



## PENAMBAHAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN BAHAN TAMBAH SILICA GEL DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH BETON SILINDER

Fahrizal Zulkarnain<sup>1</sup>, Muhammad Yusril Chair<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Surrel : [fahrizalzulkarnain@umsu.ac.id](mailto:fahrizalzulkarnain@umsu.ac.id)

Diterima : 27 Juli 2022; Disetujui : 29 Desember 2022

### 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  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{CaO}$ , 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, Kuat Tarik Belah, Silica Gel, Beton

### 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  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , and  $\text{CaO}$ , 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 shell ash 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:** Epoxy Resin, Fiber Concrete, Areca Nut Fiber, Split Tensile Strength

### 1. 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  $\text{SiO}_2$  sebanyak 29,9%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sebanyak 1,9% dan  $\text{CaO}$  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).

## 2. Kajian Pustaka

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 kerikil, 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. Daktilitas beton yang rendah dicerminkan oleh kurva tegangan regangannya yang memiliki penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pasca puncak, sehingga menyebabkan secara relatif keruntuhan terjadi tiba-tiba (Hani, 2018).

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Berbagai bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana transportasi dan bangunan-bangunan yang lainnya. Beton merupakan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, kuat menahan gaya tekan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap suhu tinggi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah

dikerjakan dengan cara, mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan (Analisis et al., 2012).

### 2.1 Semen Portland

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).

### 2.2 Air

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).

### 2.3 Agregat halus

Agregat halus menurut SNI 03-6820-2002 adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (Hasanah et al., 2019).

### 2.4 Agregat kasar

Agregat kasar berdasarkan SNI 03-2847-2002 adalah kerikil hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5,0 mm - 40 mm. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik, kandungan bahan organik maksimum pada agregat kasar adalah sebesar 1% dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Syarat agregat kasar yang dapat digunakan

adalah sesuai dengan SNI-03-6821-2002 (Hasanah et al, 2019).

## 2.5 Bahan Tambah

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 (Hendrayani, 2016). Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah blending, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah additive yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan additive dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume (Hendriyani, 2016).

## 2.6 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 (Chair, M.Y., & Zulkarnain, F., 2020).

Hasil pembakaran limbah kelapa sawit menyisakan produk samping seperti abu layang sebesar kurang lebih 100 kg/minggu dan abu kerak boiler sekitar lebih 3 sampai dengan 5 ton/minggu (Mulia, 2007). Sisa pembakaran abu kerak boiler yang relatif banyak tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti pada batako. Hal tersebut dikarenakan kandungan yang terdapat pada abu kerak hasil pembakaran boiler dari cangkang kelapa sawit mengandung unsur kimia S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 31,45 %, dan C<sub>2</sub>O 15,2% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebanyak 1,6% (Jamizar, 2013). Menurut Tjokrodinuljo (1998) abu kerak boiler cangkang kelapa sawit mengandung silika

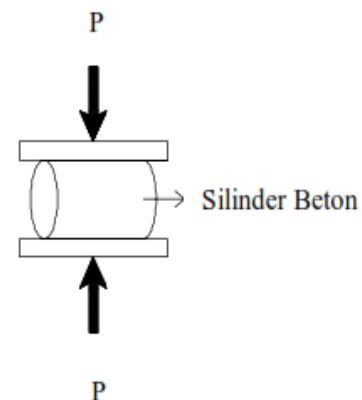
yang tinggi yakni sekitar 89,9 % (Rahman & Fathurrahman, 2017).

## 2.7 Uji Kuat Tarik Belah Beton

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 (Chair, M.Y., & Zulkarnain, F., 2020).

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadangkala 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).

Kuat tarik belah beton menurut SNI 2491-2014 adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder. Nilai tersebut diperoleh dari hasil pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji. 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. Uji kuat tarik beton diperoleh dari uji sampel berbentuk silinder yang diuji belah (*splitting test*). Pengujian menggunakan benda uji beton silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1. Uji kuat tarik belah beton**

Tegangan tarik dihitung dengan persamaan dari SNI 2491-2014:

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad (1)$$

Gaya P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang L dan gaya ini disebarkan seluas selimut silinder ( $\pi \cdot D \cdot L$ ) secara berangsur-angsur pembebanan dinaikkan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal (Gunawan et al., 2014)

### 2.8 Penelitian Terdahulu

Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada 28 hari terjadi pada beton dengan campuran serbuk kayu 7% + am 78 concrete additive 0,8% yaitu sebesar 271,11 MPa. (Fani, R. S., & Zulkarnain, F., 2020). Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Hasil kuat tekan optimum pada perendaman air tawar 28 hari terjadi pada beton dengan campuran abu sekam padi 10% + visocrete 3115 N 1% yaitu sebesar 26,59 MPa. (Sinambela et al., 2020). Pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton, nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari dengan bahan tambah kombinasi antara serbuk kaca 4%, 8%, 12% dengan sikacim concrete additive 1% pada campuran beton, terjadi peningkatan sebesar 1,04%, 3,02%, 0,37% dari kuat tekan beton tanpa bahan tambah, (Hidayat, R., & Zulkarnain, F., 2020).

### 3. Metodologi Penelitian

Metode eksperimen yang diterapkan dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menciptakan pengaruh penambahan serat kulit pinang dan epoxy resin sebagai bahan penambah pada adukan beton sebesar 1%, 1,25%, dan 1,50% dari berat volume benda uji. Sampel di uji pada umur 7 hari dan 28 hari untuk melihat nilai kuat tarik belah dari masing-masing sampel. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan sebanyak 16 sampel dengan 3 sampel pada masing-masing variasi. Benda uji pada penelitian ini menggunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji silinder beton dirawat dengan direndam di dalam air bersih dan kemudian diuji pada umur 7 hari dan 28 hari.

Tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan. Dengan

kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Teknik Pengumpulan Data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

### Tahapan Penelitian

Pengujian/Pemeriksaan agregat baik agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat dan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar pengujian yang digunakan sebagai berikut :

1. Pengujian agregat halus
  - a. Berat jenis dan penyerapan SNI 1970-2008.
  - b. Analisa gradasi SNI 03-1968-1990.
  - c. Kadar lumpur SNI 03-4141-1996.
  - d. Berat isi SNI 03-4804-1998.
  - e. Kadar air SNI 1971-2011.
2. Pengujian agregat kasar
  - a. Berat jenis dan penyerapan SNI 1969-2008.
  - b. Analisa gradasi SNI 03-1968-1990.
  - c. Kadar lumpur SNI 03-4141-1996.
  - d. Berat isi SNI 03-4804-1998.
  - e. Kadar air SNI 1971-2011.
3. Pengujian slump beton mengacu pada dengan SNI 1972-2008
4. Pengujian kuat tarik belah beton mengacu pada dengan SNI 2491-2014

### 4. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan penelitian ini berupa pemeriksaan material, perencanaan adukan beton, pengadukan material campuran beton, pengujian *slump*, pencetakan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tarik belah. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil perbandingan dalam 1 m<sup>3</sup>.**

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	420,45	669,60	1094,42	190,52
Perbandingan	1	1,59	2,60	0,45

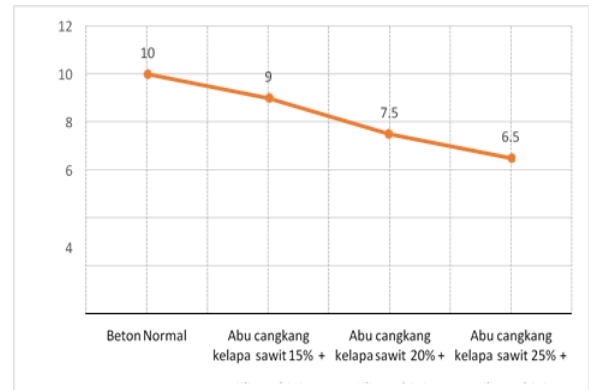
#### 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

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 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional.

**Tabel 2. Hasil pengujian slump.**

No.	Variasi	Tinggi Slump
1.	Beton Normal	10 cm
2.	Abu cangkang kelapa sawit 15% + Silica gel 8%	9,0 cm
3.	Abu cangkang kelapa sawit 20% + Silica gel 8%	7,5 cm
4.	Abu cangkang kelapa sawit 25% + Silica gel 8%	6,5 cm

Berdasarkan Tabel 2. 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%, dimana pada beton normal didapatkan nilai slump tertinggi yaitu 9 cm.



**Gambar 2. Perbandingan nilai slump**

#### 4.2 Kuat Tarik Belah Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,52 MPa pada umur beton 28 hari.

Berdasarkan Tabel 3. menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,52 MPa pada umur beton 28 hari.

**Tabel 3. Hasil pengujian beton normal.**

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD$ (cm <sup>2</sup> )	$F_{ct}$ (MPa)	$f_c$ rata-rata (MPa)
1	20000	2,83	3,41	3,52
2	21000	2,97	3,58	
3	21000	2,97	3,58	

Umur 28 hari

#### 4.3 Kuat Tarik Belah Beton Abu Cangkang Kelapa Sawit 15% dan Silica Gel 8%

Pengujian beton abu cangkang kelapa sawit 15% dan silica gel 8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton abu cangkang kelapa sawit 15% dan silica gel 8% 28 hari pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4. menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton abu

cangkang kelapa sawit 15% dan silica gel 8% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton abu cangkang kelapa sawit 15% dan silica gel 8% yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,83 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. Hasil pengujian Kelapa Sawit 15% dan Silica Gel 8%.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD =$ 1413 cm <sup>2</sup> Fct= 2P/( $\pi.L$ .D) (MPa)	Fct / 0,83 MPa	$f_c$ rata- rata MPa
Umur 28 hari				
1	21000	2,97	3,58	3,83
2	22500	3,18	3,83	
3	24000	3,39	4,08	

**4.4 Kuat Tarik Belah Beton Abu Cangkang Kelapa Sawit 20% dan Silica Gel 8%**

Pengujian beton abu cangkang kelapa sawit 20% dan silica gel 8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton abu cangkang kelapa sawit 20% dan silica gel 8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5. menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton abu cangkang kelapa sawit 20% dan silica gel 8% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton abu cangkang kelapa sawit 20% dan silica gel 8% yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,38 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 5. Hasil pengujian Kelapa Sawit 20% dan Silica Gel 8%.

Ben da Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD =$ 1413 cm <sup>2</sup> Fct= 2P/( $\pi.L$ .D) (MPa)	Fct / 0,83 MPa	$f_c$ rata- rata MPa
Umur 28 hari				
1	24500	3,47	4,18	4,38
2	25500	3,61	4,35	

Ben da Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD =$ 1413 cm <sup>2</sup> Fct= 2P/( $\pi.L$ .D) (MPa)	Fct / 0,83 MPa	$f_c$ rata- rata MPa
3	27000	3,82	4,60	

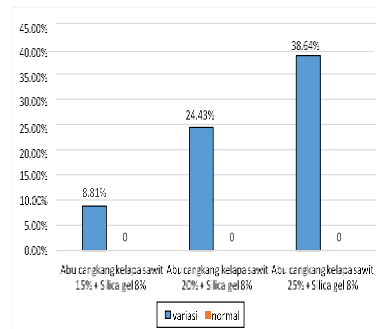
**4.5 Kuat Tarik Belah Beton Abu Cangkang Kelapa Sawit 25% Dan Silica Gel 8%**

Pengujian beton abu cangkang kelapa sawit 25% dan silica gel 8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah abu cangkang kelapa sawit 25% dan silica gel 8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian Kelapa Sawit 25% dan Silica Gel 8%.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD =$ 1413 cm <sup>2</sup> Fct= 2P/( $\pi.L$ .D) (MPa)	Fct / 0,83 MPa	$f_c$ rata- rata MPa
Umur 28 hari				
1	27500	3,89	4,68	4,88
2	28500	4,03	4,85	
3	30000	4,25	5,12	

Berdasarkan Tabel 6. menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton abu cangkang kelapa sawit 25% dan silica gel 8% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton abu cangkang kelapa sawit 25% dan silica gel 8% yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,88 MPa pada umur beton 28 hari.



Gambar 3. Grafik persentase kenaikan kuat tarik belah beton pada 28 hari.

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 yang 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.

## 5. Kesimpulan

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.

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. Aldo Jannatun Naim, Indra Syahrul Fuad, & Bazar Asmawi. (2018) *Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 6, Nomor 2, Juli 2018.

- 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.
- Chair, M.Y & Zulkarnain, F., (2022). *Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit dengan Bahan Tambah Silica Gel ditinjau dari Kekuatan Tarik Belah Beton Silinder*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Fani R. S., & Zulkarnain, F., (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kayu sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus dengan Bahan Tambah Am 78 Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 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.
- Nasution, B.I.P., & Zulkarnain, F., (2022). Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang Dan Epoxy Resin Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. Jurnal EBJPTBS, Vol. 8. No.1 Juni 2022.
- 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>.
- 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>.
- 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.
- SNI 03-2491-2002. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
- Suhardiman, M. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton. Jurnal Teknik, Vol. 1 No., 8.
- Tjokrodinuljo, K., Teknologi Beton, Nafiri, ogyakarta, 1996.
- 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>