

# **PENAMBAHAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN TAMBAH *SILICA GEL* DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH BETON SILINDER (Studi Penelitian)**

**MUHAMMAD YUSRIL CHAIR<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238)

[mhdyusrilchair@gmail.com](mailto:mhdyusrilchair@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Saat ini limbah padat berupa cangkang kelapa sawit dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler untuk mesin penggilingan minyak sawit dan sebagai bahan bakar mesin gasifikasi untuk menghasilkan gas bakar yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan energi untuk Asphalt Mixing Plant. Hasil pembakaran limbah cangkang kelapa sawit berupa abu kerak boiler, merupakan limbah yang memiliki unsur kimia SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan CaO, dengan kandungan senyawa tersebut dapat berpengaruh dalam kekuatan beton dan mampu meningkatkan kekuatannya. Pada penelitian ini, mutu campuran beton yang direncanakan pada umur 28 hari adalah sebesar 26 MPa. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kadar optimum penggunaan abu cangkang kelapa sawit dan silica gel sebagai bahan tambah semen yang berkaitan dengan kuat tarik belah beton. Pengujian dilakukan terhadap tiga jenis variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit dan agregat normal yaitu 15%, 20, dan 25%. Benda uji untuk pengujian kuat tarik belah adalah silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil penelitian menunjukkan penambahan abu cangkang kelapa sawit dan silica gel meningkatkan nilai slump dan nilai kuat tarik belah beton. Hasil analisis menunjukkan kuat tarik belah optimum beton dengan komposisi yang mengandung abu cangkang kelapa sawit dan silica gel 25% yakni 4,88 MPa.*

**Kata kunci :** Abu cangkang kelapa sawit, silica gel, beton, kuat tarik belah

# **ADDITION OF PALM OIL SHELL ASH WITH ADDITIONAL MATERIALS OF SILICA GEL REVIEWING FROM CLEARING STRENGTH OF CONCRETE CYLINDERS (Research Studies)**

## **ABSTRACT**

*Currently solid waste in the form of palm oil shells is used as boiler fuel for palm oil milling machines and as fuel for gasification machines to produce fuel gas which can be used for various energy purposes for the Asphalt Mixing Plant. The result of burning oil palm shell waste in the form of boiler crust ash, is a waste that has chemical elements of SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and CaO, with the content of these compounds which can affect the strength of concrete and can increase its strength. In this study, the quality of the planned concrete mixture at the age of 28 days is 26 MPa. The test aims to determine the optimum level of use of oil palm shellash and silica gel as cement additives related to the tensile strength of concrete. Tests were carried out on three types of variations in the addition of oil palm shell ash and normal aggregates, namely 15%, 20, and 25%. The test object for the split tensile strength test is a cylinder with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. The results showed the addition of oil palm shell ash and silica gel increased the slump value and the split tensile strength value of the concrete. The analysis results show the optimum tensile strength of concrete with a composition containing oil palm shell ash and 25% silica gel, namely 4.88 MPa*

**Keywords:** *Palm shell ash, silica gel, concrete, split tensile strength.*

## PENDAHULUAN

Beton merupakan batu buatan yang memiliki kuat tekan cukup tinggi, dibuat dari campuran semen, pasir, krikil dan air. Perbaikan kualitas serta sifat beton dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mengganti maupun menambah material pokok semen dan agregat, sehingga dihasilkan beton ringan, beton berat, beton tahan kimia tertentu dan sebagainya (Suhardiman, 2011).

Mengingat Indonesia merupakan salah satu negara terbesar penghasil kelapa sawit di dunia dengan luas areal 3,76 juta Ha atau 31,4 % dari luas total kebun kelapa sawit dunia dan menghasilkan serat tandan kosong kelapa sawit mencapai 37 juta ton/tahun yang secara keseluruhan belum dimanfaatkan secara maksimal (Amna et al., 2016).

Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit memiliki unsur kimia SiO<sub>2</sub> sebanyak 29,9%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebanyak 1,9% dan CaO 26,9%. Dengan kandungan senyawa tersebut maka abu kerak boiler cangkang kelapa sawit dapat dikatakan memiliki sifat pozzolan memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton normal. Sebab senyawa silika dalam pembuatan beton dapat berpengaruh dalam kekuatan beton dan mampu meningkatkan kekuatannya (Prianti et al., 2015).

Kandungan SiO<sub>2</sub> pada pasir mencapai 90 % oleh karena itu penelitian ini akan mengkaji tentang pemanfaatan abu kerak sebagai bahan pengganti parsial pasir pada pembuatan beton (Prianti et al., 2015). Jika digunakan untuk bahan pengganti semen, suatu material haruslah mengandung senyawa kapur dalam jumlah yang relatif besar sebab semen memiliki fungsi sebagai pengikat dikarenakan kandungan kapurnya. Berdasarkan hasil penelitian yang menggunakan abu kerak boiler cangkang kelapa sawit sebagai pengganti sebagian semen menunjukkan nilai kuat tekan beton menurun seiring meningkatnya persen abu kerak boiler cangkang yang digunakan dan penurunan terbesar kuat tekan beton terjadi pada beton yang menggunakan 20% abu kerak boiler cangkang kelapa sawit yaitu sebesar 21,78 MPa atau 40% dari kuat tekan beton normal (Rahman & Fathurrahman, 2017).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Umum

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang digunakan pada bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Beton terdiri dari campuran agregat halus /pasir, agregat kasar krikil, air, dan semen. Campuran tersebut akan mengeras disebabkan peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Perbandingan jumlah bahan mempengaruhi kuat tekan beton yang diuji pada standar umur 28 hari. Berdasarkan kuat tekannya beton dibagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu beton normal dengan kekuatan tekan kurang dari 50 MPa, beton kinerja tinggi dengan kekuatan tekan antara 50 hingga 90 MPa, beton kinerja sangat tinggi dengan kekuatan tekan lebih dari 90 MPa. Salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas.

### Bahan Penyusun Campuran Beton Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, disebut dengan hidrasi, sehingga dapat membentuk material batu padat. Pada umumnya semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen *Portland*. Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur dengan bahan *gips*. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Hani, 2018).

### Air

Menurut Mulyono (2004), air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang digunakan pada campuran beton ialah yang dapat diminum. Air yang dimaksud di sini adalah air yang tidak mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, lumpur dan bahan-bahan kimia lainnya, bila digunakan dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Sebelum digunakan air terlebih dahulu diperiksa di Laboratorium baru kemudian bisa digunakan (Wolfman, 2013).

### Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat

aduk dalam beton dapat juga didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu yang disebut adukan beton (Hani, 2018). Agregat dapat dibedakan menurut ukuran butirnya dan terbagi menjadi agregat kasar/kerikil (*coarse aggregate*) dan agregat halus/pasir (*fine aggregate*).

#### **Agregat Halus**

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

#### **Agregat Kasar**

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40mm (No. 1½ inci).

#### **Bahan Tambah**

Menurut Hendriyani (2016), bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu *additive* dan *admixture*. Bahan tambah (*Additive*) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah *additive* yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton.

#### **Abu Cangkang Kelapa Sawit**

Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 500-700 °C pada dapur tungku boiler yang dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Abu kerak boiler cangkang kelapa sawit merupakan biomass dengan kandungan *silica* (SiO<sub>2</sub>) yang potensial untuk dimanfaatkan (Hengky, n.d.).

#### **Silica Gel**

*Silica gel* adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika dibuat secara sintesis dari *natrium silikat*. *Silika gel* adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai

pengerings, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air.

*Silica gel* merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan *sol natrium silikat* (NaSiO<sub>2</sub>) (Science et al., 2016). *Sol* mirip agar-agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan *silika gel* dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengerings dan penopang katalis. Garam-garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini.

#### **Slump Test**

Pengujian *Slump* (*Slump Test*) *Slump* pada dasarnya merupakan salah satu pengujian sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan:

- Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
- Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*).

*Slump* beton segar dilakukan sebelum beton dituangkan ke dalam cetakan silinder benda uji. Pengukuran *slump* dilakukan dengan mengacu pada SNI 1972-2008 (Cara Uji *Slump* Beton).

#### **Pengujian Kuat Tarik Belah**

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Rahamudin et al., 2016).

Besarnya nilai hasil uji kuat tarik belah beton dapat digunakan sebagai acuan untuk mengestimasi beban retak beton atau momen retak (*M<sub>retak</sub>*) yang sering digunakan dalam perencanaan beton prategang.

Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai tegangan tarik belah, diperhitungkan dengan persamaan sebagai berikut (SNI 2491:2014):

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dengan :

F<sub>ct</sub> : Kuat tarik belah (MPa)

P : Beban maksimum beban belah

(N)L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)

π : Phi

## METODE PENELITIAN

### Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*).
- Uji kuat tarik beton.

### Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

### Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

### Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

### 3.1. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.

- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

### Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

### Pelaksanaan Penelitian

#### *Trial Mix*

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

### Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

### Pengujian *Slump*

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target *slump* rencana sesuai *mix design* adalah 60-180 mm. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

### Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tarik belah dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

### Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat Tarik belah dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2491-2002. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 12 buah dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel. 3.1: Jumlah variasi sampelpengujian beton.

No.	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian 28 hari
1.	Beton normal	3 buah
2.	Beton dengan campuran abucangkang kelapa sawit 15% + <i>silica gel</i> 8%	3 buah
3.	Beton dengan campuran abucangkang kelapa sawit 20% + <i>silica gel</i> 8%	3 buah
4.	Beton dengan campuran abucangkang kelapa sawit 25% + <i>silica gel</i> 8%	3 buah
Total		12 buah

## HASIL

### Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan

### Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran 15 x 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 12 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

#### a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam *mixer* 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. *Mixer* dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

#### b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara dirojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

#### c. Pemeliharaan beton.

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditentukan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

### **Slump Test**

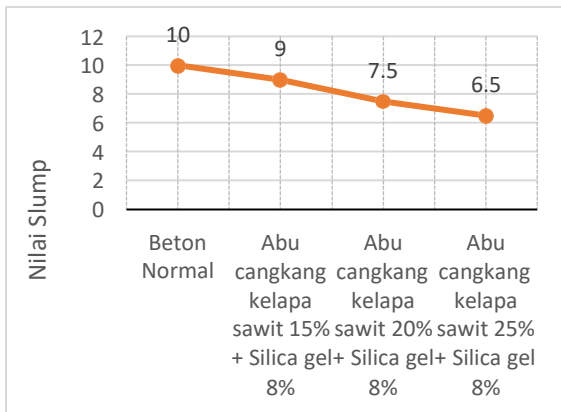
Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan

adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.4: Hasil pengujian nilai *slump*.

No.	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	10 cm
2	Abu cangkang kelapa sawit 15% + <i>silica gel</i> 8%	9 cm
3	Abu cangkang kelapa sawit 20% + <i>silica gel</i> 8%	7,5 cm
4	Abu cangkang kelapa sawit 25% + <i>silica gel</i> 8%	6,5 cm

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton dengan abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 20% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 25% dan *silica gel* 8% didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 9 cm, sedangkan beton dengan campuran abu cangkang kelapa sawit dan *silica gel* mengalami penurunan pada nilai slump. Berikut pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump* mengalami penurunan pada nilai slump. Berikut pada Gambar 4.1 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.1: Grafik perbandingan nilai *slump*.

### Kuat Tarik Belah Beton

Dari hasil Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa persentase kenaikan kuat tarik belah beton terjadi karena penambahan

abu cangkang kelapa sawit dan *silica gel* pada beton 28 hari.

			438	488
352	383			

Gambar 4.2: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari.

Bila dibandingkan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 20% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 25% dan *silica gel* 8% mengalami kenaikan. Persentase kenaikan kuat tarik belah dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8%  
Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)

$$= \frac{3,83 - 3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 8,81\%$$

- Pengisian abu cangkang kelapa sawit 20% dan *silica gel* 8%  
Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)

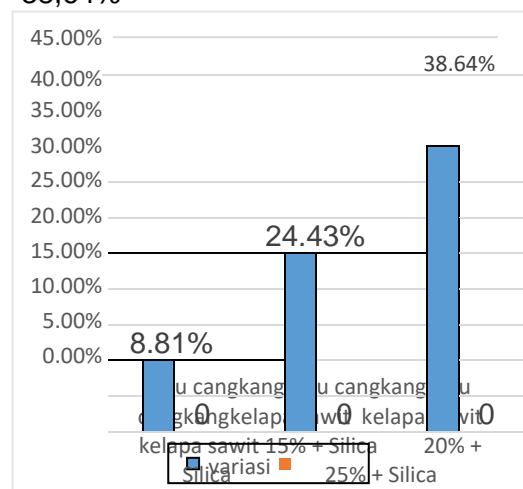
$$= \frac{4,38 - 3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 24,43\%$$

- Pengisian abu cangkang kelapa sawit 25% dan *silica gel* 8%  
Besarnya nilai kenaikan (umur 28 hari)

$$= \frac{4,88 - 3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 38,64\%$$



Perbandingan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 20% dan *silica gel* 8%, abu cangkang kelapa sawit 25% dan *silica gel* 8%, persentasenya mengalami kenaikan.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik belah. Adapun faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase abu cangkang kelapa sawit yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik belah beton, dan keserasian abu cangkang kelapa sawit dengan zat di dalam *silica gel* semakin membuat kuat tarik belah beton semakin tinggi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi abu cangkang kelapa sawit 25% dan *silica gel* 8% sebesar 38,64 % untuk umur 28 hari.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit dan *Silica gel*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, semakin tinggi persentase abu cangkang kelapa sawit pada penelitian ini, maka akan semakin tinggi nilai kuat tarik belah yang didapatkan.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk nilai *slump* rata-rata beton adalah *slump* beton abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8% adalah 9 cm, *slump* beton abu cangkang kelapa sawit 20% dan *silica gel* 8% adalah 7,5 cm, *Slump* beton abu cangkang kelapa sawit 15% dan *silica gel* 8% adalah 6,5 cm.

Dari data tersebut terlihat bahwa nilai *slump* dipengaruhi oleh penggunaan abu cangkang kelapa sawit. Semakin besar kandungan abu cangkang kelapa sawit maka semakin kecil nilai *slump* nya. Semakin kecil nilai *slump* berarti tingkat kemudahan pengerjaannya (*workability*) semakin rendah.

3. Berdasarkan data nilai kuat tarik belah pada pembahasan, maksimum pada campuran beton dengan menggunakan abu cangkang kelapa

sawit 25% dan *silica gel* 8% dengan kuat tarik belah rata-rata 4,88 MPa. Sedangkan kuat tarik belah minimum yang dihasilkan sebesar 3,83 Mpa pada beton tanpa penggunaan abu cangkang kelapa sawit dan *silica gel*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan. 4(August), 11–20.
- Analisis, S., Kapur, B., Laut, P., Sumba, K., Daya, B., Nusa, P., Timur, T., Kandi, Y. S., & Ramang, R. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton (Studi Analisis Bahan Kapur Alam Dan Pasir Laut Dari Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur). 1(4), 74–86.
- Gunawan, P., Sunarmasto, & Yunanto, A. D. (2014). Studi kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton ringan teknologi foam dengan bahan tambah serat polyester. 3, 619–627.
- Hani, S. (2018). Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton. 4, 40–45.
- Hendriyani, I. (2016). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated. 17(2), 205–218.
- Hengky, C. (n.d.). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Suryakencana. 1–9.
- Prianti, E., Malino, M. B., & Lapanporo, B. P. (2015). Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Parsial Pasir pada Pembuatan Beton. Positron, 5(1), 26–29.  
<https://doi.org/10.26418/positron.v5i1.9744>
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. Jurnal Sipil Statik, 4(3), 225–231.
- Rahman, F., & Fathurrahman, F. (2017). Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengganti Pasir pada Pembuatan Beton Normal. Media Ilmiah Teknik Sipil, 6(1), 30–40. <https://doi.org/10.33084/mits.v6i1.259>
- Science, A., Mada, G., & Nanggalo, K. (2016). Analisa Daya Serap Silika Gelberbahan Dasar Abu Sekam Padi Hendriwan Fahmi \*, Abdul Latif Nurfalah **PENDAHULUAN** Indonesia merupakan negara penghasil beras terbesar di dunia setelah Cina dan India ( FAO Statistics Division , 2008 ). Beras yang merupakan bag. 3, 176–182.
- SNI 2491:2014. (2014). Metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of.
- Suhardiman, M. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. Jurnal Teknik, Vol. 1 No., 8.
- Tridinanti, 2019. (2019). No Title. Wolfman, L. S. B. A. (2013). Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Zai, K. A., & Karolina, R. (n.d.). Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Metode Aci ( American Concrete Institute ). 1.