |
| 7. | Slump | Tabel 2.6 | 75 - 100 mm |
| 8. | Ukuran agregat maksimum | Diketahui | 25.00 |
| 9. | Jumlah air yang dibutuhkan | Tabel 2.7 | 220 |
| 10. | Faktor air semen | Tabel 2.8 | 0.52 |
| 11. | Volme agregat kasar | Tabel 2.9 | 0.69 |
| 12. | Kadar agregat kasar BP ½ inci | 11 x BI. Batu | 992 kg/m3 |
| 13. | Jumlah semen | 9 : 10 | 220 : 0,52 = 433 kg/m3 |
| 14. | Perkiraan beton segar | Tabel 2.10 | 3380 |
| 15. | Kadar agregat halus | 13 – (9+12+13) | 3380 - (220 – 992 - 423) = 730 kg/m3 |
| 15. | Dengan perhitungan volume absolute:<br>Volume air<br>Volume semen<br>Volume agregat kasar<br>Volume udara (1%)<br>Volume agregat halus<br>Kadar agregat halus | | <br>220 : 1000 = 0,225 m3<br>433 : 3150 = 0,137 m3<br>992 : 2680 = 0,370 m3<br>= 0,01 m3<br>1 – 0,742 = 0,258<br>= 0,258 x berat jenis x 1000<br>= 0,258 x 2,558 x 1000<br>= 660,222 |

| Proporsi Campuran Beton | Semen (kg) | Air (kg) | Pasir (kg) | Batu pecah (kg) |
|---|---|---|---|---|
| Tiap m3 | 433 | 225 | 730 | 992 |
| Tiap 1 silinder | 2,295 | 1,193 | 3,869 | 5,258 |
| Tiap 1 kali trial mix beton x 6 | 13,77 | 7,158 | 23,214 | 31,548 |

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

Kode Sampel :
Pekerjaan :
Metode Uji : SNI 03-1974-1990

Tgl. Pekerjaan :
Tgl. Selesai Pekerjaam :
Teknisi :
Penyelia :

## HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
## CYLINDER BETON MUTU K.

| Nomor Benda Uji | Berat (gram) | Diameter (cm) | Tinggi (cm) | Luas Penampang (cm2) | Berat Isi kg/cm³) | Umur Hari | Kuat Tekan | | Faktor Koreksi Umur | Tanggal Cor | Tanggal Test | Ket. Lokasi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Kn | kg/cm2 | | | | |
| 1 | 12779 | | | | | | 345,018 | | | 8/4/2024 | 6/5/2024 | 0 % |
| 2 | 12657 | | | | | | 427,985 | | | 8/4/2024 | 6/5/2024 | 0 % |
| 3 | 12823 | | | | | | 375,293 | | | 8/4/2024 | 6/5/2024 | 0 % |
| 4 | 12714 | | | | | | 456,783 | | | 8/4/2024 | 6/5/2024 | 0 % |
| 5 | 12815 | | | | | | 418,344 | | | 8/4/2024 | 6/5/2024 | 0 % |

F.5.10.4.2.PU-JBI

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

Kode Sampel :
Pekerjaan :
Metode Uji : SNI 03-1974-1990

Tgl.. Pekerjaan :
Tgl.. Selesai Pekerjaan :
Teknisi :
Penyelia :

## HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
## CYLINDER BETON MUTU K.

| Nomor Benda Uji | Berat (gram) | Diameter (cm) | Tinggi (cm) | Luas Penampang (cm2) | Berat Isi kg/cm³) | Umur Hari | Kuat Tekan | | Faktor Koreksi Umur | Tanggal Cor | Tanggal Test | Ket. Lokasi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Kn | kg/cm2 | | | | |
| 1 | 12667 | | | | | | 489,196 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 25 % |
| 2 | 12663 | | | | | | 442,379 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 25 % |
| 3 | 12514 | | | | | | 434,907 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 25 % |
| 4 | 12759 | | | | | | 490,257 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 25 % |
| 5 | 12871 | | | | | | 411,340 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 25 % |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 12616 | | | | | | 310,137 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 50 % |
| 2 | 12575 | | | | | | 388,245 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 50 % |
| 3 | 12610 | | | | | | 369,141 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 50 % |
| 4 | 12781 | | | | | | 375,323 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 50 % |
| 5 | 12692 | | | | | | 427,822 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 50 % |
| | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 12679 | | | | | | 324,876 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 75 % |
| 2 | 12686 | | | | | | 231,428 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 75 % |
| 3 | 12639 | | | | | | 353,144 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 75 % |
| 4 | 12550 | | | | | | 323,698 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 75 % |
| 5 | 12422 | | | | | | 304,050 | | | 9/4/2021 | 7/5/2021 | 75 % |
| | | | | | | | | | | | | |

F.5.10.4.2.PU-JBI

LHUS

# UPTD BALAI PENGUJIAN
# DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI JAMBI

Kode Sampel :
Pekerjaan :
Metode Uji : SNI 03-1974-1990

Tgl. Pekerjaan :
Tgl. Selesai Pekerjaan :
Teknisi :
Penyelia :

## HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
## CYLINDER BETON MUTU K.

| Nomor Benda Uji | Berat (gram) | Diameter (cm) | Tinggi (cm) | Luas Penampang (cm2) | Berat Isi kg/cm³) | Umur Hari | Kuat Tekan | | Faktor Koreksi Umur | Tanggal Cor | Tanggal Test | Ket. Lokasi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Kn | kg/cm2 | | | | |
| 1 | 12347 | | | | | | 275,003 | | | 3/4/2024 | 7/5/2024 | 100 % |
| 2 | 12442 | | | | | | 286,232 | | | 3/4/2024 | 7/5/2024 | 100 % |
| 3 | 12299 | | | | | | 268,933 | | | 3/4/2024 | 7/5/2024 | 100 % |
| 4 | 12291 | | | | | | 266,136 | | | 3/4/2024 | 7/5/2024 | 100 % |
| 5 | 12481 | | | | | | 265,572 | | | 3/4/2024 | 7/5/2024 | 100 % |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

F.5.10.4.2.PU-JBI