

# ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT (*PALM KERNEL SHELL*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Ainul Mardiah<sup>1</sup>, Beny Setiawan<sup>2</sup>, Yusnira<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

<sup>1</sup>Mardiahainul818@gmail.com, <sup>2</sup>benysetiawan@universitaspahlawan.ac.id

## Abstract

*The current development of the construction industry in Indonesia has an impact on increasing the use of concrete as a building construction material. Various attempts have been carried out in research to obtain advances in concrete technology, i.e. the addition of admixture materials, one of the additives that can be used in the manufacture of concrete is palm kernel shell ash. In this study, palm kernel shell ash were used as an additive in normal concrete. This study meets the principles of environmentally friendly technology and is included in the direction of circular economy research. The type of research used in this study is laboratory material testing to find the effect and value of the addition of palm kernel shell ash on the density and compressive strength of normal concrete. The results showed that testing the specific gravity of normal concrete with the addition of palm kernel shell ash with variations of 0%, 1.5%, 3%, and 7% did not affect the specific gravity of normal concrete and had met the standard specific gravity of normal concrete that had been set. This is proven by the results of the specific gravity test which has the value of each variation of the addition of palm kernel shell ash ranging from  $2265 \text{ Kg/m}^3 - 2306 \text{ Kg/m}^3$  at each age of concrete. The results of the normal concrete compressive strength test with the addition of palm kernel shell ash have a good effect on the value of normal concrete compressive strength in the addition variation of 1.5%, this is proven by the results of research on the compressive strength of normal concrete of  $161 \text{ Kg/cm}^2$  at the age of 28 days, while the addition of palm kernel shell ash by 3% and 7% has a compressive strength value below the addition of palm kernel shell ash variation of 1.5%.*

**Keywords:** Normal concrete, palm kernel shell, specific gravity, compressive strength.

## PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit di Indonesia hampir ada di setiap daerah. Hampir seluruh daerah Indonesia memiliki lahan kelapa sawit yang luas dan tidak menutup kemungkinan limbah kelapa sawit akan melimpah pula, salah satunya di Kabupaten Kampar, dan salah satu industri kelapa sawit di Kabupaten Kampar adalah PT. Johan Sentosa, yang merupakan salah satu pabrik industri sawit yang terletak di Sei Jernih, Kelurahan Pasir Sialang, Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar, Riau. Penulis mengambil limbah abu cangkang kelapa sawit di PT. Johan Sentosa tersebut. Limbah merupakan masalah bagi industri kelapa sawit karena memerlukan lahan dan pembuangan yang luas dan jumlahnya yang terus meningkat. Seiring dengan terus bertambahnya penumpukan limbah, maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Berkembangnya industri minyak kelapa sawit menyebabkan meningkatnya limbah cangkang sawit yang cukup besar, yang mencapai 60 % dari produksi minyak (Oktarina & Natalina, 2018). Cangkang kelapa sawit (*Palm Kernel Shell*) atau biasa disebut dengan tempurung kelapa sawit adalah bagian keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi untuk melindungi isi dari buah sawit tersebut.

Abu cangkang kelapa sawit (ACKS) adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran cangkang kelapa sawit pada suhu  $500 - 700^\circ\text{C}$  dalam tungku boiler. Masalah yang dapat dihasilkan dari limbah abu cangkang kelapa sawit adalah terjadinya kerusakan tanah dan udara akibat sisa pembakaran yang dibuang begitu saja. Sejauh ini sebagian limbah abu cangkang kelapa sawit hanya dimanfaatkan menjadi pupuk kompos (fadli eka, 2020). Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan lebih lanjut untuk mengurangi limbah abu cangkang kelapa sawit. Penulis melakukan sebuah penelitian dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit yang akan dicampurkan pada beton normal sehingga beton yang dihasilkan ramah lingkungan dan memenuhi prinsip teknologi ramah lingkungan yaitu *reuse* (penggunaan kembali bahan yang tidak terpakai atau limbah pembuangan dan diolah dengan cara yang berbeda) dan *recovery* (menggunakan material dari limbah untuk diolah demi kepentingan lain).

## KAJIAN PUSTAKA

Tjokrodinuljo (1996) seperti yang dikutip Johan et al., (2020) beton merupakan campuran yang terdiri dari Semen Portland, udara, agregat halus, agregat kasar dan kadang-kadang bahan tambahan, yang berupa bahan kimia tambahan, serat, ataupun bahan buangan non kimia. Bahan penyusun beton dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan bahan pasif. Kelompok bahan aktif yang dikenal sebagai bahan pengikat atau perekat adalah semen dan air, sedangkan bahan pasif yang disebut bahan pengisi adalah agregat halus dan agregat kasar.

Beberapa klasifikasi beton, yaitu klasifikasi beton berdasarkan cara pembuatannya terdapat dua kategori, yaitu beton konvensional dan beton modern. Klasifikasi beton berdasarkan cara pengecoran dikelompokkan menjadi dua, yaitu beton cor ditempat (*cast in-situ or cast-in-place concrete*), dan beton pracetak (*pre-cast*), yaitu beton yang dicor di lokasi pabrikasi khusus, dan kemudian diangkut dan dirangkai untuk dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung atau infrastruktur. (Tri, 2015).

Klasifikasi beton berat jenisnya yaitu beton berat, beton normal dan beton ringan, yaitu:

### 1. Beton Berat

Beton berat merupakan salah satu jenis beton yang memiliki berat satuan melebihi berat satuan beton normal, yaitu  $> 2.500 \text{ kg/m}^3$  (SNI 7656:2012). Beton berat digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

### 2. Beton Normal

Beton normal merupakan campuran dari Semen Portland atau Semen Hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton normal memiliki berat satuan  $2.200 - 2.500 \text{ kg/cm}^3$  menggunakan agregat alam yang dipecah (SNI 03-2834-2000). Beton normal digunakan untuk keperluan proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang yang berupa rumah bertingkat, ruko, kantor, gedung sekolah dan lain sebagainya.

### 3. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat satuan  $< 1.900 \text{ kg/cm}^3$  (SNI 03-2847-2002). Beton ringan adalah beton yang menggunakan material baik agregat halus maupun agregat kasar yang ringan. Penggunaan beton ringan pada bangunan konstruksi menjadikan beban yang diterima oleh pondasi menjadi lebih berkurang. Beton ringan dipakai untuk pembuatan bata, panel beton ringan, pagar beton, ornamen bangunan dan lain sebagainya.

## Bahan Campuran Beton Normal

Beton pada umumnya terdiri dari tiga bahan utama yaitu semen, agregat dan air, jika perlu dapat ditambahkan bahan tambahan (*Admixture*) untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Bahan tambahan (*Admixture*) adalah bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk mengubah sifat-sifat tertentu. Campuran beton secara umum ada dua jenis yaitu bahan tambahan yang berupa mineral (*additive*) dan bahan tambah kimiawi (*chimical admixture*). Bahan tambah *additive* lebih banyak bersifat penyemenan sehingga digunakan dengan tujuan perbaikan kinerja kekuatannya. Penelitian ini penulis menggunakan jenis bahan tambahan untuk campuran beton yang berupa mineral (*additive*). Bahan tambahan yang berupa mineral (*additive*) adalah *puzzollan*, *fly ash*, *slag* dan *silica fume*, dan bahan tambahan yang berupa mineral lainnya yang dapat digunakan untuk bahan tambahan pada beton (Riyadi & Amalia, 2005). Abu cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam produksi beton karena mengandung senyawa yang berperan dalam produksi beton, seperti terlihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kandungan Unsur Kimia Abu Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Hasil	Metode
Silika ( $\text{SiO}_2$ )	33.12%	Gravimetri
Besi Oksidasi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0.10%	AAS
Kalsium Oksidasi ( $\text{CaO}$ )	3.03%	AAS
Aluminium Oksidasi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	5.59%	Spektrofotometri

Sumber: Fadli Eka, (2020)

## Pengujian *Slump Test* Beton

Pemeriksaan *slump test* beton dapat dilakukan setelah proses pembuatan beton segar selesai dilakukan. Pemeriksaan *slump test* dilakukan untuk menentukan ukuran keruntuhan pengecoran adukan

beton basah atau segar dan dapat menentukan kekentalan adukan beton serta membuktikan hasil penentuan slump beton dalam pembuatan perencanaan adukan beton. Nilai *slump* beton didapatkan dengan mengurangi tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata yang ada. Pemeriksaan *slump test* beton berdasarkan SNI 1972:2008. Pemeriksaan *slump test* beton dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Slump Test Beton} = V - T \dots\dots\dots[1]$$

Keterangan:

V = Tinggi cetakan (cm)

T = Tinggi rata-rata benda uji (cm)

### Pengujian Berat Jenis

Pemeriksaan berat jenis beton normal dilakukan setelah proses perawatan beton selesai dilakukan. Berat jenis beton merupakan besarnya berat beton per volume kubus. Berat jenis beton normal memiliki berat satuan 2.200 kg/m<sup>3</sup> – 2.500 kg/m<sup>3</sup>. Hasil dari pemeriksaan berat jenis beton normal diharapkan mencapai berat satuan beton normal yang telah ditetapkan. Menurut Karimah, (2017) berat jenis beton didapatkan dengan berat benda uji beton di bagi dengan volume beton. Berat jenis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W}{V} \dots\dots\dots[2]$$

Keterangan:

W = Berat Beton (kg)

V = Volume Beton (m<sup>3</sup>)

### Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur, jika kekuatan struktur yang dikehendaki semakin ringgi, maka akan menghasilkan mutu beton yang tinggi pula. Kuat tekan beton dirumuskan sebagai berikut:

$$f = \frac{P}{A} \dots\dots\dots[3]$$

Keterangan:

f = Kuat tekan pengujian (Mpa)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

## METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian bahan Laboratorium untuk mencari hubungan penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap berat jenis dan kuat tekan beton normal yang dilakukan di Laboratorium Teknik Terpadu Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, yang mana persentase penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap beton normal sebanyak 0 %, 1,5 %, 3 %, dan 7 % dari bobot semen. Pembuatan benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm. Penelitian ini dimulai dari Bulan Februari sampai dengan Bulan Juli 2022. Data penelitian yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan Material Agregat

Hasil pemeriksaan agregat dan spesifikasi standar pemeriksaan agregat dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Material

No	Pemeriksaan	Acuan	Nilai Spesifikasi		Nilai Hasil Penelitian	
			Agregat Halus	Agregat Kasar	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat Isi (Kg/m <sup>3</sup> ) Padat	ASTM C 29	1,4 - 1,9	1,4 - 1,9	1,184	941
	Gembur	ASTM C 29	1,4 - 1,9	1,4 - 1,9	1,057	772
2	Analisa Saringan Modulus (mm)	SNI 03-1968-1990	1,5 - 3,8	5,0 - 8,0	4,48	6,57
	Gambar		Zona 2	-	Zona 3	-
3	Berat Jenis dan Penyerapan Air (gr)					
	<i>Apparent specific Gravity</i>	SNI 03-1970-1990	2,58 - 2,85	2,58 - 2,85	2,62	2,598
	<i>Bulk Specific Gravity kondisi kering</i>	SNI 03-1970-1990	2,58 - 2,86	2,58 - 2,86	2,60	2,439
	<i>Bulk Specific Gravity kondisi kering SSD</i>	SNI 03-1970-1990	2,58 - 2,87	2,58 - 2,87	2,61	2,500
	<i>Absorption (%)</i>	SNI 03-1970-1990	2 - 7	2 - 7	0,40	2,520
4	Kadar Lumpur (%)	ASTM C 142	< 5	-	9,96	-
5	Kadar Air (%)	ASTM C 566	3 - 5	3 - 5	6,506	1,358
6	Lolos Saringan No 200 (%)	STM C 142	< 5	-	3,47	-
7	Kadar Organik	SNI03-2816-1992	≤ 3	-	3	-
8	Ketahanan Aus Agregat dengan Mesin Los Angeles (%)	SNI 2417:2008	-	< 10	-	60,3

Sesuai dengan tabel 2 hasil dari pemeriksaan material dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Berat Isi Agregat Halus dan Kasar

Spesifikasi untuk kondisi padat dan gembur agregat halus dan agregat kasar tidak memenuhi standar spesifikasi berat isi yang telah ditentukan yaitu 1,4 – 1,9. Kepadatan akan mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen. Kurangnya kepadatan agregat yang menyebabkan volume pori beton besar dan kekuatan beton akan berkurang. Sedangkan hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar sesuai dengan tabel 2 bahwa berat isi dalam keadaan padat sebesar 941 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan dalam keadaan gembur berat isi yang didapatkan sebesar 772 kg/m<sup>3</sup>. Nilai yang didapatkan setelah pengujian tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan sesuai dengan spesifikasi yaitu 1,4 – 1,9. Jika spesifikasi tidak sesuai maka akan menyebabkan kurangnya kepadatan agregat yang menyebabkan volume pori beton besar dan kekuatan beton akan berkurang. Maka oleh karena itu, diharuskan agregat halus dan agregat kasar yang digunakan harus sesuai dengan nilai spesifikasi yang telah ditetapkan.

2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan analisa saringan agregat halus didapatkan nilai modulus kehalusan sebesar 4,48 mm dan termasuk dalam daerah zona III yaitu memiliki butiran pasir yang halus. Nilai modulus kehalusan agregat halus ini tidak memenuhi standar spesifikasi modulus halus butir agregat halus yaitu 1,5 - 3,8. Untuk mencapai kuat tekan beton yang lebih tinggi diperlukan agregat yang kasar dan bervariasi agar betonnya ekonomis tetapi masih mudah dikerjakan. Ukuran agregat yang bervariasi menyebabkan volume pori kecil dan kepadatan tinggi. Sedangkan nilai yang didapatkan setelah dilakukan pengujian agregat kasar memenuhi standar spesifikasi modulus kasar yaitu 5,0 – 8,0.

3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat halus tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 2% - 7%. Berarti agregat halus tersebut dalam kondisi basah. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah terkena hujan sebelum dilakukan penelitian. *Absorption* agregat mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen, dengan demikian pembuatan beton perlu mengurangi air. Sedangkan pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar memenuhi standar spesifikasi yaitu 2% - 7%. Berarti agregat kasar tersebut dalam kondisi kering. *Absorption* agregat mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen.

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan untuk keperluan penelitian memiliki nilai kadar lumpur sebesar 9,96 %. Nilai ini tidak sesuai

dengan spesifikasi yang berdasarkan tabel 2 yaitu  $< 5$ . Lumpur yang menempel pada permukaan agregat dapat menghalangi terjadinya lekatan yang baik antara agregat dan pasta semen. Nilai kadar lumpur yang besar menandakan banyaknya kandungan lempung atau kotoran pada agregat.

#### 2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Nilai yang terdapat pada tabel 2 tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air yaitu 3% - 5%. Dengan demikian perhitungan campuran adukan beton perlu mengurangi jumlah air ke dalam campuran. Kadar air pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dalam campuran adukan beton. Sedangkan untuk kadar air agregat kasar nilai yang diperoleh dari hasil pengujian tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan yaitu 3% - 5%. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah kering terkena sinar matahari langsung sebelum dilakukan penelitian. Kadar air pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang perlu dalam campuran adukan beton. Dengan demikian perhitungan campuran adukan beton perlu menambah jumlah air ke dalam campuran. Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar ini sangat perlu dilaksanakan untuk mengetahui keadaan agregat halus dan agregat kasar yang akan digunakan untuk campuran beton.

#### 3. Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan Nomor 200 Agregat Halus

Hasil pemeriksaan bahan lolos saringan nomor 200 di dapatkan bahwa agregat yang digunakan untuk penelitian memiliki nilai lolos saringan nomor 200 sebesar 3,47%. Nilai yang diperoleh setelah pemeriksaan lolos saringan nomor 200 ini memiliki nilai yang sesuai menurut spesifikasi berdasarkan tabel 2 yaitu  $< 5$  %. Oleh karena itu agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai pemeriksaan bahan lolos saringan nomor 200 yang bagus dan telah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

#### 4. Pemeriksaa Kadar Organik Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar organik diketahui bahwa agregat halus yang digunakan untuk penelitian memiliki nomor warna kadar organik yaitu nomor 3, artinya kadar organik yang terkandung dalam agregat halus adalah normal, dan bisa digunakan untuk penelitian sesuai pada standar spesifikasi untuk kadar organik pada tabel 2. Zat organik yang terlalu banyak dapat menghambat pengikatan semen maupun mengurangi daya rekat semen dan menurunkan kekuatan beton.

#### 5. Pemeriksaan Ketahanan Aus Agregat Kasar

Hasil dari pemeriksaan ketahanan aus agregat kasar dapat diketahui bahwa nilai ketahanan aus yang terdapat pada agregat kasar yang digunakan untuk keperluan penelitian memiliki nilai ketahanan aus sebesar 60,3%. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi ketahanan aus sesuai tabel 2 yaitu  $< 10$  %. Kekuatan beton dipengaruhi oleh kekuatan agregatnya, oleh karena itu ketahanan aus agregat sangat menentukan kekuatan beton yang dibuat.

### Perencanaan Campuran Beton Normal

Perencanaan campuran beton normal dapat dilakukan setelah pemeriksaan material agregat halus dan kasar selesai dilaksanakan. Dan berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan didapatkanlah hasil perencanaan campuran beton normal, yang mana dapat dilihat pada tabel perencanaan campuran seperti yang tertera pada tabel 3 perencanaan campuran beton normal berikut ini:

Tabel 3. Perencanaan Campuran Beton Normal

No	Material Penyusun Beton	Komposisi untuk 1 m <sup>3</sup> Beton (Kg)
1	Berat semen	237,15
2	Berat air	135,74
3	Berat agregat kasar	531,712
4	Berat agregat halus	1335,47
	ACKS 0 %	0
5	ACKS 1,5 %	0,194
	ACKS 3 %	0,389
	ACKS 7 %	0,908

### Pemeriksaan *Slump Test*

Nilai standar *slump test* beton menurut PBI, (1971) seperti yang dikutip oleh Saputra et al., (2019) Nilai *slump test* beton yang dianjurkan untuk konstruksi dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Nilai *Slump Test* Beton

No	Struktur	Nilai <i>Slump Test</i> Maksimum (cm)	Nilai <i>Slump Test</i> Minimum (cm)
1	Plat pondasi, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
3	Plat (lantai), balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
4	Jalan beton bertulang	7,5	5,0
5	Pembetonan massal	7,5	2,5

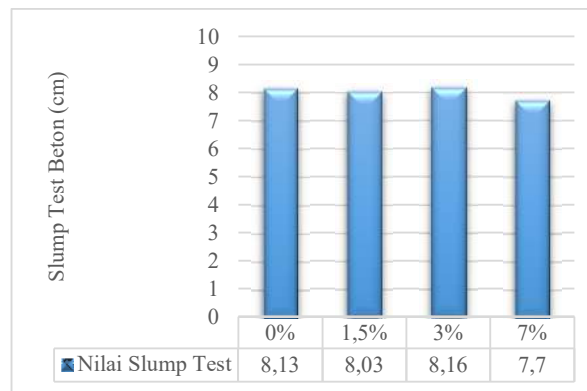
Sumber: Saputra et al., (2019)

Pemeriksaan *slump* beton dilakukan setelah pencampuran bahan material untuk membuat beton segar telah selesai dilaksanakan. Hasil pemeriksaan *slump test* beton dapat dilihat pada tabel 5. dan gambar 1. yang dapat diketahui bahwa nilai *slump* pada variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 0 %, 1,5 %, 3 % dan 7 % memiliki nilai *slump* sebesar 8,13 cm, 8,03 cm, 8,16 cm dan 7,7 cm. Berdasarkan nilai *slump test* beton yang didapatkan dari hasil pengujian maka telah memenuhi nilai *slump test* beton yang di anjurkan untuk konstruksi beton.

Tabel 5. Pemeriksaan *Slump Test* Beton Normal

**Laboratorium Teknik Terpadu**  
**Fakultas Teknik**  
**Pemeriksaan *Slump Test* Beton Normal**

Variasi Abu Cangkang Kelapa Sawit	Tanggal Buat	Tinggi Cetakan (A) cm	Tinggi Rata-Rata (B) cm	Nilai <i>Slump</i> (A-B) cm
0 %	26/05/2022	31	22,87	8,13
1,5 %	28/05/2022	31	22,97	8,03
3 %	30/05/2022	31	22,84	8,16
7 %	01/06/2022	31	23,3	7,7

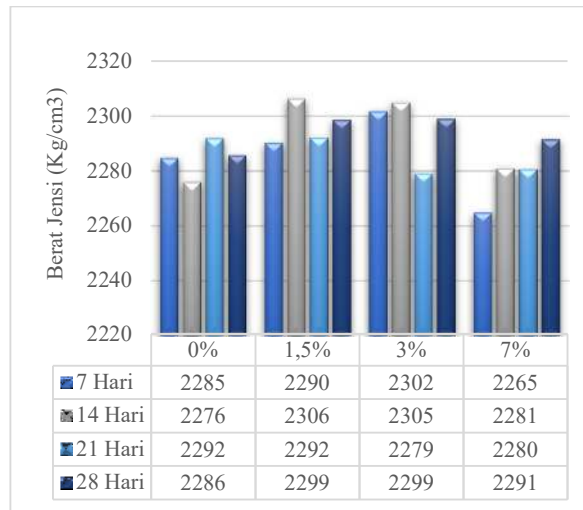


Gambar 1. Diagram Nilai *Slump Test* Beton

Berdasarkan nilai *slump test* beton yang didapatkan dari hasil pengujian maka telah memenuhi nilai *slump test* beton yang di anjurkan untuk konstruksi beton seperti yang tertera pada tabel 4 nilai *slump* pada variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 0 %, 1,5 %, 3 % dan 7 % memiliki nilai *slump* sebesar 8,13 cm, 8,03 cm, 8,16 cm dan 7,7 cm. dan setelah pemeriksaan *slump test* ini maka langkah selanjutnya beton bisa langsung dicetak pada cetakan berbentuk kubus.

**Pengujian Berat Jenis**

Penelitian ini diharapkan memenuhi berat jenis beton normal yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu beton normal memiliki berat satuan 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-2834-2000). Hasil pemeriksaan berat jenis beton normal dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai berat jenis dari masing-masing variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit berbeda. Namun masing-masing variasi berkisaran antara 2265 Kg/m<sup>3</sup> – 2306 Kg/m<sup>3</sup> pada setiap umur beton. Nilai berat jenis beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi 0 %, 1,5 %, 3 % dan 7 % tidak jauh berbeda dari setiap umur beton yang ada.



Gambar 2. Pemeriksaan Berat Jenis Beton Normal

Pemeriksaan berat jenis beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit adalah  $2265 \text{ Kg/m}^3 - 2306 \text{ Kg/m}^3$ . Sehingga didapatkan nilai berat jenis beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit tidak mempengaruhi berat jenis pada beton normal dan telah memenuhi berat jenis beton normal yang telah ditetapkan berdasarkan SNI 03-2834-2000.

### Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beban beton merupakan besarnya beban per satuan luas, dimana pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin kuat tekan beton yang akan menyebabkan beton menjadi rusak karena di bebani oleh gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan tersebut. Pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Tjokrodimuljo, K. (2010) seperti yang dikutip oleh Habibi et al., (2016) standar nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 6. berikut ini:

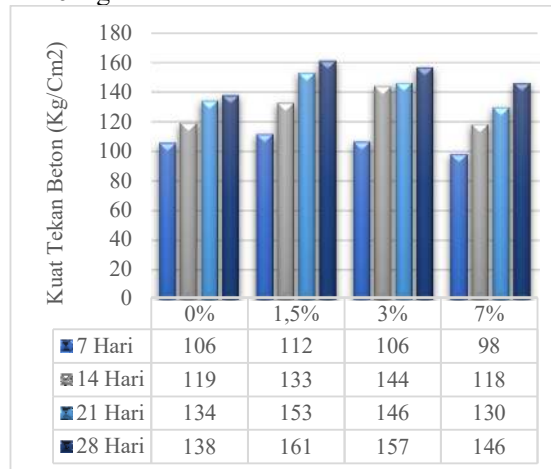
Tabel 6. Standar Nilai Kuat Tekan Beton

No	Jenis Beton	Nilai Kuat Tekan ( $F_c'$ /Mpa)
1	Beton Sederhana ( <i>Plain Concrete</i> )	Sampai 10 Mpa
2	Beton Normal	15 – 30 Mpa
3	Beton Prategang	30 – 40 Mpa
4	Beton Kuat Tekan Tinggi	40 – 80 Mpa
5	Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	> 80 Mpa

Sumber: Habibi et al., (2016)

Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada gambar 3. dimana Pemeriksaan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada gambar tersebut dimana nilai kuat tekan yang dihasilkan dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit berbeda disetiap umur beton, dimana semakin lama umur beton maka nilai kuat tekan beton normal semakin tinggi. Nilai kuat tekan beton normal dengan variasi campuran abu cangkang kelapa sawit pada variasi 0 % di dapatkan nilai kuat tekan pada umur 7 hari adalah  $106 \text{ Kg/cm}^2$ , pada umur 14 hari nilai kuat tekan yang di dapatkan sebesar  $119 \text{ Kg/cm}^2$ , pada umur 21 hari didapatkan nilai kuat tekan  $134 \text{ Kg/cm}^2$ , dan pada umur 28 hari nilai kuat tekan yang di dapatkan pada betoi normal adalah sebesar  $138 \text{ Kg/cm}^2$ . Penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 1,5 % mendapatkan nilai kuat tekan pada umur 7 hari sebesar  $112 \text{ Kg/cm}^2$ , pada umur beton 14 hari nilai kuat tekan yang didapatkan adalah  $133 \text{ Kg/cm}^2$ , sedangkan pada umur beton yang ke 21 hari nilai kuat tekan yang didapatkan sebesar  $153 \text{ Kg/cm}^2$ , dan pada umur beton yang ke 28 hari nilai kuat tekan yang didapatkan adalah  $161 \text{ Kg/cm}^2$ . Penambahan abu cangkang kelapa sawit sebanyak 3 % mempunyai kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar  $106 \text{ Kg/cm}^2$ , pada umur 14 hari sebesar  $144 \text{ Kg/cm}^2$ , sedangkang pada umur 21 hari sebesar  $146 \text{ Kg/cm}^2$ , dan nilai kuat tekan beton normal pada umur 28 hari mendapatkan nilai kuat tekan sebesar  $157 \text{ Kg/cm}^2$ . Penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi penambahan sebesar 7 % memiliki nilai kuat tekan pada umur 7 hari sebesar  $98 \text{ Kg/cm}^2$ , umur 14 hari memiliki kuat tekan  $118 \text{ Kg/cm}^2$ , pada umur

21 hari mempunyai kuat tekan sebesar 130 Kg/cm<sup>2</sup>, dan pada umur beton 28 hari mempunyai nilai kuat tekan beton normal sebesar 146 Kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 3. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Normal

Berdasarkan nilai kuat tekan beton yang telah didapatkan pada beton normal diketahui bahwa dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit maka akan meningkatkan nilai kuat tekan beton normal dibandingkan dengan tidak menambahkan abu cangkang kelapa sawit pada campuran beton. Dimana nilai kuat tekan yang tidak ada penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 138 Kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari, sedangkan nilai kuat tekan dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi campuran sebesar 1,5 %, 3 % dan 7 % pada umur 28 hari sebesar 161 Kg/cm<sup>2</sup>, 157 Kg/cm<sup>2</sup> dan 146 Kg/cm<sup>2</sup>. Namun dari hasil pemeriksaan kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat diketahui bahwa variasi penambahan sebesar 1,5 % memiliki kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi penambahan yang lainnya. Semakin banyak penambahan abu cangkang kelapa sawit maka akan menurunkan nilai kuat tekan beton normal.

Hasil dari pemeriksaan nilai kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi campuran 1,5 % dan 3 % sudah memenuhi nilai kuat tekan beton normal yang telah ditentukan yaitu 15 Mpa – 30 Mpa Habibi et al., (2016). Sedangkan penambahan variasi campuran abu cangkang kelapa sawit sebanyak 7 % memiliki kuat tekan beton normal tidak setinggi nilai kuat tekan dengan variasi abu cangkang sawit lainnya. Dapat diambil kesimpulan penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat memberikan dampak yang baik pada nilai kuat tekan beton normal dengan kadar yang tidak terlalu banyak.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi penambahan sebesar 0 %, 1,5 %, 3 %, dan 7 % yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil dari pengujian berat jenis beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi sebesar 0 %, 1,5 %, 3 %, dan 7 % tidak mempengaruhi berat jenis pada beton normal dan telah memenuhi standar berat jenis beton normal yang telah ditetapkan sesuai SNI 03-2834-2000 yaitu memiliki berat satuan 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian berat jenis yang memiliki nilai dari masing-masing variasi penambahan abu cangkang kelapa sawit berkisar antara 2265 Kg/m<sup>3</sup> – 2306 Kg/m<sup>3</sup> pada setiap umur beton.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit mempunyai pengaruh yang baik bagi nilai kuat tekan beton normal dengan kadar penambahan abu cangkang kelapa sawit yang tidak banyak, ini dibuktikan dengan hasil penelitian terhadap kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 1,5 % memiliki nilai kuat tekan sebesar 161 Kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari, sedangkan penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 3 % dan 7 % memiliki nilai kuat tekan dibawah penambahan variasi abu cangkang kelapa sawit sebesar 1,5 %.
3. Hasil pemeriksaan berat jenis beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit sebanyak 0 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai berat jenis sebesar 2285 Kg/m<sup>3</sup>, 2276 Kg/m<sup>3</sup>, 2292 Kg/m<sup>3</sup> dan 2286 Kg/m<sup>3</sup>. Penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar



1,5 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai berat jenis sebesar 2290 Kg/m<sup>3</sup>, 2306 Kg/m<sup>3</sup>, 2292 Kg/m<sup>3</sup>, 2299 Kg/m<sup>3</sup>. Penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 3 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai berat jenis sebesar 2302 Kg/m<sup>3</sup>, 2305 Kg/m<sup>3</sup>, 2279 Kg/m<sup>3</sup>, 2299 Kg/m<sup>3</sup>. Penambahan abu cangkang kelapa sawit sebesar 7 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai berat jenis sebesar 2265 Kg/m<sup>3</sup>, 2281 Kg/m<sup>3</sup>, 2280 Kg/m<sup>3</sup>, 2291 Kg/m<sup>3</sup>.

4. Hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan variasi abu cangkang kelapa sawit sebesar 0 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai kuat tekan sebesar 106 Kg/cm<sup>2</sup>, 119 Kg/cm<sup>2</sup>, 134 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 138 Kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi 1,5 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari didapatkan nilai kuat tekan sebesar 112 Kg/cm<sup>2</sup>, 133 Kg/cm<sup>2</sup>, 153 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 161 Kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi 3 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari mempunyai kuat tekan beton sebesar 106 Kg/cm<sup>2</sup>, 144 Kg/cm<sup>2</sup>, 146 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 157 Kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan variasi 7 % pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 98 Kg/cm<sup>2</sup>, 118 Kg/cm<sup>2</sup>, 130 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 146 Kg/cm<sup>2</sup>.

## SARAN

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan dari penelitian yang telah diselesaikan ini mampu untuk dikembangkan menjadi lebih luas lagi serta bermanfaat untuk orang banyak, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi mengenai kuat tekan dengan bahan tambahan lain yang bisa digunakan dalam perencanaan campuran beton.
2. Setiap tahapan pengujian sangat diperlukan ketelitian supaya memperoleh hasil yang maksimal.
3. Bahan campuran yang digunakan untuk beton diharapkan sesuai dengan standar kelayakan sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan, sehingga nilai kuat tekan yang didapatkan tercapai dan tidak mempengaruhi nilai kuat tekan.
4. Penelitian tugas akhir ini bisa dijadikan literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil evaluasi penelitian tugas akhir tersebut nantinya akan lebih baik.
5. Kepada Prodi Teknik Sipil dan Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai diharapkan bisa memfasilitasi lebih Laboratorium Teknik guna memudahkan Mahasiswa dalam melakukan penelitian.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada dosen pembimbing tugas akhir di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah memberikan kritik dan saran dalam kesempurnaan pelaksanaan Tugas Akhir ini. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan membantu keberhasilan Tugas Akhir ini. Serta asisten Laboratorium Teknik Terpadu yang ikut berpartisipasi dalam pengambilan data yang diteliti pada Tugas Akhir ini dan rekan-rekan seperjuangan angkatan 2018 Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah bermurah hati dalam membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## REFERENSI

- ASTM C 142-97. 1998. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates*. American.
- ASTM C 29. 2003. ASTM C 29/C 29M – 97. *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. Vol. 97. American.
- ASTM C 566-97. 2004. *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. Vol. i. American.
- Fadli Eka. 2020. "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi." Repositori Institusi Universitas Sumatra Utara.
- Habibi, Tengku, As'at Pujiyanto, and Restu Faizah. 2016. "Naskah Seminar Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Jenis Pasir Di Yogyakarta." *Repository Umy* 1–12.

- Johan Oberlyn Simanjuntak, Tiurma Elita Saragih, Partahi Lumbangaol, Sintong Petrus Panjaitan. 2020. "Beton Bermutu Dan Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Cangkang Sawit." *Jurnal Darma Agung* 28:401.
- Karimah, Rofikatul. 2017. "Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Terhadap Berat Jenis Dan Kuat Tekan Pada Beton Ringan Ramah Lingkungan." *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi Dan Rekayasa)* 1–6.
- Oktarina, Devi, and Natalina. 2018. "UNTUK BATA BETON RINGAN." *Jurnal Rekayasa Teknologi Dan Sains* 2:8–12.
- Riyadi, Muhtarom, and Amalia. 2005. *Teknologi Bahan I*. Jakarta.
- Rahman, Fauzi, and Fathurrahman. 2017. "Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pada Pembuatan Beton Normal." *Neliti* 6(1):30–40.
- Saputra, Eko Bagus, Luky Indra Gunawan, and Hendramawat Aski Safarizki. 2019. "Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal." *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil* 1(2):67. doi: 10.32585/modulus.v1i2.589.
- SNI 03-2834-2000, 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-1968-1990, 1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Bandung.
- SNI 03-2816-1992, 1992. *Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton*.
- SNI 2417:2008, 2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Bandung.
- SNI 03-1970-1990, 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- SNI 7656:2012. 2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*. Bandung.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan*
- SNI 1972:2008, 2008. *Cara Uji Slump Beton*. Bandung.
- Tri, Mulyono. 2015. *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek*. Jakarta.