

**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT KERANG SEBAGAI
PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN PENAMBAHAN
GULA PASIR SEBAGAI ALTERNATIF ZAT *ADDITIVE* TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON
TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Oleh

MHD. SIDIQ DWI SAPUTRA

183110971

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT KERANG SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN PENAMBAHAN GULA PASIR
SEBAGAI ALTERNATIF ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT
TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON**

MHD. SIDIQ DWI SAPUTRA
183110971

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Roza Mildawati, ST., MT
Pembimbing

Tanggal : 14/05 - 2020

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT KERANG SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN PENAMBAHAN GULA PASIR
SEBAGAI ALTERNATIF ZAT ADDITIVE TERHADAP KUAT
TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON**

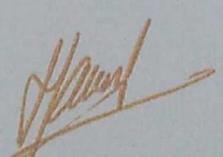
DISUSUN OLEH :

MHD. SIDIQ DWI SAPUTRA
183110971

**Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 24 Agustus 2020 Dan
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


Roza Mildawati, ST., MT
Pembimbing


Harmiyati, ST., M.Si
Dosen Penguji


Firman Syarif, ST., M.Eng
Dosen Penguji

**Pekanbaru, 24 Agustus 2020
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (strata satu) di Universitas Islam Riau.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat orang kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 8 September 2020

Penulis



Mhd. Sidliq Dwi Saputra
NPM. 183110971

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Hanya dengan kerendahan hati penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat iman dan islam yang diiringi dengan ilmu pengetahuan yang menjadi modal bagi manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini awalnya dimulai dari kondisi dari sebuah tanggung jawab sebagai seorang mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya dibangku perkuliahan. Kemudian kondisi dan tanggung jawab penulis menyelesaikan tugas akhir pada program studi Teknik Sipil S1 Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang berjudul “**Pengaruh Penambahan Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dan Penambahan Gula Pasir Sebagai Alternatif Zat Additive Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton**”.

Dalam analisa tugas akhir ini penulis ingin melakukan analisa pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus sebanyak 10% dan penambahan gula dengan variasi 0,05%; 0,1%, 0,15% dari berat semen terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Pekanbaru, 10 Agustus 2020

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Dengan mengucapkan alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini merupakan proses kerja mandiri sehingga sangat terasa betapa besar arti bantuan dari pihak lain dalam pengumpulan data, pencarian literatur dan berbagai bantuan lainnya. Tanpa bantuan dari pihak lain akan sulit untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Selanjutnya melalui tulisan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., MCL selaku rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiati, ST., M.Si selaku ketua Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Roza Mildawati, ST., MT selaku Dosen Pembimbing.
9. Ibu Harmiati, ST., M.Si selaku Dosen Penguji.
10. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng selaku Dosen Penguji.
11. Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

12. Kepala Tata Usaha beserta seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
 13. Kedua Orang tua penulis serta kakak dan abang, Mama Sesmiati dan Papa Basri, Kak Aai dan Bang Ari yang telah memberikan doa, semangat, dukungan dan motivasi kepada penulis hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Sipil S1 UIR.
 14. Abang senior ku di Teknik Sipil Unri Muhammad Gala Garcya yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan berbagi ilmu dalam penelitian ini.
 15. Seluruh Anggota Lab Beton Teknik Sipil UIR yang telah membantu penulis selama penelitian.
 16. Teman senasib dan seperjuanganku dalam melaksanakan penelitian ini Muhammad Ridwan.
 17. Seluruh teman-teman Teknik Sipil UIR.
 18. Kepada senior dan junior Teknik Sipil UIR yang tidak bisa disebut satu persatu.
- Akhir kata penulis mendo'akan agar Allah SWT memberikan balasan yang melimpah atas bantuan yang telah diberikan kepada saya, aamiin.

Pekanbaru, 11 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| UCAPAN TERIMAKASIH..... | ii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR NOTASI..... | ix |
| ABSTRAK | x |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.5. Batasan Masalah..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Umum..... | 5 |
| 2.2. Penelitian Terdahulu | 5 |
| 2.3. Keaslian Penelitian..... | 7 |
| BAB III LANDASAN TEORI..... | 11 |
| 3.1. Definisi Beton | 11 |
| 3.2. Bahan Penyusun Beton..... | 12 |
| 3.3. Pemeriksaan Karakteristik Agrerat (Uji Propertis) | 15 |
| 3.4. Pengujian Beton | 19 |
| 3.5. Perawatan Beton..... | 23 |
| 3.6. Bahan Tambah..... | 24 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | 28 |
| 4.1. Lokasi Penelitian | 28 |
| 4.2. Jenis Penelitian..... | 28 |
| 4.3. Bahan Penelitian..... | 28 |
| 4.4. Peralatan Penelitian | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5. Proses Pengolahan Limbah Kulit Kerang | 40 |
| 4.6. Teknik Pengumpulan Data | 41 |
| 4.7. Tahap Pelaksanaan Penelitian | 42 |
| 4.8. Bagan Alir Penelitian | 44 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 46 |
| 5.1. Hasil Pemeriksaan Material Benda Uji | 46 |
| 5.2. Hasil Pemeriksaan Beton | 59 |
| 5.3. Hasil Komparasi Peneliti dengan Peneliti Terdahulu | 68 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... | 70 |
| 6.1. Kesimpulan..... | 70 |
| 6.2. Saran..... | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN A | |
| LAMPIRAN B | |
| LAMPIRAN C | |
| LAMPIRAN D | |
| LAMPIRAN E | |

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

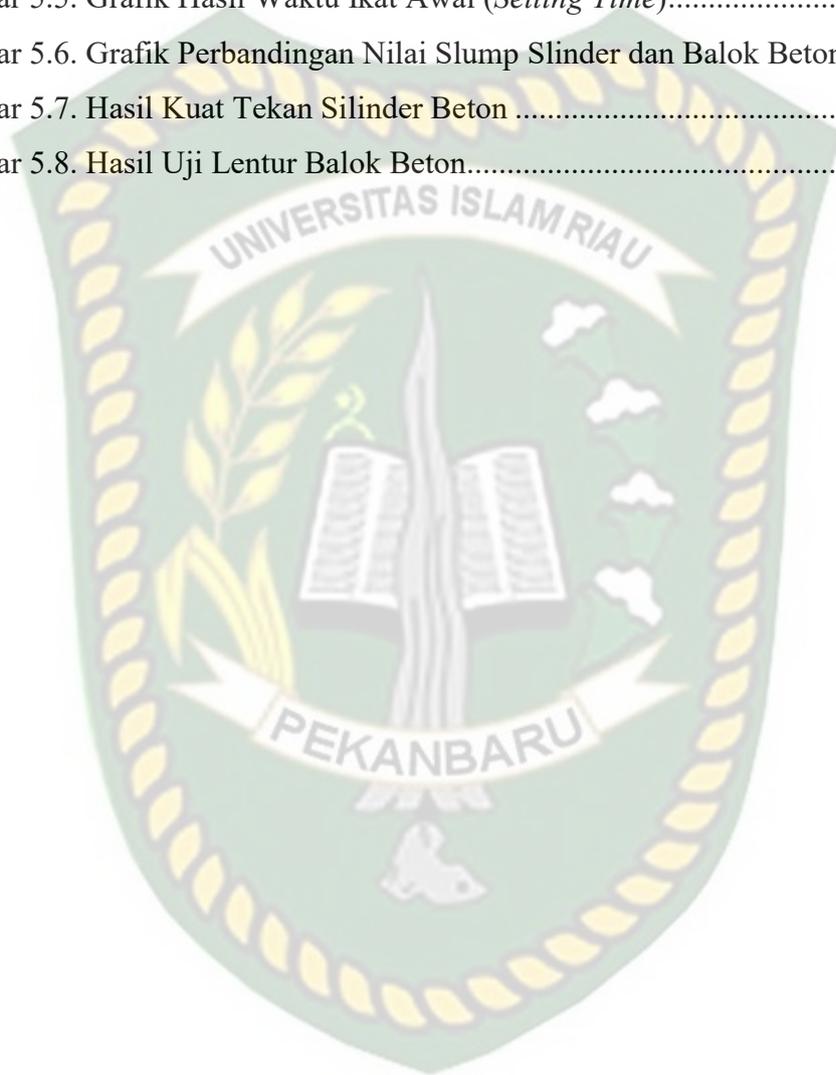
DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Keaslian Penelitian..... | 8 |
| Tabel 3.1. Jenis Semen Portland | 12 |
| Tabel 3.2. Nilai <i>Slump</i> untuk Berbagai Pekerjaan Beton..... | 20 |
| Tabel 3.3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Benda Uji..... | 21 |
| Tabel 3.4. Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur | 21 |
| Tabel 3.5. Komposisi Kimia Bubuk Kulit Kerang Sesuai Besar Suhunya | 25 |
| Tabel 4.1. Jumlah Benda Uji Penelitian..... | 43 |
| Tabel 5.1. Hasil Persentase Lolos Agrerat Halus..... | 46 |
| Tabel 5.2. Hasil Persentase Lolos Limbah Kulit Kerang Sebagai Agrerat Halus..... | 48 |
| Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Saringan Agrerat Kasar | 49 |
| Tabel 5.4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Persentase Lolos Agrerat Kasar Ukuran 1/2..... | 51 |
| Tabel 5.5. Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agrerat | 52 |
| Tabel 5.6. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agrerat Halus | 53 |
| Tabel 5.7. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agrerat Kasar | 54 |
| Tabel 5.8. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agrerat..... | 55 |
| Tabel 5.9. Berat Isi Agrerat Halus, Limbah Kulit Kerang dan Agrerat Kasar..... | 56 |
| Tabel 5.10. Hasil Pemeriksaan Keausan Agrerat Kasar | 57 |
| Tabel 5.11. Hasil Pemeriksaan Kadar Organik..... | 57 |
| Tabel 5.12. Hasil Pemeriksaan Waktu Ikat Awal (<i>Setting Time</i>) | 58 |
| Tabel 5.13. Proporsi Campuran Beton untuk per m ³ | 60 |
| Tabel 5.14. Proporsi Campuran Beton untuk Tiap 3 Sampel Slinder Beton | 61 |
| Tabel 5.15. Proporsi Campuran Beton untuk Tiap 1 Sampel Balok Beton | 61 |
| Tabel 5.16. Nilai <i>Slump</i> Slinder Beton | 62 |
| Tabel 5.17. Nilai <i>Slump</i> Balok Beton | 63 |
| Tabel 5.18. Hasil Beban Uji Kuat Tekan Beton Slinder | 65 |
| Tabel 5.19. Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 3.1. Keruntuhan Terjadi di Bagian Tengah | 22 |
| Gambar 3.2. Keruntuhan Terjadi pada Bagian Tarik di Luar Tengah Bentang | 22 |
| Gambar 3.3 Keruntuhan Di Luar 1/3 Lebar Pusat Pada Bagian Tarik Beton | 23 |
| Gambar 3.4. Kerang Darah | 26 |
| Gambar 4.1. Cawan Alumunium | 29 |
| Gambar 4.2. Oven yang digunakan dalam Pengeringan Agrerat..... | 30 |
| Gambar 4.3. Tongkat Pematat..... | 30 |
| Gambar 4.4. Penggaris | 31 |
| Gambar 4.5. Saringan..... | 31 |
| Gambar 4.6. Wadah Besi | 32 |
| Gambar 4.7. Timbangan..... | 32 |
| Gambar 4.8. Timbangan Digital Kapasitas 2 Kg..... | 32 |
| Gambar 4.9. Piknometer | 33 |
| Gambar4.10. Alat Uji Slump | 33 |
| Gambar 4.11. Cetakan Beton Bantik Slinder..... | 34 |
| Gambar 4.12. Cetakan Beton Bentuk Balok | 34 |
| Gambar 4.13. Mesin Getar | 34 |
| Gambar 4.14. Kerucut Terpancung..... | 35 |
| Gambar 4.15. Mesin Los Angeles..... | 35 |
| Gambar 4.16. Alat Vicat Beton..... | 36 |
| Gambar 4.17. Mesin Pengaduk | 36 |
| Gambar 4.18. Mesin Kuat Tekan Beton | 37 |
| Gambar 4.19. Mesin Kuat Lentur Beton..... | 37 |
| Gambar 4.20. Bak Perendam | 37 |
| Gambar 4.21. Pembersihan Limbah Kulit Kerang..... | 40 |
| Gambar 4.22 Pembakaran Limbah Kulit Kerang..... | 41 |
| Gambar 4.23 Penumbukkan Limbah Kulit Kerang..... | 41 |
| Gambar 4.24 Bagan Air Penelitian | 44 |
| Gambar 5.1. Grafik Persentase Lolos Agrerat Halus Daerah II..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Gambar 5.2. Grafik Persentase Lolos Agrerat Halus Daerah I..... | 48 |
| Gambar 5.3. Grafik Persentase Lolos Agrerat 2/3 | 50 |
| Gambar 5.4. Grafik Persentase Lolos Agrerat 1/2 | 52 |
| Gambar 5.5. Grafik Hasil Waktu Ikat Awal (<i>Setting Time</i>)..... | 59 |
| Gambar 5.6. Grafik Perbandingan Nilai Slump Slinder dan Balok Beton..... | 64 |
| Gambar 5.7. Hasil Kuat Tekan Silinder Beton | 65 |
| Gambar 5.8. Hasil Uji Lentur Balok Beton..... | 67 |



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR NOTASI

| | | |
|--------|---|--|
| A | = | Luas Permukaan |
| ACI | = | <i>American Concrete Institute</i> |
| ASTM | = | <i>American Society for Testing and Material</i> |
| cm | = | Centimeter |
| D | = | Diameter |
| fas | = | Faktor Air Semen |
| f_c' | = | Kuat Tekan Beton |
| f_r | = | <i>Modulus of Rapture</i> |
| gr | = | Gram |
| kg | = | Kilogram |
| kN | = | Kilonewton |
| L | = | Panjang |
| Max | = | Maksimal |
| Min | = | Minimal |
| mm | = | Milimeter |
| MPa | = | Mega Pascal |
| N | = | Newton |
| P | = | Beban Tekan |
| PCC | = | <i>Portland Composite Cement</i> |
| SSD | = | <i>Saturated Surface Dry</i> |
| SSD | = | <i>Saturated Surface Dry</i> |
| V | = | Volume |

**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT KERANG SEBAGAI PENGGANTI
SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN PENAMBAHAN GULA PASIR
SEBAGAI ALTERNATIF ZAT *ADDITIVE* TERHADAP KUAT TEKAN
DAN KUAT LENTUR BETON**

MHD. SIDIQ DWI SAPUTRA

NPM : 183110971

Abstrak

Penggunaan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton pada kadar variasi tertentu, akan tetapi pada pengerjaannya limbah kulit kerang menyerap air sehingga menurunkan nilai *slump* dan mempengaruhi tingkat kemudahan saat pengecoran, sehingga memerlukan tambah gula sebagai alternatif zat *additive retarder*. Karena pada umumnya bahan dasar yang mengandung gula dapat dipakai sebagai *retarder*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang dan gula terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton, membandingkan waktu ikat awal (*setting time*) dan nilai *slump*, dan mengetahui perbandingan kekuatan pada beton normal dengan beton yang dicampur dengan limbah kulit kerang dan gula.

Penelitian ini menggunakan sampel beton berbentuk silinder dan balok, sampel dibuat sebanyak 12 silinder dan 12 balok. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu mengkombinasikan limbah kulit kerang dan gula kedalam campuran beton dengan persentase limbah kulit kerang yang digunakan adalah 10% dari agregat halus dan gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15% dari berat semen. Perencanaan campuran beton (*mix design*) mengacu pada SNI 03-2834-2000. Dilakukan analisa uji kuat tekan dan kuat lentur pada umur 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah kulit kerang dan gula dapat meningkatkan kuat tekan silinder beton pada variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% dan 0,1% gula, sedangkan pada balok nilai kuat lenturnya berada dibawah nilai kuat lentur beton normal. Hasil kuat tekan beton maksimum yaitu pada variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula sebesar 31,407 MPa. Penggunaan gula sangat mempengaruhi waktu ikat awal (*setting time*) dan nilai *slump*, semakin tinggi kadar gula berdasarkan variasi yang digunakan, maka semakin lama waktu ikat awalnya (*setting time*) dan semakin tinggi pula nilai *slump* yang didapatkan. Dengan penggunaan gula yang dapat memperlama waktu ikat awal dapat dimanfaatkan jika lokasi proyek jauh dari tempat *batching plant*. Penggunaan variasi campuran kulit kerang dan gula ini dapat dimanfaatkan pada konstruksi struktur dengan mutu sedang (30-40 MPa).

Kata Kunci : Limbah Kulit Kerang, Gula, Kuat Tekan, Kuat Lentur Beton

THE EFFECT OF ADDITIONAL SEASHELL AS A SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE AND ADDITION OF SAND SUGAR AS AN ADDITIVE MATERIAL ALTERNATIVE TO THE PRESSURE AND CONCRETE STRENGTH

MHD. SIDIQ DWI SAPUTRA

NPM : 183110971

Abstrak

The use of shellfish waste as a substitute for some of the fine aggregate can increase the compressive strength value of concrete at a certain level of variation, however, in the processing of shellfish waste absorbs water so that it reduces the slump value and affects the ease of casting, so it requires added sugar as an alternative to additive retarder. Because in general, basic ingredients that contain sugar can be used as a retarder. This study aims to determine the effect of the addition of shellfish waste and sugar on the compressive strength and flexural strength of concrete, to compare the initial binding time (setting time) and slump value, and to determine the strength ratio of normal concrete with concrete mixed with shellfish waste and sugar.

This study used concrete samples in the form of cylinders and blocks, the samples were made of 12 cylinders and 12 blocks. This study used an experimental method, namely combining waste shells and sugar into a concrete mixture with the percentage of shellfish waste used was 10% of fine aggregate and sugar as much as 0.05%; 0.1%; 0.15% by weight of cement. Concrete mix design refers to SNI 03-2834-2000. The compressive strength and flexural strength test were analyzed at the age of 28 days.

The results of this study indicate that the use of shellfish waste and sugar can increase the compressive strength of the concrete cylinder at a variation of 10% seashell waste + 0.05% and 0.1% sugar, while the flexural strength value is below the normal concrete flexural strength. . The result of the maximum compressive strength of concrete is the variation of 10% shellfish waste + 0.05% sugar at 31.407 MPa. The use of sugar greatly affects the setting time and slump value, the higher the sugar content based on the variations used, the longer the initial setting time and the higher the slump value obtained. With the use of sugar which can prolong the initial binding time, it can be utilized if the project location is far from the batching plant. The use of variations of the mixture of shells and sugar can be used in the construction of structures with medium quality (30-40 MPa).

Keywords: Shells Waste, Sugar, Compressive Strength, Flexural Strength of Concrete

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhan akan beton selanjutnya dimasa yang akan datang. Beton banyak digunakan pada pembangunan karena mudah dibentuk sesuai dengan keperluan terlebih lagi bahan pembentuk beton yaitu pasir, batu pecah, semen dan air merupakan bahan yang tidak sulit untuk didapatkan, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Hal ini dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton (Katrina, 2014).

Propinsi Riau memiliki daerah perairan yang cukup luas sehingga memiliki hasil laut yang tinggi, salah satunya kerang. Kerang pada umumnya hanya diambil bagian isinya untuk dikosumsi, sehingga kulit kerang dibiarkan menumpuk begitu saja dan menjadi limbah. Pada dasarnya limbah kulit kerang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang, contohnya dalam bidang konstruksi. Karena kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozolan yaitu zat kapur (CaO) sebesar 55,10%. Dengan kandungan zat kapur yang cukup besar pada kulit kerang ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada campuran bahan penyusun beton (Syafpoetri, 2013).

Pada penelitian sebelumnya (Ridwan, 2017) telah didapat beton dengan campuran kerang 10% dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 11,61% pada mutu beton K225. Berdasarkan penelitan tersebut juga diketahui bahwa penggunaan kerang sebagai pengganti agregat halus cukup menyerap air pada saat pengecoran

sehingga menurunkan nilai *slump* dan mempengaruhi tingkat kemudahan saat pengecoran, sehingga memerlukan tambahan zat berupa *additive retarder*.

Retarder adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan awal (*setting time*) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (*workable*) untuk waktu yang lebih lama, pada umumnya bahan dasar yang mengandung gula dapat dipakai sebagai *retarder* (Surono, 2013).

Bahan tambah berbasis gula sebagai material lokal untuk teknologi beton ramah lingkungan akan dikaji pada penelitian ini. Bahan tambah berbasis gula merupakan bahan terpilih karena kemampuannya mengikat C-S-H sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton dan lebih awet (*durable*). Tebu mengandung 30-50% selulosa dan lignin 20-24%. Tebu juga mengandung lignoselulosa, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pozzolan untuk produksi beton (Pertiwi, 2011). Selain itu gula sebagai bahan tambah berbasis gula merupakan bahan yang mudah dicari.

Pada penelitian terdahulu (Eswahyudi, 2015) telah didapat beton dengan campuran gula 0,1%; 0,2%; 0,3% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton pada mutu K-250. Dengan nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi 0,3% yaitu 263,11 Kg/cm², dan penggunaan penambahan gula dapat memperlambat waktu pengikatan awal semen selama 5,5 jam dan dapat digunakan sebagai alternatif bahan *additive retarder*.

Penggunaan limbah kulit kerang yang dapat meningkatkan mutu kuat tekan beton, dan gula yang dapat dijadikan alternatif bahan *additive*. Sehingga penulis ingin melakukan penelitian dengan mengkombinasikan kedua bahan tambah tersebut kedalam campuran beton dengan variasi limbah kulit kerang sebanyak 10% sebagai pengganti sebagian agregat halus ditambah dengan gula pasir sebanyak 0,05%, 0,1%, 0,15% dari berat semen dengan harapan dapat meningkatkan mutu beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang timbul yaitu :

1. Apakah dengan penggunaan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus sebanyak 10% dan penambahan gula dengan variasi 0,05%; 0,1%, 0,15% dari berat semen mampu meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur beton?
2. Apakah penambahan gula dapat mempengaruhi waktu ikat awal (*Setting Time*) semen pada variasi 0,05%; 0,1%; 0,15%?
3. Bagaimana perbandingan nilai *slump* penggunaan limbah kulit kerang dan penambahan gula dengan beton normal?
4. Bagaimana perbandingan hasil kuat tekan dan kuat lentur beton dengan beton normal pada mutu rencana K300?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari disusunnya penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebahagian dari agregat halus sebanyak 10% dan penambahan gula dengan variasi 0,05%; 0,1%, 0,15% dari berat semen terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan gula pada variasi 0,05%; 0,1%; 0,15% terhadap waktu pengikatan awal (*setting time*) semen.
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai *slump* pada beton normal dengan beton yang dicampur dengan limbah kulit kerang dan gula.
4. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan pada beton normal dengan beton yang dicampur dengan limbah kulit kerang dan gula.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sebagai berikut :

1. Secara teoritik hal ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap karakteristik beton, sehingga dengan karakteristik tersebut perkembangan teknologi beton bisa lebih di tingkatakan mutu dan kualitasnya
2. Dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian kedepannya

1.5 Batasan Masalah

Dari latar belakang masalah dan rumusan masalah maka dibuat batasan-batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup masalah, antara lain sebagai berikut :

1. Mutu beton yang direncanakan adalah K300.
2. Limbah kulit kerang berasal dari daerah Bagansiapiapi, Riau..
3. Bahan tambah gula yang digunakan adalah jenis gula pasir putih.
4. Komposisi agregat kasar yang digunakan adalah 70% batu 1/2 dan 30% batu 2/3.
5. Variasi kerang yang digunakan untuk pengganti agregat halus adalah 10%.
6. Variasi gula yang digunakan sebagai alternatif zat *additive* adalah 0,05%; 0,1%; 0,15% dari berat semen.
7. Benda uji kuat tekan yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15cm x 30 cm.
8. Benda uji kuat lentur yang digunakan adalah balok dengan ukuran 15 cm x 15cm x 60 cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat.

Tinjauan pustaka merupakan pembahasan mengenai hasil penelitian yang terdahulu yang digunakan untuk landasan bagi peneliti untuk melakukan suatu penelitian yang menggunakan teori-teori yang relevan. Penulisan tinjauan pustaka bertujuan untuk menguatkan penelitian yang sedang dilakukan dengan berlandaskan penelitian yang sudah ada. Maka dari itu, dalam bab ini memuat beberapa referensi dari penelitian yang telah dilkaiikan sebelumnya antara lain Eswahyudi (2015), Pertiwi (2011), Ridwan (2017), Rozana & Mildawati (2019), Yulianto (2017).

2.2 Penelitian Terdahulu

Eswahyudi (2015) telah melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Gula Pasir terhadap Waktu Pengerasan Awal (Initial Setting) dan Kekuatan Beton K250”. Membahas tentang penambahan gula sebagai bahan *Retarder* pada beton dengan variasi persentase 0,1%; 0,2%; dan 0,3% dari berat semen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan tambah larutan gula pasir terhadap waktu ikat beton dan kekuatan beton. Dari penelitian yang dilakukan waktu ikat semen maksimum terdapat pada persentase gula 0,3% yaitu sebesar 5,5 Jam (175%) dari beton normal, dan hasil pengujian kuat tekan rata – rata maksimum terdapat pada campuran gula 0,3% yaitu sebesar 263,11 Kg/cm² atau naik sebesar 6,86 % dari nilai beton normal yang di ambil pada umur beton 28 hari.

Pertiwi (2011) telah melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Bahan Tambah Gula Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton”. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai optimum kadar bahan tambah berbasis

gula dengan variasi 0,015%, 0,03%, 0,045% dari berat semen terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan mengacu pada SNI. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa penggunaan bahan tambah berbasis gula 0.030% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 55.54% (pada umur 3 hari), 7.62% (umur beton 14 hari), dan 5.67% (umur 28 hari), dengan nilai modulus elastisitas yang meningkat sebesar 3.70% pada umur 28 hari. Beton dengan kadar bahan tambah berbasis gula 0.015% dan 0.045% meningkatkan kuat tekan beton antara 32.21% sampai 42.17% pada umur 3 hari, dan menghasilkan nilai yang lebih rendah dari beton tanpa bahan tambah pada umur 14 hari dan 28 hari, dengan selisih nilai modulus elastisitas antara 32.57% sampai 34.44%. Dengan demikian, nilai optimum dari bahan tambah berbasis gula yaitu pada kadar 0.030% terhadap berat semen.

Ridwan (2017) telah melakukan penelitian dengan judul "*Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton K-225*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap kuat tekan beton dan penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan mengacu pada ACI (*American Concrete Institute*). Dari hasil penelitian ini telah diperoleh nilai kuat tekan beton pada setiap variasi penggunaan limbah kulit kerang 0% nilai kuat tekannya sebesar 22,04 MPa, variasi penggunaan limbah kulit kerang 5% nilai kuat tekannya sebesar 14,60 MPa, variasi penggunaan limbah kulit kerang 10% nilai kuat tekannya sebesar 24,60 MPa, variasi penggunaan limbah kulit kerang 15% nilai kuat tekannya sebesar 24,71 MPa, dan pada penggunaan limbah kulit kerang 20% nilai kuat tekannya sebesar 23,92 MPa.

Rozana, Mildawati (2019), telah melakukan penelitian dengan judul "*Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Uji Kuat Tekan Beton*". Pada penelitian yang dilakukan oleh Rozana ini tentang memanfaatkan pecahan cangkang kerang sebagai pengganti agregat halus dan metode yang digunakan adalah eksperimen dan mengacu pada metode SNI dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Variasi yang digunakan pada

penelitian ini adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan 100%. Pada penelitian ini kuat tekan beton dengan substitusi pecahan cangkang kerang terhadap agregat halus dari persentase 0% hingga persentase 40% mengalami kenaikan, sedangkan pada persentase 50% hingga persentase 100% mengalami penurunan. Pada persentase 50% dan 60% memenuhi kuat tekan rencana yaitu sebesar 20 Mpa. Nilai kuat tekan beton maksimum yang diperoleh adalah pada variasi campuran 40% dan minimum pada persentase 100%.

Yulianto (2017) telah melakukan penelitian dengan judul “*Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dan Kasar Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Beton K-225*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar dan halus terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini membahas tentang pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai pengganti agregat halus dan kasar pada varian tertentu yaitu 25%, 30%, 35% pada agregat halus dan 10%, 15%, 20% pada agregat kasar. Hasil kuat tekan beton maksimum yaitu pada persentase 35% agregat halus yang ditambah dengan 20% agregat kasar dengan nilai kuat tekan beton sebesar 296,10 kg/cm², sementara nilai kuat tekan beton minimum yaitu pada persentase 25% agregat halus yang ditambah dengan 20% agregat kasar dengan nilai kuat tekan beton sebesar 172,97 kg/cm².

2.3 Keaslian Penelitian

Judul yang diajukan oleh peneliti dalam penelitian Tugas Akhir ini memang terdapat kemiripan dengan judul-judul peneliti terdahulu tetapi memiliki perbedaan-perbedaan yaitu pada penelitian ini mengkombinasikan dua jenis bahan tambahan untuk campuran beton. Penelitian ini memanfaatkan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus dan penambahan gula pasir sebagai alternatif bahan *additive retarder*. Maka dari itu seluruh penelitian ini adalah benar hasil penelitian penulis dan penelitian ini belum pernah diteliti sebelumnya sebagai obyek penelitian Tugas Akhir. Berikut perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian

| Tahun Penelitian | Nama Peneliti | Judul Penelitian | Hasil Penelitian | Perbedaan |
|------------------|---------------|--|--|---|
| 2011 | Hafni Pertiwi | Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton | Penggunaan bahan tambah berbasis gula sebanyak 0.030% terhadap berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 55.54% (pada umur 3 hari), 7.62% (pada umur beton 145 hari), dan 5.67% (pada umur 28 hari). Penggunaan bahan tambah berbasis gula sebanyak 0.015% dan 0.045% terhadap berat semen, meningkatkan kuat tekan beton pada umur 3 hari, yaitu antara 32.21% sampai 42.17%. Namun pada umur 14 hari dan 28 hari, kuat tekan beton menurun antara 12.71% sampai 29.33% (untuk beton berumur 14 hari) dan 11.30% sampai 12.61% (untuk beton berumur 28 hari). | Penelitian ini menggunakan kombinasi antara kulit kerang 10% ditambah dengan variasi gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15%. Dengan pengujian yang dilakukan adalah setting semen, kuat tekan dan kuat lentur. Sedangkan penelitian Pertiwi hanya menggunakan gula sebagai campuran dalam beton dan hanya pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton. |
| 2015 | Eswahyudi | Pengaruh Penambahan Gula Pasir Terhadap Waktu Pengerasan Awal (Initial Setting) Dan Kekuatan Beton K-250 | Dari hasil penelitian ini dapat di ketahui bahwa waktu ikat semen (Initial Setting Time). Yaitu 2 jam untuk beton normal (BN), 3,5 jam untuk CMP 0,1 naik sebesar 75% dari BN, lalu 4,5 jam untuk CMP 0,2 naik sebesar 125% dari BN dan 5,5 jam untuk CMP 0,3 naik sebesar 175% dari BN, dan yang paling lama adalah pada variasi CMP 0,3. Kuat tekan beton rata - rata untuk umur 28 hari tercapai hanya pada | Penelitian ini menggunakan kombinasi antara kulit kerang 10% ditambah dengan variasi gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15%. Dengan pengujian yang dilakukan adalah setting semen, kuat tekan dan kuat lentur. Sedangkan Eswahyudi hanya menggunakan campuran variasi gula untuk menguji |

| | | | | |
|------|-----------------|--|--|--|
| | | | <p>campuran beton yang menggunakan variasi CMP 0,2 yaitu 251,56 Kg/cm² naik sebesar 2,16 % dari beton normal (BN), dan CMP 0,3 yaitu 263,11 Kg/cm² naik sebesar 6,86 % dari beton normal (BN), sedangkan pada campuran lainnya tidak tercapai yaitu pada beton normal (BN) = 246,22 Kg/cm² dan CMP 0,1 = 247,11 Kg/cm² naik sebesar 0,36 % dari beton normal (BN).</p> | <p>setting time dan kuat tekan beton.</p> |
| 2017 | Muhammad Ridwan | <p>Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton K-225</p> | <p>Nilai kuat tekan maksimum yang diperoleh dengan menggunakan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus adalah pada variasi campuran 15% yaitu sebesar 24,71 MPa atau naik sekitar 12,11% dari nilai kuat tekan beton normal</p> | <p>Penelitian ini menggunakan kombinasi antara kulit kerang 10% ditambah dengan variasi gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15%. Dengan pengujian yang dilakukan adalah setting semen, kuat tekan dan kuat lentur. Sedangkan Ridwan hanya menggunakan kulit kerang sebagai campuran beton untuk menguji kuat tekan beton.</p> |
| 2017 | Bagus Yulianto | <p>Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dan Kasar Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Beton K-225</p> | <p>Nilai kuat tekan maksimum beton yang diperoleh dari penggantian sebahagian agregat halus dan kasar dengan kulit kerang adalah pada variasi 35% agregat halus dan 20% agregat kasar yaitu sebesar 296,10 kg/cm², dan naik sebesar 15,29%</p> | <p>Penelitian ini menggunakan kombinasi antara kulit kerang 10% ditambah dengan variasi gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15%. Dengan pengujian yang dilakukan adalah setting</p> |

| | | | | |
|------|-------------------------|--|---|---|
| | | | dari nilai kuat tekan beton normal. Nilai kuat tekan minimum beton yang diperoleh dari penggantian sebahagian agregat halus dan kasar dengan kulit kerang adalah pada variasi 25% agregat halus dan 20% agregat kasar yaitu sebesar 172,97 kg/cm ² dan turun sebesar 32,64% dari nilai kuat tekan beton normal | semen, kuat tekan dan kuat lentur. Sedangkan Yulianto hanya menggunakan kulit kerang sebagai campuran beton untuk menguji kuat tekan beton. |
| 2019 | Rozana & Roza Mildawati | Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Uji Kuat Tekan Beton | Kuat tekan beton dengan substitusi pecahan cangkang kerang terhadap agregat halus dari persentase 0% hingga 40% mengalami kenaikan, sedangkan pada persentase 50% hingga persentase 100% mengalami penurunan. Pada persentase 50% dan 60% memenuhi kuat tekan rencana yaitu sebesar 20 Mpa. Nilai kuat tekan beton maksimum yang diperoleh adalah pada variasi campuran 40% dan minimum pada persentase 100%. | Penelitian ini menggunakan kombinasi antara kulit kerang 10% ditambah dengan variasi gula sebanyak 0,05%; 0,1%; 0,15%. Dengan pengujian yang dilakukan adalah setting semen, kuat tekan dan kuat lentur. Sedangkan Rozana hanya menggunakan kulit kerang sebagai campuran beton untuk menguji kuat tekan beton. |

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi Beton

Beton merupakan campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002).

Beton merupakan campuran yang terdiri dari semen *portland*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/ batu pecah), bahan perekat dan air guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton, terkadang bahan adiktif ditambahkan untuk menghasilkan beton yang diinginkan.

Beton pada umumnya mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60% - 70%. Meskipun hanya sebagai pengisi tetapi agregat juga berpengaruh terhadap sifat – sifat beton sehingga pemilihan agregat juga merupakan bagian penting dalam pembuatan beton (Mulyono, 2003).

Adapun parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton (Nawi, 1998) adalah :

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi atau *adhesi* antara pasta semen dan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk semen
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
7. Perawatan beton
8. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos.

3.2 Bahan Penyusun Beton

1. Semen (*Portland Cement*)

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat (Mulyono, 2003).

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker, yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumunia, dan oxid besi, dengan batu gips, sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi (Tjokrodimulyo, 1995).

Beberapa jenis semen dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Jenis Semen Portland (Tjokrodimuljo, 1996)

| Jenis Semen | Karakteristik Umum |
|-------------|--|
| Jenis I | Semen portland untuk penggunaan umum tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain |
| Jenis II | Semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang tinggi |
| Jenis III | Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan |

| | |
|----------|--|
| | kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi |
| Jenis IV | Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah |
| Jenis V | Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat |

2. Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat menjadi penting (Nugraha, 2007).

Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Dalam bidang teknologi beton nilai batas daerah agregat kasar dan agregat halus adalah 4,75 mm. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 4,75 mm disebut agregat halus, sedangkan agregat yang butirannya lebih besar dari 4,75 mm disebut agregat kasar (ASTM C 33, 1994).

3. Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses kimia dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang digunakan dalam campuran beton merupakan air yang bersih. Air yang mengandung senyawa – senyawa berbahaya, tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya bila digunakan dalam campuran semen akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat merubah sifat – sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003).

4. Bahan *Additive*

Bahan *additive* adalah bahan yang ditambahkan kedalam beton selama atau sebelum pengadukan. Bahan ini digunakan untuk meningkatkan kinerja

beton dalam situasi-situasi tertentu dan untuk menurunkan biaya (Jack C. McCormac, 2001).

Beberapa jenis bahan *additive* yang paling umum digunakan (Jack C. McCormac, 2001) adalah :

1. *Air-entraining admixture*

Sesuai dengan ASTM C260 dan C618, terutama digunakan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap efek beku dan cair, serta memperbaiki ketahanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh garam yang mencair.

2. *Accelerating admixture*

Penambahan bahan *additive* yang bersifat mempercepat kekuatan beton seperti kalsium klorida ke dalam beton akan mempercepat perkembangan kekuatan awalnya. Hasil penambahan bahan aditif seperti ini (sangat berguna pada iklim dingin) adalah berkurangnya waktu yang diperlukan untuk perawatan dan perlindungan beton serta lebih cepatnya waktu yang dibutuhkan untuk pelepasan cetakan.

3. *Retarding admixture*

Bahan *additive* ini digunakan untuk memperlambat pengerasan beton dan menghambat kenaikan temperatur. Bahan *additive* ini terdiri dari berbagai jenis asam atau gula atau turunan-turunan dari gula.

4. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan aktif yang terbuat dari sulfonat organik. Penggunaan bahan *additive* ini memungkinkan para perencana untuk mengurangi kandungan air di dalam beton secara signifikan dan dalam waktu yang bersamaan meningkatkan nilai *slump* dari beton.

5. *Waterproofing material* (bahan tahan air)

Bahan ini digunakan pada permukaan beton yang sudah keras, tetapi bahan-bahan ini dapat digunakan pula pada campuran beton. Bahan aditif ini umumnya terdiri dari semacam sabun atau beberapa jenis produk minyak bumi, misalnya emulsi aspal. Bahan ini dapat membantu memperlambat penetrasi air ke dalam beton yang berpori, tetapi mungkin

tidak terlalu membantu bagi beton yang sudah padat dan terawat dengan baik.

3.3 Pemeriksaan Karakteristik Agregat (Uji Propertis)

Pemeriksaan karakteristik agregat digunakan untuk menentukan campuran bahan penyusun beton rencana.

3.3.1 Pengujian Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur bertujuan untuk menentukan persentase kandungan lumpur pada agregat halus. Berdasarkan ASTM C-142, standar kandungan lumpur pada agregat halus adalah $< 5\%$. Kadar lumpur yang tinggi dapat menyebabkan retak dan susut yang disebabkan sifat kembang susut dari lumpur. Kadar lumpur agregat halus dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar lumpur agregat halus} = \frac{V_1}{V_1 + V_2} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

V_1 = Tinggi lumpur (mm)

V_2 = Tinggi pasir (mm)

3.3.2 Pengujian Kadar Zat Organik

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kandungan zat organik pada agregat halus. Berdasarkan ASTM C-04, standar kandungan zat organik pada agregat halus adalah nomor 3 pada organik *plate*. Kandungan zat organik yang tinggi dapat menyebabkan tidak sempurnanya proses hidrasi beton (Mulyono, 2003).

3.3.3 Pengujian Kadar Air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat halus dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. Menurut SNI 03-1971-1990, kadar air agregat adalah 3%-5%. Kadar air agregat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_2 - W_3}{W_3} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

W_2 = Berat awal sampel agregat (g)

W_3 = Berat sampel kering oven (g)

3.3.4 Pengujian Berat Jenis

a. Agregat Kasar

Berat jenis digunakan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat kasar dan menentukan berat jenis dari beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat kasar maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. Berat jenis dan absorpsi agregat kasar menurut SNI 03-1970-1990 adalah 2,5%-2,7%, dan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Bulk Specific Gravity on Dry Basic} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity on SSD Basic} = \frac{W_2}{W_2 - W_3} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{W_1}{W_1 - W_3} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\% \text{ Water Absorption} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan:

W_1 = Berat contoh kering udara (g)

W_2 = Berat contoh kondisi SSD (g)

W_3 = Berat contoh didalam air (g)

b. Agregat Halus

Berat jenis digunakan untuk menentukan besarnya komposisi volume agregat halus dan menentukan berat jenis dari beton. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. Berat

jenis dan absorpsi agregat halus menurut SNI 03-1970-1990 adalah 2,5%-2,7%. Dan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Bulk Spesific Gravity on Dry Basic} = \frac{W_5}{W_2 + W_4 - W_3} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\text{Bulk Spesific Gravity on SSD Basic} = \frac{W_2}{W_2 + W_4 - W_3} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\text{Apparent Specific Gravity} = \frac{W_5}{W_5 + W_4 - W_3} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\% \text{ Water Absorptio} = \frac{W_2 - W_5}{W_5} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan:

W_2 = Berat contoh kondisi SSD (g)

W_3 = Berat piknometer + air + contoh (g)

W_4 = Berat piknometer + air (g)

W_5 = Berat contoh kering (g)

3.3.5 Pengujian Berat Volume

Berat volume bertujuan untuk menentukan berat isi agregat kasar yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Berdasarkan SNI 03-4804-1998, nilai berat volume adalah 1,40 kg/ltr - 1,90 kg/ltr. Berat volume agregat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

W_3 = Berat benda uji (g)

V = Volume mould (cm³)

3.3.6 Pengujian Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase

digambarkan pada grafik pembagian butiran. Pemeriksaan analisa saringan bertujuan untuk menentukan gradasi dan distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat. Distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan beton.

3.3.7 Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ketahanan aus agregat kasar bertujuan untuk mengukur tingkat ketahanan keausan agregat. Untuk menguji kekuatan agregat dapat menggunakan mesin *Los Angeles*. Mesin ini berupa silinder baja yang tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjang 50 cm. Berdasarkan SNI 03-2417-1991 keausan agregat kasar kurang dan sama dengan 40 %, dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Keausan agregat kasar} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan:

W_1 = Berat awal benda uji

W_2 = Berat benda uji setelah pengujian yang tertahan saringan no. 12

3.3.8 Pemeriksaan Konsistensi Normal

Standar yang digunakan untuk pemeriksaan konsistensi normal adalah SNI 15-03-2049-2004. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan jumlah air yang diperlukan semen untuk mengeras, yang kemudian untuk dilanjutkan ke pengujian waktu ikat semen.

3.3.9 Pemeriksaan Waktu Ikat Awal Semen (*Setting Time*)

Menurut SNI 03-6827-2002, waktu pengikatan beton merupakan suatu proses yang bertahap, maka setiap definisi dari waktu pengikatan beton harus diperlakukan secara tidak tetap. Pada metode uji dengan ketahanan penetrasi ini waktu yang dibutuhkan mortar untuk mencapai nilai-nilai ketahanan penetrasi yang telah ditentukan untuk menetapkan dari waktu pengikatan beton. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal semen Portland dengan menggunakan alat Vicat.

3.4 Pengujian Beton

3.4.1 Uji *Slump*

Slump test adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Semakin rendah nilai *slump* menandakan semakin kental kondisi beton segar yang ada di lapangan, sebaliknya semakin besar nilai *slump* berarti semakin encer kondisi beton segar di lapangan (Mulyono, 2004).

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton/ kelecakan beton yang berhubungan dengan mutu beton. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*. Cara pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Peralatan uji *slump*, yaitu kerucut *abrams*, disiapkan dengan ukuran diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm, serta tinggi 30 cm. tongkat baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.
2. Kerucut *abrams* diletakan pada bidang rata dan datar namun tidak menyerap air, biasanya menggunakan alas berupa tripleks.
3. Kemudian adukan beton dimasukkan dalam tiga lapis yang kira-kira sama tebalnya, dan setiap lapis ditusuk 25 – 30 kali dengan menggunakan tongkat baja supaya adukan yang masuk dalam kerucut lebih padat.
4. Adukan yang jatuh disekitar kerucut dibersihkan, lalu permuakannya diratakan dan kerucutnya ditarik vertikal dengan hati-hati.
5. Kerucut *abrams* dibuka dan penurunan puncak kerucut diukur terhadap tinggi semula, yaitu tinggi kerucut *abrams*.
6. Hasil pengukuran inilah yang disebut nilai *slump* dan merupakan nilai kekentalan dari adukan beton tersebut.
7. Adukan beton dengan hasil *slump* yang tidak memenuhi syarat tidak boleh digunakan.

Tabel 3.2 Nilai *Slump* Untuk Berbagai Pekerjaan Beton (SNI M-12-1989)

| No. | Uraian | <i>Slump</i> (cm) | |
|-----|--|-------------------|-----|
| | | Max | Min |
| 1 | Dinding, pelat pondasi telapak bertulang | 12,5 | 6,5 |
| 2 | Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah | 9 | 2,5 |
| 3 | Pelat, balok, kolom, dan dinding | 15 | 7,5 |
| 4 | Pengerasan jalan | 7,5 | 5 |
| 5 | Pembentongan massal | 7,5 | 2,5 |

3.4.2 Uji Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah muatan maksimum yang dapat dipikul dari persatuan luas. Kuat tekan beton harus direncanakan dengan baik sesuai dengan gaya yang akan bekerja pada konstruksi.

Kuat tekan beton pada umumnya dipengaruhi oleh :

1. Faktor yang berdasarkan kepada metode percobaan
 - a. Ukuran contoh percobaan
 - b. Keadaan tumpuan
 - c. Keadaan air
 - d. Ukuran contoh dalam hubungan ukuran agregat
 - e. Tipe pengangkutan beton
 - f. Tipe uji mesin
 - g. Pembebanan rata-rata dari contoh benda uji
 - h. Asumsi dari analisa yang berhubungan dengan ketegangan untuk keruntuhan kegagalan beton
2. Faktor yang berdasarkan kepada metode percobaan
 - a. Tipe semen, umur perawatan dan jenis agregat
 - b. Kepadatan
 - c. Tipe perawatan dan suhu masa perawatan
 - d. Proporsi campuran beton, berat isi semen, perbandingan agregat

Untuk pengujian kuat tekan pada beton dilakukan setelah umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pengujian mengacu pada Tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Benda Uji (SNI 03-1974-1990)

| Benda Uji | Perbandingan Kekuatan Beton |
|----------------------------|-----------------------------|
| Kubus 15 x 15 x 15c cm | 1 |
| Kubus 20 x 20 x 20 cm | 0,95 |
| Silinder ø15, Tinggi 30 cm | 0,83 |

Tabel 3.4 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (PBI, 1971)

| Umur Beton | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 | 90 | 365 | |
|--|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| Semen Portland Biasa | 0,4 | 0,75 | 0,88 | 0,95 | 1 | 1,2 | 1,35 | |
| Semen Portland yang Berkekuatan Tinggi | Awal | 0,55 | 0,75 | 0,9 | 0,95 | 1 | 1,15 | 1,2 |

3.4.3 Uji Kuat Lentur

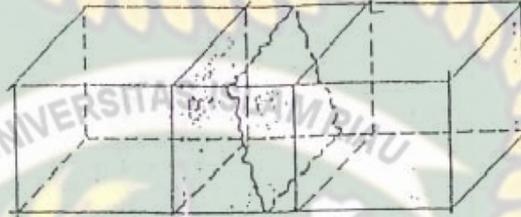
Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997). Pada saat pengujian kuat lentur beton terjadi defleksi pada bidang balok beton. Menurut Nugraha dan Antoni (2007), kuat lentur beton dihitung sesuai dengan lokasi keruntuhan pada benda uji. Besarnya kuat lentur beton (*Modulus Of Rapture*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Apabila keruntuhan terjadi pada bagian tengah bentang

$$fr = \frac{P.L}{b.d^2} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

- f_r = *Modulus of Rapture* (MPa)
 P = Beban Maksimum (N)
 L = Panjang Bentang (mm)
 b = Lebar Spesimen (mm)
 d = Tinggi Spesimen (mm)



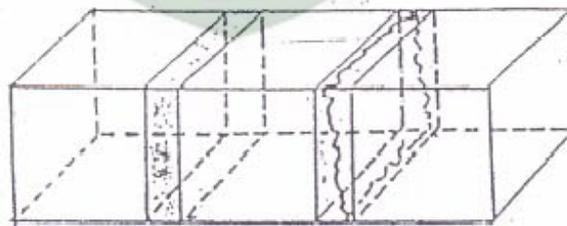
Gambar 3. 1 Keruntuhan Terjadi di Bagian Tengah (SNI 03-4431-1997)

2. Apabila keruntuhan terjadi pada bagian tarik di luar tengah bentang

$$f_r = \frac{3.P.a}{b.d^2} \dots\dots\dots(3.15)$$

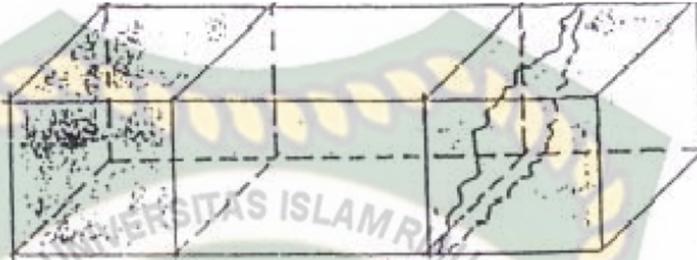
Keterangan :

- f_r = *Modulus of Rapture* (MPa)
 P = Beban Maksimum (N)
 L = Panjang Bentang (mm)
 b = Lebar Spesimen (mm)
 d = Tinggi Spesimen (mm)
 a = Jarak rata – rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik specimen (mm)



Gambar 3. 2 Keruntuhan Terjadi Pada Bagian Tarik Di Luar Tengah Bentang (SNI 03-4431-1997)

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dapat digunakan.



Gambar 3. 3 Keruntuhan Di Luar 1/3 Lebar Pusat Pada Bagian Tarik Beton (SNI 03-4431-1997)

Pada pengujian kuat lentur beton digunakan dial gauge sebagai bacaan dari hasil pembebanan. Metode pengujian ini menggunakan 2 titik pembebanan dan 2 titik perletakan dalam permodelan pengujiannya. Jarak antara titik – titik terdekat pada pengujian adalah panjang bentang (L) dibagi 3.

Menurut ACI 318M-05 pendekatan antara hubungan kuat lentur dan kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(3.16)$$

Keterangan :

f_r = *Modulus of Rapture* (MPa)

f'_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

3.5 Perawatan Beton

Hidrasi semen terjadi karena keberadaan kelembapan pada suhu-suhu diatas 50°F. Adalah perlu untuk mempertahankan suatu kondisi demikian dalam upaya agar reaksi kimia dapat terjadi. Jika pengeringan terlalu cepat, retak permukaan terjadi. Hal ini akan mengakibatkan pengurangan terhadap kekuatan beton yang disebabkan oleh retakm demikian juga kegagalan didalam mencapai hidrasi kimia sepenuhnya.

Adapun metoda-metoda yang dapat digunakan untuk memudahkan kondisi-kondisi perawatan yang baik:

1. Menyemprot secara terus menerus dengan air
2. Merendam dengan air
3. Menyelimuti beton dengan karung basah, lapisan plastic atau kertas perawatan kedap air
4. Dengan menggunakan senyawa-senyawa perawatan pembentuk membran cair untuk mempertahankan kelembapan awal dalam beton basah
5. Perawatan uap

3.6 Bahan Tambah

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah dektillitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 1995).

3.6.1 Limbah Kerang

Kerang adalah hewan air yang termasuk hewan bertubuh lunak (*Moluska*) dan termasuk ke kelas *Bivalva* yang memiliki sepasang cangkang (*Bivalva* berarti dua cangkang). Nama lainnya adalah *Lamellibranchia*, *Pelecypoda*, atau *Bivalve*. Dalam pengertian paling luas, kerang berarti semua moluska dengan sepasang cangkang. Kata kerang dapat pula berarti semua kerang-kerangan yang hidupnya menempel pada suatu objek. Kedalamnya termasuk jenis-jenis yang dapat dimakan, seperti kerang darah dan kerang hijau. Dalam pengertian yang lebih sempit. Yang dimaksud dengan kerang adalah kerang darah (*Anadara Granosa*), sejenis kerang budidaya yang umum dijumpai di wilayah Indo-Pasifik dan banyak dijual diwarung atau rumah makan yang menjual hasil laut.

Kulit kerang terbagi dalam dua belahan yang diikat oleh ligamen sebagai pengikat yang kuat dan elastis. Ligamen ini biasanya selalu terbuka, apabila diganggu maka akan menutup.

Cangkang terdiri atas tiga lapisan, yaitu (Hudaya, 2010):

- a. Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit yang melindungi.
- b. Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat.
- c. Lapisan dalam terdiri dari *mother of pearl*, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua.

Penggunaan kerang sebagai bahan substitusi pada beton apat dilakukan dengan menghancurkan kerang untuk dijadikan pengganti agregat dan bisa dengan menghancurkan kerang hingga menjadi serbuk sebagai substitusi semen.

Menurut (Setyaningrum, 2009) kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%. Komposisi kimia serbuk kulit kerang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Komposisi Kimia Serbuk Kulit Kerang (Setyaningrum, 2009)

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

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa kandungan komposisi kimia dalam serbuk kulit kerang hampir sama dengan kandungan komposisi kimia yang terkandung dalam semen. Dan diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

3.6.1.1 Jenis-jenis Kerang

Menurut (Hudaya, 2010) kerang merupakan sumber bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena mengandung protein dan lemak. Jenis kerang yang sering menjadi olahan masyarakat,

yaitu kerang hijau (*Mytilus viridis*), kerang darah (*Anadara Granosa*), dan kerang bulu (*Anadara antiquata*).

1. Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Cangkang kerang darah memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Rusuk pada kedua belahan cangkangnya sangat menonjol. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibandingkan dengan tinggi tonjolan (umbone). Setiap belahan cangkang memiliki 19-23 rusuk.

Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13-28g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan pH 7,5-8,4.

Kematangan gonad terjadi pada saat kerang darah mencapai ukuran panjang 18-20 mm. Gambar kerang darah dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Kerang Darah (Hudaya, 2010)

3.6.2 Gula

Penggunaan bahan tambahan biasanya digunakan untuk memperbaiki kelecakan beton, proses pengerasan beton, penghematan harga beton, memperpanjang waktu pengerasan dan pengikatan dan sebagainya (Susilorini dan Suwarno, 2009).

Retarder campuran beton berfungsi untuk memperlambat pengerasan beton dan untuk menghambat kenaikan temperatur (Crosswell, 2007). Bahan tambah ini terdiri dari berbagai jenis asam dan gula atau turunan-turunan dari gula.

Bahan tambah berbasis gula terdiri dari sukrosa, larutan tebu dan gula. Kandungan lignin yang terdapat pada larutan tebu dapat meningkatkan ikatan

antar partikel pada beton. Bahan tambah berbasis gula memiliki kemampuan mengikat C-S-H sehingga beton dengan bahan tambah tersebut dapat memiliki kekuatan yang lebih tinggi (Pertiwi, 2011).

Penambahan gula ke dalam campuran beton akan menyebabkan interaksi antara gula dan C_3A (*tricalcium aluminat*). Dalam kasus pemerlambatan pengerasan beton, interaksi ini akan menghambat pembentukan secara cepat fase kubik C_3AH_6 dan menyebabkan pembentukan fase heksagonal C_4AH_{13} .

Gula dapat digunakan sebagai bahan *additive retarder*. Bahan *additive retarder* umumnya merupakan senyawa polihidroksil, dimana polihidroksil ini bisa didapat dari varian monosakarida (bisa didapat dari gula pasir). Monosakarida bersifat manis, larut dalam air serta bersifat kristalin setelah didapat polihidroksil dari gula, pada dosis yang terukur. manfaat utama retarder ini adalah untuk *setting* waktu yang lebih lama bagi reaksi hidrasi sehingga menguntungkan banyak hal antara lain (Eswahyudi, 2015):

- a. Mudah dalam pelaksanaan (*improve / high workability*)
- b. Struktur dan tekstur beton lebih padat
- c. Akibat dari struktur dan tekstur yang merata, maka kekuatan beton meningkat
- d. Dapat menghambat proses infiltrasi klorida yang dapat merusak (korosi tulangan)
- e. Beton lebih tahan lama.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Teknik Sipil Islam Universitas Riau. Waktu Penelitian dilakukan pada 13 Desember 2019 sampai dengan 5 Maret 2020.

4.2 Jenis Penelitian

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen yang dimaksud yaitu penelitian dengan tujuan menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan dasar pembentuk beton termasuk bahan limbah kerang dan bahan tambah gula, pengujian kuat tekan dan lentur beton.

4.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat Halus

Agregat Halus yang peneliti gunakan berasal dari PT. RMB (Riau Mas Bersaudara).

2. Agregat Kasar

Agregat Kasar yang peneliti gunakan berasal dari PT. RMB (Riau Mas Bersaudara).

3. Semen

Semen yang peneliti gunakan adalah semen *Portland PCC* dari PT Semen Padang.

4. Air

Air yang peneliti gunakan berasal dari sumur bor Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru.

5. Bahan Tambah

Bahan tambah yang peneliti gunakan adalah limbah kulit kerang dan gula. Limbah kulit kerang yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus berasal dari daerah Bagansiapiapi dan gula yang digunakan sebagai alternatif zat *additive* adalah merk Gulaku.

4.4 Peralatan Penelitian

1. Cawan

Alat ini digunakan sebagai wadah uji sebelum melakukan pengujian. Cawan tersebut terbuat dari alumunium yang tahan panas sehingga tidak akan mempengaruhi keadaan benda uji tersebut, ukurannya berbeda-beda.



Gambar 4.1 Cawan Alumunium (Peneliti, 2020)

2. Oven

Sebagai tempat mengeringkan agregat halus dan kasar, yang dilengkapi dengan pengaturan suhu. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi bahan uji sampai $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.2 Oven yang digunakan dalam pengeringan Agregat (Peneliti, 2020)

3. Tongkat Pematik

Tongkat pemadat yang digunakan terbuat dari baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm, yang digunakan pada beberapa jenis pengujian seperti pengujian berat volum agregat dan pengujian *slump*.



Gambar 4.3 Tongkat Pematik (Peneliti,2020)

4. Penggaris

Penggaris terbuat dari bahan stainless. Digunakan untuk mengukur penurunan *slump*.



Gambar 4.4 Penggaris (Peneliti, 2020)

5. Saringan

Saringan yang dipakai dalam penelitian ini adalah saringan no. 1 ½" (40 mm), ¾" (20 mm), ⅜" (10 mm), no. 4 (4,8 mm), no.8 (2,4 mm), no. 16 (1,2 mm), no. 40 (0,6 mm), no. 60 (0,25 mm), no. 100 (0,15 mm), no.200 (0,075 mm). Saringan digunakan untuk mengayak agregat kasar dan agregat halus agar mendapatkan analisa saringan.



Gambar 4.5 Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (Peneliti, 2020)

6. Wadah

Wadah berbentuk silinder yang terbuat dari baja dengan tinggi 155 mm dan diameter 158 mm, digunakan untuk pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar.



Gambar 4.6 Wadah Besi (Peneliti, 2020)

7. Timbangan

Timbangan harus mempunyai ketelitian 0,3% dari berat yang ditimbang atau 0,1% dari kapasitas maksimum timbangan. Timbangan yang digunakan ada 2 jenis, yaitu :

- a. Timbangan manual dengan kapasitas 20 kg.



Gambar 4.7 Timbangan Manual (Peneliti, 2020)

- b. Timbangan digital dengan kapasitas 2 kg.



Gambar 4.8 Timbangan digital (Peneliti, 2020)

8. Piknometer

Piknometer terbuat dari bahan kaca yang mempunyai skala penunjuk yang nantinya digunakan sebagai alat pengukuran.



Gambar 4.9 Piknometer (Peneliti, 2020)

9. Alat Uji *Slump*

Alat ini terbuat dari baja yang berbentuk kerucut dengan tebal 2 mm, diameter atas 100 mm, diameter 200 mm.



Gambar 4.10 Kerucut Alat Uji *Slump* (Peneliti, 2020)

10. Cetakan Beton

Cetakan beton terbuat dari baja. Di penelitian ini peneliti menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dan berbentuk balok dengan ukuran 150 mm x 150mm x 600 mm yang berfungsi untuk mencetak beton setelah pengadukan beton segar selesai.



Gambar 4.11 Cetakan Beton Bentuk Silinder (Peneliti, 2020)



Gambar 4.12 Cetakan Beton Bentuk Balok (Peneliti, 2020)

11. Mesin Getar

Mesin getar berfungsi memadatkan beton segar yang telah dimasukkan ke dalam cetakan dan juga mengeluarkan gelembung udara yang ada di dalam cetakan.



Gambar 4.13 Mesin Getar (Peneliti, 2020)

12. Kerucut Terpancung

Kerucut terpancung digunakan saat pengujian berat jenis agregat halus, yaitu untuk memeriksa keadaan kering permukaan jenuh agregat halus.

Terbuat dari baja dengan diameter bawah 80 mm, atas 35 mm, tinggi 70 mm, tebal 1 mm.



Gambar 4.14 Kerucut Terpancung (Peneliti, 2020)

13. Mesin Los Angeles

Mesin los angeles berfungsi untuk menguji abrasi agregat kasar. Mesin ini terbuat dari baja dan dilengkapi bola-bola baja di dalamnya.



Gambar 4.15 Mesin Los Angeles (Peneliti, 2020)

14. Alat Vicat Beton

Alat ini berfungsi untuk menentukan konsistensi normal dan waktu pengikatan awal semen.



Gambar 4.16 Alat Vicat Beton (Peneliti, 2020)

15. Mesin Pengaduk Beton

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk bahan-bahan pembuat beton.



Gambar 4.17 Mesin Pengaduk (Peneliti, 2020)

16. Mesin Kuat Tekan Beton

Mesin kuat tekan beton berfungsi menguji kuat tekan beton. Alat ini terbuat dari baja dan mempunyai pengatur beban.



Gambar 4.18 Mesin Kuat Tekan Beton (Peneliti, 2020)

17. Mesin Kuat Lentur Beton

Mesin Kuat Lentur Beton berfungsi untuk menguji kuat lentur beton.



Gambar 4.19 Mesin Kuat Lentur Beton (Peneliti, 2020)

18. Bak Perendam

Bak perendam berfungsi untuk perawatan beton yang sudah dicetak, beton direndam sesuai hari perencanaan.



Gambar 4.20 Bak Perendam (Peneliti, 2020)

19. Alat Pendukung

Alat-alat pendukung antara lain cangkul, skop, sendok semen dan lain sebagainya. Penggunaan peralatan tersebut pada pemeriksaan agregat dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagian-bagian berikut ini :

a. Analisa Saringan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan 0,1% dari benda uji.
- 2) Satu set saringan no. 1 ½” (40 mm), ¾” (20 mm), ⅜”(10 mm), no. 4 (4,8 mm), no.8 (2,4 mm), no. 16 (1,2 mm), no. 40 (0,6 mm), no. 60 (0,25 mm), no. 100 (0,15 mm), no.200 (0,075 mm).
- 3) Oven dengan suhu $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$.
- 4) Cawan.
- 5) Sikat untuk saringan, sendok dan serta alat lainnya.

b. Pemeriksaan Berat Isi

Peralatan yang digunakan antara lain :

- 1) Timbangan 0,1% dari benda uji.
- 2) Wadah baja berbentuk silinder.
- 3) Tongkat pemadat yang terbuat dari baja dengan diameter 15 mm, panjang 60 cm.

c. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Peralatan yang digunakan sebagai berikut :

- 1) Keranjang kawat berukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas ± 5 kg.
- 2) Timbangan dengan kapasitas 20 kg untuk menimbang agregat kasar.
- 3) Piknometer untuk mencari berat isi agregat halus
- 4) Kerucut terpancung (*cone*) dengan diameter bawah 80 mm, atas 35 mm, tinggi 70 mm, tebal 1 mm.
- 5) Saringan no. 4 (4,8 mm).
- 6) Oven dengan suhu $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C.
- 7) Cawan.

8) Air suling.

9) Bejana air.

d. Pemeriksaan Kadar Lumpur

1) Saringan no. 200 (0,075 mm).

2) Wadah untuk mencuci benda uji (cawan).

3) Timbangan.

4) Oven dengan suhu $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$

e. Pengujian Konsistensi Normal

Peralatan yang digunakan sebagai berikut :

1) *Mixer*

2) Semen PCC

3) Alat Vicat Beton

f. Pengujian Waktu Ikat Awal Semen (Setting Time)

Peralatan yang digunakan sebagai berikut :

1) Semen PCC

2) Bahan Tambah Gula

3) Alat Vicat Beton

g. Pengujian *Slump*

Peralatan yang digunakan sebagai berikut :

1) Kerucut *abrams*.

2) Alat ukur / penggaris.

3) Alat perata (sendok semen).

4) Skop atau cangkul.

5) Tongkat pemadat berupa batang baja.

h. Penimbangan Berat Gula

Peralatan yang digunakan antara lain :

1) Timbangan digital dengan ketelitian 0,1%

i. Pekerjaan Benda Uji

Peralatan yang digunakan antara lain :

1) Sendok

2) Cetakan beton berbentuk silinder (150 mm x 300 mm)

- 3) Tongkat pemadat yang terbuat dari baja.
- 4) Alat penggetar berbentuk meja untuk memadatkan beton.

4.5 Proses Pengolahan Limbah Kulit Kerang

Proses pengolahan limbah kulit kerang sampai menjadi agregat halus adalah sebagai berikut

1. Membersihkan limbah kulit kerang

Limbah kulit kerang yang sudah dikumpulkan kemudian dimasukan kedalam wadah yang besar untuk dibersihkan menggunakan air bersih. Pembersihan limbah kulit kerang dilakukan sampai kotoran yang menempel pada kulit kerang terlepas. Proses pembersihan limbah kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 2.20



Gambar 4.21 Pembersihan Limbah Kulit Kerang (Peneliti,2020)

2. Pembakaran limbah kulit kerang

Limbah kulit kerang yang telah dibersihkan kemudian disebar di atas seng. Selanjutnya limbah kulit kerang dibakar di atas api tungku yang telah peneliti siapkan. Proses pembakaran limbah kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 2.21



Gambar 4.22 Pembakaran Limbah Kulit Kerang (Peneliti,2020)

3. Menumbuk kulit kerang

Limbah kulit kerang yang telah selesai dibakar kemudian didiamkan terlebih dahulu sampai bisa dipegang. Setelah limbah kulit kerang bisa dipegang selanjutnya limbah kulit kerang ditumbuk menggunakan lesung kayu sampai bentuk dari limbah kulit kerang menyerupai agregat halus. Proses penumbukkan limbah kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 2.22



Gambar 4.23 Penumbukkan Limbah Kulit Kerang (Peneliti,2020)

4.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang penulis gunakan adalah sebagai berikut :

1. Teknik Laboratorium

Laboratorium adalah tempat eksperimen, riset ilmiah, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah dilakukan. Laboratorium dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut secara terkendali.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara pengkajian teori-teori dan persyaratan teknis yang relevan dengan judul penelitian, juga sebagai materi untuk melakukan pengamatan.

4.7 Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan

Meliputi pengurusan izin pemakaian laboratorium, persiapan material, bahan tambahan, dan persiapan peralatan.

2. Pemeriksaan material

Pemeriksaan material terdiri dari analisa saringan, berat volum, berat jenis, kadar air, dan kadar lumpur.

3. Perencanaan Campuran Beton

Metode yang digunakan dalam perhitungan campuran beton (*mix design*) berdasarkan SNI 03-2834-2000.

4. Pembuatan Beton Segar

Dalam pembuatan beton segar ini menggunakan mesin pengaduk beton.

5. Pengadukan Beton

Dalam penelitian ini pembuatan beton segar menggunakan mesin molen dengan waktu \pm 10 menit.

6. Pengujian Nilai *Slump* Test

Pengujian *slump* test ini bertujuan untuk mengukur kelecakan beton segar yang berhubungan dengan tingkat kemudahan dalam pelaksanaannya.

7. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji terdiri dari 2 jenis pengujian, yaitu :

- a. Benda uji untuk pengujian kuat tekan beton, menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm, dengan 3 benda uji setiap variasi sampel.
- b. Benda uji untuk pengujian kuat lentur beton, dengan menggunakan cetakan balok dengan ukuran 150 mm x 300 mm x 600 mm, dengan 3 benda uji setiap variasi sampel.

Jumlah benda uji penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji Penelitian (Peneliti,2020)

| No. | Jumlah Persentase Limbah Kulit Kerang dan Persentase Penambahan Gula Pasir | Jumlah Sampel Kuat Tekan | Jumlah Sampel Lentur | Umur Perawatan (Hari) |
|---------------------|--|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Beton Normal | 3 | 3 | 28 |
| 2 | Limbah Kulit Kerang 10 % + Gula 0,05% | 3 | 3 | 28 |
| 3 | Limbah Kulit Kerang 10 % + Gula 0,1% | 3 | 3 | 28 |
| 4 | Limbah Kulit Kerang 10 % + Gula 0,15% | 3 | 3 | 28 |
| Total Jumlah Sampel | | 12 | 12 | |

8. Perawatan (*Curing*)

9. Pada penelitian ini perawatan yang digunakan adalah perendaman dalam air, di bak perendaman Laboratorium Teknik Universitas Islam Riau dengan umur 28 hari.

10. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mencari perbandingan nilai kuat tekan beton yang direncanakan dengan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari.

11. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat halus dan penambahan gula pada kuat lentur beton.

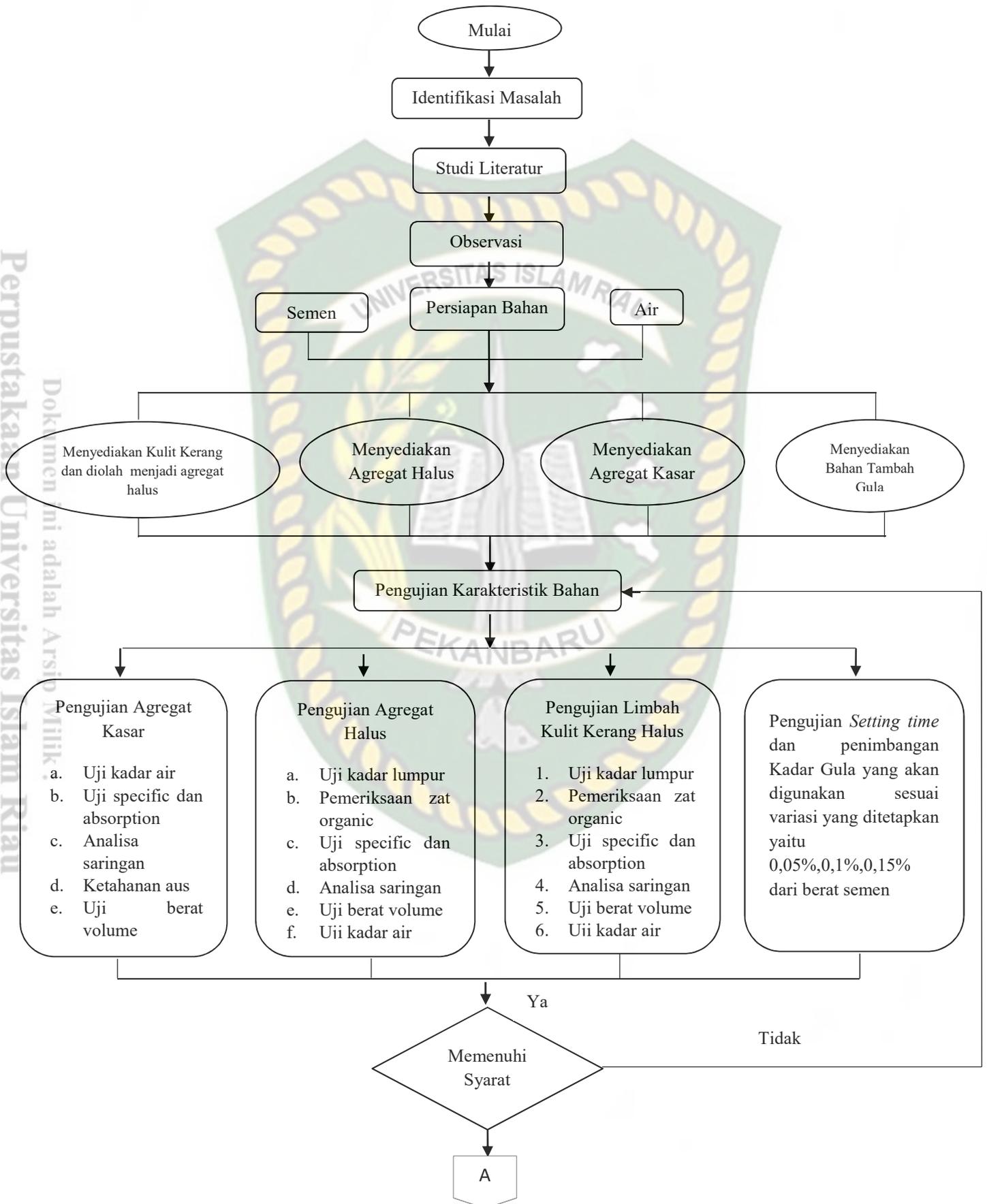
12. Hasil dan Pembahasan

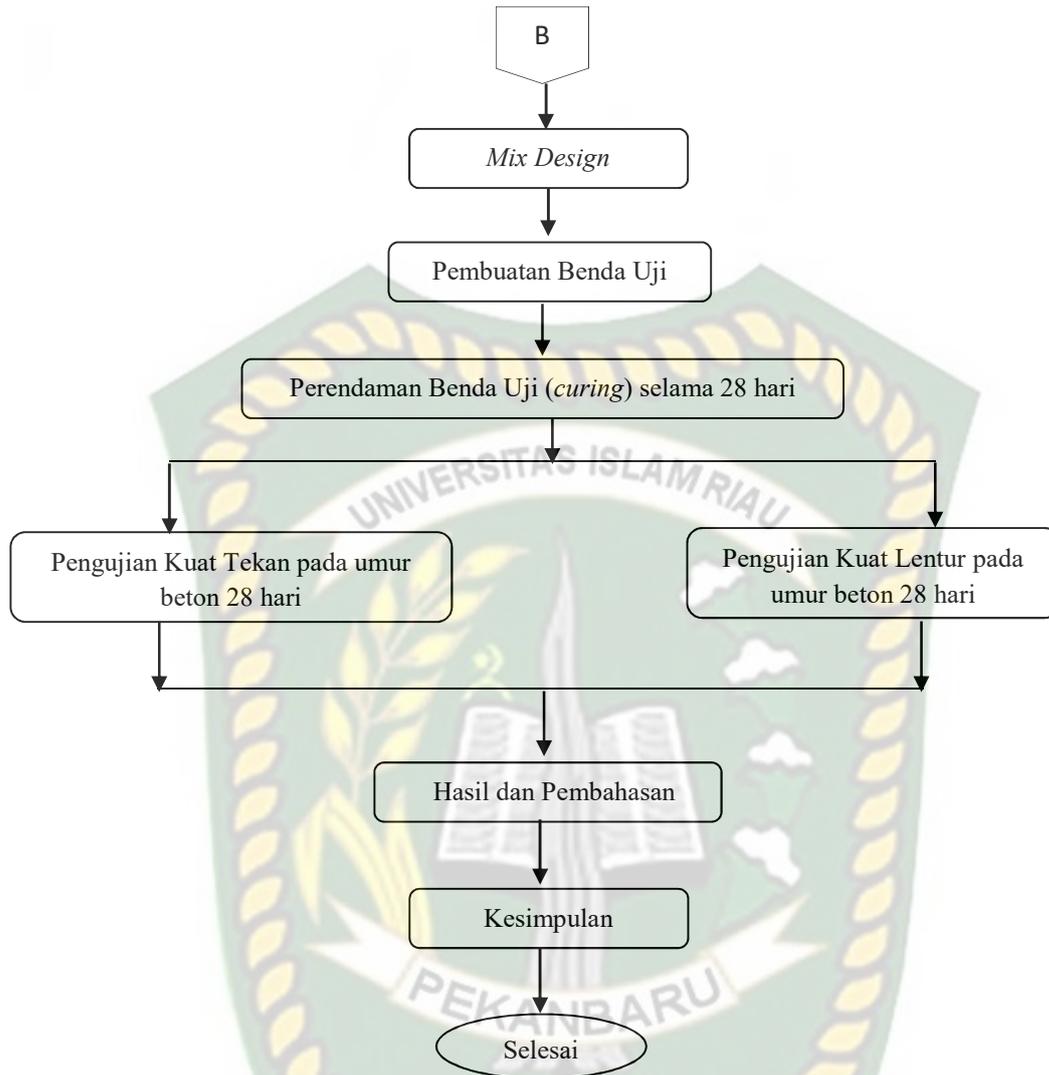
Analisa dan pembahasan didapat setelah pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton.

13. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran bertujuan menyimpulkan apa yang telah didapat dari hasil penelitian dan memberi saran kepada peneliti selanjutnya.

4.8 Tahapan Penelitian





Gambar 4.24 Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Material Benda Uji

Hasil pemeriksaan material pada penelitian ini, diantaranya adalah pemeriksaan analisa saringan agregat halus, agregat kasar dan limbah kulit kerang. Pemeriksaan berat jenis agregat halus agregat kasar, dan limbah kulit kerang. Pemeriksaan berat volum agregat halus agregat kasar dan limbah kulit kerang. Pemeriksaan kadar air agregat halus, agregat kasar dan limbah kulit kerang. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus agregat kasar dan limbah kulit kerang. Pemeriksaan keausan agregat kasar. Pemeriksaan waktu ikat awal (*Setting Time*).

5.1.1 Hasil Pemeriksaan Saringan Agregat Halus

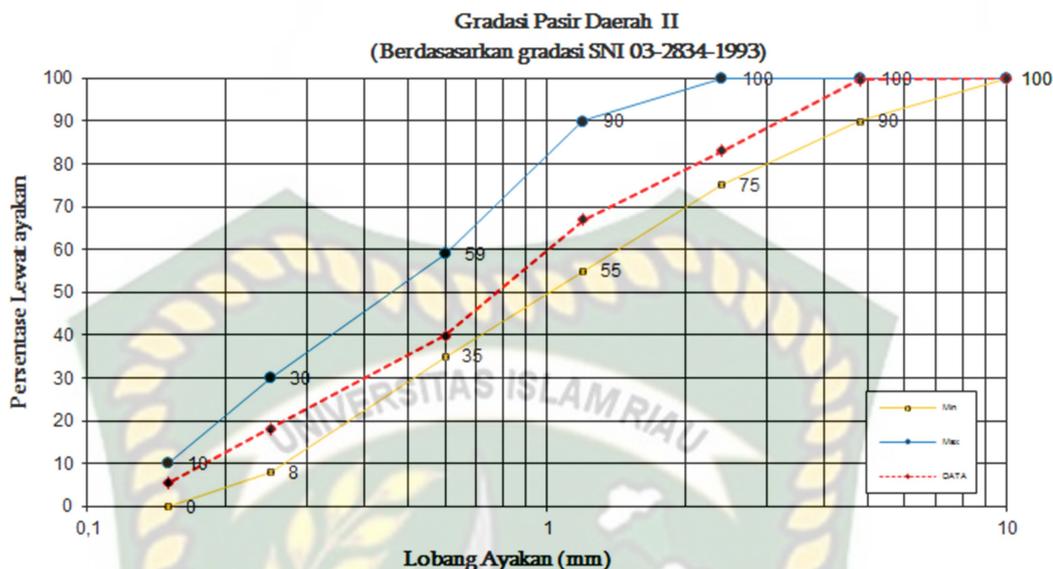
Gradasi agregat halus dinyatakan dengan nilai persentase banyaknya agregat halus yang tertahan atau melewati suatu susunan saringan no. 4 (4,8 mm). Hasil analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Persentase Lolos Agregat Halus

| Nomor Ayakan | 1 | 1/2 | 3/4" | 3/8" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 |
|--------------------|------|-----|------|-------|-------|-------|-----|-------|------|-------|------|
| Ukuran Ayakan (mm) | 38 | 19 | 9,6 | 4,8 | 2,4 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,15 | 0,075 | |
| Lolos (%) | 100 | 100 | 100 | 99,66 | 83,16 | 66,94 | 40 | 18,34 | 5,42 | 2,68 | |
| Modulus | 2,87 | | | | | | | | | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Hasil Tabel 5.1 pemeriksaan analisa saringan digunakan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus dan menentukan batas gradasi dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Persentase Lolos Agregat Halus Daerah II (Peneliti, 2020)

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa persentase lolos agregat halus memenuhi persyaratan batas gradasi agregat halus daerah II. Dapat dilihat saringan ukuran 38 mm; 19 mm; 9,6 mm masing-masing persentase lolos sebesar 100%. Saringan ukuran 4,8 mm persentase lolos sebesar 99,66%. Saringan ukuran 2,4 mm persentase lolos sebesar 83,16%. Saringan ukuran 1,2 mm persentase lolos sebesar 66,94%. Saringan ukuran 0,6 mm persentase lolos sebesar 40%. Saringan ukuran 0,3 mm persentase lolos sebesar 18,34%. Saringan ukuran 0,15 mm persentase lolos sebesar 5,42%. Saringan ukuran 0,075 mm persentase lolos sebesar 2,68%. Dari Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa persentase lolos saringan agregat halus berada diantara batas maksimum dan minimum pada setiap ukuran saringan.

Nilai dari modulus kehalusan agregat halus pada penelitian ini sebesar 2,87%, agregat ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 1,5 s/d 3,8. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran B-1.

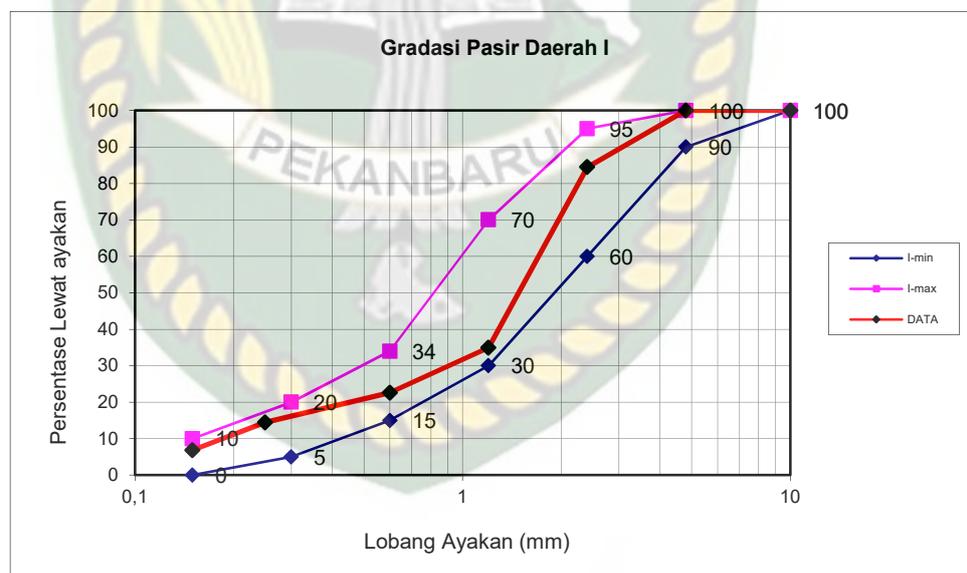
Hasil analisa saringan limbah kulit kerang sebagai agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Persentase Lolos Limbah Kulit Kerang Sebagai Agregat Halus

| Nomor Ayakan | 1½" | ¾" | ⅜" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 |
|--------------------|------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Ukuran Ayakan (mm) | 38 | 19 | 9,6 | 4,8 | 2,4 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,15 | 0,075 |
| Lolos (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 84,46 | 34,96 | 22,60 | 14,46 | 6,86 | 0,54 |
| Modulus | 3,37 | | | | | | | | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Hasil Tabel 5.2 pemeriksaan analisa saringan limbah kulit kerang sebagai agregat halus digunakan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus dan menentukan batas gradasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.

**Gambar 5.2** Grafik Persentase Lolos Agregat Halus Daerah I (Peneliti, 2020)

Berdasarkan Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa persentase lolos limbah kulit kerang sebagai agregat halus memenuhi persyaratan batas gradasi agregat halus daerah I. Dapat dilihat saringan ukuran 38 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm masing-masing persentase lolos sebesar 100%. Saringan ukuran 2,4 mm persentase lolos sebesar 84,46%. Saringan ukuran 1,2 mm persentase lolos

sebesar 34,96%. Saringan ukuran 0,6 mm persentase lolos sebesar 22,60%. Saringan ukuran 0,3 mm persentase lolos sebesar 14,46%. Saringan ukuran 0,15 mm persentase lolos sebesar 6,86%. Saringan ukuran 0,075 mm persentase lolos sebesar 0,54%. Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa persentase lolos saringan agregat halus berada diantara batas maksimum dan minimum pada setiap ukuran saringan.

Nilai dari modulus kehalusan limbah kulit kerang sebagai agregat halus agregat halus pada penelitian ini sebesar 3,37%, agregat ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 1,5 s/d 3,8. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran B-2.

5.1.2 Hasil Pemeriksaan Saringan Agregat Kasar

Pada penelitian ini menggunakan kombinasi agregat kasar ukuran 2/3 sebanyak 30% dan agregat kasar ukuran 1/2 sebanyak 70 %. Hasil analisa saringan agregat kasar ukuran 2/3 dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Persentase Lolos Agregat Kasar Ukuran 2/3.

| Nomor | 1 | | | | | | | | | | |
|----------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|
| Ayakan | 1/2 | 3/4" | 3/8" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 | |
| | " | | | | | | | | | | |
| Ukuran | | | | | | | | | | | |
| Ayakan | 38 | 19 | 9,6 | 4,8 | 2,4 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,15 | 0,075 | |
| (mm) | | | | | | | | | | | |
| Lolos | | | | | | | | | | | |
| (%) | 100 | 11,29 | 0,63 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,53 | 0,52 | 0,34 | 0,18 | |
| Modulus | 7,85 | | | | | | | | | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa persentase lolos agregat kasar ukuran 2/3 saringan ukuran 38 mm persentase lolos 100%. Saringan ukuran 19 mm persentase lolos sebesar 11,29%. Saringan ukuran 9,6 mm persentase lolos sebesar 0,63%. Saringan ukuran 4,8 mm persentase lolos 0,57%. Saringan

ukuran 2,4 mm persentase lolos sebesar 0,56%. Saringan ukuran 1,2 mm persentase lolos sebesar 0,55%. Saringan ukuran 0,6 mm persentase lolos sebesar 0,53%. Saringan ukuran 0,3 mm persentase lolos sebesar 0,52%. Saringan ukuran 0,15 mm persentase lolos sebesar 0,34%. Saringan ukuran 0,075 mm persentase lolos sebesar 0,18%.

Nilai dari modulus kehalusan agregat kasar ukuran 2/3 pada penelitian ini sebesar 7,85%, agregat ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 5 s/d 8. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran B-6. Hasil Tabel 5.3 Pemeriksaan analisa saringan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat kasar ukuran 2/3 dan menentukan batas gradasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Persentase Lolos Agregat 2/3 (Peneliti, 2020)

Dari Gambar 5.3 dapat diketahui bahwa persentase lolos agregat kasar ukuran 2/3 memenuhi persyaratan batas gradasi agregat kasar yaitu ukuran maksimum 40 mm.

Hasil analisa saringan agregat kasar ukuran 1/2 dapat dilihat pada tabel 5.4.

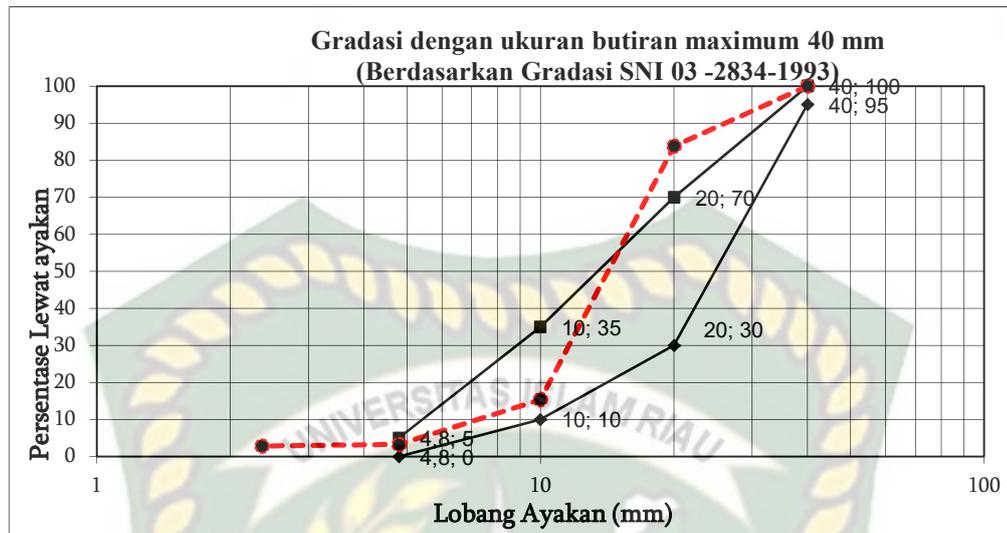
Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Persentase Lolos Agregat Kasar Ukuran 1/2

| Nomor | 1 | | | | | | | | | |
|--------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Ayakan | 1/2" | 3/4" | 3/8" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 |
| Ukuran | | | | | | | | | | |
| Ayakan (mm) | 38 | 19 | 9,6 | 4,8 | 2,4 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,15 | 0,075 |
| Lolos (%) | 100 | 83,80 | 15,39 | 3,30 | 2,83 | 2,76 | 2,41 | 2,08 | 1,39 | 0,86 |
| Modulus | 6,86 | | | | | | | | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa persentase lolos agregat kasar ukuran 1/2 saringan ukuran 38 mm persentase lolos 100%. Saringan ukuran 19 mm persentase lolos sebesar 83,80%. Saringan ukuran 9,6 mm persentase lolos sebesar 15,39%. Saringan ukuran 4,8 mm persentase lolos 3,30%. Saringan ukuran 2,4 mm persentase lolos sebesar 2,83%. Saringan ukuran 1,2 mm persentase lolos sebesar 2,76%. Saringan ukuran 0,6 mm persentase lolos sebesar 2,41%. Saringan ukuran 0,3 mm persentase lolos sebesar 2,08%. Saringan ukuran 0,15 mm persentase lolos sebesar 1,39%. Saringan ukuran 0,075 mm persentase lolos sebesar 0,86%.

Nilai dari modulus kehalusan agregat kasar ukuran 1/2 pada penelitian ini sebesar 6,86%, agregat ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 5 s/d 8. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran B-4. Hasil Tabel 5.4 Pemeriksaan analisa saringan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat kasar ukuran 1/2 dan menentukan batas gradasi dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Persentase Lolos Agregat 1/2 (Peneliti, 2020)

Dari Gambar 5.3 dapat diketahui bahwa persentase lolos agregat kasar ukuran 1/2 memenuhi persyaratan batas gradasi agregat kasar yaitu ukuran maksimum 40 mm.

5.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Air

Kadar air pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran beton sesuai perbandingan air atau FAS Hasil pemeriksaan kadar air dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat

| Material | Kadar Air (%) | Nilai Standar (%) | Keterangan |
|-------------------|---------------|-------------------|------------|
| Agregat Halus | 5,11 | 3-5 | Tidak Ok |
| Limbah Kulit | 0,0 | 3-5 | Tidak Ok |
| Kerang | | | |
| Agregat Kasar 2/3 | 0,62 | 3-5 | Tidak Ok |
| Agregat Kasar 1/2 | 1,18 | 3-5 | Tidak Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.5 dapat diketahui bahwa hasil pemeriksaan kadar air agregat halus adalah sebesar 5,11 % yang mana dapat dilihat Lampiran B-8. Kadar air agregat halus tidak memenuhi standar SNI 03-4142-1996 spesifikasi kadar air yaitu 3 s/d 5%. Dari hasil pemeriksaan tersebut nilai kadar air untuk agregat

halus melebihi standar sehingga agregat halus harus dijemur dahulu hingga mencapai kondisi SSD sebelum melakukan pengocoran.

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar ukuran 2/3 adalah sebesar 0,62 dan agregat kasar ukuran 1/2 adalah sebesar 1,18 % yang mana dapat dilihat Lampiran B-9. Kadar air agregat kasar tidak memenuhi standar SNI spesifikasi kadar air yaitu 3 s/d 5%. Untuk hasil pemeriksaan agregat kasar nilai kadar air yang terkandung berada dibawah standar, hal ini dikarenakan jenis batu yang digunakan adalah batu pecah gunung yang mana air yang terkandung didalam batu gunung memang kecil karena batu gunung memiliki molekul lebih padat sehingga tidak banyak air yang terkandung didalamnya.. Hasil pemeriksaan kadar air limbah kulit kerang adalah sebesar 0%, hal ini disebabkan karena limbah kerang dibakar dahulu sebelum proses pemecahan menjadi seperti agregat halus, sehingga kadar air dalam kulit kerang sudah habis.

5.1.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Serta Penyerapan Material

Berat Jenis yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah *Bulk Specific Gravity on SSD*. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan limbah kulit kerang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

| Jenis Pemeriksaan | Satuan | Hasil Pengujian | | Nilai Standar (%) | Keterangan | |
|-----------------------------|--------|-----------------|---------------------|-------------------|------------|----|
| | | Agregat Halus | Limbah Kulit Kerang | | | |
| Berat Jenis Semu | gr | 2,67 | 2,72 | 2,5-2,7 | Ok | Ok |
| Berat Jenis Permukaan Jenuh | gr | 2,60 | 2,60 | 2,5-2,7 | Ok | Ok |
| Berat Jenis Penyerapan | gr | 2,56 | 2,52 | 2,5-2,7 | Ok | Ok |
| | % | 1,65 | 2,88 | 2-7 | Tidak Ok | Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.6 dapat diketahui hasil pemeriksaan berat jenis untuk agregat halus dan limbah kulit kerang didapat Berat Jenis SSD rata-rata sebesar 2,60 kg/ltr dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya sesuai dengan standar. Penyerapan (*Absorption*) agregat halus yang didapat dari hasil pengujian adalah 1,65% nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi, namun untuk penyerapan (*Absorption*) limbah kulit kerang adalah 2,88%, nilai ini memenuhi standar spesifikasi penyerapan yang telah ditentukan yaitu 2 s/d 7%. Absorpsi agregat ini akan mempengaruhi daya lekat antara agregat dengan pasta semen. Data perhitungan dapat dilihat pada Lampiran B-9 .

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar ukuran 1/2 dan 2/3 dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| Jenis Pemeriksaan | Satuan | Hasil Pengujian | | Nilai Standar (%) | Keterangan |
|-----------------------------|--------|------------------|------|-------------------|------------|
| | | 1/2 | 2/3 | | |
| | | Berat Jenis Semu | gr | | |
| Berat Jenis Permukaan Jenuh | gr | 2,73 | 2,72 | 2,5-2,7 | Tidak Ok |
| Berat Jenis | gr | 2,71 | 2,70 | 2,5-2,7 | Tidak Ok |
| Penyerapan | % | 0,85 | 0,64 | 2-7 | Tidak Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.7 dapat diketahui bahwa hasil dari pemeriksaan berat jenis agregat kasar 1/2 dan 2/3 ini adalah 2,73 gr dan 2,72 gr. Nilai ini tidak sesuai di dalam spesifikasi berat jenis yang ditentukan berdasarkan SNI 03-1970-1990 yaitu 2,5 s/d 2,7 gr/cm³. Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar 1/2 dan 2/3 sebesar 0,85% dan 0,64% . Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan yang telah ditentukan yaitu 2 s/d 7. hal ini bisa saja terjadi karena ada beberapa hal. Menurut SNI-1996-2008 jika material agregat kasar yang digunakan dalam penentuan proporsi campuran beton, tidak memenuhi syarat yang ditentukan yaitu sebesar 2,5-2,7 Hal ini biasanya bisa

saja terjadi karena air mungkin tidak mungkin mampu masuk sampai pusat butiran dalam waktu perendaman seperti yang disyaratkan (24 jam).

5.1.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur menggunakan metode penjumlahan bahan dalam agregat yang lolos saringan #200 (0,075 mm) yang digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan pengujian dan untuk melakukan jumlah setelah dilakukan pencucian benda uji. Analisa dapat dilihat di Lampiran B-11 dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

| Material | Kadar Lumpur (%) | Nilai Standar (%) | Keterangan |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| Agregat Halus | 4,72 | < 5 | Ok |
| Limbah Kulit Kerang | 4,21 | < 5 | Ok |
| Agregat Kasar 2/3 | 0,82 | < 5 | Ok |
| Agregat Kasar 1/2 | 0,90 | < 5 | Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.8 dapat diketahui bahwa agregat halus, agregat kasar, dan limbah kulit kerang mengandung kadar lumpur memenuhi standar SII.0052 untuk digunakan pada campuran beton.

5.1.6 Hasil Pemeriksaan Berat Volume

Berat isi adalah perbandingan antara berat agregat kering dengan volumennya. Analisa dapat dilihat pada Lampiran B-12. Hasil pemeriksaan berat volume terdiri dari agregat halus, limbah kulit kerang, agregat kasar 2/3 dan agregat kasar 1/2 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Berat Isi Agregat Halus, Limbah Kulit Kerang dan Agregat Kasar

| Material | Berat Isi (gr/cm ³) | | Nilai Standar | Keterangan | |
|---------------------|---------------------------------|---------|---------------|------------|----|
| | Kondisi | Kondisi | | | |
| | Gembur | Padat | | | |
| Agregat Halus | 1,41 | 1,53 | 1,4-1,9 | Ok | Ok |
| Limbah Kulit Kerang | 1,47 | 1,65 | 1,4-1,9 | Ok | Ok |
| Agregat Kasar 2/3 | 1,44 | 1,62 | 1,4-1,9 | Ok | Ok |
| Agregat Kasar 1/2 | 1,42 | 1,61 | 1,4-1,9 | Ok | Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.9 Dapat diketahui bahwa berat volume agregat halus yaitu 1,41 gr/cm³ dalam kondisi gembur dan 1,53 gr/cm³ untuk kondisi padat. Nilai pada kondisi padat dan gembur agregat halus memenuhi standar SNI yaitu 1,4% - 1,9%. Berat volume agregat kasar ukuran 2/3 yaitu 1,44 gr/cm³ dalam kondisi gembur dan 1,62 gr/cm³ dalam kondisi padat. Berat volume agregat kasar ukuran 1/2 yaitu 1,42 gr/cm³ dalam kondisi gembur dan 1,60 gr/cm³ dalam kondisi padat. Nilai pada kondisi gembur dan padat agregat kasar telah memenuhi standar. Untuk berat volume limbah kulit kerang yaitu 1,47 gr/cm³ dalam kondisi gembur dan 1,65 gr/cm³ dalam kondisi padat. Analisa perhitungan dapat dilihat pada Lampiran B-13.

5.1.7 Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Tujuan pemeriksaan keausan agregat kasar ini untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan menggunakan mesin *Los Angeles*. Analisa perhitungan dapat dilihat pada Lampiran B-15. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar ukuran 2/3 dan 1/2 dapat dilihat pada Tabel 5.10 .

Tabel 5.10 Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

| Material | Keausan Agregat (%) | Nilai Standar (%) | Keterangan |
|-------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Agregat Kasar 2/3 | 21,19 | < 40 | Ok |
| Agregat Kasar 1/2 | 16,42 | < 40 | Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.10 Dapat diketahui bahwa agregat kasar ukuran 2/3 memiliki keausan sebesar 21,19% dan agregat ukuran 1/2 sebesar 16,42%. Berdasarkan standar SNI 03-2417-1991 standar keausan agregat kasar adalah < 40%, agregat kasar yang digunakan ini sudah memenuhi standar. Karena nilai keausan agregat sudah memenuhi standar, nilai keausan agregat kasar ini mempengaruhi ke kekuatan agregat dalam beton, sehingga agregat ini dapat dipakai meskipun pada pengujian berat jenis tidak memenuhi standar.

5.1.8 Hasil Pemeriksaan Kadar Organik

Pemeriksaan kadar organik pada agregat halus bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan zat organik terkandung didalam agregat tersebut, semakin tinggi kadar zat organik didalam agregat maka akan mempengaruhi kekuatan pada beton. Standar spesifikasi SNI 03-2816-1992 kadar zat organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna No.3. Analisa hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Pemeriksaan Kadar Organik

| Material | Kadar Organik | Nilai Standar | Keterangan |
|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Agregat Halus | Warna No.2 | Warna No.3 | Ok |
| Limbah Kulit Kerang | Warna No.5 | Warna No.3 | Tidak Ok |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Berdasarkan Tabel 5.11 dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan tidak mengandung zat organik yang tinggi dan memenuhi standar yang ditetapkan sehingga baik digunakan untuk campuran beton, dan kandungan organik pada agregat halus kerang sangat tinggi dikarenakan proses pengolahan limbah kulit kerang dilakukan dengan cara pembakaran, sehingga

silika yang terkandung dalam kulit kerang meningkat, namun masih layak untuk dijadikan campuran agregat halus beton.

5.1.9 Hasil Pemeriksaan Konsistensi Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang diperlukan untuk pengujian waktu ikat semen dan bahan tambah gula. Pada pengujian ini berat semen yang digunakan adalah 650 gram. Dari hasil penelitian didapat nilai jumlah air pada semen PCC untuk pengujian konsistensi normal adalah 26,154% (170 ml). Nilai konsistensi ini didapat apabila jarum penetrasi berada pada angka 10 ± 1 mm.

5.1.10 Hasil Pemeriksaan Waktu Ikat Awal (*Setting Time*)

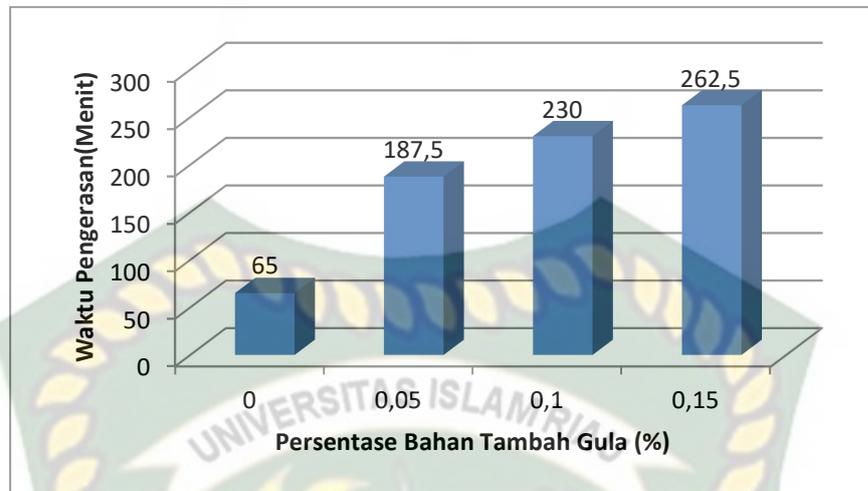
Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu ikat pada semen PCC dan bahan tambah gula variasi 0,05%; 0,1%; 0,15% dari berat semen. Berat semen yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah 650 gram. Adapun berat gula yang digunakan berdasarkan variasi adalah 0,325 gram; 0,65 gram; 0,975 gram. Hasil dan analisa data dapat dilihat pada Lampiran B - 16 dan Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Pemeriksaan Waktu Ikat Awal (*Setting Time*)

| No. | Bahan Tambah Gula (%) | Waktu Ikat Awal (Menit) | Kenaikan (%) |
|-----|-----------------------|-------------------------|--------------|
| 1 | 0 | 65 | - |
| 2 | 0,05 | 187,5 | 188,462 |
| 3 | 0,1 | 230 | 253,846 |
| 4 | 0,15 | 262,5 | 303,846 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.12 dapat diketahui bahwa waktu ikat awal (*Setting Time*) untuk semen PCC tanpa tambahan gula (0%) adalah 65 menit, dengan penambahan gula 0,05% adalah 188,462 menit, dengan penambahan 0,1% gula adalah 230 menit, dengan penambahan 0,15% gula adalah 262,5 menit. Dari data Tabel 5.12 dapat dimuat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Grafik Hasil Waktu Ikat Awal (*Setting Time*) (Peneliti, 2020)

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa waktu ikat awal semen (*setting time*) bertambah seiring dengan penambahan gula sesuai variasi yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa gula bersifat *retarder* terhadap beton. Dengan bertambahnya lama waktu ikat awal semen, juga mempengaruhi lama waktu saat membuka cetakan beton. Pembukaan cetakan beton bertambah seiring dengan penambahan kadar gula. Untuk variasi beton kulit kerang + 0,05% gula, cetakan beton baru dapat dibuka pada 2 hari setelah pengeceroan. Untuk variasi beton kulit kerang + 0,1% gula, cetakan beton baru dapat dibuka pada 3 hari setelah pengeceroan. Untuk variasi beton kulit kerang + 0,15% gula, cetakan beton baru dapat dibuka pada 4 hari setelah pengeceroan.

5.2 Hasil Pemeriksaan Beton

Hasil pemeriksaan beton terdiri dari hasil pemeriksaan campuran beton (*mix design*), hasil pemeriksaan nilai *slump*, hasil kuat tekan beton dan kuat lentur beton dengan menggunakan limbah kulit kerang dan gula.

5.2.1 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah yang digunakan. Analisa dapat dilihat pada Lampiran A-1. Hasil

perencanaan campuran (*mix design*) beton untuk setiap m^3 dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Proporsi Campuran Beton untuk per m^3

| Variasi Campuran Kulit Kerang dan Gula | | Kebutuhan Bahan Campuran Dasar (Kg) | | | | | Kebutuhan Bahan Tambah | |
|---|-------|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|--------|------------------------------|------|
| Kerang | Gula | Semen | Air | Ag. Halus | Ag. Kasar | | Kerang | Gula |
| | | | | | 1/2 | 2/3 | | |
| 0% | 0% | 398,75 | 150,75 | 669,35 | 814,21 | 348,95 | - | - |
| 10% | 0,05% | 398,75 | 150,75 | 602,41 | 814,21 | 348,95 | 66,93 | 0,20 |
| 10% | 0,1% | 398,75 | 150,75 | 602,41 | 814,21 | 348,95 | 66,93 | 0,40 |
| 10% | 0,15% | 398,75 | 150,75 | 602,41 | 814,21 | 348,95 | 66,93 | 0,60 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Pada Tabel 5.13 dapat diketahui bahwa proporsi campuran beton normal untuk m^3 penggunaan semen, air, agregat halus, agregat kasar ukuran 1/2 dan 2/3 adalah 398,75 kg; 150,75 kg; 669,35 kg; 814,21 kg; 348,95 kg. Untuk variasi 10% limbah kulit kerang adalah 66,93 kg, penggunaan agregat halus adalah 602,41 kg. Untuk penggunaan bahan tambah gula pada variasi 0,05%, 0,1%, 0,15% dari berat semen adalah 0,20 kg; 0,40 kg; 0,60 kg, bahan tambah gula dilarutkan bersama air saat akan melakukan pengecoran. Hasil perencanaan campuran (*mix design*) beton untuk setiap 3 sampel silinder beton dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Proporsi Campuran Beton untuk tiap 3 Sampel Silinder Beton

| Variasi Campuran Kulit Kerang dan Gula (%) | | | | | | | Kebutuhan Bahan Campuran Dasar (Kg) | | Kebutuhan Bahan Tambah (Kg) | |
|--|-------|-------|------|-----------|-----------|------|-------------------------------------|--------|-----------------------------|--|
| Kerang | Gula | Semen | Air | Ag. Halus | Ag. Kasar | | Kerang | Gula | | |
| | | | | | 1/2 | 2/3 | | | | |
| 0% | 0% | 8,24 | 3,18 | 13,84 | 16,83 | 7,21 | - | - | | |
| 10% | 0,05% | 8,24 | 3,18 | 12,46 | 16,83 | 7,21 | 1,38 | 0,0041 | | |
| 10% | 0,1% | 8,24 | 3,18 | 12,46 | 16,83 | 7,21 | 1,38 | 0,0082 | | |
| 10% | 0,15% | 8,24 | 3,18 | 12,46 | 16,83 | 7,21 | 1,38 | 0,0124 | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Pada Tabel 5.14 dapat diketahui bahwa proporsi campuran beton normal untuk tiap 3 sampel silinder beton penggunaan semen, air, agregat halus, agregat kasar ukuran 1/2 dan 2/3 adalah 8,24 kg; 3,18 kg; 13,84 kg; 16,83 kg; 7,21 kg. Untuk variasi 10% limbah kulit kerang adalah 1,38 kg, penggunaan agregat halus adalah 12,46 kg. Untuk penggunaan bahan tambah gula pada variasi 0,05%, 0,1%, 0,15% dari berat semen adalah 4,12 g; 8,24 g; 12,36 g. Hasil perencanaan campuran (*mix design*) beton untuk setiap 1 sampel balok beton dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Proporsi Campuran Beton untuk tiap 1 Sampel Balok Beton

| Variasi Campuran Kulit Kerang dan Gula (%) | | | | | | | Kebutuhan Bahan Campuran Dasar (Kg) | | Kebutuhan Bahan Tambah (Kg) | |
|--|-------|-------|------|-----------|-----------|------|-------------------------------------|--------|-----------------------------|--|
| Kerang | Gula | Semen | Air | Ag. Halus | Ag. Kasar | | Kerang | Gula | | |
| | | | | | 1/2 | 2/3 | | | | |
| 0% | 0% | 6,998 | 2,65 | 11,75 | 14,29 | 6,12 | - | - | | |
| 10% | 0,05% | 6,998 | 2,65 | 10,57 | 14,29 | 6,12 | 1,17 | 0,0035 | | |
| 10% | 0,1% | 6,998 | 2,65 | 10,57 | 14,29 | 6,12 | 1,17 | 0,007 | | |
| 10% | 0,15% | 6,998 | 2,65 | 10,57 | 14,29 | 6,12 | 1,17 | 0,0105 | | |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Pada Tabel 5.15 dapat diketahui bahwa proporsi campuran beton normal untuk tiap 1 sampel balok beton penggunaan semen, air, agregat halus, agregat kasar ukuran 1/2 dan 2/3 adalah 6,998 kg; 2,65 kg; 11,75 kg; 14,29 kg; 6,12 kg. Untuk variasi 10% limbah kulit kerang adalah 1,17 kg, penggunaan agregat halus adalah 10,57 kg. Untuk penggunaan bahan tambah gula pada variasi 0,05%, 0,1%, 0,15% dari berat semen adalah 3,5 g; 7,0 g; 10,50 g.

5.2.2 Hasil dan Analisa Nilai Nilai *Slump*

Hasil pemeriksaan dari *slump* test bertujuan untuk mengecek adanya perubahan kadar air yang ada dalam adukan beton, sedangkan nilai *slump* dimaksudkan untuk mengetahui sifat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) beton sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai *slump* menunjukkan beton semakin kental dan proses pemadatan atau pekerjaan beton akan mengalami kesulitan dan butuh waktu cukup lama. Sedangkan, nilai *slump* yang tinggi menunjukkan bahwa beton tersebut encer, dalam proses pengerjaan atau pemadatan lebih mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam proses pemadatannya. Nilai *slump* beton dengan mensubstitusikan limbah kerang dan penambahan gula dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan 5.17.

Tabel 5.16 Nilai *Slump* Silinder Beton

| No. | Variasi Penggunaan Kulit Kerang dan Gula (%) | | Nilai <i>Slump</i> Rata-rata (mm) |
|-----|--|-------|-----------------------------------|
| | Kulit Kerang | Gula | |
| 1 | 0 | 0 | 85 |
| 2 | | 0,05% | 90 |
| 3 | 10% | 0,1% | 110 |
| 4 | | 0,15% | 150 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.16 dapat diketahui bahwa nilai *slump* untuk silinder beton sudah memenuhi standar yaitu 75 mm- 150 mm. Nilai *slump* rata-rata silinder beton normal adalah 85 mm. Pada persentase variasi 10% kerang dan gula 0,05% memiliki nilai *slump* rata-rata adalah 90 mm. Pada persentase variasi

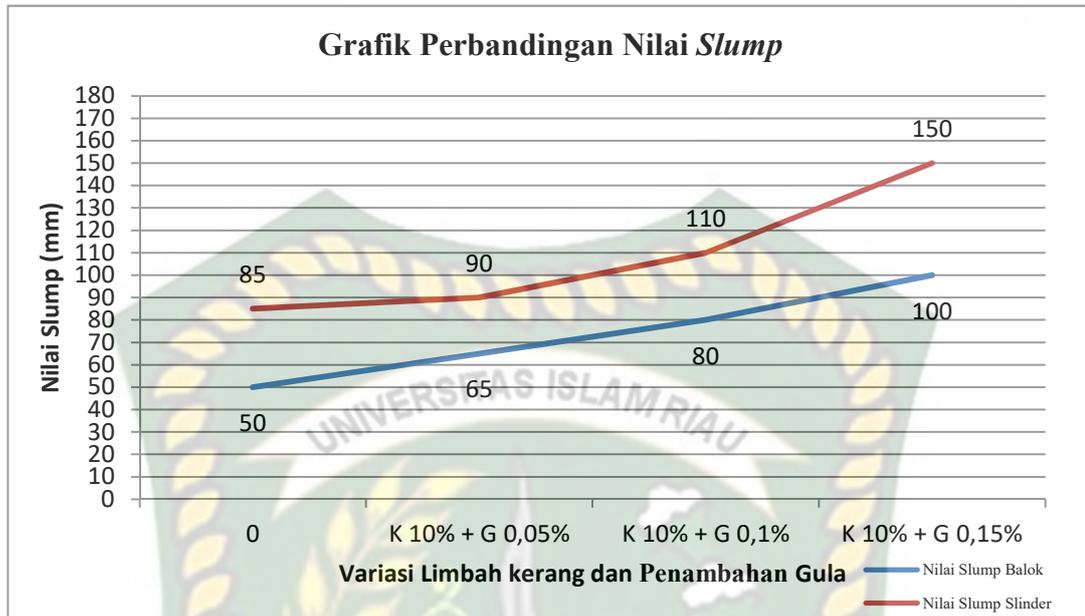
10% kerang dan gula 0,1% memiliki nilai *slump* rata-rata adalah 110 mm. Pada persentase variasi 10% kerang dan gula 0,15% memiliki nilai *slump* rata-rata adalah 150 mm.

Tabel 5.17 Nilai *Slump* Balok Beton

| No. | Variasi Penggunaan Kulit Kerang dan Gula (%) | | Nilai <i>Slump</i> Rata-rata (mm) |
|-----|--|-------|-----------------------------------|
| | Kulit Kerang | Gula | |
| 1 | 0 | 0 | 50 |
| 2 | | 0,05% | 65 |
| 3 | 10% | 0,1% | 80 |
| 4 | | 0,15% | 100 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.17 dapat diketahui bahwa nilai *slump* rata-rata untuk balok beton ada yang tidak memenuhi standar yaitu pada balok beton normal yang nilai *slump* rata-rata yang didapat ialah 50 mm dan pada variasi 10% limbah kerang dan gula 0,05% nilai *slump*nya adalah 65 mm. Namun pada variasi balok beton 10% limbah kulit kerang dan 0,1% gula, 10% limbah kulit kerang dan 0,15% gula nilai *slump* rata-rata yang didapat sudah memenuhi standar yaitu 80 mm dan 100 mm. Data ini dapat dimuat dalam bentuk grafik seperti pada gambar 5.6 dibawah ini.



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Nilai *Slump* Silinder dan Balok Beton (Peneliti, 2020)

Dari Gambar 5.6 dapat diketahui bahwa nilai *slump* rata-rata silinder beton lebih tinggi dibandingkan balok beton. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa penggunaan penambahan gula sangat berpengaruh dalam peningkatan nilai *slump* beton segar, yang dapat mempermudah dalam pengerjaannya karena kelecekan yang tinggi.

5.2.3 Hasil Analisa Kuat Tekan Beton

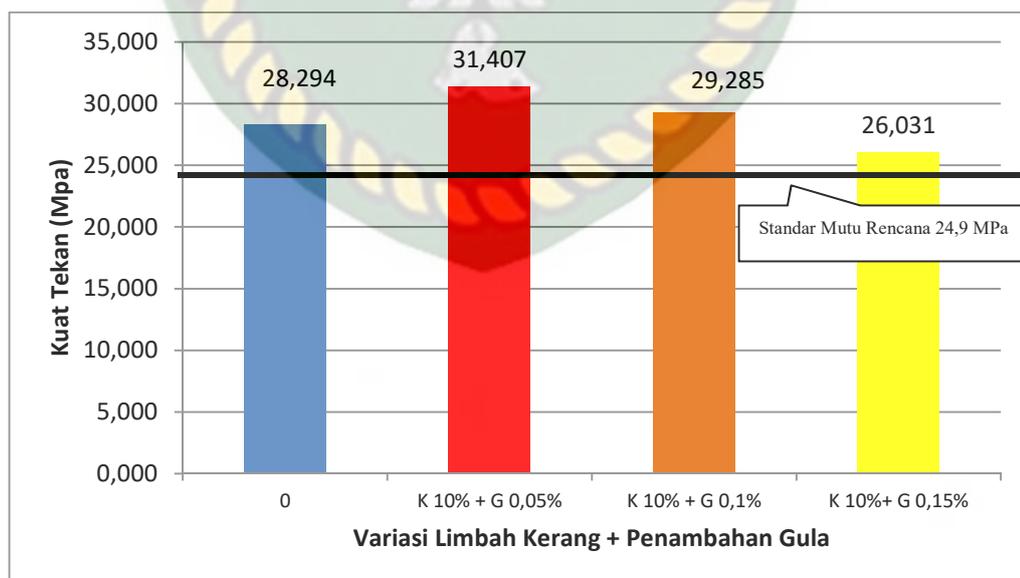
Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah masa perawatan (*curing*) benda uji berusia 28 hari, untuk masing-masing pengadukan baik beton normal maupun dengan menggunakan limbah kulit kerang dan gula. Standar hasil uji kuat tekan untuk K300 adalah 24,9 MPa. Dari hasil pengujian beton benda uji silinder dengan menggunakan alat kuat tekan (*compressive strength machine*) maka didapat hasil untuk masing-masing pengadukan, analisa dapat dilihat pada Lampiran A-11, sedangkan hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil Beban Uji Kuat Tekan Beton Silinder

| No. | Variasi (%) | | Umur (Hari) | Dimensi (mm) | f'c rerata (MPa) | Kenaikan (%) |
|-----|------------------------|------|----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | Limbah Kulit Kerang | Gula | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 28 | 150x300 | 28,29 | - |
| 2 | 10 | 0,05 | 28 | 150x300 | 31,40 | 11,00 |
| 3 | 10 | 0,1 | 28 | 150x300 | 29,28 | 3,5 |
| 4 | 10 | 0,15 | 28 | 150x300 | 26,031 | -8,00 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Dari Tabel 5.18 dapat diketahui bahwa hasil kuat tekan umur 28 hari silinder beton normal adalah 28,29 MPa. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula nilai kuat tekan yang didapat adalah 31,40 MPa, mengalami kenaikan 11,00%. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,1% gula nilai kuat tekan yang didapat adalah 29,28 MPa, mengalami kenaikan 3,25%. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,15% gula nilai kuat tekan yang didapat adalah 26,03 MPa, mengalami penurunan 8,00% dibandingkan silinder beton normal. Dari data Tabel 5.16 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti Gambar 5.7 dibawah ini :

**Gambar 5.7** Hasil Kuat Tekan Silinder Beton (Peneliti,2020)

Dari Gambar 5.7 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan silinder beton meningkat pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula sebesar 31,407 MPa. Kemudian mengalami penurunan pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,1% gula dan 10% limbah kulit kerang 0,15% gula sebesar 29,285 MPa dan 26,031 MPa.

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil kuat tekan beton yang optimal terjadi pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang 0,05% gula, sedangkan hasil kuat tekan terendah terjadi pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,15% gula. Dari hasil uji kuat tekan silinder beton, nilai kuat tekan yang didapat seluruh variasi yang digunakan termasuk beton normal melebihi mutu kuat tekan beton rencana.

Dari data hasil pengujian kuat tekan beton diatas, variasi penggunaan kulit kerang 10% ditambah gula 0,05% dan penggunaan kulit kerang 10% ditambah gula 0,1% nilai kuat tekannya berada diatas beton normal, sehingga kombinasi kedua jenis bahan tambah campuran beton ini dapat diterapkan dalam konstruksi. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan diatas limbah kulit kerang mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton, karena kerang mengandung zat kapur (CaO) yang tinggi, dan penggunaan gula sebagai bahan alternatif pengganti zat *additive retarder*, mampu memperlama waktu ikat awal semen sehingga dapat dimanfaatkan jika lokasi proyek jauh dari tempat *batching plant*.

5.2.4 Hasil Analisa Kuat Lentur Beton

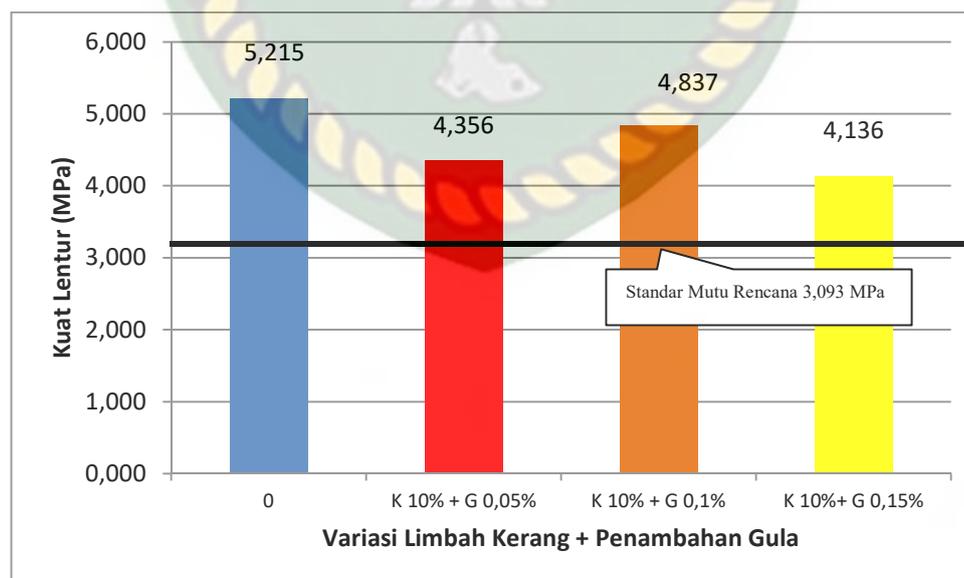
Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk balok yang memiliki ukuran 15x15x60 cm. Standar hasil uji kuat lentur untuk K300 adalah 3,093 MPa. Hasil uji kuat lentur beton dapat dilihat pada Tabel 5.19. Data hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A-16.

Tabel 5.19 Hasil Uji Kuat Lentur Balok Beton

| No. | Variasi (%) | | Umur (Hari) | Dimensi (mm) | Fr rata-rata (Mpa) | Kenaikan (%) |
|-----|------------------------|------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | Limbah Kulit Kerang | Gula | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 28 | 150x150x600 | 5,21 | 0 |
| 2 | 10 | 0,05 | 28 | 150x150x600 | 4,35 | -16,47 |
| 3 | 10 | 0,1 | 28 | 150x150x600 | 4,83 | -7,25 |
| 4 | 10 | 0,15 | 28 | 150x150x600 | 4,13 | -20,69 |

Sumber : Hasil Analisa Penelitian

Pada Tabel 5.19 dapat diketahui bahwa hasil kuat lentur rata-rata balok beton normal adalah sebesar 5,21 MPa. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula hasil kuat lentur rata-rata balok sebesar 4,35 MPa, mengalami penurunan 16,47%. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,1% gula hasil kuat lentur rata-rata balok sebesar 4,83 MPa, mengalami penurunan 7,25%. Pada penggunaan variasi 10% limbah kulit kerang + 0,15% gula hasil kuat lentur balok sebesar 4,13 MPa, mengalami penurunan 20,69%. Dari data Tabel 5.17 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti Gambar 5.8 dibawah ini :

**Gambar 5.8** Hasil Uji Lentur Balok Beton (Penelitian,2020)

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi kuat lentur terjadi pada balok beton normal yaitu 5,215 MPa. Untuk variasi balok beton limbah kerang dan gula nilai kuat lentur yang dihasilkan berada dibawah nilai kuat lentur balok beton normal. Nilai terendah kuat lentur terjadi pada variasi 10% limbah kulit kerang dan 0,15% gula yaitu 4,136 Mpa.

Hal ini terjadi karena pada saat pengujian kuat lentur, patahan *vertical* (h) yang dihasilkan cukup panjang, sehingga mempengaruhi nilai kuat lentur (f_r) walaupun sebagian nilai bacaan alat pada variasi balok limbah kulit kerang dan gula lebih tinggi daripada balok normal. Berdasarkan hasil uji kuat lentur, nilai kuat lentur yang didapat seluruh variasi yang digunakan termasuk beton normal melebihi mutu kuat lentur beton rencana K300, hal ini berarti penggunaan beton campuran kulit kerang dan gula dapat digunakan dalam konstruksi akan tetapi dengan resiko kualitas baloknya lebih rendah dibandingkan dengan balok normal tanpa campuran. Hasil analisa kuat lentur balok dapat pada Lampiran A-19.

5.3 Hasil Komparasi Peneliti Dengan Peneliti Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dibandingkan pada penelitian ini yaitu Ridwan (2017) dan Pertiwi (2011). Penelitian yang peneliti lakukan terdapat perbedaan yaitu pada penelitian ini mengkombinasikan dua macam bahan tambah kedalam campuran beton, kemudian yang menjadi perbedaan antara penelitian dan peneliti terdahulu adalah penggunaan jumlah persentase variasi limbah kulit kerang dan gula yang digunakan, mutu beton yang direncanakan, pengujian balok, serta material yang digunakan.

Hasil nilai kuat tekan beton pada penelitian terdahulu yang memanfaatkan limbah kulit kerang dilakukan oleh (Ridwan, 2017) meningkat pada variasi 15% yaitu sebesar 24,71 MPa. Hasil nilai kuat tekan beton pada penelitian terdahulu yang memanfaatkan bahan gula dilakukan oleh (Pertiwi, 2011) meningkat pada variasi 0,030% yaitu sebesar 45,84 MPa. Namun pada penelitian ini yang mengkombinasikan limbah kulit kerang dan gula menghasilkan kuat tekan silinder beton yang optimal pada variasi 10% limbah kulit kerang 0,05% gula, sedangkan

pada pengujian kuat lentur penggunaan limbah kulit kerang dan gula menghasilkan nilai kuat lentur yang berada dibawah nilai kuat lentur balok beton normal.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap beton pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah kulit kerang dan gula dapat meningkatkan nilai kuat tekan silinder beton pada variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula dan 10% limbah kulit kerang + 0,1% gula. Nilai kuat tekan paling optimal terjadi pada variasi 10% limbah kulit kerang + 0,05% gula. Namun untuk nilai kuat lentur balok beton, kombinasi limbah kulit kerang dan gula tidak dapat meningkatkan nilai kuat lentur balok beton.
2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penggunaan bahan tambah gula dapat memperlambat waktu ikat (*setting time*) semen. Waktu ikat awal terlama terjadi pada penggunaan variasi 0,15% gula selama 262,5 menit.
3. Penggunaan bahan tambah gula sebagai alternatif zat *additive retarder* sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai *slump* beton segar. Semakin banyak persentase gula yang digunakan pada variasi maka semakin tinggi pula nilai *slump* yang didapatkan dibandingkan dengan nilai *slump* beton normal.
4. Hasil pengujian kuat tekan beton, untuk beton variasi 10% kulit kerang + 0,05% gula mengalami kenaikan 11% dibandingkan beton normal, untuk beton variasi 10% kulit kerang + 0,1% gula mengalami kenaikan 3,5% dibandingkan beton normal, untuk beton variasi 10% kulit kerang + 0,15% gula mengalami penurunan 8% dibandingkan beton normal. Hasil pengujian kuat lentur beton, seluruh nilai kuat lentur beton variasi berada dibawah beton normal.

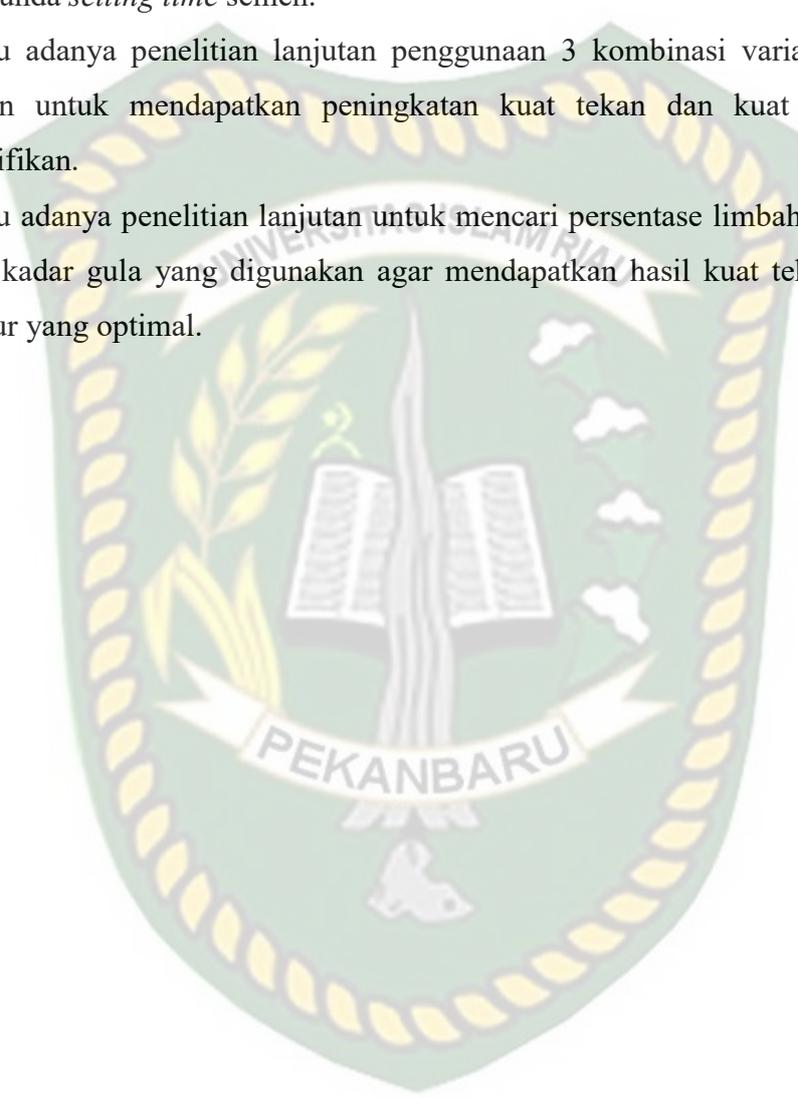
6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan penelitian di laboratorium, dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat dipergunakan untuk penelitian lanjutan:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai optimum kuat tekan dan kuat lentur yang didapat dari campuran kulit kerang ditambah gula dapat

dimanfaatkan untuk konstruksi struktur dengan mutu sedang (20-45 MPa), seperti pada gorong-gorong beton bertulang.

2. Penggunaan bahan tambah gula pada campuran beton dapat dimanfaatkan untuk lokasi proyek jauh dari tempat *batching plant* karena gula dapat menunda *setting time* semen.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan penggunaan 3 kombinasi variasi campuran beton untuk mendapatkan peningkatan kuat tekan dan kuat lentur yang signifikan.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mencari persentase limbah kulit kerang dan kadar gula yang digunakan agar mendapatkan hasil kuat tekan dan kuat lentur yang optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI -1971), Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- American Concrete Institute. Building Code Requirements For Structural Concrete ACI (318-05) And Commentary (ACI 318r-05).
- ASTM C 33., 1994, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM, United States.
- Croswell, John W., 2007, Designing and Conducting Mixed Methods Research. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Eswahyudi., 2015, Pengaruh Penambahan Gula Pasir Terhadap Waktu Pengerasan Awal dan Kuat Tekan Beton K-250, Universitas Iba, Palembang.
- Katrina, Gemally., 2014, Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir Dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225, Universitas Sriwijaya.
- Hudaya, Rina., 2010. Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh Terhadap Kadar Kadmium Pada Kerang Yang Berasal Dari Laut Belawan, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Jack, C. McCormac., 2001, Desain Beton Bertulang, Edisi kelima, Erlangga, Jakarta .
- Mulyono, T., 2003, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G, Dr. P.E., 1998, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Erlangga, Jakarta.
- Nugraha, P., Antoni, 2007, Teknologi Beton, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Pertiwi, Hafni., 2011, Pengaruh Bahan Tambah Berbasis Gula Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ridwan, Muhammad., 2017, Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton K-225, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Rozana., Mildawati, Roza., 2020, Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Uji Kuat Tekan Beton, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Setyaningrum, S., H.I. Wahyuni dan Sukamto, 2009, Pemanfaatan Kalsium Kapur dan Kulit Kerang untuk Pembentukan Cangkang dan Mobilisasi Kalsium Tulang pada Ayam Kedu, Puslitbang Peternakan.
- SNI 03-1970-1990., Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1971-1990., Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Bandung: Badan Standar Nasional.

- SNI 03-1974-1990., Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Bandung: Badan Standar Nasional
- SNI 03-2417-1991., Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4431-1997., Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan, Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4804-1998., Metode Pengujian Bobot Isi Rongga Udara Dalam Agregat. Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2847-2002., Pengertian Beton, Badan Standar Nasional.
- SNI 03-6827-2002., Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil, Badan Standar Nasional.
- SNI 15-03-2049-2004., Semen Portland, Badan Standar Nasional.
- Surono, Asep., 2013, Pengaruh Variasi Pemaikaian Larutan Gula Pasir Terhadap Ikatan Awal Semen Dan Kuat Tekan Beton, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Susilorini dan Suwarno., 2009, Mengenal dan Memahami Teknologi Beton, Penerbit Unika Soegijapranata, Semarang.
- Syafpoetri, NA., 2013, Pemanfaatan Abu Kulit Kerang (*Anadara Grandis*) Untuk Pembuatan Ekosemen, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Tjokrodimulyo., 1995, Teknologi Beton, Jurusan Ilmu-ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Yulianto, Bagus., 2017, Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Dan Kasar Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Beton K-225, Universitas Riau, Pekanbaru.