

PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN DENGAN ABU CANGKANG KERANG LOKAN (GALOLNIA EXPANSA) DAN PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON

SEPTIAN MAULANA

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

DONNY F. MANALU, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Utama

INDRA GUNAWAN, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Pendamping

ABSTRAK

Meningkatnya penggunaan semen sebagai bahan perekat beton dalam dunia konstruksi akan meningkatkan produksi industri semen yang berakibat semakin meningkatnya polutan gas emisi Co₂ dan meningkatnya kerusakan alam dari hasil penambangan bahan penyusun semen itu sendiri. Faktor lemahnya beton terhadap kuat tarik, menyebabkan beton memerlukan bahan komposit lain dalam upaya menutupi kelemahan beton tersebut. Penelitian ini meninjau penggunaan serbuk kerang sebagai substitusi perekat semen karena komposisi bahan penyusun cangkang semen memiliki kemiripan dengan bahan dasar semen serta penggunaan serat sabut kelapa dalam upaya penanganan kelemahan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi abu cangkang kerang lokan terhadap semen dan serat dari sabut kelapa pada campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi industri bahan bangunan. Abu yang digunakan memiliki 3 variasi substitusi terhadap semen yakni 2,5%, 5%, dan 7,5%. Sedangkan Serat yang digunakan memiliki 3 variasi penambahan serat sabut kelapa pada campuran beton yakni 0,5%, 1%, dan 1,5% dengan panjang serat 3 cm, yang keduanya disubstitusi silang sehingga didapat 9 variasi gabungan. Umur beton yang digunakan adalah 28 hari. Hasil Penelitian dengan persentase yang baik adalah pada proporsi campuran dengan persentase 0,5% S+5% A untuk kuat tekan, dan pada 0,5% S+2,5% A untuk kuat tarik belah sehingga Substitusi abu cangkang kerang lokan dan Penambahan serat sabut kelapa berpengaruh baik terhadap mutu beton pada persentase penambahan tertentu.

Kata Kunci : serat dari resam, kuat tekan dan kuat tarik belah.

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Pembangunan dibidang struktur saat ini mengalami kemajuan yang demikian pesat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan sarana yang menunjang aktifitas seperti perkantoran, jalan, jembatan, tempat tinggal dan sarana lainnya, beton merupakan salah satu pilihan

sebagai bahan struktur dalam hal pembangunan.

Semakin pesatnya pembangunan, maka bahan-bahan bangunan yang digunakan untuk konstruksi beton seperti pasir, semen, agregat dan lain sebagainya semakin banyak digunakan terutama dilakukan penambangan-penambangan untuk mengambil bahan dasar komposisi semen, seperti pasir silica, kapur, tanah liat, dan biji besi. Semakin maju dan

berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, orang-orang mencari dan melakukan study penelitian terhadap bahan pengganti atau bahan tambah yang dapat digunakan dalam pembuatan beton yang merupakan bahan utama konstruksi.

Pembuatan beton yang terus menerus berkembang pesat membutuhkan material yang cukup banyak, hal ini menyebabkan turunya sumber daya alam yang tersedia untuk keperluan pembuatan beton, sehingga pencarian bahan alternatif sebagai bahan pengganti maupun bahan tambah dari sumber daya alam lainnya atau sumber daya buatan dalam pembuatan beton terus dilakukan baik terhadap material sisa industri maupun lain yang dapat digunakan untuk mengganti atau mensubstitusi bahan beton seperti semen, pasir atau agregat sebagai suatu inovasi dari masalah tersebut.

Salah satu alternatif yang hendak diuji dan dikembangkan sebagai salah satu solusi yakni dengan penggunaan limbah abu cangkang kerang lokan (*Geloinia expansa*) sebagai bahan tambah atau pengganti semen yang dapat mengurangi ketergantungan pemakaian semen Portland dalam campuran beton. Pemikiran menggunakan abu cangkang kerang lokan (*Geloinia expansa*) cukup beralasan karena bahan penyusun semen Portland adalah 60% sampai 70% terdiri atas kapur atau CaO, dan 17% sampai 25% terdiri dari SiO₂ (SNI-15-2049-2004), ini berarti ada kemungkinan untuk mencoba penggunaan abu cangkang kerang lokan yang mengandung unsur CaO sebesar 53,03% dan SiO₂ sebesar 0,82% sebagai bahan ikat (Wahju dan Erfina dalam Fepy Supriani, 2013).

Beton mempunyai kelebihan memiliki kuat tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai apa yang diinginkan, mudah dalam perawatannya dan dapat digunakan untuk konstruksi ringan maupun berat, akan tetapi beton juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan tarik beton yang kecil karena sifat dasar dari bahan pembentuk beton masih bersifat getas

karena tidak mampu menahan beban geser, dan dapat mengakibatkan kegagalan secara tiba-tiba. Untuk menutupi dan mengurangi kelemahan dari sifat beton tersebut dikombinasikan dengan kelebihan serat untuk diaplikasikan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

Serat dalam beton berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktail dari pada beton biasa dan untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Serat sabut kelapa yang merupakan salah satu alternatif digunakan menjadi *coir fiber/coco fiber* atau serat sabut kelapa.

b. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Berapa persentase penggunaan abu cangkang kerang lokan sebagai bahan substitusi semen dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah serat yang dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik belah maksimal?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan bahan substitusi semen dari abu cangkang kerang lokan dan bahan tambah serat dari sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui persentase penggunaan abu cangkang kerang lokan sebagai bahan substitusi semen dan serat dari sabut kelapa sebagai bahan tambah yang dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik belah maksimal.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan abu cangkang kerang lokan sebagai bahan substitusi dan penggunaan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Andre, (2012) meneliti tentang sifat mekanik *paving block* terbuat dari campuran limbah adukan beton dan serbuk kerang.
2. Alfred, Tavo, dan Putu (2015) meneliti tentang pemanfaatan limbah kerang hijau (*Perna Viridis L.*) sebagai bahan campuran kadar optimum agregat halus pada beton mix design dengan metode substitusi.
3. Nelvia Adi Syafpoetri, Monita Olivia, dan Lita Darmawanti (2013) meneliti tentang pemanfaatan abu kulit kerang (*Anadara Grandis*) untuk pembuatan ekosemen.
4. Rindanu Alam Gumilar, (2011) meneliti tentang pengaruh campuran abu cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) sebagai pengganti sebagian jumlah semen terhadap kuat tekan dan resapan air pada paving blok.
5. Eliza Elistantia, (2013) meneliti tentang pemanfaatan purun sebagai bahan serat dalam pembuatan beton.
6. Sarjono W. dan Wahjono, (2008) meneliti tentang pengaruh penambahan serat ijuk pada kuat tarik campuran semen-pasir dan kemungkinan aplikasinya.
7. Eka D. dan Karolina R., (2013) meneliti tentang pengaruh substitusi tempurung kelapa (*endocarp*) pada campuran beton sebagai material serat peredam suara.
8. Marbawi, (2015) meneliti terkait pemanfaatan serat dari resam sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.
9. Eduardi P, Gouw T, Rachmansyah (2015) yakni Analisa pengaruh

penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi.

10. Sri H, Alimin M, Wisman S, (2009) meneliti terkait pengaruh panjang serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton.

3. LANDASAN TEORI

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Macam-macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton serat, dan lainnya. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono T., 2003).

Keuntungan dan kerugian pemakaian beton dalam suatu konstruksi dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya adalah sebagai berikut: (Mulyono, T., 2003).

1. Keuntungan:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu menerima kuat tekan.
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

2. Kerugian:

- a. Kemampuan menerima kuat tarik yang rendah, sehingga bagian konstruksi yang menerima gaya tarik harus diperkuat dengan baja tulangan.
- b. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
- c. Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
- d. Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar. Bahan penyusun kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang sebagian besar terdiri dari kandungan zat kapur (CaO), alumina dan juga terdapat kandungan silika, sangat

memenuhi karakteristik sebagai bahan substitusi atau bahkan sebagai bahan pengganti total semen (ekosemen). Sama halnya dengan semen bahan penyusun semen Portland adalah 60% sampai 70% terdiri atas kapur atau CaO, dan 17% sampai 25% terdiri dari SiO₂ (SNI-15-2049-2004), selain bahan substitusi dikenal bahan tambah beton yakni bahan tambah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit, yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, glass, plastik, baja atau serat tumbuhan-tumbuhan.

Maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk ;

- a. Menambah kuat tarik, karena beton merupakan bahan yang kuat tariknya rendah.
- b. Menambah daktilitas, karena beton merupakan bahan yang getas.
- c. Menambah ketahanan terhadap retak. Kuat tarik beton yang sangat rendah mengakibatkan beton mudah retak, yang pada akhirnya mudah dimasuki air, sehingga mengurangi keawetan beton.

Kelapa adalah salah satu jenis tanaman yang termasuk kedalam suku pinang pinangan (*aracaceae*). Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yakni sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat dan sekam (*dust*) namun pemanfaatan yang paling optimal adalah bagian seratnya. Menurut *united coconut association of the philipines (UCAP)*, dari 1 buah kelapa dapat diperoleh rata-rata 0,4 kg sabut. Sabut tersebut mengandung 30 persen serat dan sabut kelapa merupakan bahan yang kaya dengan unsur kalium. Dengan penjelasan ketersediaan dan karakteristik serat sabut kelapa maka dapat dilakukan penelitian tentang pemanfaatan serat sabut

kelapa sebagai bahan tambah dalam campuran adukan beton.

4. METODE PENELITIAN

a. Alat

Alat-alat yang digunakan pada pengujian yang akan digunakan antara lain Timbangan, Kompas, Cetakan, Talam, Sendok, Saringan, Batang Baja, pH meter, Mesin Pengguncang Saringan, Mesin Los Angeles, Alat uji *Slump*, Bak Perendam, Piknometer, Bak Pengaduk, Mesin Uji Tekan, Alat Uji Berat Belah.

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain; Semen, Agregat Halus, Agregat Kasar, Air, Serat sabut kelapa, Abu Cangkang Kerang Lokan.

c. Pengujian Bahan

Pengujian bahan meliputi pengujian Bahan diantaranya analisa saringan agregat halus, agregat kasar, dan abu cangkang kerang lokan, pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, berat isi, kadar air, keausan agregat kasar.

d. Pengujian Air

Pengujian khusus air hanya dibatasi pemeriksaan pH. Karena keterbatasan alat yang ada di laboratorium. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pH air dengan menggunakan pH meter. pH yang diijinkan adalah minimal 4,5 dan maksimal 8,5.

e. Jumlah Benda Uji

Umur beton yang digunakan dalam penelitian adalah 28 hari dengan komposisi penambahan serat sabut kelapa 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%, terhadap berat semen dan bahan substitusi dengan persentase 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% abu cangkang kerang lokan terhadap berat semen yang akan dipakai. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji dan ketiga-tiganya mewakili untuk pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Maka jumlah kebutuhan benda uji ada sebanyak 60 buah.

f. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas menyebabkan benda

uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan dengan menggunakan alat uji tekan beton (*Compressive Strength Test*) SNI 03-1974-1990).

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

dimana ;

f_c' = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

g. Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji

beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2002).

$$f_{ct} = \frac{2 P}{\pi.L.D}$$

dimana ;

f_{ct} = Kuat tarik belah (kg/cm²)

L = Panjang benda uji (cm²)

P = Beban benda uji (kg)

D = Diameter atau lebar benda uji (cm²)

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

| No | Pengujian | Standar Pengujian | Spesifikasi | | Hasil | Satuan |
|----|---|-------------------|-------------|------|-------|--------------------|
| | | | Min | Maks | | |
| 1. | Analisa saringan - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan | SNI 03-1968-1990 | - | 5 | 0,08 | % |
| | | | 1,5 | 3,8 | 2,71 | - |
| 2. | Berat jenis - Bulk - SSD - Apparent - Penyerapan air | SNI 03-1969-1990 | 2,5 | - | 2,502 | - |
| | | | 2,5 | - | 2,528 | - |
| | | | 2,5 | - | 2,569 | - |
| | | | - | 3 | 1,051 | % |
| 3. | Berat isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder) | SNI 03-1973-1990 | 0,4 | 1,9 | 1,34 | gr/cm ³ |
| | | | 0,4 | 1,9 | 1,51 | gr/cm ³ |
| 4. | Kadar air | SNI 03-1971-1990 | - | - | 1,39 | % |

Dari hasil rekapitulasi pengujian agregat halus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

b. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Kasar

| No | Pengujian | Standar Pengujian | Spesifikasi | | Hasil | Satuan |
|----|---|-------------------|-------------|------|-------|--------------------|
| | | | Min | maks | | |
| 1. | Analisa saringan | SNI 03-1968-1990 | - | 1 | 0 | % |
| | - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan | | 6 | 8 | 6,5 | - |
| 2. | Berat jenis | SNI 03-1969-1990 | | | | |
| | - <i>Bulk</i> | | 2,5 | - | 2,781 | - |
| | - SSD | | 2,5 | - | 2,814 | - |
| | - <i>Apparent</i> | | 2,5 | - | 2,874 | - |
| | - Penyerapan air | | - | 3 | 1,165 | % |
| 3. | Berat isi | SNI 03-1973-1990 | | | | |
| | - Lepas (silinder) | | 0,4 | 1,9 | 0,79 | gr/cm ³ |
| | - Padat (silinder) | | 0,4 | 1,9 | 1,41 | gr/cm ³ |
| 4. | Kadar air | SNI 03-1971-1990 | - | - | 1,514 | % |
| 5 | Keausan agregat | SNI 03-2417-1991 | | | 19,35 | % |

Dari hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

c. Hasil Pengujian pH Air

Tabel 3. Pengujian pH Air

| No. | Uraian | Hasil | Suhu |
|-----|--|---|---------|
| 1 | pH air Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung | 5,216 (pH indicator) 5 (Kertas Lakmus) | 28,2 °c |

maka air yang digunakan ini memenuhi syarat air untuk bahan campuran pengujian beton.

d. Hasil Perhitungan Proporsi Campuran Beton

Tabel 4. Perhitungan Proporsi Campuran Beton

| No | Uraian | Nilai |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Kuat tekan yang diisyaratkan | 20 N/mm ² (umur 28 hari) |
| 2 | Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan | 27 N/mm ² |
| 5 | Jenis semen | Tipe I |
| 6 | Jenis agregat: Kasar | Batu pecah |
| | Halus | Pasir alami |
| 7 | Faktor air semen | 0,54 |

| | | |
|----|----------------------------------|-----------------------------------|
| 8 | Nilai <i>Slump</i> | 60 - 180 mm |
| 9 | Ukuran agregat maksimum | 20 mm |
| 10 | Kebutuhan air | 205 lt/m ³ |
| 11 | Jumlah semen | 379,63 kg/m ³ |
| 12 | Susunan butir agregat halus | Daerah gradasi susunan butir 2 |
| 13 | Persen agregat halus | 42% |
| 14 | Berat jenis agregat campuran | 2,66 |
| 15 | Perkiraan berat beton | 2380 kg/m ³ |
| 16 | Kebutuhan berat agregat campuran | 1795,37 kg/m ³ |
| 17 | Kebutuhan agregat halus | 754,055 kg/m ³ |
| 18 | Kebutuhan agregat kasar | 1041,31kg/m ³ |

Tabel 5. Hasil Proporsi Kebutuhan Campuran Beton Setelah Koreksi di Lapangan Untuk Cetakkan Benda Uji.

| Uraian | Semen | Air | Agregat halus | Agregat kasar |
|---|-----------|------------|---------------|---------------|
| Tiap m ³ | 379,63 kg | 198,795 lt | 756,626 kg | 1044,944 kg |
| Tiap 0,005 m ³ (1 silinder) | 2,012 kg | 1,054 lt | 4,010 kg | 5,538 kg |
| Tiap 0,032 m ³ (6 silinder) | 12,072 kg | 6,324 lt | 24,06 kg | 33,228 kg |

Tabel 6. Hasil Perhitungan Jumlah Substitusi abu cangkang Dari kebutuhan semen dan Penambahan Serat dari sabut Kelapa Dari Berat Semen yang Terpakai

| Campuran Beton 20 MPa | Jumlah benda uji | Kebutuhan | |
|---|------------------------|--------------|--------------|
| | | Abu Cangkang | Serat |
| | | kg | kg |
| Tanpa serat dan Tanpa abu (0% serat dan 0% abu) | 6 | 0.000 | 0.000 |
| Menggunakan 0,5% serat+2,5% abu | 6 | 0.302 | 0.059 |
| Menggunakan 0,5% serat +5% abu | 6 | 0.606 | 0.057 |
| Menggunakan 0,5% serat +7,5% abu | 6 | 0.905 | 0.056 |
| Menggunakan 1% serat+2,5% abu | 6 | 0.302 | 0.118 |
| Menggunakan 1% serat +5% abu | 6 | 0.604 | 0.115 |
| Menggunakan 1% serat +7,5% abu | 6 | 0.905 | 0.112 |
| Menggunakan 1,5% serat+2,5% abu | 6 | 0.302 | 0.177 |
| Menggunakan 1,5% serat +5% abu | 6 | 0.604 | 0.172 |
| Menggunakan 1,5% serat +7,5% abu | 6 | 0.905 | 0.167 |
| JUMLAH | 60 | 5.435 | 1.032 |

e. Hasil Nilai *Slump*Tabel 7. Hasil Nilai *Slump*

| Tanggal | Proporsi | Slump Rencana | Slump | Kondisi |
|-----------|---------------------|---------------|-------|---------|
| 31/5/2016 | 0% s + 0% a (6) | 6,0-18,0 | 6,5 | Cerah |
| | 0,5% s + 2,5% a (6) | 6,0-18,0 | 7,5 | Cerah |
| | 0,5% s + 5% a (2) | 6,0-18,0 | 7,5 | Cerah |
| 1/6/2016 | 0,5% s + 5% a (4) | 6,0-18,0 | 6,5 | Mendung |
| | 0,5% s + 7,5% a (6) | 6,0-18,0 | 7 | Mendung |
| | 1% s + 2,5% a (4) | 6,0-18,0 | 7 | Mendung |
| 2/6/2016 | 1% s + 2,5% a (2) | 6,0-18,0 | 8,4 | Hujan |
| | 1% s + 5% a (6) | 6,0-18,0 | 10 | Hujan |
| 20/6/2016 | 1% s + 7,5% a (6) | 6,0-18,0 | 10,5 | Teduh |
| 20/6/2016 | 1,5% s + 2,5% a (6) | 6,0-18,0 | 10,5 | Teduh |

| | | | | |
|-----------|----------------------|--------|-----|---------|
| 21/6/2016 | 1,5% s + 5 % a (6) | 6,0-18 | 7,5 | Mendung |
| 22/6/2016 | 1,5% s + 7,5 % a (6) | 6,0-18 | 9,3 | Mendung |

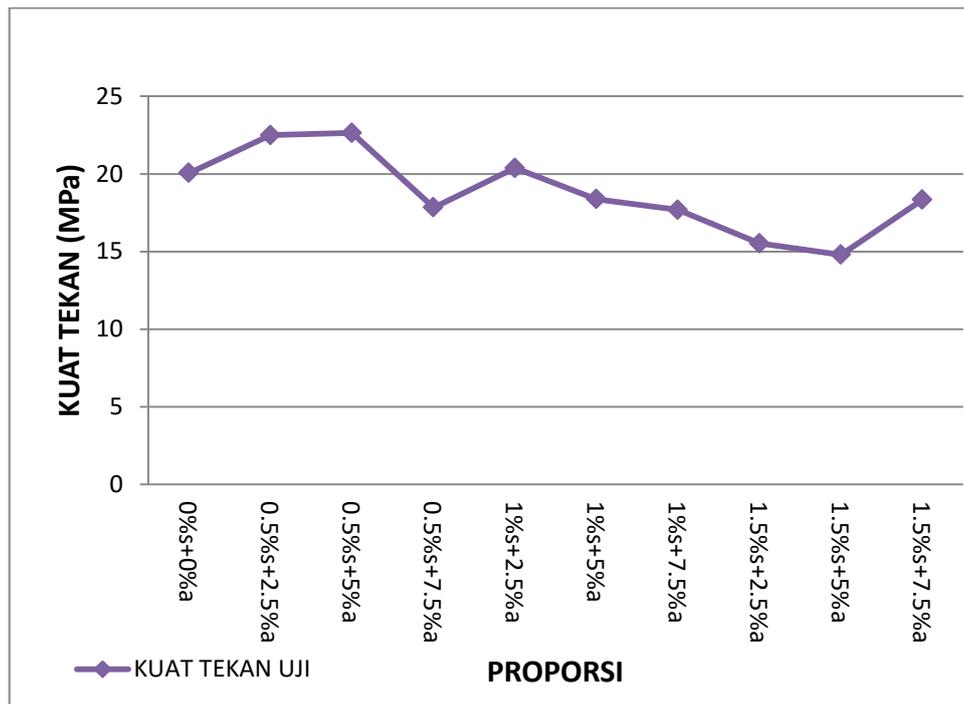
Hasil nilai *slump* yang digunakan memenuhi *slump* rencana yaitu 6 – 18 cm, untuk kondisi cuaca dilampirkan dikarenakan kondisi cuaca juga bisa mempengaruhi kondisi *slump* brton untuk hasil yang didapat dari hasil pengujian maka bisa dilanjutkan dengan pembuatan beton dikarenakan memenuhi kriteria perencanaan.

f. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

| Campuran | Kode | Tanggal | | Umur (hari) | Luas (cm ²) | Berat (gr) | Gaya Tekan (kN) | Kuat Tekan (Mpa) | Kuat Tekan Rata-rata (Mpa) |
|-----------------|------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| | | Pembuatan | Pengujian | | | | | | |
| 0% s + 0% a | Bn1 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | 28 | 17671,46 | 12,3 | 355 | 20,089 | 20,062 |
| | Bn2 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17718,61 | 12,1 | 355 | 20,035 | |
| | Bn3 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17718,61 | 12,2 | 405 | 22,857 | |
| 0,5% s + 2,5% a | AS1 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | 28 | 17671,46 | 12,3 | 355 | 20,089 | 22,494 |
| | AS2 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17671,46 | 12,1 | 395 | 22,352 | |
| | AS3 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17671,46 | 12,25 | 400 | 22,635 | |
| 0,5% s + 5% a | AS1 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | 28 | 17671,46 | 12,0 | 410 | 23,205 | 22,635 |
| | AS2 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17671,46 | 12,0 | 390 | 22,069 | |
| | AS3 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17553,85 | 12,2 | 365 | 20,793 | |
| 0,5% s + 7,5% a | AS1 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | 28 | 17671,46 | 12,1 | 295 | 16,694 | 17,835 |
| | AS2 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17483,47 | 12, | 300 | 17,159 | |
| | AS3 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17553,85 | 12,1 | 345 | 19,654 | |
| 1% s + 2,5% a | AS1 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | 28 | 17553,85 | 12,0 | 360 | 20,508 | 20,377 |
| | AS2 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17671,46 | 12,3 | 360 | 20,372 | |
| | AS3 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17530,37 | 12,4 | 355 | 20,251 | |
| 1% s + 5% a | AS1 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | 28 | 17483,47 | 11,95 | 350 | 20,019 | 18,368 |
| | AS2 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17671,46 | 11,95 | 300 | 16,972 | |
| | AS3 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17671,46 | 11,85 | 320 | 18,108 | |
| 1% s + 7,5% a | AS1 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | 28 | 17671,46 | 11,9 | 310 | 17,542 | 17,684 |
| | AS2 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17671,46 | 12,2 | 250 | 14,147 | |
| | AS3 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17671,46 | 11,9 | 315 | 17,825 | |
| 1,5% s + 2,5% a | AS1 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | 28 | 17553,85 | 12,0 | 270 | 15,443 | 15,522 |
| | AS2 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17671,46 | 12,0 | 270 | 15,279 | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----------|-----------|----|----------|------|-----|--------|--------|
| | AS3 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17553,85 | 12,0 | 280 | 15,845 | |
| 1,5% <i>s</i> +5% <i>a</i> | AS1 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | 28 | 17553,85 | 12,0 | 265 | 14,713 | 14,792 |
| | AS2 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | | 17671,46 | 12,1 | 320 | 16,977 | |
| | AS3 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | | 17553,85 | 11,9 | 265 | 14,871 | |
| 1,5% <i>s</i> +7,5% <i>a</i> | AS1 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | 28 | 17671,46 | 12,0 | 330 | 18,674 | 18,346 |
| | AS2 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | | 17483,47 | 12,0 | 315 | 18,017 | |
| | AS3 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | | 17483,47 | 11,9 | 300 | 17,159 | |



Gambar 1. Hubungan Penambahan Serat Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton



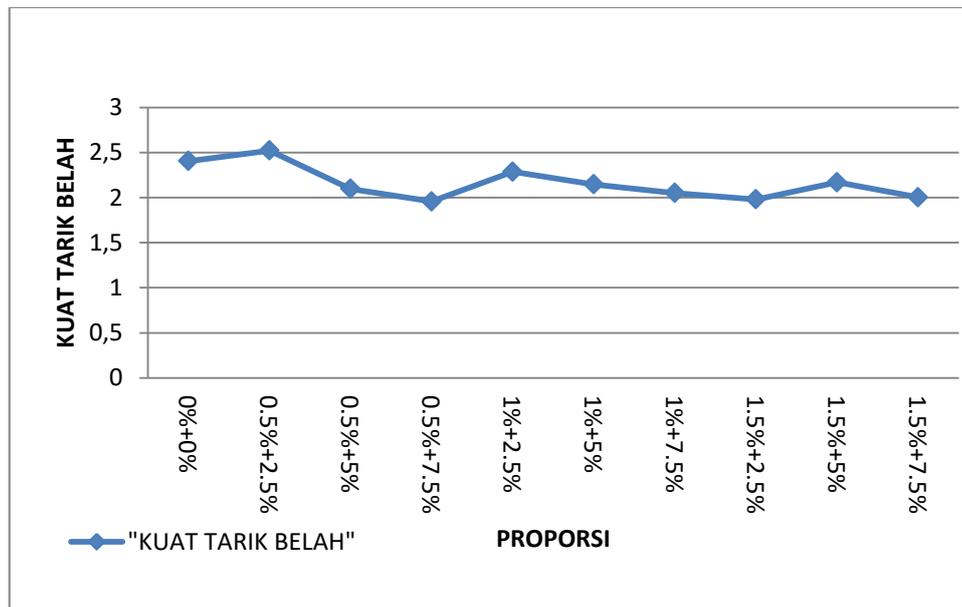
Gambar 4.7 Hasil Evaluasi Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

g. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

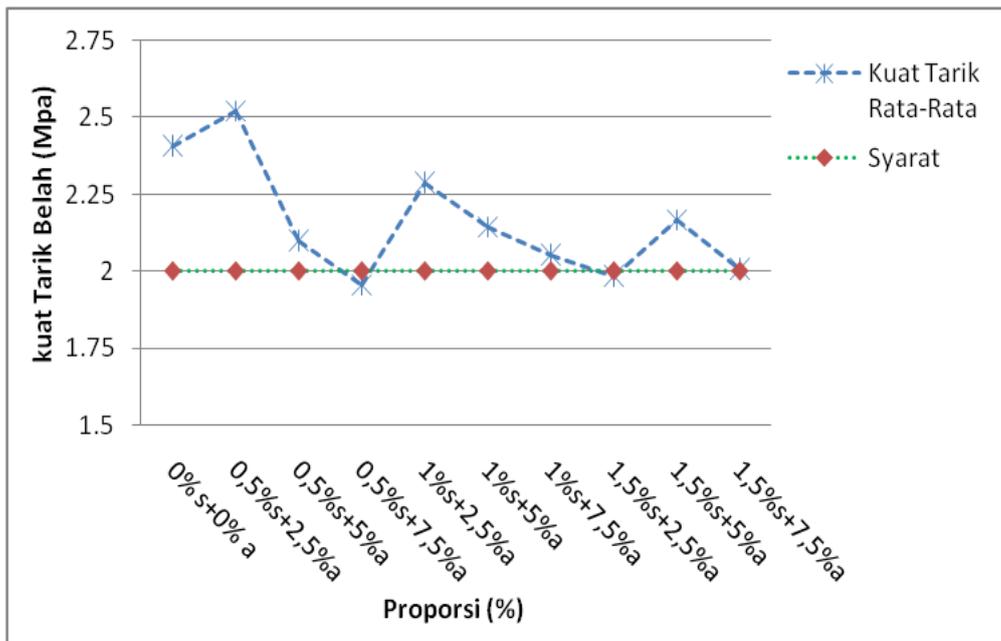
Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 hari

| Campuran | Kode | Tanggal | | Umur (hari) | Luas (cm ²) | Berat (gram) | Gaya Tarik (kN) | Kuat Tarik (Mpa) | Kuat Tarik Rata-rata (Mpa) |
|-----------------|------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|--------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| | | Pembuatan | Pengujian | | | | | | |
| 0% s + 0% a | Bn1 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | 28 | 17,718,613 | 12,3 | 170 | 2,405 | 2,405 |
| | Bn2 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17,671,458 | 12,3 | 155 | 2,193 | |
| | Bn3 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17,671,458 | 12,2 | 185 | 2,617 | |
| 0,5% s + 2,5% a | AS1 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | 28 | 17,671,458 | 12,1 | 175 | 2,476 | 2,523 |
| | AS2 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17,671,458 | 12,2 | 185 | 2,617 | |
| | AS3 | 31/5/2016 | 28/6/2016 | | 17,671,458 | 12,2 | 175 | 2,476 | |
| 0,5% s + 5% a | AS1 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | 28 | 17,518,634 | 12,1 | 160 | 2,263 | 2,098 |
| | AS2 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17,647,904 | 12 | 145 | 2,051 | |
| | AS3 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17,671,456 | 12,1 | 140 | 1,981 | |
| 0,5% s + 7,5% a | AS1 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | 28 | 17,671,459 | 12,1 | 130 | 1,839 | 1,957 |
| | AS2 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17,577,341 | 12,4 | 150 | 2,122 | |
| | AS3 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | | 17,413,228 | 12 | 135 | 1,910 | |
| 1% s + 2,5% a | AS1 | 1/6/2016 | 29/6/2016 | 28 | 17,671,458 | 12,4 | 150 | 2,122 | 2,287 |
| | AS2 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17,671,458 | 11,95 | 180 | 2,546 | |
| | AS3 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17,671,458 | 11,95 | 155 | 2,193 | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----------|-----------|----|------------|-------|-----|-------|-------|
| 1% <i>s</i> +5% <i>a</i> | AS1 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | 28 | 17,671,458 | 12 | 160 | 2,263 | 2,146 |
| | AS2 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17,671,458 | 11,95 | 155 | 2,193 | |
| | AS3 | 2/6/2016 | 30/6/2016 | | 17,671,458 | 11,96 | 140 | 1,981 | |
| 1% <i>s</i> +7,5% <i>a</i> | AS1 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | 28 | 17,671,458 | 11,96 | 140 | 1,981 | 2,051 |
| | AS2 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17,671,458 | 11,96 | 150 | 2,122 | |
| | AS3 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17,671,458 | 11,96 | 145 | 2,051 | |
| 1,5% <i>s</i> +2,5% <i>a</i> | AS1 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | 28 | 17,553,845 | 12 | 140 | 1,981 | 1,981 |
| | AS2 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17,671,458 | 12,2 | 145 | 2,051 | |
| | AS3 | 20/6/2016 | 18/7/2016 | | 17,553,845 | 12 | 135 | 1,910 | |
| 1,5% <i>s</i> +5% <i>a</i> | AS1 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | 28 | 17,553,845 | 12,1 | 150 | 2,122 | 2,169 |
| | AS2 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | | 17,671,458 | 12,1 | 150 | 2,122 | |
| | AS3 | 21/6/2016 | 19/7/2017 | | 17,553,845 | 12 | 160 | 2,263 | |
| 1,5% <i>s</i> +7,5% <i>a</i> | AS1 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | 28 | 17,671,458 | 12,1 | 150 | 2,122 | 2,004 |
| | AS2 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | | 17,483,466 | 12,1 | 120 | 1,698 | |
| | AS3 | 22/6/2016 | 20/7/2017 | | 17,671,458 | 12 | 155 | 2,193 | |



Gambar 2. Hubungan Penambahan Serat dari Sabut kelapa Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah Beton



Gambar 4.9 Hasil evaluasi Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

6. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Persentase penggunaan abu cangkang kerang lokan dan sabut kelapa sebagai bahan substitusi semen dan bahan tambah pada beton yang menghasilkan kuat tekan maksimum yakni pada persentase 0,5% S+5% A. Nilai kuat tekan yang dihasilkan yaitu 22,635 MPa, mengalami peningkatan sebesar 11,367% dibandingkan beton normal yakni 20,062 MPa.

Persentase penggunaan abu cangkang kerang lokan dan sabut kelapa sebagai bahan substitusi semen dan bahan tambah pada beton yang menghasilkan kuat tarik belah beton maksimum pada persentase 0,5% S+2,5% A sebesar 2,523 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 4,906% dibandingkan dengan beton normal yaitu 2,405 MPa.

2. Pengaruh substitusi abu cangkang kerang lokan dan penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton yakni terjadinya peningkatan kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton pada persentase tertentu, sehingga meningkatkan mutu beton.

Dari hasil pengujian kuat tekan dan tarik belah didapat bahwa hasil pengujian mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak konsisten dikarenakan adanya perlambatan laju kuat tekan beton yang disebabkan pola proporsi campuran yang acak atau substitusional serta lebih dari satu variabel campuran yang digunakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas beton yang baik dan memenuhi syarat evaluasi beton hanya pada batasan proporsi campuran tertentu saja.

b. Saran

1. Untuk penelitian lebih lanjut, penggunaan serat bisa dengan

menggunakan ukuran panjang serat yang tidak seragam atau variatif.

DAFTAR PUSTAKA

Andre, 2012, *Study Sifat Mekanik Paving Block Terbuat dari Campuran Limbah Adukan Beton dan Serbuk Kerang*, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.

Arrafiqie, M.F., Aziz, Y., Zultinar., 2016, *Sintesis Hidroksiapatit Dari Limbah Kulit Kerang Lokan (Geloinia Expansa) Dengan Metode Hidrothermal*, Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.

Bifel, R.D., Maliwemu,E., Adoe, D., 2015, *Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum Pekerjaan Beton*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2004, SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990,SNI 03-1968-1990, *Analisis Saringan*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990,SNI 03-1969-1990, *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990,SNI 03-1970-1990, *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*, Jakarta.

- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1971-1990, *Kadar Air Agregat*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1972-1990, *Pengujian Slump Beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-2417-1991, *Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angles*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1973-1990, *Berat Isi Agregat*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Spesifikasi Umum Pekerjaan Beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2000, SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-2491-2002, *Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Jakarta.
- Elistantia, E., 2013, *Pemanfaatan Purun Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.
- Handayani, S., Mahyudin, A., & Sabardi, W., 2009, *Pengaruh Panjang Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*, Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang.
- Liemawan, A.E., Tavio., & Raka, I.G.P., 2015, *Pemanfaatan Limbah Kerang hijau (Perna Viridis L.) sebagai Bahan Campur Kadar Optimum Agregat Halus Pada Beton Mix Design Dengan Metode Subtitusi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Mulyono, Tri., 2003, *Teknologi Beton*, CV. Andi Offset, Yogyakarta
- Marbawi, 2015, *Pemanfaatan Serat Resam Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton*, Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.
- McCromac, J.C., 2000, *Desain Beton Bertulang*, Jilid 1, Sumargo, Erlangga, Jakarta.
- Mukhlis, Sudarmoko, Sulisty, D., 2013, *Penelitian Panjang Optimal Genteng Beton Serat Serabut Kelapa dengan Konsentrasi 1,5% pada panjang serat 2cm*, Staf pengajar Magister Teknologi bahan Bangunan Jurusan teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Nugraha, P., Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Nawi, Edward., 1985, *Reinforced Concrete*, Suryoatmono, B., PT Eresco, Bandung.
- Putra, D.E., & Karolina, R., 2013, *Pengaruh Subtitusi Tempurung Kelapa (Endocarp) Pada Campuran Beton Sebagai Material Serat Peredam Suara*, Departemen Teknik Sipil

- Universitas Sumatra Utara,
Medan.
- Prahara, E., Liong, G.T., & Rachmansyah.,
2015, *Analisa Pengaruh
Penggunaan Serat Serabut
Kelapa Dalam Presentase
Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi*,
Civil Engineering Department
Faculty of Engineering Binus
University, Jakarta Barat
- Porsepwandi, W., 1998, *Pengaruh pH
Larutan Perendaman Terhadap
Penurunan Kandungan Hg dan
Mutu Kerang Hijau (Mytilus
Viridis Linn)*, Skripsi Fakultas
Perikanan dan Kelautan IPB,
Bogor.
- Syafpoetri, N.A., Olivia, M., Darmayanti,
L., 2013, *Pemanfaatan Abu Kulit
Kerang (Anadara Grandis) Untuk
Pembuatan Ekosemen*, Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sarjono, W.P., & Wahjono, A., 2008,
*Pengaruh Penambahan Serat Ijuk
Pada Kuat Tarik Campuran
Semen-Pasirdan Kemungkinan
Aplikasinya*, Program Studi
Teknik Sipil Universitas Atma
Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Supriani, F., 2013, *Pengaruh Umur Beton
Terhadap Kuat Tekan Beton
Akibat Penambahan Abu
Cangkang Kerang*, Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik
UNIB, Bengkulu.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono.,
2007, *Teknologi Beton*, Teknik
Sipil dan Lingkungan Universitas
Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Umar., Yanuar, K., 2014, *Pengaruh
Penambahan Kadar Serabut
Kelapa Pada Silinder Beton $f'c$*
27,5 MPa, Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Banjarmasin,
Banjarmasin.
- Widodo, S., 2014, *Pengembangan
Material Beton khusus dan Cara
Perawatannya Untuk Peningkatan
Kinerja Struktural Serta
Percepatan Kontruksi Perkerasan
Kaku Jalan Raya*, Penelitian
Unggulan Perguruan Tinggi
UNY, Yogyakarta
- Zulkarnain, 2011, *Pengaruh Tingkat
Kebisingan Dengan
Menggunakan serat Sabut Kelapa
Digunakan Sebagai Bahan
Penyerap Bunyi*, Jurusan Teknik
Mesin Universitas Sriwijaya,
Palembang.
- Zulkifly., Talanipa, R., Aswad, N.H.,
2013, *Pengaruh Penambahan
Serat Sabut Kelapa Terhadap
Kuat Tekan Beton Pada Beton
Normal*, Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas
Haluoleo, Kendiri

