



**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH  
SEBAGAI *FILLER* DAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON NORMAL**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh:**

**Afiandra Robinur Pratomo**

**171910301141**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**



**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH  
SEBAGAI *FILLER* DAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON NORMAL**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh:**

**Afiandra Robinur Pratomo**

**171910301141**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yaitu bapak Agus Nur Kasnanto dan ibu Selfi Budi Helpiastuti yang telah mendukung saya selama saya sekolah, selalu menyayangi dan mengasihi saya dengan ketulusan serta doa yang senantiasa dipanjatkan pada Allah SWT guna kelancaran saya untuk menjalani hidup dan melewati berbagai rintangan. Dengan doa kedua orang tua saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Adik Finda yang selalu mendukung mas untuk menyelesaikan tugas akhir.
3. Para pejuang tugas akhir beton 2017 Hudha, Tatan, Bot, Febri dan Salon terima kasih sudah saling bahu membahu untuk menuntaskan tugas akhir ini.
4. Terima kasih pada Alifian, Ichlasul dan Rama yang sudah membantu dengan tulus untuk melancarkan tugas akhir ini dan terima kasih untuk kemenangan Lontong Team.
5. Teman-teman saya yang selalu mendukung tapi kadang banyak tidak mendukungnya terima kasih sudah membawa saya sampai menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Untuk seseorang yang ter-ada untuk saya yang tumbuh dan berkembang bersama sejak semasa sekolah hingga saat ini, terima kasih sudah senantiasa mendukung.

**MOTTO**

*“Ora Et Labora (Bekerja dan Berdoa)”*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afiandra Robinur Pratomo

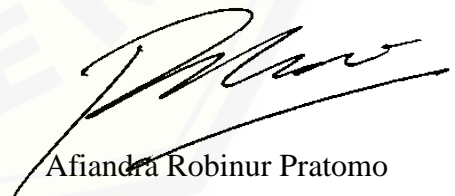
NIM : 171910301141

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini yang berjudul: **“PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH SEBAGAI *FILLER* DAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON NORMAL”** adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Januari 2021

Yang menyatakan,



Afiandra Robinur Pratomo

NIM 171910301141

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH SEBAGAI *FILLER*  
DAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK  
BETON NORMAL**

Oleh:

Afiandra Robinur Pratomo

NIM 171910301141

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Tugas akhir berjudul **“PENGARUH LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH SEBAGAI *FILLER* DAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON NORMAL”** telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 12 Januari 2021

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama



Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

NIP. 760016772

Dosen Pembimbing Anggota

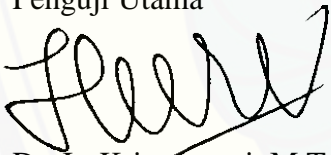


Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP. 197310151998021001

**Tim Penguji**

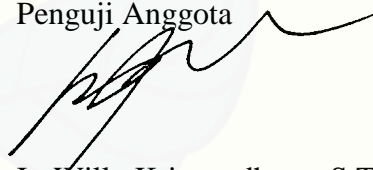
Penguji Utama



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP. 196612281999031002

Penguji Anggota




Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

NIP. 199005232019031013

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,



  
Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 197008261 99702 1 001



## RINGKASAN

**Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai *Filler* Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal; Afiandra Robinur Pratomo; 171910301141; 77 Halaman**, Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan zaman yang sangat pesat menuntut pembangunan infrastruktur secara massif dan beton digunakan sebagai bahan utama struktur bangunan. Sebagai bahan alternative untuk mengurangi terjadi penambangan untuk mendapatkan material pembuat beton, maka ada material alternatif limbah cangkang kerang darah. Cangkang kerang merupakan limbah yang dapat meningkatkan nilai ekonomis. Serbuk cangkang kerang mendapatkan hasil cukup baik dan serbuk cangkang kerang sebagai adsorben alternatif yang ramah lingkungan, sedangkan limbah cangkang kerang sebagai substitusi agregat kasar dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat meningkatkan sifat mekanis beton.

Perencanaan beton normal dengan campuran serbuk cangkang kerang sebagai *filler* dan substitusi agregat kasar dengan limbah cangkang kerang darah diuji dengan 3 jenis pengujian yakni, kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik belah dengan kuat tekan rencana 30 MPa. Beton yang diuji diberi 5 kode berbeda untuk membedakan campuran cangkang kerang yang digunakan. Kode tersebut meliputi CK1T, CK2T, CK3T, CK4T dan CK5T dimana jumlah seluruh benda uji sebanyak 60 benda uji.

Hasil pengujian beton didapatkan hasil kuat tekan umur 28 hari pada CK1T sebesar 32,65 MPa, CK2T sebesar 37,37 MPa, CK3T sebesar 32,37 MPa, CK4T sebesar 31,23 MPa dan CK5T sebesar 28,35 MPa. Kuat tekan optimum didapat pada beton CK2T yang mempunyai persentase 1% *filler* dan 1,5% substitusi agregat kasar. Pada pengujian modulus elastisitas pada umur 28 hari menurut rumus SNI 03-2847-2019 pada beton CK1T sebesar 26853,13, CK2T sebesar 28720,44, CK3T sebesar 26738,14, CK4T sebesar 26266,56 dan CK5T sebesar 25017,98. Hasil modulus



elastisitas dipengaruhi oleh kuat tekan beton. Pengujian kuat tarik belah umur 28 hari didapat hasil pada beton CK1T sebesar 2,67 MPa, CK2T sebesar 2,95 MPa, CK3T sebesar 2,57 MPa, CK4T sebesar 2,52 MPa dan CK5T sebesar 2,22 MPa. Pengaruh penambahan limbah cangkang kerang darah sebagai *filler* dan substitusi agregat kasar dapat menurunkan sifat mekanis beton jika digunakan pada persentase yang tinggi.



## SUMMARY

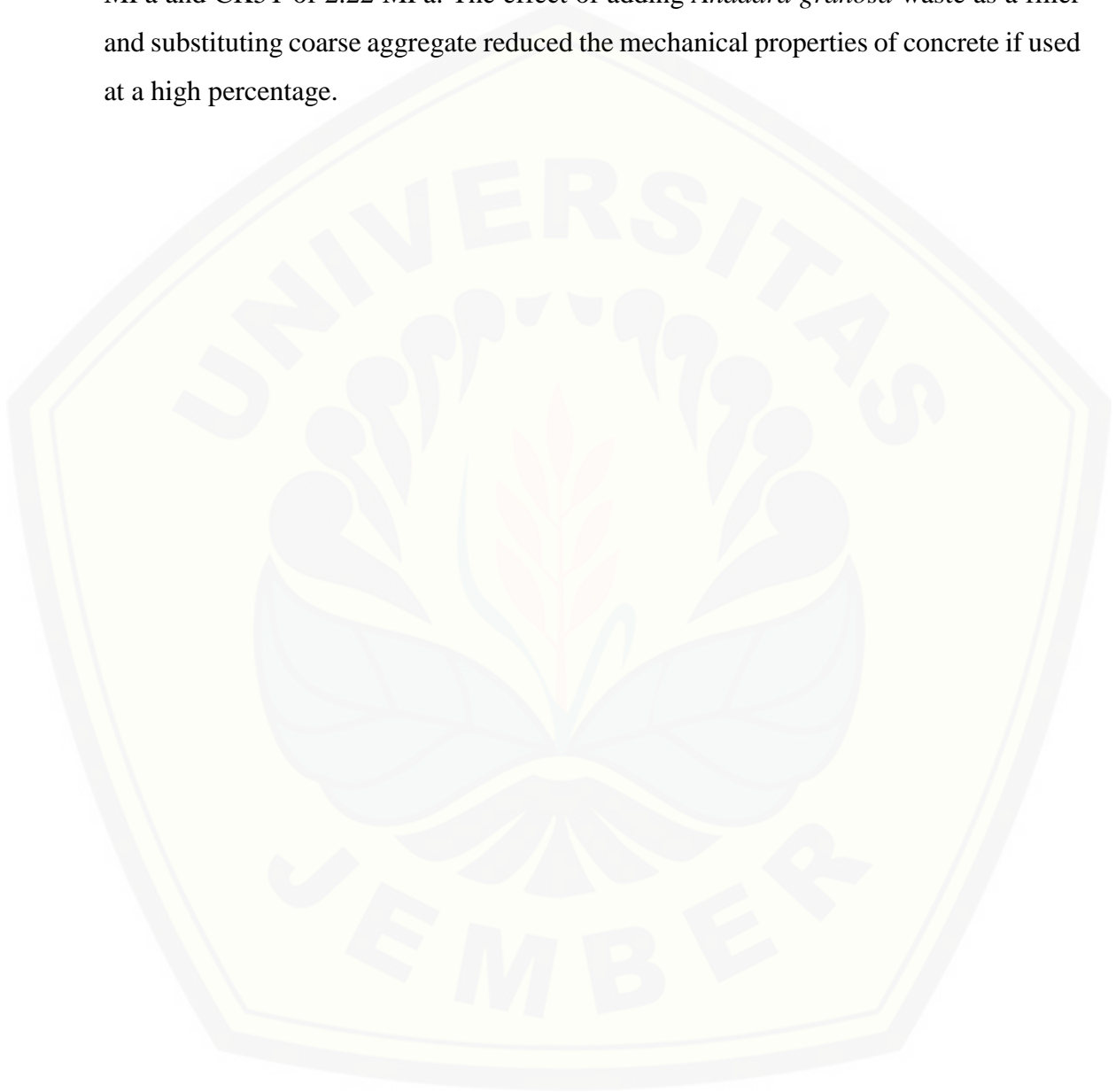
**The Effect of *Anadara Granosa* Shell Waste as a Filler and a Coarse Aggregate Substitution on the Mechanical Properties of Normal Concrete; Afiandra Robinur Pratomo; 171910301141; 77 Pages**, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Jember.

The rapid development of the era demands massive infrastructure development and concrete is used as the primary material for building structures. As an alternative material reduced mining obtained concrete material, there was an alternative material for *Anadara granosa*. Shell is the waste that could increase economic value. Clamshell powder has good results and shell powder in an environmentally friendly alternative adsorbent. Simultaneously, *Anadara granosa* waste as a substitute for coarse aggregate reduced environmental pollution and improve the mechanical properties of concrete.

Normal concrete planning with a mixture of shell powder as a filler and substitution of coarse aggregate with *Anadara granosa* shell waste was tested using three types of tests: compressive strength, modulus of elasticity, and split tensile strength with a compressive strength of 30 MPa. The tested concrete was given five different codes to differentiate the shellfish mixture used. The code includes CK1T, CK2T, CK3T, CK4T and CK5T where the total number of test objects was 60 specimens.

The concrete test results showed that the compressive strength of 28 days at CK1T was 32.65 MPa, CK2T was 37.37 MPa, CK3T was 32.37 MPa, CK4T was 31.23 MPa and CK5T was 28.35 MPa. The optimum compressive strength was obtained in CK2T concrete which has a 1% filler and 1.5% coarse aggregate substitution. In testing the modulus of elasticity at 28 days of age according to the SNI 03-2847-2019 formula for CK1T concrete of 26853.13, CK2T of 28720.44, CK3T of 26738.14, CK4T of 26266.56 and CK5T of 25017.98. The compressive strength of the concrete influences

the result of the modulus of elasticity. The split tensile strength test at 28 days resulted in CK1T concrete of 2.67 MPa, CK2T of 2.95 MPa, CK3T of 2.57 MPa, CK4T of 2.52 MPa and CK5T of 2.22 MPa. The effect of adding *Anadara granosa* waste as a filler and substituting coarse aggregate reduced the mechanical properties of concrete if used at a high percentage.



## PRAKATA

Alhamdulillah Robbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang sudah memberi rahmat maupun hidayahNya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang mempunyai judul “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai *Filler* Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal”.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis sadar bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa terdapatnya bantuan dari sejumlah pihak. Maka sebab itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya pada :

1. Allah SWT atas seluruh karunia yang sudah diberikan
2. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Bapak Dr. Gusfan Halik. S.T., M.T., selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil
4. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember
5. Ibu Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang terus memberikan bimbingan serta memberi saran maupun motivasi terhadap penulis selama menempuh masa pendidikan, Bapak Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang sudah menyisihkan waktunya, senantiasa bersabar dalam membimbing serta memberikan motivasi penulis selama proses menuntaskan tugas akhir ini, Ibu Ir. Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Wali sekaligus pembimbing saya saat memulai pengerjaan tugas akhir ini, terima kasih sudah membimbing hingga tugas akhir ini selesai dan semoga selalu diberikan kelancaran di tempat yang baru
6. Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang sudah banyak memberi

masukun guna perbaikan tugas akhir ini.

7. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Jember yang sudah memberi ilmu maupun waisan yang sangat bermanfaat.
8. Terima kasih kepada Hudha Yuka Mahendra, Gilang Prasetya, Muhammad Rizki Aulia, Febri Rifadli, Ichlasul Yusrizal Handoko dan Alifian Maulidzi Ashari yang selalu memberi bantuan terhadap penulis untuk pengerjaan tugas akhir ini
9. Terima kasih pada teknisi laboratorium struktur Bapak Akir yang telah mengizinkan untuk menggunakan laboratorium struktur selama pengerjaan tugas akhir berlangsung.

Penulis sadar bahisannya tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu, penulis mengharap saran maupun kritikan yang membangun dari seluruh pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis mengharapkan bahwa tugas akhir ini bisa memiliki manfaat.

Jember, 12 Januari 2021

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN COVER</b>	
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 Definisi Beton</b> .....	<b>4</b>
2.1.1 Jenis Beton .....	<b>4</b>
<b>2.2 Material Penyusun Beton</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Semen Portland .....	<b>4</b>
2.2.2 Agregat Halus.....	<b>5</b>
2.2.3 Agregat Kasar.....	<b>6</b>
<b>2.3 Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)</b> .....	<b>6</b>



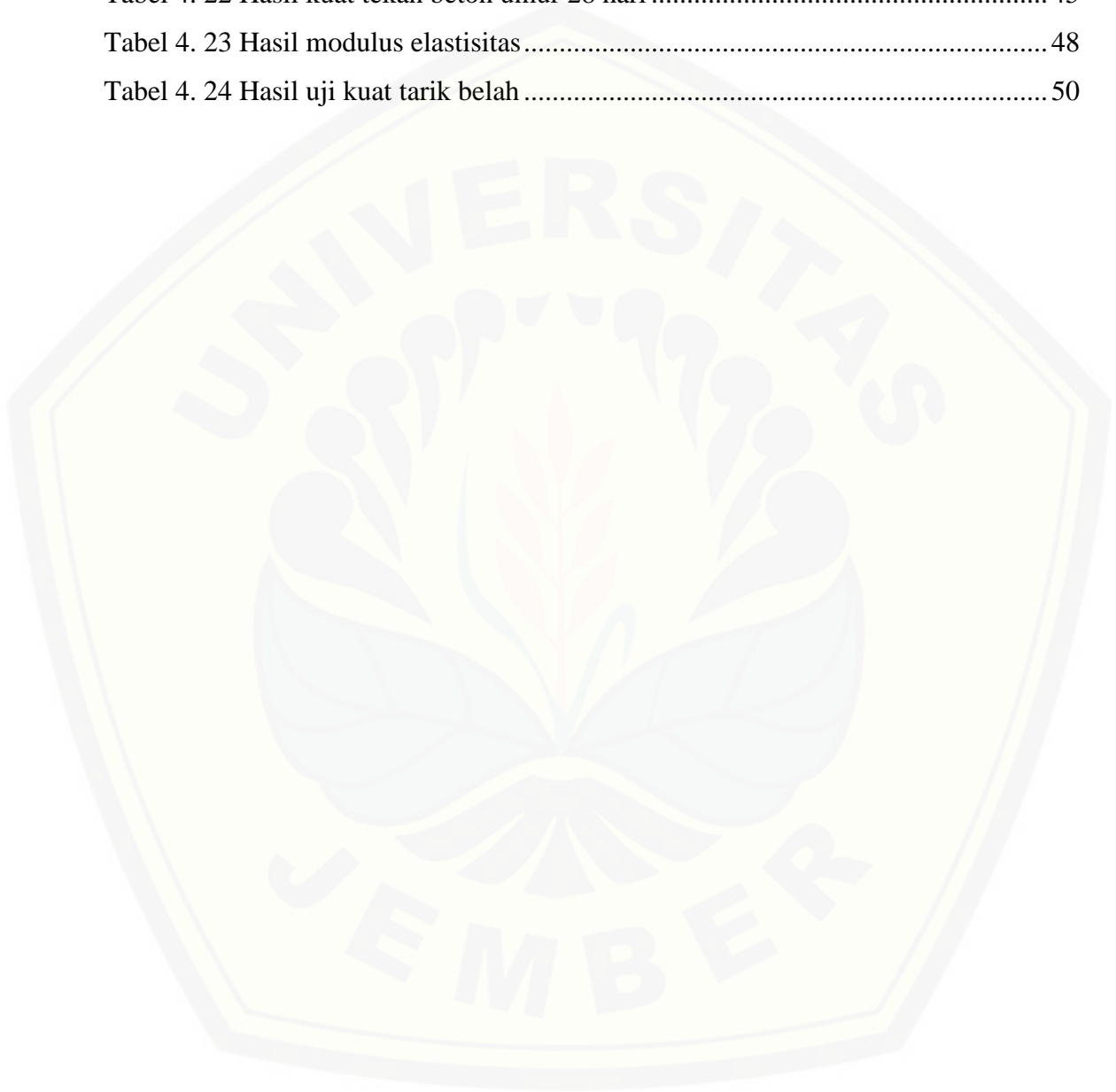
<b>2.4</b>	<b>Perencanaan Campuran Beton .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5</b>	<b>Perbandingan Agregat Halus dengan Agregat Kasar .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6</b>	<b>Pengujian Beton.....</b>	<b>9</b>
2.6.1	Kuat Tekan .....	9
2.6.2	Modulus Elastisitas .....	10
2.6.3	Kuat Tarik Belah .....	10
<b>2.7</b>	<b>Analisis Data Statistika .....</b>	<b>11</b>
2.7.1	Standar Deviasi .....	11
2.7.2	Analisis Koefisien Korelasi Sederhana.....	11
2.7.3	Analisis Regresi Linier.....	12
2.7.4	Analisis Regresi Non Linier Parabola.....	13
<b>2.8</b>	<b>Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Lokasi dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Variabel Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Cangkang Kerang.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>Benda Uji.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5</b>	<b>Pengujian Sifat Mekanis Beton .....</b>	<b>17</b>
3.5.1	Kuat Tekan .....	17
3.5.2	Modulus Elastisitas .....	18
3.5.3	Kuat Tarik Belah .....	18
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil dan Analisa Pengujian Semen .....</b>	<b>22</b>
4.1.1	Berat Volume Semen .....	22
<b>4.2</b>	<b>Hasil dan Analisa Pengujian Agregat Halus.....</b>	<b>22</b>
4.2.1	Analisa Saringan .....	23
4.2.2	Berat Volume .....	25
4.2.3	Berat Jenis .....	26
4.2.4	Kelembaban.....	27

4.2.5	Air Resapan.....	28
<b>4.3</b>	<b>Hasil dan Analisa Pengujian Agregat Kasar .....</b>	<b>29</b>
4.3.1	Analisa Saringan .....	29
4.3.2	Berat Volume .....	32
4.3.3	Berat Jenis .....	33
4.3.4	Kelembaban.....	34
4.3.5	Air Resapan.....	34
<b>4.4</b>	<b>Cangkang Kerang Darah.....</b>	<b>35</b>
4.4.1	Analisa Saringan Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar	36
4.4.2	Serbuk Cangkang Kerang Darah Sebagai <i>Filler</i> Beton Normal .....	38
4.4.3	Berat Volume Serbuk Cangkang Kerang Darah .....	39
<b>4.5</b>	<b>Rancangan Kebutuhan Campuran Beton.....</b>	<b>40</b>
4.5.1	<i>Mix Design</i> .....	40
4.5.2	Kebutuhan Bahan .....	41
<b>4.6</b>	<b>Pengujian Nilai <i>Slump</i>.....</b>	<b>41</b>
<b>4.7</b>	<b>Hasil Kuat Tekan.....</b>	<b>43</b>
<b>4.8</b>	<b>Hasil Modulus Elastisitas.....</b>	<b>47</b>
<b>4.9</b>	<b>Hasil Kuat Tarik Belah .....</b>	<b>49</b>
<b>4.10</b>	<b>Hasil Analisis Regresi.....</b>	<b>51</b>
4.10.1	Kuat Tekan 7 Hari .....	52
4.10.2	Kuat Tekan 14 Hari .....	54
4.10.3	Kuat Tekan 28 Hari .....	56
4.10.4	Kuat Tarik Belah 28 Hari .....	58
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran.....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>66</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Jenis beton.....	4
Tabel 2. 2 Jenis Semen.....	5
Tabel 2.3 Batas gradasi agregat halus .....	5
Tabel 2.4 Kandungan kimia serbuk cangkang kerang .....	7
Tabel 2.5 Nilai deviasi standar.....	7
Tabel 2. 6 Intepretasi nilai R.....	11
Tabel 3. 1 Jumlah benda uji untuk kuat tarik .....	16
Tabel 3.2 Perhitungan jumlah benda uji beton untuk kuat tarik belah.....	17
Tabel 4. 1 Berat Volume Semen .....	22
Tabel 4. 2 Batas gradasi agregat halus .....	23
Tabel 4. 3 Hasil analisis saringan agregat halus .....	23
Tabel 4. 4 Berat volume agregat halus.....	26
Tabel 4. 5 Hasil berat jenis agregat halus .....	27
Tabel 4. 6 Hasil Kelembaban agregat halus.....	27
Tabel 4. 7 Hasil air resapan agregat halus.....	28
Tabel 4. 8 Batas gradasi agregat kasar .....	30
Tabel 4. 9 Hasil analisis saringan kerikil .....	30
Tabel 4. 10 Hasil pengujian berat volume agregat hasil .....	32
Tabel 4. 11 Hasil uji berat jenis .....	33
Tabel 4. 12 Hasil kelembaban agregat kasar.....	34
Tabel 4. 13 Hasil air resapan kerikil .....	35
Tabel 4. 14 Hasil saringan cangkang kerang .....	37
Tabel 4. 15 Hasil berat volume serbuk cangkang kerang darah .....	39
Tabel 4. 16 Mix Design.....	40
Tabel 4. 17 Proporsi Campuran per m <sup>3</sup> .....	41
Tabel 4. 18 Proporsi campuran beton normal per silinder 15x30 cm .....	41
Tabel 4. 19 Hasil uji slump .....	42

Tabel 4. 20 Hasil kuat tekan umur 7 hari .....	43
Tabel 4. 21 Hasil kuat tekan beton umur 14 hari .....	44
Tabel 4. 22 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari .....	45
Tabel 4. 23 Hasil modulus elastisitas .....	48
Tabel 4. 24 Hasil uji kuat tarik belah .....	50



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang direkomendasikan untuk butir maksimal 40 mm (Sumber : SNI 03-2834-2000)..... 8

Gambar 3.1 Benda uji dan perletakannya (Sumber: ASTM C496) ..... 18

Gambar 3. 2 Benda uji dalam alat uji kuat tarik belah (Sumber: ASTM C496)..... 19

Gambar 3. 3 Flowchart..... 21

Gambar 4. 1 Batas gradasi agregat halus ..... 24

Gambar 4. 2 Uji analisis saringan agregat halus ..... 25

Gambar 4. 3 Uji berat volume agregat halus..... 26

Gambar 4. 4 Uji berat jenis agregat halus ..... 27

Gambar 4. 5 Uji kelembaban pasir..... 28

Gambar 4. 6 Uji air resapan pasir..... 29

Gambar 4. 7 Batas gradasi kerikil ukuran maksimal 20 mm ..... 31

Gambar 4. 8 Uji analisis saringan agregat kasar ..... 31

Gambar 4. 9 Uji berat volume agregat kasar..... 32

Gambar 4. 10 Proses uji berat jenis agregat kasar ..... 33

Gambar 4. 11 Uji Kelembaban kerikil ..... 34

Gambar 4. 12 Proses uji air resapan agregat kasar..... 35

Gambar 4. 13 Proses penjemuran cangkang kerang ..... 36

Gambar 4. 14 Batas gradasi cangkang kerang ..... 37

Gambar 4. 15 Uji saringan cangkang kerikil sebagai substitusi agregat kasar..... 38

Gambar 4. 16 Proses saringan lolos ukuran nomor 200 ..... 38

Gambar 4. 17 Proses uji berat volume serbuk cangkang kerang darah ..... 39

Gambar 4. 18 Proses uji slump ..... 42

Gambar 4. 19 Grafik kuat tekan beton ..... 46

Gambar 4. 20 Grafik modulus elastisitas ..... 49

Gambar 4. 21 Uji kuat tarik belah beton benda uji silinder ..... 50

Gambar 4. 22 Grafik kuat tarik belah beton pada umur 28 hari ..... 51

Gambar 4. 23 Hasil regresi kuat tekan umur 7 hari dengan %subtitusi agregat kasar	52
Gambar 4. 24 Hasil regresi kuat tekan umur 7 hari dengan % <i>filler</i> .....	53
Gambar 4. 25 Hasil regresi kuat tekan umur 14 hari dengan %subtitusi agregat kasar.....	54
Gambar 4. 26 Hasil regresi kuat tekan umur 14 hari dengan % <i>filler</i> .....	55
Gambar 4. 27 Hasil regresi kuat tekan umur 28 hari dengan %subtitusi agregat kasar.....	56
Gambar 4. 28 Hasil regresi kuat tekan umur 28 hari dengan % <i>filler</i> .....	57
Gambar 4. 29 Hasil regresi kuat tarik belah umur 28 hari dengan %subtitusi agregat kasar.....	58
Gambar 4. 30 Hasil regresi kuat tarik belah umur 28 hari dengan % <i>filler</i> .....	59



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Hasil Pengujian

Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang sangat pesat menuntut pembangunan infrastruktur secara massif dan penggunaan beton masih menjadi primadona sebagai bahan utama struktur bangunan. Menurut Suharwanto (2005), bertambahnya kebutuhan material penyusun beton memicu penambangan batu karena satu diantara material penyusun beton adalah agregat kasar, dimana kebutuhan yang sangat banyak mengakibatkan penambangan secara besar-besaran dilakukan dan semakin turun jumlah sumber alam yang tersedia guna kebutuhan pembetonan. Beton ialah campuran dari agregat kasar maupun halus, semen serta air. Di Indonesia banyak bahan tambahan yang dipakai dan manfaat dari bahan tambahan perlu dibuktikan dengan memakai material yang sering digunakan di lapangan. Bahan tambah dapat dipakai guna memodifikasi karakteristik pada beton contohnya guna meningkatkan kekuatan tekan beton, modulus elastisitas, serta kuat tarik belah.

Menurut DKP (2005) kerang mempunyai persentase kulit kerang yang lebih banyak dibandingkan daging kerang yakni berkisar 70% kulit kerang serta 30% daging. Cangkang kerang merupakan limbah yang dapat meningkatkan nilai ekonomis. Hasil panen per hektarnya setiap tahun bisa mencapai 200 sampai dengan 300 ton kerang utuh ataupun berkisar 60 sampai dengan 100 ton daging kerang (Siregar, 2009 dalam Annur 2013). Menurut Kementrian Kelautan dan Perikanan (2012) produksi dari kerang dengan beberapa jenis kerang yakni kerang simping, kerang mutiara, kerang hijau, kerang darah serta remis sebesar 54.801 ton. Serbuk cangkang kerang mendapatkan hasilnya cukup baik dan serbuk cangkang kerang untuk adsorben alternatif yang ramah lingkungan sebab cangkang kerang terdiri dari beberapa senyawa yakni 22,28% MgO, 66,70% CaO, 1,25% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7,88% SiO<sub>2</sub> serta 0,03% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Maryam, 2006, dalam Afranita dkk, 2014). Cangkang *Anadara granosa* dapat digunakan sebagai material substitusi dan *filler* pada beton.

Pada penelitian sebelumnya tentang cangkang kerang sebagai *filler* oleh Supriani, (2013) persentase variasi penambahan 2,5%, 5% dan 10% abu cangkang kerang yang dapat memungkinkan menjadi bahan tambah guna mempercepat pengikatan awal beton dan bisa cepat mengeras. Hasil pengujian yang didapatkan penambahan abu sebesar 2,5 % memberikan nilai kuat tekan beton yang mendekati kuat beton normal di umur 28 hari yaitu 32,92 MPa. Pada penelitian Akmalia dkk. (2016) tentang kuat tekan serta *sorptivity* beton menggunakan serbuk kulit kerang (*Anadara granosa*) yang mempunyai hasil kuat tekan di umur 28 hari sejumlah 36,11 MPa dengan persentase 4% serbuk kulit kerang pengganti semen OPC.

Penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian tentang substitusi agregat kasar oleh Zuraidah dkk, (2017) persentase variasi substitusi 0%, 1,25%, 2,5%, 3,75%, 5% dari berat agregat kasar dengan ukuran nominal 38 sampai 5 mm dan hasil kuat tekan mencapai terendah hingga 16,608 MPa pada persentase variasi 5%. Dengan penggunaan limbah cangkang kerang untuk *filler* dan substitusi agregat kasar pada beton normal diharapkan menjadi alternatif pengurangan pencemaran ekosistem alam dan menambah sifat mekanik beton yang dihasilkan.

Penelitian sebelumnya hanya meneliti satu variasi dimana hanya menggunakan substitusi pada agregat kasar atau hanya digunakan sebagai *filler*. Berawal dari masalah di atas, maka dilakukan penelitian dengan menggabungkan dua variasi yang ada pada penelitian terdahulu yaitu substitusi agregat kasar dan *filler* semen.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana kuat tekan beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal ?
2. Bagaimana modulus elastisitas beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal ?

3. Bagaimana kuat tarik belah beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal ?

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin didapatkan pada makalah ini ialah seperti berikut:

1. Menganalisis kuat tekan beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal.
2. Menganalisis modulus elastisitas beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal.
3. Menganalisis kuat tarik belah beton dengan limbah cangkang kerang sebagai *filler* dan agregat kasar pada beton normal.

### 1.4 Manfaat

Beberapa manfaat dari penelitian ini ialah seperti di bawah ini:

1. Memberikan sumbangan pemikiran untuk pengembangan ilmu dibidang Teknik Sipil khususnya beton dengan inovasi penambahan dan substitusi agregat kasar dari limbah.
2. Mengurangi pencemaran ekosistem alam dari limbah cangkang kerang.
3. Peneliti dan pembaca dapat mengetahui pengaruh limbah cangkang kerang terhadap kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik belah pada beton.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun pembatasan pada penelitian ini, yakni:

1. Tidak melakukan pengujian keausan dari cangkang kerang darah (*Anadara granosa*)
2. Tidak melakukan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) terhadap cangkang kerang darah (*Anadara granosa*)

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Beton

Bersumber dari SNI 2847:2013, beton merupakan hasil campuran semen portland ataupun semen hidrolis yang lain, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) serta air, menggunakan ataupun tanpa bahan tambah (*admixture*). Bertambahnya umur pada beton maka, beton semakin kuat serta mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) di umur 28 hari. Beton dipilih sebagai jenis struktur utama karena memiliki daya kuat tekan yang baik dan cocok digunakan di Indonesia.

#### 2.1.1 Jenis Beton

Tabel 2.1 Jenis beton

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton kuat tekan sangat tinggi	Lebih dari 80,0 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40,0 – 80,0 MPa
Beton pra tegang	30,0 – 40,0 MPa
Beton normal	15,0 – 30,0 MPa
Beton sederhana	Hingga 10,0 MPa

Sumber: SNI 03-2834-2000

### 2.2 Material Penyusun Beton

Dalam penggunaan bahan material penyusun beton harus mencapai kualitas baik dan perhitungan proporsi campuran yang tepat. Hal ini dapat menetapkan kualitas beton yang dihasilkan.

#### 2.2.1 Semen Portland

Semen Portland ialah perekat yang dibuat dari bahan silikat kalsium sebagai kandungan kimia utama dan batu gypsum sehingga senyawa itu bisa bereaksi terhadap air serta dapat menjadi perekat pada bebatuan. Berlandaskan SNI 15-2049-2004 terdapat lima tipe semen yang tersedia.

Tabel 2. 2 Jenis Semen

Jenis Semen	Karakteristik Umum
Tipe V	Semen Portland yang pemakaiannya menuntut syarat benar-benar tahan atas silfat
Tipe IV	Semen Portland yang pemakaiannya menuntut panas hidrasi rendah
Tipe III	Semen Portland yang pemakaiannya membutuhkan syarat awal yang tinggi sesudah pengikatan
Tipe II	Semen Portland yang pemakaiannya membutuhkan ketahanan atas sulfat serta panas hidrasi
Tipe I	Semen Portland guna pemakaian umum yang tidak membutuhkan syarat khusus

Sumber: SNI 15-20449-2004

### 2.2.2 Agregat Halus

Bersumber dari SNI 03-2834-2000, agregat halus ialah pasir alam dari hasil desintegrasi alami dari batuan ataupun pasir yang dihasilkan pabrik pemecah batu.

Tabel 2.3 Batas gradasi agregat halus

Nomor	Lubang Ayakan (mm)	Persen berat yang lewat ayakan			
		1	2	3	4
4	4.76	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2.38	60-95	75-100	85-100	95-100
16	1.19	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0.59	15-34	34-59	60-79	80-100
50	0.297	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0.149	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SNI 03-2834-2000



### 2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar ialah kerikil selaku hasil desintegrasi alami dari batu ataupun berbentuk batu pecah yang didapatkan dari industri pemecah batu serta memiliki ukuran butir diantara 5 hingga dengan 40 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat kasar berasal dari material alami berupa butiran mineral keras. Agregat kasar merupakan bahan penting untuk mengisi volume beton yaitu sekitar 50%-80%.

### 2.3 Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah ataupun yang memiliki nama latin *Anadara granosa* ialah jenis kerang yang populer di Indonesia. Kerang darah memiliki dua cangkang yang menempel satu sama lain. Rusuk-rusuk pada cangkang menonjol dan berjumlah sekitar 19 sampai 23 rusuk. Kerang darah berkembang biak sepanjang tahun dan puncaknya berlangsung pada bulan Agustus ataupun September (Vitalis dkk, 2016).

Kerang darah hidup dalam pantai pasir berlumpur. Kerang darah mempunyai kulit cangkang yang lebih tebal sehingga dapat dipertimbangkan untuk dimanfaatkan menjadi bahan tambah beton. Menurut Lesbani (2013) Pola difraksi kalsium hidroksida adalah  $2\theta$  28.6°, 47.1° dan 50.8°. Kandungan kalsium hidroksida terdapat pada dekomposisi cangkang pada berbagai temperatur, meskipun kekuatannya kecil akibat reaksi kalsium oksida dengan uap air di udara membentuk kalsium hidroksida. Pada temperatur 900-1100°C mempunyai puncak yaitu  $2\theta$  18,2°, 18,1° dan 18,0° yang merupakan puncak kalsium silikat. Hal ini dikarenakan selain kalsium karbonat, silikat merupakan salah satu komponen cangkang kerang darah. Menurut Setyaningrum (2009) dalam Vitalis (2016) kulit kerang adalah bahan mineral hewan laut yang mempunyai kandungan kimia karbonat tinggi.

Tabel 2.4 Kandungan kimia serbuk cangkang kerang

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

Sumber: Siregar, 2009

#### 2.4 Perencanaan Campuran Beton

Campuran pada beton menggunakan standar yang ada di negara Indonesia yakni SNI 03-2834-2000 guna perencanaan beton normal. Data-data yang dibutuhkan dalam pencampuran beton menurut SNI 03-2834-2000 yakni seperti berikut:

1. Penentuan kuat tekan rencana pada umur tertentu dengan disyaratkan berdasarkan atas persyaratan perencanaan struktur serta kondisi lapangan.
2. Penentuan nilai deviasi standar bertujuan untuk menendalikan pelaksanaan pencampuran beton. Mutu pelaksanaan lebih baik jika nilai standar deviasi kecil. Pada saat merencanakan data hasil uji dibawah dari 30 benda pengujian maka nilai deviasi standar ialah perkalian deviasi standar yang dilakukan penghitungan berdasarkan data hasil pengujian melalui faktor pengali pada tabel berikut.
3. Nilai acuan deviasi standar tertera pada table berikut.

Tabel 2.5 Nilai deviasi standar

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	SD (MPa)
Tanpa Kendali	8.4
Jelek	7.0
Cukup	5.6
Baik	4.2

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	SD (MPa)
Air Tanah	3.5
Air Pemasukan	2.8

Sumber: SNI 03-2834-2000

4. Nilai tambah dapat dihitung menurut rumus pada SNI 03-2834-2000:

$$M = 1,64 \times s_r \dots\dots\dots (2.1)$$

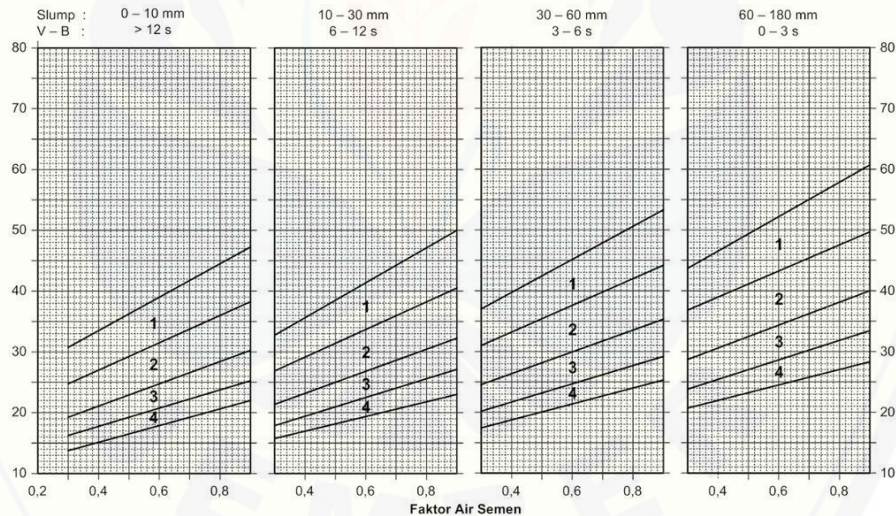
Dengan: M : nilai tambah

1,64 : tetapan pada persentase kegagalan pengujian 5%

S<sub>r</sub> : deviasi standar rencana

### 2.5 Perbandingan Agregat Halus dengan Agregat Kasar

Penentuan perbandingan agregat halus serta kasar didapat dari grafik persentase pasir atas total agregat. Berikut grafik persen yang digunakan.



Gambar 2.1 Grafik persentase pasir atas kadar total agregat yang direkomendasikan untuk butir maksimal 40 mm (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times b_j \text{ agg halus} + \frac{K}{100} \times b_j \text{ agg kasar} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

P : Persentase pasir terhadap kerikil (didapat dari hasil penelitian di laboratorium)

K : Persentase kerikil terhadap agregat campuran (didapat dari hasil penelitian di laboratorium)

Bj campuran : Berat jenis agregat campuran

Bj agg halus : Berat jenis pasir

Bj agg kasar : Berat jenis kerikil

## 2.6 Pengujian Beton

Beton yang sudah mencapai umur yang direncanakan dilakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan hasil uji.

### 2.6.1 Kuat Tekan

Beton memiliki kontrol kualitas yang bertujuan untuk melihat pekerjaan yang sudah dilakukan sesuai atau memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Kontrol kualitas pada beton dapat ditinjau menggunakan metode statistika, seperti:

- a) Kuat tekan pada beton didapat dari rumus beban yang tertera pada mesin *compressive test* dibagi dengan luasan permukaan benda uji. Rumus dalam bentuk matematis seperti berikut:

$$f'c = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

$f'c$  : Kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)

F : Gaya tekan (N)

A : Luasan permukaan (mm<sup>2</sup>)

- b) Rata-rata merupakan jumlah dari sebuah data kemudian dilakukan pembagian terhadap banyaknya data. Nilai rata-rata dapat dilakukan penghitungan memakai persamaan di bawah ini:

$$\overline{f_c'} = \frac{\sum f_c'}{n} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

$\overline{f_c'}$  : Kuat tekan rata-rata (N/mm<sup>2</sup>)

$\sum f_c'$  : Jumlah kuat tekan

$n$  : Jumlah benda uji

### 2.6.2 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas ialah kemiringan kurva tegangan pada daerah elastis, karena kemiringan mempunyai satuan tegangan dibagi dengan regangan (Gere dan Timoshenko, 1997). Dalam SNI 03-2847-2019 modulus elastisitas ialah rasio dari tegangan tarik ataupun tekan terhadap regangan yang telah dilaksanakan di laboratorium. Rumus guna menentukan modulus elastisitas beton normal adalah:

$$Ee = 4700\sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (2.5)$$

### 2.6.3 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik beton tidak langsung dari benda pengujian beton berbentuk silinder yang didapatkan dari hasil pembebanan kuat tekan pada benda uji. Dalam uji kuat tarik belah benda pengujian silinder yang ditempatkan mendatar sejajar atas permukaan meja penekan mesin penguji ditekan (SNI 2491-2014). Rumus kuat tarik belah pada beton sebagai berikut:

$$f_c't = \frac{2P}{\pi.l.d} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

$f_c't$  : Kuat tarik belah beton (MPa)

$P$  : Beban (N)

$l$  : Tinggi silinder beton (mm)

$d$  : Diameter Silinder Beton (mm)



## 2.7 Analisis Data Statistika

Menggunakan metode statistik yang salah dapat menyebabkan analisis data menjadi mentah. Analisis korelasi yang dapat digunakan ialah analisis korelasi sederhana dan analisis regresi linier sederhana. Kedua analisis tersebut digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel Variabel X dan Y Variabel X diartikan sebagai variabel bebas, Variabel Y didefinisikan sebagai variabel *dependent*. Proses analisis data terlebih dahulu memproses data dalam tabel, lalu mengeksekusi Analisis koefisien korelasi sederhana dan analisis regresi linier.

### 2.7.1 Standar Deviasi

Standar deviasi digunakan untuk menentukan distribusi data dalam sampel. Hasil deviasi standar rendah menunjukkan bahwa sebaran data mendekati rata-rata. Berikut persamaan standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\mu)^2}{N}} \dots \dots \dots (2.7)$$

### 2.7.2 Analisis Koefisien Korelasi Sederhana

Analisis korelasi sederhana adalah pemahaman tentang keberadaan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Korelasi yang terjadi antara dua variabel dapat berupa korelasi positif, negatif, sempurna atau tidak relevan. Penentuan relevansi ini dapat ditinjau dengan melihat hubungan antar variabel. Menurut Sugiyono (2013) interpretasi nilai R dapat dilihat berdasarkan dari tinggi rendahnya nilai R yang didapatkan. Interpretasi nilai R dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Intepretasi nilai R

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.8 – 1.00	Sangat Kuat
0.6 – 0.79	Kuat
0.4 – 0.59	Sedang
0.2 – 0.39	Rendah



Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0.0 – 0.19	Sangat Rendah

Sumber: Sugiyono (2014)

a. Korelasi *Pearson*

Korelasi *pearson* ialah indeks yang digunakan untuk menentukan kedekatan hubungan antara dua variabel. Perhitungan korelasi Pearson dapat dihitung dengan metode *product moment* sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- r : Koefisien korelasi
- x : Deviasi rerata variabel x ( $X - \underline{X}$ )
- y : Deviasi rerata variabel y ( $Y - \underline{Y}$ )

b. Koefisien Penentu

Koefisien penentu yang digunakan untuk menggambarkan pengaruh variabel independen (X) terhadap naik turunnya variabel terikat (Y). Koefisien penentu (KP) dinyatakan sebagai persentase, jika nilai KP mendekati 100%, artinya variabel *independent* sangat mempengaruhi variabel *dependent*. Berikut rumus koefisien penentu

$$KP = \frac{(n)\sum xy - (\sum X)(\sum Y)}{[(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]} \dots \dots \dots (2.9)$$

2.7.3 Analisis Regresi Linier

Regresi linier adalah sejenis korelasi antara variabel yang diukur. Regresi linier juga dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan nilai variabel *independent*, dan variabel *dependent*. Perhitungan dalam regresi linier sederhana hanya berisi dua Variabel yaitu variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y).

$$Y = a + bX \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

- Y : Variabel terikat

X : Variabel bebas

a : Intersep

b : Slop

#### 2.7.4 Analisis Regresi Non Linier Parabola

Regresi non linier adalah regresi dengan variabel pangkat. Salah satu bentuk regresi non linier adalah regresi parabola. Regresi kuadrat adalah regresi variabel fungsi pangkat, kecuali untuk variabel regresi pangkat tiga. Rumus regresi non linier parabola adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX + cX^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

Y : Variabel terikat

X : Variabel bebas

a,b,c : Konstanta

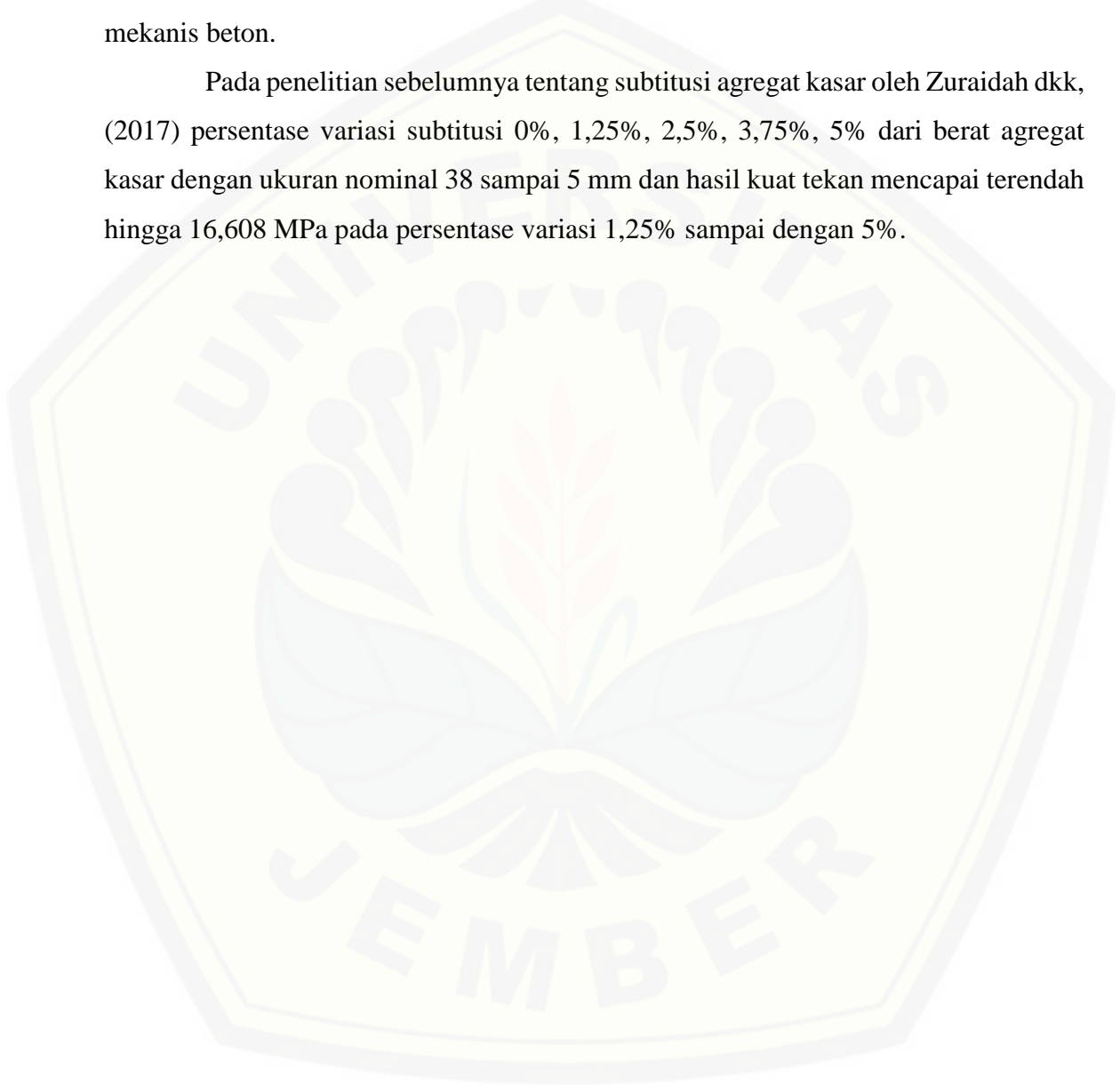
### 2.8 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya tentang cangkang kerang sebagai *filler* oleh Supriani, (2013) persentase variasi penambahan 2,5%, 5% dan 10% abu cangkang kerang yang dapat memungkinkan menjadi bahan tambah guna mempercepat umur awal beton. Hasil pengujian yang didapatkan penambahan abu sebesar 5 % memberi nilai kuat tekan beton yang semakin besar dibandingkan terhadap beton normal pada umur 3 hari.

Pada penelitian Rejeki dan Karolina, (2013) mengatakan substitusi abu cangkang kerang terhadap semen sejumlah 0%, 5%, 10%, 15% serta 20%. Uji slump mengalami kenaikan karena pengaruh absorbs pada cangkang kerang. Hasil kuat tekan mengalami penurunan sejumlah 89,18%, 74,09%, 67,87% serta 64,92% dari beton normal. Hasil kuat tarik belah sejumlah 95,96%, 92,3%, 81,7% serta 75,8% dari beton normal.

Pada penelitian Annur, (2013) mengatakan penambahan agregat kasar menggunakan cangkang kerang pada campuran beton sebesar 0%, 17%, 31%, 44%,55% dari berat agregat kasar melalui FAS 0,42 mengalami penurunan sifat mekanis beton.

Pada penelitian sebelumnya tentang substitusi agregat kasar oleh Zuraidah dkk, (2017) persentase variasi substitusi 0%, 1,25%, 2,5%, 3,75%, 5% dari berat agregat kasar dengan ukuran nominal 38 sampai 5 mm dan hasil kuat tekan mencapai terendah hingga 16,608 MPa pada persentase variasi 1,25% sampai dengan 5%.



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang diterapkan pada penelitian ini ialah studi experimental, yaitu melangsungkan *trial and error* dengan penelitian sebelumnya menjadi acuan. Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud guna melakukan analisis terhadap kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik belah dengan pemakaian cangkang kerang sebagai *filler* dan substitusi agregat kasar.

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian untuk sampel cangkang kerang diambil dari pabrik pengepul kerang di Pandaan. Pembuatan dan pengujian material dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Pengerjaan proposal penelitian dimulai pada bulan Juni hingga bulan Juli 2020 serta persiapan bahan penyusun beton, pembuatan benda uji, pengujian dan analisis hasil uji sampai bulan November 2020.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang dipakai pada penelitian ini berdasarkan garis besar dikelompokkan menjadi variabel bebas, variabel terikat serta variabel terkendali sebagai berikut:

1. Variabel Bebas  
Variabel bebas yang dipakai ialah cangkang kerang yang menjadi *filler* dan substitusi agregat kasar.
2. Variabel Terikat  
Variabel terikat yang dipakai ialah kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik belah.
3. Variabel Terkendali  
Variabel terkendali yang dipakai ini ialah proses *curing*, tipe semen, faktor air semen, kuat tekan rencana 30 MPa, umur benda uji dan bekisting.

### 3.3 Cangkang Kerang

Dalam penggunaan limbah cangkang kerang di penelitian ini dibutuhkan serbuk cangkang kerang sebagai *filler* dan pecahan cangkang

kerang sebagai substitusi agregat kasar. Untuk memperoleh bahan maka dilakukan:

1. Serbuk Cangkang kerang
  - a. Penjemuran cangkang kerang selama satu hari
  - b. Penghancuran cangkang kerang menjadi serbuk menggunakan mesin selep
  - c. Serbuk cangkang kerang disaring dengan saringan nomor 200
2. Pecahan Cangkang Kerang
  - a. Penjemuran cangkang kerang selama satu hari
  - b. Penghancuran cangkang kerang dengan cara ditumbuk
  - c. Hasil tumbukan cangkang kerang lolos ayakan nomor 3/4 dan tertahan di ayakan nomor 3/8 dan 4 untuk mendapat ukuran maksimum 10mm

### 3.4 Benda Uji

Dalam menentukan benda uji, penelitian ini menggunakan standar yang berlaku di Indonesia yakni dengan SNI 03-2834-2000 yang direncanakan memiliki mutu  $f'c$  30 MPa. Benda uji yang direncanakan menggunakan ukuran 15x30cm. Rencana penelitian bisa diketahui dalam tabel berikut ini.

Tabel 3. 1 Jumlah benda uji untuk kuat tarik

Kode Sampel	Campuran Cangkang Kerang		Jumlah Benda Uji (Umur)			Total
	Filler	Substitusi Agregat Kasar	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
CK 1 T	0%	0%	3	3	3	9
CK 2 T	1%	1,5%	3	3	3	9
CK 3 T	3%	2%	3	3	3	9
CK 4 T	6%	3%	3	3	3	9
CK 5 T	9%	3,5%	3	3	3	9
Total						45

Tabel 3.2 Perhitungan jumlah benda uji beton untuk kuat tarik belah

Kode Sampel	Campuran Cangkang Kerang		Jumlah Benda Uji (Umur)
	<i>Filler</i>	Substitusi Agregat Kasar	28 Hari
CK 1 TB	0%	0%	3
CK 2 TB	1%	1,5%	3
CK 3 TB	3%	2%	3
CK 4 TB	6%	3%	3
CK 5 TB	9%	3,5%	3
	Total		15

Keterangan:

- CK 1 T = Cangkang Kerang benda uji 1 untuk kuat tekan
- CK 1 TB = Cangkang Kerang benda uji 1 untuk kuat tarik belah

### 3.5 Pengujian Sifat Mekanis Beton

#### 3.5.1 Kuat Tekan

Metode uji kuat tekan beton mengikuti standar yang berlaku di Indonesia yakni SNI 03-1974-2011. Kuat tekan dilangsungkan di umur 7, 14 serta 28 hari. Uji kuat tekan beton dilangsungkan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Jember. Berikut merupakan tahapan dalam uji kuat tekan beton.

1. Ambil benda uji yang sudah mengalami perawatan
2. Menimbang berat dan ambil rata-rata berat beton.
3. Meletakkan benda uji di mesin tekan.
4. Memulai pengujian pada benda uji hingga benda uji retak serta melakukan pencatatan terhadap beban yang diterima benda uji.
5. Membersihkan sisa pengujian kuat tekan dan hitung kuat tekan pada rumus (2.3) dan (2.4).



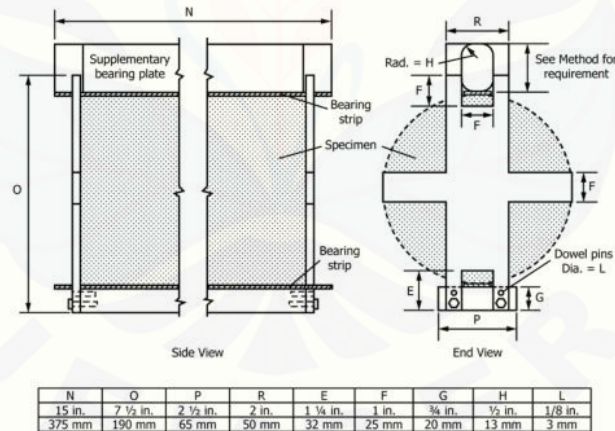
### 3.5.2 Modulus Elastisitas

Dalam pelaksanaan uji modulus elastisitas didapatkan dari rumus yang mengacu pada SNI 03-2847-2019. Nilai modulus elastisitas didapat dari rumus (2.5).

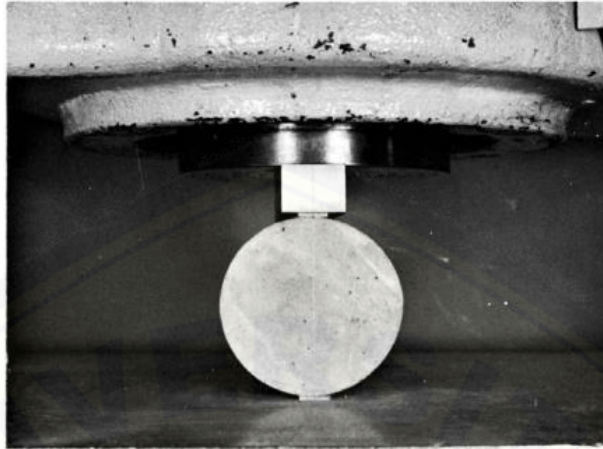
### 3.5.3 Kuat Tarik Belah

Metode untuk uji kuat tarik belah beton mengikuti standar yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 2491-2014 mengenai metode pengujian kekuatan tarik belah spesimen beton silinder. Kuat tarik belah dilaksanakan pada umur beton 28 hari. Uji kuat tekan beton dilangsungkan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Jember. Berikut merupakan tahapan dalam pengujian kuat tarik belah beton.

1. Menandai garis diametral disetiap ujung benda uji menggunakan perangkat yang cocok dan tepat di bidang aksial yang sama
2. Menentukan posisi menggunakan garis diametral yang ditandai yaitu berada di tengah satu dari strip lapis di sepanjang tengah bantalan bawah blok

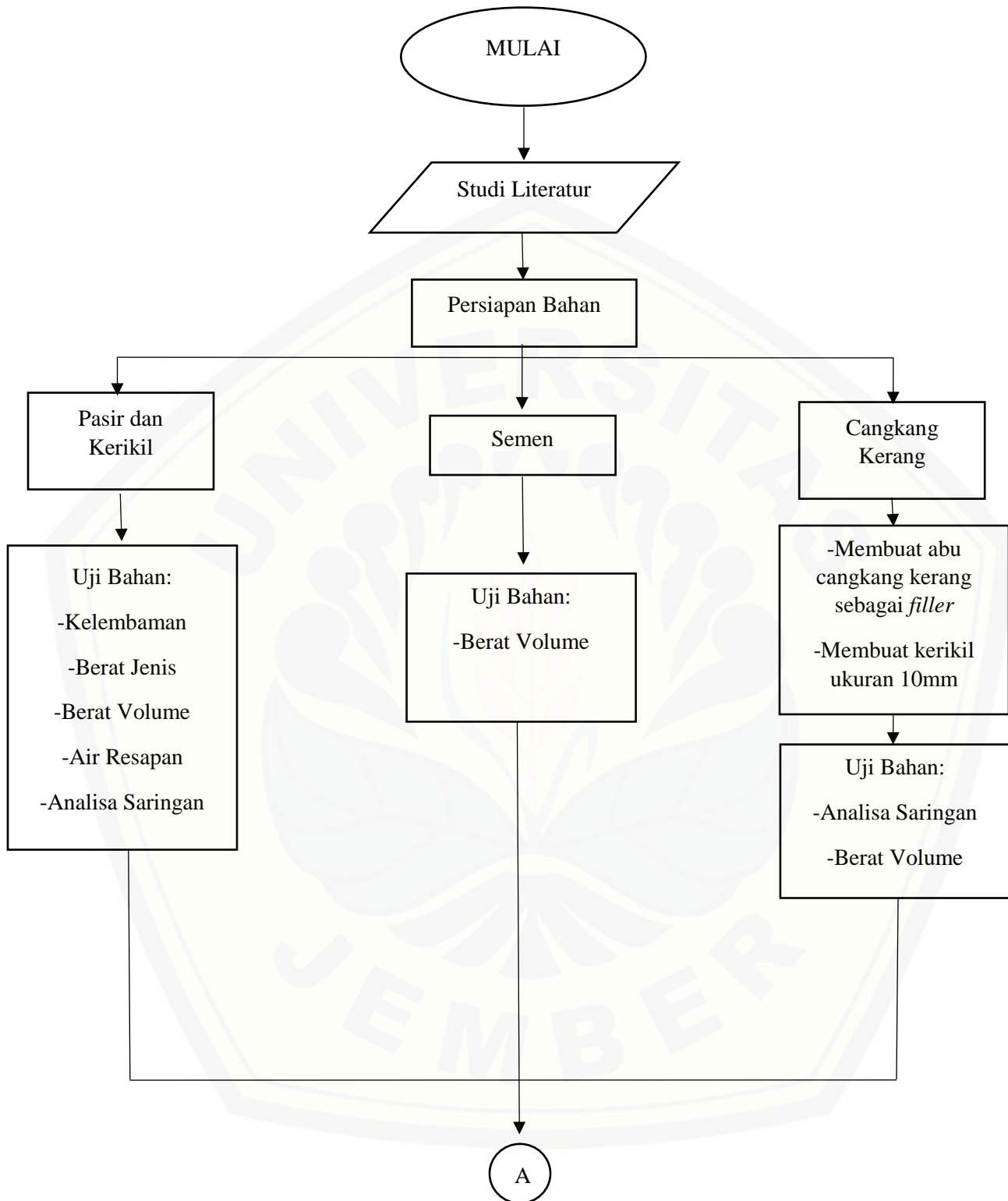


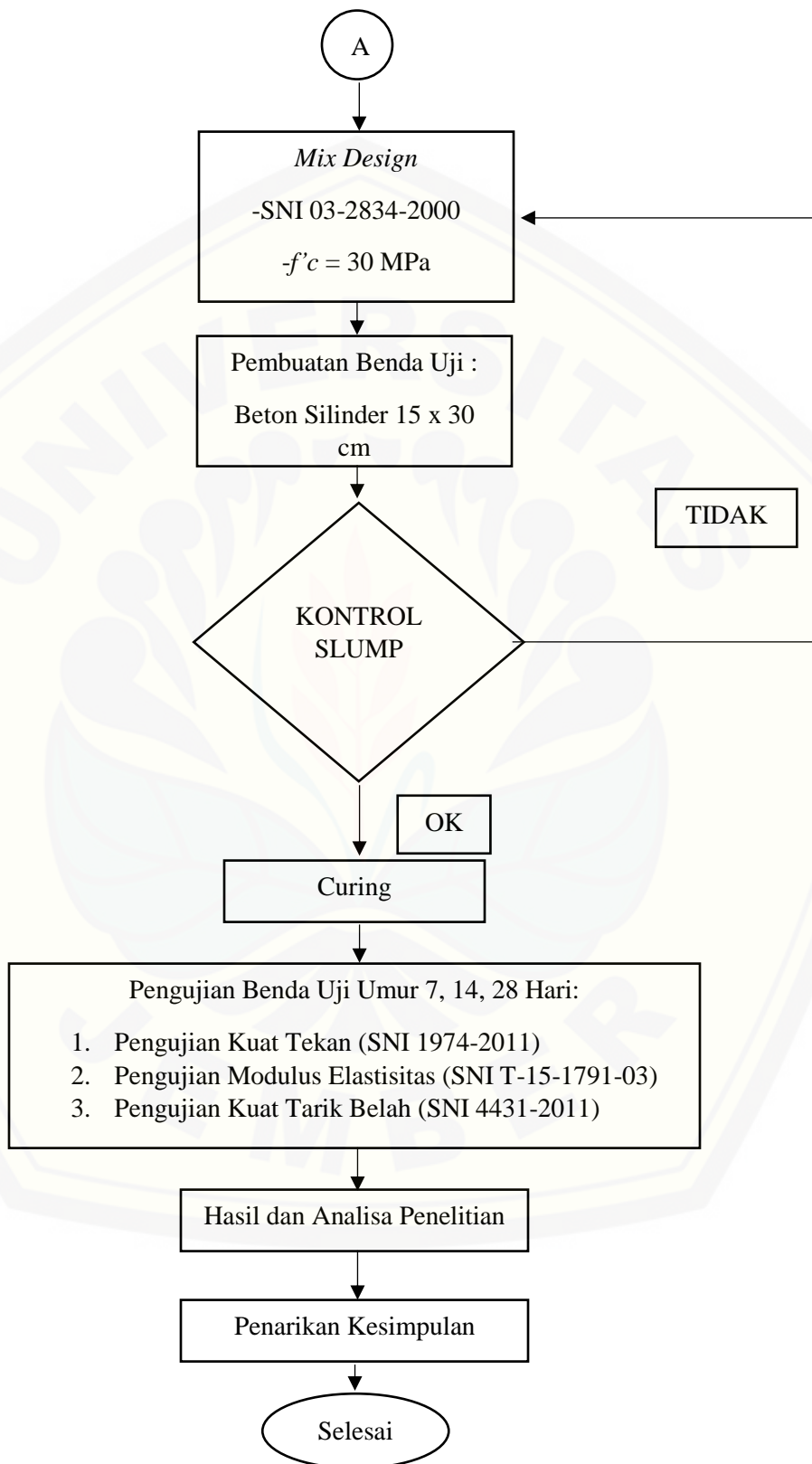
Gambar 3.1 Benda uji dan perletakannya (Sumber: ASTM C496)



Gambar 3. 2 Benda uji dalam alat uji kuat tarik belah (Sumber: ASTM C496)

3. Meletakkan benda uji pada alat uji
4. Memberikan beban benda uji sampai terjadinya perubahan fisik terhadap benda uji
5. Melakukan pencatatan terhadap beban yang tertera pada alat uji.





Gambar 3. 3 Flowchart

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berlandaskan dari hasil penelitian terkait pengaruh limbah cangkang kerang darah sebagai *filler* dan substitusi agregat kasar terhadap sifat mekanik beton normal didapati kesimpulan yakni seperti berikut:

1. Pada umur 28 hari terjadi perbedaan kuat tekan yang dipengaruhi oleh penambahan bahan campuran limbah cangkang kerang darah. Beton dengan 1% *filler* dan 1,5% substitusi agregat kasar sebesar 37,37 MPa dengan kenaikan 14,45% dari beton normal dan beton dengan campuran 9% *filler* dan 3,5% substitusi agregat kasar sebesar 28,35 MPa turun sebesar 13,38% dari beton normal. Penggunaan limbah cangkang kerang darah yang optimum akan mendukung kuat tekan beton. Dari proses analisis menggunakan regresi didapat bahwa penggunaan substitusi agregat kasar dengan cangkang kerang mempunyai tingkat pengaruh yang kuat dilihat dari nilai *R square* 0,676.
2. Modulus elastisitas menggunakan acuan rumus dari SNI 03-2847-2019 didapatkan hasil optimum pada beton dengan campuran 1% *filler* dan 1,5% substitusi agregat kasar sebesar 28720,44. Hal ini disebabkan oleh tegangan yang diterima beton rendah dan regangan yang dihasilkan beton tinggi.
3. Kuat tarik belah beton pada umur 28 hari dengan bahan tambah limbah cangkang kerang darah 1% sebagai *filler* dan 1,5% sebagai substitusi agregat kasar sebesar 2,95 MPa dengan kenaikan sebesar 10,49% dari beton normal, dan beton dengan campuran 9% *filler* dan 3,5% substitusi agregat kasar sebesar 2,22 MPa penurunan sebesar 13,48% dari beton normal. Dari hasil analisis regresi didapatkan bahwa penggunaan *filler* cangkang kerang darah mempunyai pengaruh yang sangat kuat dilihat dari hasil *R square* sejumlah 0,701.

## 5.2 Saran

Bersumber dari hasil penelitian perlu adanya penambahan umur 90 hari dalam pengujian supaya dapat mengetahui pengaruh bahan campuran limbah cangkang kerang darah dalam kurun waktu yang lebih lama. Pada penelitian ini sebaiknya ada penambahan bahan kimia yang dapat mengurangi penggunaan air karena cangkang kerang sukar untuk menyerap air. Cekungan yang ada pada limbah cangkang kerang dapat diisi dengan mortar. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang material limbah cangkang kerang sebagai substitusi agregat kasar. Perlu adanya persentase kontrol dari salah satu bahan tambah limbah cangkang kerang darah sebagai *filler* dan substitusi agregat kasar. Perlu melakukan uji XRD pada cangkang kerang darah.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T. A. 2014. Potensi abu cangkang kerang darah (Anadara Granosa) Sebagai Adsorben Ion Timah Putih. 1(1), 1–5.
- Andika, Restu dan Safarizki, H. 2019. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *MoDuluS : Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*. 1(1).
- Annur, Hatta. 2013. Studi Penggunaan Cangkang Kerang Laut Sebagai Bahan Penambah Agregat Kasar Pada Campuran Beton. 1-9
- ASTM C496/C496M - 11. (2011). *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Standart Test Method. West Conshohocken, PA.
- Bahtiar, R., Hidayat, W. 2005. Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang Terhadap Kuat Desak Beton. *Skripsi*. Yogyakarta. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Dewi, Y.F.Z. dan Windah, H.M.R.S. 2020. Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Sipil Statik*. 8(3). 293-298.
- Fansuri, S., Diana, A.I.N., Desharyanto, D. 2020. Penggunaan Campuran Serbuk Kerang Lokan Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Pembuatan Beton. *Proteksi*. 2(1). 1-6.
- Hasan Iqbal M. 2002. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. 2<sup>nd</sup>. Jakarta:

PT. Bumi Aksara

Hardagung, K.A. Sambowo, P. Gunawan. 2014. Kajian Nilai *Slump*, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan *Filler* Abu Batu Paras. *Matriks Teknik Sipil*. 2. 131-137.

Kandi, Y.S., Ramang, R., Cornelis, R. 2012. Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(4). 74-86.

Latifah, A. 2011. *Karakteristik Morfologi Kerang Darah A.granosa*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Lesbani, A., Kurniawati, R. & Mohadi, R. 2013. Produksi Biodiesel Melalui Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Katalis Cangkang Kerang darah (*Anadara granosa*) Hasil Dekomposisi. *Cakra Kimia*. 1(2).

Maryam, S. 2006. Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Filter Terhadap Sifat-Sifat dari Mortar. *Skripsi*. Medan. FMIPA USU.

Maulana, S. 2017. Pengaruh Substitusi Semen Dengan Abu Cangkang Kerang Lokan (*Galolnia Expansa*) dan Penambaha Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Fropil*. 5(2): 52–67.

Neville, A, M. 2002. *Properties of Concrete*. Fourth and Final Edition. England: Pearson Education Limited.

Rezeki, A. S., Karolina, R. 2013. Pengaruh Substitusi Abu Kulit Kerang Terhadap Sifat

Mekanik Beton (Eksperimental). 1–7.

Rifky, M. 2011. Tinjauan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Pada Beton Menggunakan Pasir Normal dan Pasir Merapi Serta Penambahan *Pozzolan* Lumpur Lapindo. *Skripsi*. Surakarta. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standar Nasional. Bandung.

SNI 03-2834-2000. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung

SNI 03-2847:2019. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 1974-2011. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.

SNI 2491. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.


SNI 2493-2011. 2011. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Bahan Standarisasi Nasional. Bandung.

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Manajemen*. Edisi Keempat. Bandung: Alfabeta

- Suharwanto. 2005. *Perilaku Mekanik Beton Agregat Daur Ulang Aspek Material-Struktural*. Bandung: Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.
- Supriani, Fepy. 2013. Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan. *Jurnal Inersia*. 5(2), 41–49.
- Utami, D. Nurtanto, B.I. Ridho. 2018. Karakteristik Beton Ringan Non-Struktural Dengan Penambahan Limbah Kerang Hijau Sebagai Material Pozzolanic. *Simposium Nasional RAPI XV - 2017 FT UMS*.
- Vitalis, Samsurizal, Supriyadi. (2016). Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton. 1-9
- Zuraidah, S., Adi, L. O., Hastono, B., Soemantoro. 2017. Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton. 21-28

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian



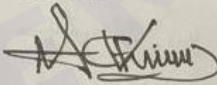
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM STRUKTUR**  
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

---

Proyek : Skripsi “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Filler Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal”  
 Lokasi :  
 Kontraktor :  
 Konsultan Pengawas :  
 Pengujian : Kuat tekan umur 7 Hari

No.	Kode	Berat	Dial (kN)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata
22-Oct-20	CK1T (1)	12.65	400.00	176.63	22.65	23.78
	CK1T (2)	12.65	420.00	176.63	23.78	
	CK1T (3)	12.50	440.00	176.63	24.91	
	CK2T (1)	12.60	325.00	176.63	18.40	19.44
	CK2T (2)	12.50	345.00	176.63	19.53	
	CK2T (3)	12.50	360.00	176.63	20.38	
	CK3T (1)	12.40	370.00	176.63	20.95	20.91
	CK3T (2)	12.45	365.00	176.63	20.67	
	CK3T (3)	12.50	373.00	176.63	21.12	
	CK4T (1)	12.45	315.00	176.63	17.83	17.83
	CK4T (2)	12.55	300.00	176.63	16.99	
	CK4T (3)	12.55	330.00	176.63	18.68	
	CK5T (1)	12.40	263.00	176.63	14.89	14.97
	CK5T (2)	12.40	260.00	176.63	14.72	
	CK5T (3)	12.35	270.00	176.63	15.29	

Koreksi Umur : -  
 Tinggi Benda Uji : 300mm  
 Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,  
 Pemeriksa  
  
 Moch. Akir  
 NIP. 196509282000031001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM STRUKTUR  
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Filler Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal”  
Lokasi :  
Kontraktor :  
Konsultan Pengawas :  
Pengujian : Kuat tekan umur 14 Hari

No.	Kode	Berat	Dial (kN)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata
22-Oct-20	CK1T (1)	12.80	450.00	176.625	25.48	25.29
	CK1T (2)	12.55	460.00	176.625	26.04	
	CK1T (3)	12.50	430.00	176.625	24.35	
	CK2T (1)	12.50	484.00	176.625	27.40	27.69
	CK2T (2)	12.40	475.00	176.625	26.89	
	CK2T (3)	12.70	508.00	176.625	28.76	
	CK3T (1)	12.50	410.00	176.625	23.21	23.40
	CK3T (2)	12.75	400.00	176.625	22.65	
	CK3T (3)	12.60	430.00	176.625	24.35	
	CK4T (1)	12.65	444.00	176.625	25.14	24.52
	CK4T (2)	12.40	430.00	176.625	24.35	
	CK4T (3)	12.50	425.00	176.625	24.06	
	CK5T (1)	12.60	350.00	176.625	19.82	20.19
	CK5T (2)	12.70	365.00	176.625	20.67	
	CK5T (3)	12.60	355.00	176.625	20.10	

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm  
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,  
Pemeriksa

Moch. Akir  
NIP. 196509282000031001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS JEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 LABORATORIUM STRUKTUR  
 Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Filler Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal”  
 Lokasi :  
 Kontraktor :  
 Konsultan Pengawas :  
 Pengujian : Kuat tekan umur 28 Hari

No.	Kode	Berat	Dial (kN)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata
26-Oct-20	CK1T (1)	12.65	555.00	176.625	31.42	32.65
	CK1T (2)	12.75	585.00	176.625	33.12	
	CK1T (3)	12.80	590.00	176.625	33.40	
	CK2T (1)	12.75	665.00	176.625	37.65	37.37
	CK2T (2)	12.75	615.00	176.625	34.82	
	CK2T (3)	12.75	700.00	176.625	39.63	
	CK3T (1)	13.00	560.00	176.625	31.71	32.37
	CK3T (2)	12.75	575.00	176.625	32.55	
	CK3T (3)	12.75	580.00	176.625	32.84	
	CK4T (1)	12.75	560.00	176.625	31.71	31.23
	CK4T (2)	12.50	545.00	176.625	30.86	
	CK4T (3)	12.60	550.00	176.625	31.14	
	CK5T (1)	12.30	510.00	176.625	28.87	28.35
	CK5T (2)	12.40	472.00	176.625	26.72	
	CK5T (3)	12.45	520.00	176.625	29.44	

Koreksi Umur : -

Tinggi Benda Uji : 300mm  
 Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,  
 Pemeriksa

Moch. Akir  
 NIP. 196509282000031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK SIPIL  
LABORATORIUM STRUKTUR  
Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Besar Kotak Pos 159 Jember

Proyek : Skripsi “Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah Sebagai Filler Dan Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Normal”  
Lokasi :  
Kontraktor :  
Konsultan Pengawas :  
Pengujian : Kuat tarik belah umur 28 Hari

No.	Kode	Berat	Dial (kN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Rata-Rata
7-Nov-20	CK1TB (1)	12.85	210	2.55	2.67
	CK1TB (2)	12.95	200	2.62	
	CK1TB (3)	12.75	215	2.83	
	CK2TB (1)	12.90	180	2.97	2.95
	CK2TB (2)	12.75	185	2.83	
	CK2TB (3)	12.75	200	3.04	
	CK3TB (1)	12.75	180	2.55	2.57
	CK3TB (2)	12.65	185	2.62	
	CK3TB (3)	12.90	180	2.55	
	CK4TB (1)	12.60	185	2.62	2.52
	CK4TB (2)	12.65	175	2.48	
	CK4TB (3)	12.60	175	2.48	
	CK5TB (1)	12.60	150	2.12	2.22
	CK5TB (2)	12.45	160	2.26	
	CK5TB (3)	12.60	160	2.26	



Koreksi Umur : -




Tinggi Benda Uji : 300mm  
Diameter Benda Uji : 150mm

Jember,  
Pemeriksa




Moch. Akir  
NIP. 196509282000031001

## Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian

No	Kegiatan	Gambar
1	Pengujian Berat Volume Semen	 A photograph showing a person's hands pouring a white powdery substance (cement) from a white bucket into a smaller metal bucket. The person is wearing a white shirt. The background is a concrete floor.
2	Pengujian Analisa Saringan Pasir	 A photograph of a person wearing a brown and orange patterned shirt and a green face mask, operating a sand sieve analysis machine. The machine is a metal frame with a hopper on top and a stack of sieves below. The person is standing next to the machine, which is placed on a concrete base.

<p>3</p>	<p>Pengujian Berat Volume Pa sir</p>	
<p>4</p>	<p>Pengujian Berat Jenis Pasir</p>	
<p>5</p>	<p>Pengujian Kelembaban Pasir</p>	







<p>6</p>	<p>Pengujian Air Resapan Pasir</p>	
<p>7</p>	<p>Pengujian Analisa Saringan Kerikil</p>	
<p>8</p>	<p>Pengujian Berat Volume Kerikil</p>	


<p>9</p>	<p>Pengujian Berat Jenis Kerikil</p>	
<p>10</p>	<p>Pengujian Kelembaban Kerikil</p>	
<p>11</p>	<p>Pengujian Air Resapan Kerikil</p>	



<p>12</p>	<p>Penjemuran Cangkang Kerang</p>	
<p>13</p>	<p>Pengujian Analisa Saringan Cangkang Kerang</p>	
<p>14</p>	<p>Proses Saring Serbuk Cangkang Kerang</p>	

<p>15</p>	<p>Pengujian Berat Volume Serbuk Cangkang Kerang</p>	
<p>16</p>	<p>Persiapan Bahan</p>	
<p>17</p>	<p>Pengecoran</p>	

18	Pengujian Slump	
19	Curing Beton	
20	Penimbangan Benda Uji	

21	Pengujian Kuat Tekan	
22	Pengujian Tarik Belah	