

## Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton

Gusni Vitri<sup>1\*</sup>, Hazmal Herman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Jl. Sawahan No. 103 A Simpang Haru, Padang – 25123, Indonesia

Email: [vitri.gusni@gmail.com](mailto:vitri.gusni@gmail.com)

Dikirim: 3 Juni 2019

Direvisi: 2 September 2019

Diterima: 4 November 2019

### ABSTRAK

Beton masih menjadi struktur perkuatan yang umum digunakan di Indonesia karena memiliki beberapa keunggulan seperti harganya relatif murah, mudah pengerjaan di lapangan, tahan terhadap kebakaran. Campuran beton secara umum menggunakan semen *portland*, kerikil, pasir, semen, dan air. Kualitas material tersebut akan menentukan kualitas beton yang diperoleh. Di samping material konvensional tersebut, variasi lain juga bisa dilakukan dalam campuran beton untuk memperoleh mutu beton yang diinginkan. Penelitian ini adalah penelitian Laboratorium menggunakan campuran bahan tambahan yang berasal dari limbah kelapa sawit. Limbah kelapa sawit cukup banyak terdapat di Provinsi Sumatera Barat karena pabrik kelapa sawit menyebar di Kabupaten Pasaman Barat. Limbah kelapa sawit yang digunakan adalah cangkang dari kelapa sawit, sebagai variasi dari agregat kasar dan limbah pembakaran cangkang kelapa sawit atau abu boiler sebagai variasi dari agregat halus. Material yang digunakan, akan diuji terlebih dahulu sesuai dengan ketentuan SNI beton dan akan dibuat komposisi adukan beton dengan kualitas mutu tepat 25 MPa. Hasil pemeriksaan uji laboratorium menyatakan bahwa karakteristik untuk agregat halus dan agregat kasar dapat digunakan karena memenuhi standar SNI. Begitupun dengan limbah kelapa sawit, didapatkan bahwa untuk analisa saringan, berat jenis, penyerapan telah memenuhi standar SNI sehingga dapat digunakan sebagai pengganti agregat dengan jumlah tidak lebih dari 10% untuk abu boiler kelapa sawit dan tidak lebih dari 30% untuk cangkang kelapa sawit. Hasil Kuat Tekan Beton rata-rata pada hari ke-7 dan hari ke-28 di dapatkan sebesar 21 Mpa, belum memenuhi estimasi awal kuat tekan yang diinginkan sebesar 25 MPa.

**Kata kunci:** Abu Boiler Kelapa Sawit, Campuran Beton, Cangkang Kelapa Sawit, Mutu Beton

### 1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi di Indonesia sedang berkembang pesat yang menyebabkan pendorongan dalam penggunaan beton sebagai material perkuatan struktur. Beton masih menjadi struktur perkuatan favorit di Indonesia lantaran memiliki beberapa keunggulan yaitu karena harganya relatif murah, mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap kebakaran. Campuran yang sudah umum digunakan sebagai adukan beton adalah dengan menggunakan semen *portland*, kerikil, pasir, semen, dan air. Sifat dan keawetan beton tergantung pada kualitas material yang digunakan, cara pengerjaan dan perawatan beton.

Unsur-unsur penyusun komponen beton umumnya berasal dari alam, maka secara tidak langsung telah melakukan eksploitasi alam secara terus menerus yang mengakibatkan dampak buruk pada alam. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas beton dengan bahan atau material yang tidak merusak alam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan alam akibat perkembangan pembangunan. Penelitian untuk penggunaan limbah sebagai campuran beton dengan menggunakan limbah plastik untuk beton ringan (Rommel, 2013), dengan perbandingan penggunaan material campuran semen: pasir: agregat plastik 1: 2: 1,5 dan fas 0,35 diperoleh kuat tekan maksimum 13,16 MPa, dimana dengan nilai kuat tekan tersebut campuran beton hanya dapat di gunakan untuk struktur ringan seperti panel dinding, kusen beton, *cladding*.

Penelitian tentang campuran beton dengan menggunakan agregat lokal dari Merak untuk beton non-pasir menggunakan *Portland Pozzolan Cement* dengan nilai faktor air semen 0,40 pernah dilakukan (Darwis dkk, 2017). Pengujian dilakukan dengan membandingkan penggunaan semen agregat dengan perbandingan rasio semen agregat 1:4, 1:6, 1:8, 1:10. Dengan menggunakan benda uji sebanyak 72 buah, dengan rincian 48 kuat tekan, 12 daya serap air, 12 kuat lentur. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan rasio

semen agregat 1:6 memberikan nilai kuat tekan dan kuat lentur tertinggi yang masing-masing sebesar 3,712 MPa dan 0,963 N/mm<sup>2</sup>.

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah limbah kelapa sawit bagian cangkang dari kelapa sawit (*Palm Kernal Shell*) dan bagian abu boiler kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit adalah bagian keras yang terdapat setelah buah pada kelapa sawit yang berfungsi untuk melindungi buah kelapa sawit, hampir sama dengan tempurung kelapa. Cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit, biasanya juga digunakan sebagai tambahan untuk bahan bakar. Penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai material beton karena struktur cangkang yang keras dan ujung dari cangkang yang berserabut sehingga dapat diharapkan sebagai pengganti agregat dan pengisi celah pada beton. Abu boiler kelapa sawit merupakan hasil dari pembakaran cangkang kelapa sawit, limbah ini mengandung senyawa kimia berupa silika yang dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat tekan apabila dicampur dengan semen dan air.

Cangkang kelapa sawit banyak ditemukan di daerah pabrik kelapa sawit, karena cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari olahan buah kelapa sawit. Pabrik kelapa sawit yang berada di Sumatera Barat yaitu PT.TKA di Kabupaten Dharmasraya, PT. AAI di Kabupaten Pasaman Barat, PT.Wilmar International Tbk di Pasaman Barat, PT.Sawita Pasaman Jaya di Kabupaten Pasaman Barat. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah kelapa sawit menjadi material penyusun beton, di mana kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Provinsi Sumatera Barat, khususnya Kabupaten Pasaman Barat.

## 2. MATERIAL PENYUSUN BETON

### 2.1 Semen

Semen dalam bahasa latin berarti memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan, yang berasal dari kata *caementum*. Sementara itu, berdasarkan kegunaannya semen merupakan zat perekat batu bata, batako maupun bahan bangunan lainnya (Wikipedia.com/Semen). Semen merupakan serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur beserta material lainnya yang dipakai untuk membuat adukan beton, merekatkan batu bata sekaligus tembok (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *protland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $x\text{CaO}.\text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih berbentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Hidrolis berarti senyawa bereaksi dengan air secara cepat

### 2.2 Agregat

Agregat adalah material granular, seperti pasir, batu pecah, kerikil, dan kerak tungku besi yang dipakai secara bersama-sama dengan menggunakan media pengikat untuk membentuk suatu beton hidrolik atau adukan. Arti lain dari agregat adalah material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Sifat-sifat mortar atau beton sangat dipengaruhi agregat, sehingga pemilihan agregat yang tepat penting dalam pembuatan adukan beton (Astanto, 2011). Dalam campuran beton terdapat dua macam agregat yang digunakan yaitu:

#### 2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat berupa kerikil hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu kerikil. Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam campuran beton sebagai berikut:

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
3. Kandungan lumpur harus <1%, jika melebihi maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

Kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan adalah sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain), karena hal ini dapat mempengaruhi ikatannya dengan

pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agregat kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock dkk, 1991).

### 2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang memiliki kehalusan 2 mm - 5 mm yang berbutir halus. Agregat halus mempunyai ukuran butir maksimum 4,75 mm sesuai dengan ketentuan SNI 02-6820-2002. Agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu yang dihasilkan oleh pecahan batu. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus berbentuk butir-butir tajam dan keras.
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci.

Salah satu hal yang mempengaruhi hasil nilai kuat tekan beton adalah kandungan lumpur. Hal ini dibuktikan oleh (Rahmadianty dkk, 2017) dengan perbandingan 1:1,5:2,5 dengan FAS 0,44 menggunakan material yang memiliki kadar lumpur yang tinggi dapat mencapai kekuatan  $250\text{kg/cm}^2$ , namun tidak dapat mencapai kuat tekan  $300\text{kg/cm}^2$  padahal dengan perbandingan dan FAS yang sama namun menggunakan material agregat yang telah dicuci mampu mencapai kuat tekan  $300\text{kg/cm}^2$ . Daya rekat dengan pasta semen akan berkurang dengan banyaknya kandungan lumpur pada agregat kasar dan pasir yang mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton. Hal tersebut mengakibatkan penggunaan perbandingan campuran yang sama dengan kadar lumpur yang berbeda dapat memiliki kuat tekan yang berbeda pula. Untuk mencapai mutu beton K250-K300 dengan campuran 1:1,5:2,5 dan 1:2:2,5 umumnya diperlukan FAS lebih kecil dari 0,5 yakni antara 0,47 sampai dengan 0,43 dengan menggunakan material yang memenuhi persyaratan kadar lumpur. Di sisi lain, dengan kecilnya nilai FAS ( $\pm 0,45$ ) akan menyulitkan pekerjaan beton dan pematatannya cenderung membutuhkan bantuan alat pematat getar seperti *concrete vibrator*.

### 2.3 Air

Bahan dasar untuk pengikat dalam pembuatan konstruksi struktur beton adalah air. Air akan bereaksi dengan semen dan menjadi pasta pengikat agregat. Air akan berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri, selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002, syarat air yang dapat digunakan untuk campuran beton yaitu:

1. Air yang digunakan bebas dari bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan – bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan yaitu air yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

### 2.4 Limbah Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah salah satu tanaman industri sebagai penghasil minyak goreng, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunan Kelapa Sawit dilakukan dalam skala besar menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Wikipedia.com/kelapa sawit). Pada penelitian ini bagian kelapa sawit yang digunakan adalah cangkang dari kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit adalah bagian pelindung dari buah kelapa sawit itu yang berstruktur keras.

Salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit dalam jumlah yang cukup besar adalah cangkang kelapa sawit. Cangkang yang di hasilkan mencapai 60% dari produksi minyak. Cangkang kelapa sawit mempunyai komposisi kandungan selulosa (26,27%), hemiselulosa (12,61%), dan ligin (42,96)% (Widarsi, 2008). Menurut Kristanto, dkk (2013), penggunaan cangkang kelapa sawit untuk campuran beton normal di dapatkan kuat tekan sebesar 32,85 Mpa pada umur 28 hari, selain itu terjadinya penurunan kuat tekan

beton, selain itu cangkang kelapa sawit ini merupakan bahan agregat alami yang ramah lingkungan untuk campuran beton dan telah memenuhi 2 dari 6 prinsip teknologi ramah lingkungan yaitu reuse (menggunakan kembali bahan yang tidak terpakai/limbah serta diolah dengan cara berbeda) dan recovery (pemakaian material dari limbah untuk diolah demi kepentingan lain). Cangkang kelapa sawit di sini digunakan sebagai variasi dari agregat kasar dan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit (abu sekam sawit) sebagai variasi dari agregat halus untuk campuran beton.

**2.5 Bahan Tambahan (Admixture)**

Untuk keperluan tertentu terkadang campuran beton tersebut masih ditambahkan bahan tambah berupa zat-zat kimia tambahan (*chemical additive*) dan mineral/material tambahan. Zat kimia tambahan tersebut biasanya berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan mineral/material tambahan berupa agregat yang mempunyai karakteristik tertentu. Standar pemberian bahan tambahan beton ini pun sudah diatur dalam SK SNI S-18-1900-03. Pada bahan uji ini kami menggunakan *superplasticizer (Viscocrete-1003 PT. Sika Nusa Pratama)*. *Superplasticizer* digunakan untuk dapat mengontrol dan menghasilkan nilai *slump* yang optimal pada beton segar, sehingga dapat menghasilkan kinerja pengecoran yang baik. Produk ini telah memenuhi syarat ASTM C- 494 Tipe A dan F. Selain itu juga menggunakan *Water Reducing (Sikament LN PT. Sika Nusa Pratama)* fungsinya untuk mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Hasil penelitian (Akoeb, 2011) menunjukkan bahwa penggunaan/penambahan *additive silica fume* sebesar 9% dari berat semen pada campuran beton serta penambahan admixture superplasticiser sebanyak 0,7liter/100 gram semen, agar adukan beton lebih mudah dikerjakan, pada pengujian beton dengan umur 7, 14 dan 28 hari, dengan tiga macam jenis pengujian kuat tekan, yaitu dengan uji *Ultra Sonic, Hammer Test* dan pengujian standard, dengan masing-masing faktor air semen (FAS) 0.45, 0.50 dan 0.55, telah menghasilkan kuat tekan kubus beton mengalami penurunan dan kenaikan terhadap kuat tekan beton normal.

**3. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, bertujuan mengetahui apakah penggunaan limbah kelapa sawit ada pencampuran beton mampu mencapai mutu tepat 25 MP. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material dan Struktur Universitas Dharma Andalas. Gambar 1 adalah diagram alir penelitian.

**4. HASIL DAN DISKUSI**

**4.1 Data Uji Material**

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari material yang digunakan untuk campuran beton, melalui percobaan di laboratorium. Material yang diuji adalah agregat halus, agregat kasar, cangkang kelapa sawit dan abu boiler kelapa sawit yang akan digunakan. Pengujian yang dilakukan untuk agregat kasar adalah berat jenis, berat volume, penyerapan, analisa saringan sedangkan agregat halus pengujian yang dilakukan yaitu berat jenis, berat volume, penyerapan, analisa saringan, kandungan organik dan kadar lumpur selanjutnya untuk limbah kelapa sawit, berat volume, analisa saringan dan keausan (untuk cangkang kelapa sawit). Hasil uji laboratorium yang didapatkan yaitu:

1. Kadar Lumpur

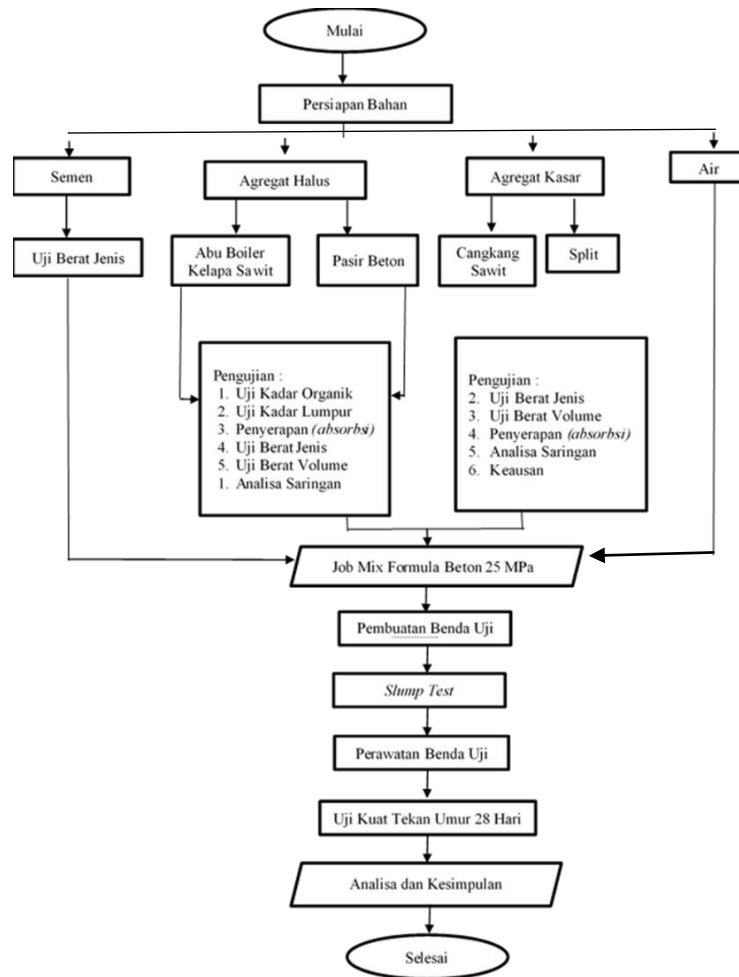
$$KL = ((500-P)/500)*100\%$$

**Tabel 1.** Pemeriksaan Kadar Lumpur

Jenis A.H	Berat awal (gr)	Berat kering (P) (gr)	KL (%)
Pasir Beton	500	473,6	5,28

2. Kandungan Organik

Didapatkan menggunakan standar warna pada Hellige Tester, dengan nomor 2



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Berat Volume

Data Pemeriksaan Penyerapan disajikan sebagai berikut:

Agregat Halus (wadah 1 Liter)

$$\text{Berat Volume} = (B-A)/\text{Volume}$$

Volume= 1 liter

Tabel 2. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

No.	Jenis A. H	Berat Liter (A)(gr)	Berat Isi Lepas (B) (gr)	Berat isi padat(B) (gr)	Berat isi lepas (Kg/L)	Berat isi Padat (Kg/L)
1	Pasir Beton	249	1557,3	1694,7	1,3083	1,4457
2	Limbah Sawit	162	602	742	0,44	0,58

Agregat Kasar (wadah 5 Liter)

$$\text{Berat Volume} = (B-A)/\text{Volume}$$

Tabel 3. Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

No.	Jenis A. H	Berat Liter (A) (gr)	Berat Isi Lepas (B) (gr)	Berat isi padat(B) (gr)	Berat isi lepas (Kg/L)	Berat Isi Padat (Kg/L)
1	Split	1005,8	8033,9	8405,9	1,40562	1,48002
2	Cangkang	623	2932	3310	0,4618	0,5374

4. Penyerapan (Absorbsi)

Data Pemeriksaan Penyerapan disajikan sebagai berikut:

$$\% \text{Daya Serap KU} = ((A-B)/B) * 100\%$$

$$\% \text{Daya Serap SSD} = ((C-B)/B) * 100\%$$

**Tabel 4.** Pemeriksaan Absorbsi Agregat Kasar (1000gr)

No	Jenis A.K	berat A.K (A) (gr)	Berat Kering (B) (gr)	Berat SSD ( C) (gr)	Daya serapKU (%)	Daya serap SSD (%)
1	Split	1000	994,2	999	0,5834	0,4828
2	Cangkang	1000	990	958	1,0101	-3,2323

**Tabel 5.** Pemeriksaan Absorbsi Agregat Halus (600gr)

No	Jenis A.K	Berat A.H (A) (gr)	Berat Kering (B) (gr)	Berat SSD ( C) (gr)	Daya serap KU (%)	Daya serap SSD (%)
1	Pasir Beton	600	564,3	572	6,3264	1,3645
2	Limbah	600	573	665	4,7120	16,0558

5. Keausan

Menggunakan Mesin Los Angeles dengan 11 bola baja.

**Tabel 6.** Pemeriksaan Keausan

No	Jenis A.K	Berat Awal (gr)	Berat Setelah Uji (gr)	Persen Keausan (%)
1	Split	5000	3838,6	23,228
2	Cangkang Sawit	2500	2386	4,56

6. Berat Jenis

Data Pemeriksaan Berat Jenis untuk agregat halus dan agregat kasar

Agregat Halus

Wadah Kosong(A) = 294,8 gr

Wadah Isi Air (B) = 1305 gr

Berat jenis = Berat Awal/((B+ Berat awal) - C)

**Tabel 7.** Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

No	Jenis Agregat.H	Berat Awal (gr)	Berat Wadah Kosong A) (gr)	berat wadah isi air (B) (gr)	Kondisi Jenuh ( C ) (gr)	Berat Jenis Agregat Halus
1	Pasir Beton	100	294,8	1305	1353	1,923
2	Limbah Sawit	100	71	1057	1027	0,769

Agregat Kasar

Wadah Kosong(A) = 294,8 gr

Wadah Isi Air (B) = 1305 gr

Berat jenis = Berat Awal/((B+ Berat awal) - C)

**Tabel 8.** Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

No	Jenis Agregat.H	Berat Awal (gr)	Berat Wadah Kosong (A) (gr)	Berat wadah isi air (B) (gr)	Kondisi Jenuh ( C ) (gr)	Berat Jenis Agregat Halus
1	Split	250	294,8	1305	1435,2	2,087
2	Cangkang	250	71	1057	1027	0,893

7. Analisa Saringan

Hasil uji laboratorium yang didapatkan untuk Pemeriksaan Analisa Saringan Split sebagai berikut:

**Tabel 9.** Pemeriksaan Analisa Saringan Split (berat awal 5000 gr)

No	Saringan	Berat Tertahan	Berat jumlah	% Jumlah	% jumlah	Ket
		Split (gr)	tertahan	Tertahan	Lolos	
1	1,5"	0	0	0,000	100,000	10
2	3/4"	86,97	86,97	1,739	98,261	98
4	3/8"	4843,45	4930,42	98,608	1,392	2
5	No.4	41,28	4971,7	99,434	0,566	1
6	Plate	28,3	5000	100,000	0,000	0
Total		5000		299,782		
Modulus kehalusan				2,998		

Hasil uji laboratorium yang didapatkan untuk Pemeriksaan Analisa Saringan Cangkang Sawit adalah sebagai berikut:

**Tabel 10.** Pemeriksaan Analisa Saringan Cangkang Sawit (berat awal 2500 gr)

No	Saringan	Berat Tertahan	Berat jumlah	% Jumlah	% Jumlah	Ket
		Cangkang Sawit (gr)	tertahan	Tertahan	Lolos	
1	1,5"	0	0	0,000	100,000	100
2	3/4"	0	0	0,000	100,000	100
4	3/8"	830,6	830,6	33,224	66,776	67
5	No.4	1522,4	2353	94,120	5,880	6
6	Plate	147	2500	100,000	0,000	0
Total		2500		227,344		
Modulus kehalusan				2,273		

Hasil uji laboratorium yang didapatkan untuk Analisa Saringan Pasir Beton adalah sebagai berikut:

**Tabel 11.** Pemeriksaan Analisa Saringan Pasir Beton (berat awal 1000 gr)

No	Saringan	% Berat	Berat jumlah	%	% jumlah	Keterangan
		Tertahan	tertahan	jumlahTertahan	Lolos	
		Pasir Beton (gr)				
1	3/8"	0	0	0	100	100
2	No.4	25,2	25,2	2,520	97,48	98
3	No.8	97,04	122,24	12,224	87,77	88
4	No.16	134,81	257,05	25,705	74,29	75
5	No.30	402,7	659,75	65,975	34,02	35
6	No.50	168,06	827,81	82,781	17,21	18
7	No.100	129,83	957,64	95,764	4,23	5
8	Plate	42,36	1000	100,000	0,00	0
Total		1000		384,969		
Modulus kehalusan				3,850		

Hasil uji laboratorium yang didapatkan untuk Analisa Saringan Abu Boiler adalah sebagai berikut:

**Tabel 12.** Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Boiler (berat awal 1000 gr)

No	Saringan	% Berat	Berat	%	% jumlah	Ket	
		Tertahan	jumlah	jumlahTertahan	Lolos		
		Limbah Sawit (gr)	tertahan	gr	gr		
1	3/8"	0	0	0	100	100	
2	No.4	0	0	0,000	100,000	100	
3	No.8	0	0	0,000	100,000	100	
4	No.16	0	0	0,000	100,000	100	
5	No.30	33	33	3,300	96,700	97	
6	No.50	304,2	337,2	33,720	66,280	67	
7	No.100	213,2	550,4	55,040	44,960	45	
8	plate	449,6	1000	100,000	0,000	0	
Total		1000		192,060			
				Modulus kehalusan	1,921		

**4.2 Bahan Tambahan**

Pada penelitian ini Inovasi Bahan Tambah yang digunakan yaitu limbah dari pabrik kelapa sawit. Limbah yang digunakan yaitu bagian cangkang dari kelapa sawit. Pabrik kelapa sawit mengolah buah kelapa sawit bagian isinya saja, sedangkan bagian cangkang akan dibuang dan menjadi limbah. Umumnya limbah kelapa sawit ini digunakan untuk bahan bakar, pada penelitian ini limbah kelapa sawit digunakan untuk material campuran beton. Cangkang kelapa sawit yang dicacah atau kasar akan digunakan sebagai agregat kasar, bertujuan untuk mengurangi penggunaan batu pecah/*split* pada campuran beton. Struktur yang keras pada Cangkang kelapa sawit diharapkan dapat menggantikan fungsi dari batu pecah/*split*, pada Gambar 2 terdapat gambar kelapa sawit kasar.

Selain itu, limbah kelapa sawit yang digunakan yaitu abu boiler kelapa sawit sebagai ganti agregat halus. Penggunaan abu boiler kelapa sawit halus tetap harus di campur dengan pasir beton karena butiran yang sangat halus sehingga tidak dapat mewakili ukuran gradasi pada agregat halus. Pada Gambar 3 merupakan bentuk dari abu boiler kelapa sawit yang sudah. Penggunaan abu boiler kelapa sawit pada penelitian ini digunakan sebanyak 10% dari jumlah agregat halus dan 20% dari agregat kasar untuk cangkang sawit kasar. Penggunaan cangkang kelapa sawit pada beton juga tidak digunakan terlalu banyak karena kandungan minyak yang terkandung dalam cangkang kelapa sawit yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas beton.



**Gambar 2.** Cangkang Kelapa Sawit



**Gambar 3.** Abu Boiler Kelapa Sawit

**4.3 Perhitungan Mix Desain Benda Uji**

Pada pembuatan beton diperlukan perencanaan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk menentukan proporsi material pembuat beton. *Mix design* yang direncanakan adalah beton normal mutu tepat 25 Mpa dengan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji yang dibuat sebanyak



6 buah benda uji yang diuji pada umur 7 hari untuk 3 benda uji dan umur 28 hari untuk 3 benda uji. Adapun bahan-bahan yang digunakan pada campuran ini:

**Tabel 13.** Komposisi Campuran Beton

Bahan-bahan	Jumlah untuk 1m <sup>3</sup> (Kg)
Semen PCC	325
Air	225
Pasir Beton	757,35
Batu Split	646,8
ViscoCrete -1003	9,75
Sikament LN	6,5
Cangkang Kasar	161,7
Abu Boiler Kelapa Sawit	84,15

#### 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Setelah perawatan beton dilakukan, pada hari ke-7 dan hari ke-28 dilakukan uji kuat tekan dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 14.** Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No. Benda Uji	Hasil Kuat Tekan Hari ke-7 (MPa)	Hasil Kuat Tekan Hari ke-28 (MPa)
1	20,4	20,8
2	20,2	21
3	22	21,2
Rata-Rata	21	21

## 5. KESIMPULAN

Hasil pemeriksaan uji laboratorium, karakteristik untuk agregat halus dan agregat kasar didapatkan bahwa pengujian untuk analisa saringan, berat jenis, dan penyerapan, kadar lumpur, kandungan organik dan berat volume memenuhi standar SNI sehingga agregat dapat digunakan. Dari hasil uji laboratorium untuk limbah kelapa sawit didapatkan bahwa untuk analisa saringan, berat jenis, penyerapan telah memenuhi standar SNI sehingga dapat digunakan sebagai pengganti agregat dengan jumlah tidak lebih dari 10% untuk abu boiler kelapa sawit dan tidak lebih dari 30% untuk cangkang kelapa sawit. Hasil Kuat Tekan Beton rata-rata pada hari ke-28 di dapatkan sebesar 21 Mpa, belum memenuhi estimasi awal kuat tekan yang di inginkan sebesar 25 MPa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Tim Dosen dan Asisten Laboratorium Material dan Struktur Universitas Dharma Andalas dan pihak-pihak lain yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akoeb, MA. 2011. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Dengan Bahan Additive Silica Fume Antara Uji Non Destructive Dengan Uji Destructive (Suatu Penelitian Beton Dengan Faktor Air Semen 0,45 ; 0,50 Dan 0,55). Vol. 1 No. 1, September 2011 Hal. 101-115. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala.
- Anonim. Kelapa Sawit. [https://id.wikipedia.org/wiki/Elaeis\\_\(kelapa\\_sawit\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Elaeis_(kelapa_sawit))
- Antoni dan Paul Nugraha. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- Darwis Z, Baehaki, Supriyadi H. 2017. Beton Non-Pasir Dengan Penggunaan Agregat Lokal Dari Merak. Vol. 06, No. 1 Hal 101-111. Jurnal Fondasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Febriyanto. 2014. *Inovasi Beton*. Yogyakarta: Andi.

- Kristianto, Mungok CD, Handalan CP. (2016). Pengaruh Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Terhadap Mutu Beton. Volume 3 No. 3 Tahun 2016. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura.
- Malati, Fitri. (2016). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Karbon Aktif Berbasis Cangkang Dan Lumpur Sawit. Laporan Akhir. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Murdock, L. J., K. M. Brook, dan Sthephanus Hendarko, (1986). *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta : Erlangga.
- Rommel, E. (2013). Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik. Vol. 9, No. 1 Tahun 2013 Hal. 137-147. Jurnal GAMMA Universitas Negeri Malang.
- PBI 1971 “Peraturan Beton Indonesia”
- Rahmadianty L, Mazaya H, Purwanto D, Adi RY. 2017. Analisa Campuran Beton Dengan Perbandingan Volume Dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang. Volume 6, Nomor 2, Tahun 2017, Halaman 55-69. Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- SNI 03-1968-1990 “Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar”
- SNI03-1969-1990 “Metode Pengujian Berat Jenis Dan penyerapan air agregat kasar”
- SNI 03-1971-1990 “Metode Pengujian Kadar Air Agregat”
- SNI 03-1974-1990 “Metode pengujian kuat tekan beton”
- SNI 03-2417-1991 “Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles”
- SNI 03-6821. 2002. “Persyaratan agregat halus”. BSN
- SNI 03-1968-1990 “Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar”
- SNI 11298-1971-2011 “Uji Kadar Air”
- SNI 03-2847-2002. “Persyaratan Air yang digunakan Pada Beton”