

BETON BERMUTU DAN RAMAH LINGKUNGAN DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH ABU CANGKANG SAWIT

Oleh:

Johan Oberlyn Simanjuntak ¹⁾,

Tiurma Elita Saragih ²⁾

Partahi Lumbangaol ³⁾

Sintong Petrus Panjaitan ⁴⁾,

Universitas HKBP Nommensen, Medan.

1,2,3,4)

E-mail:

oberlyn.simanjuntak@yahoo.co.id ¹⁾

saragih_27@yahoo.com ²⁾

partahi.lumbangaol@uhn.ac.id ³⁾

sintong.panjaitan@gmail.com ⁴⁾

ABSTRACT

Concrete is the main material for construction which is widely used throughout the world. However, with the increase in the use of concrete from time to time which causes the amount of available resources to decrease and will also disturb the environmental balance, an alternative that can be used to overcome this is to get environmentally friendly concrete which reduces the use of cement utilizing the results of industrial wastes. One of them is the utilization of oil palm shell ash waste. Palm shell ash is expected to be used as an additive to the concrete mixture. In this study, palm kernel shell ash was used as an additive to cement with a mixture of 0%, 3%, 6%, 9% by weight of cement. The number of test objects is 3 cylinders for each variation of the mixture. The type of test carried out is in the form of the compressive strength of the concrete and the observation of the test object is carried out at the age of 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days. From the research results, it was found that the increase in the value of the compressive strength of concrete on the variation of the addition of palm shell ash waste as an added material to cement to create quality and environmentally friendly concrete.

Keywords: *Environmentally Friendly Concrete, Concrete Compressive Strength, Palm Shell Ash*

ABSTRAK

Beton merupakan material utama untuk konstruksi yang banyak digunakan di seluruh dunia. Namun dengan meningkatnya jumlah penggunaan beton dari waktu ke waktu yang menyebabkan jumlah sumber daya yang tersedia menurun dan juga akan mengganggu keseimbangan lingkungan, maka alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasinya adalah mendapatkan beton ramah lingkungan yang mengurangi penggunaan dari semen memanfaatkan hasil dari limbah-limbah

industri. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah abu cangkang kelapa sawit. Abu Cangkang kelapa sawit diharapkan dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton. Dalam penelitian ini, abu cangkang sawit dijadikan sebagai bahan tambah pada semen dengan variasi campuran 0%, 3%, 6%, 9% dari berat semen. Jumlah benda uji masing-masing 3 buah silinder untuk setiap variasi campuran. Jenis pengujian yang dilakukan berupa kuat tekan beton dan pengamatan benda uji dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Dari hasil penelitian diperoleh kenaikan nilai kuat tekan beton pada variasi penambahan limbah abu cangkang sawit sebagai bahan tambah pada semen untuk menciptakan beton bermutu dan ramah lingkungan.

Kata Kunci : Beton Ramah Lingkungan, Kuat Tekan Beton, Abu Cangkang Sawit

PENDAHULUAN

Pertumbuhan konstruksi dan pembangunan di dunia dari hari ke hari semakin meningkat. Semakin hari semakin mudah menemukan gedung pencakar langit, pembangunan konstruksi dan gedung dunia yang sebagian besarnya masih terbuat dari beton. Dengan meningkatnya pembangunan maka kebutuhan beton juga akan semakin meningkat. Dan mungkin akibat pemakaian beton yang terus meningkat maka akan mengganggu keseimbangan lingkungan. Sehingga perlu dicari solusi bagaimana mendapatkan Beton ramah lingkungan. Beton ramah lingkungan merupakan beton yang menggunakan sedikit energi alam dalam produksinya dan menghasilkan lebih sedikit CO₂ (karbondioksida) dari pada beton normal. Bahan utama dalam pembuatan beton adalah semen yang terbuat dari batu kapur. Selama pembuatan semen, bahan-bahannya dipanaskan sampai sekitar 800 °C hingga 10000 °C. Selama proses ini CO₂ (karbondioksida) akan dilepaskan. Oleh karena itu beton ramah lingkungan menjadi eksistensi dalam mengurangi emisi CO₂ dengan

mengurangi penggunaan semen yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan juga beton ramah lingkungan dapat mengurangi penggunaan sumber daya alam seperti kapur, serpih, tanah liat dan pasir sungai alami. Selain pemakaian beton salah satu penyebab kerusakan lingkungan adalah limbah. Sehingga limbah dapat dimanfaatkan sebagai Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan pada campuran beton pada beton ramah lingkungan .

Di Indonesia terdapat berbagai macam jenis limbah, salah satunya limbah yang dihasilkan dari sektor perkebunan seperti perkebunan kelapa sawit. Limbah yang dapat digunakan dari perkebunan kelapa sawit yang memiliki potensi sebagai bahan tambah pada semen adalah abu cangkang kelapa sawit. Abu cangkang sawit berasal dari proses pembakaran cangkang menjadi abu.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menggunakan abu cangkang sawit sebagai bahan tambah pada campuran beton terhadap kuat tekan beton (f'c) untuk menghasilkan Beton Bermutu dan Ramah Lingkungan. Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan,

maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana kuat tekan yang terjadi pada beton yang menggunakan bahan tambah abu cangkang sawit
2. Bagaimana perbandingan proporsi campuran beton menggunakan abu cangkang sawit berdasarkan mix design

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton didapat dari pencampuran semen Portland, air, agregat halus dan agregat kasar (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu (*Tjokrodimuljo, 1996*).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yang disebut sebagai pengikat/perekat adalah semen dan air, sedangkan bahan yang pasif yang disebut sebagai bahan pengisi adalah pasir kerikil (disebut agregat halus dan agregat kasar) (*Tjokrodimuljo, 1996*).

Beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan material lain, diantaranya :

1. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan atau pembusukkan dan terhadap kebakaran.
2. Harga relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari lokal, kecuali semen Portland.

3. Beton segar dapat dengan mudah diangkat maupun dicetak dalam bentuk yang sesuai keinginan
4. Kuat tekan yang tinggi apabila dikombinasikan dengan baja tulangan dapat digunakan untuk struktur berat
5. Beton segar dapat disempurnakan pada permukaan beton lama yang retak, maupun diisikan kedalam cetakan beton pada saat perbaikan, dan memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat tempat yang posisinya sulit
7. Beton termasuk tahan aus dan kebakaran, sehingga biaya perawatannya relatif rendah

Beton juga memiliki beberapa kekurangan yaitu :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
2. Beton segar mengalami susut pada saat pengeringan, dan beton segar mengembang jika basah
3. Beton keras mengeras dan menyusut apabila terjadi perubahan suhu.
4. Beton sulit kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasukkin air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak tulangan beton
5. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan didetail

secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail.

Material Penyusun

Komponen pembentuk beton adalah semen Portland, air, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah lain nya

Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips

sebagai bahan tambahan (PUBI-1982, dalam Tjokrodinuljo, 1996). Fungsi semen adalah untuk merekat butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Selain itu semen juga berfungsi mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Material-material utama dari semen Portland adalah batu kapur yang mengandung komponen-komponen yang SiO_2 (silica), Al_2O_3 (alumina), Fe_2O_3 (oksida besi), MgO (Magnesium), SO_3 (sulfur) serta $\text{Na}+\text{K}_2\text{O}$ (soda/potash). Komposisi dari bahan utama pembuatan semen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan Utama Semen

Komposisi	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO_2)	17 - 25
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO_3)	1 – 2
Potash ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)	0,5 – 1

(Sumber : Kardiyono Tjokrodinulyo (1996))

Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang paling penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai bahan pengikat (bahan penghidrasi semen) dan bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mempermudah proses pencampuran agregat dan semen serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*). Penggunaan air yang terlalu banyak dapat mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton. Selain sebagai bahan campuran beton, air digunakan pula untuk merawat beton dengan cara pembasahan setelah beton dicor.

Menurut Tjokrodinuljo (1996), dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- kandungan lumpur (benda melayang lainnya) maksimum 2 gram/liter.
- Kandungan garam-garam yang merusak beton (asam, Zat organik, dll) maksimum 15 gram/liter
- Kandungan klorida (Cl) maksimum 0,5 gram/liter .
- Kandungan senyawa sulfat maksimum 1 gram/liter

Agregat

Agregat adalah butiran mineral

alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat akan sangat mempengaruhi kualitas beton, tetapi sifat sifat ini lebih bergantung pada faktor-faktor, seperti bentuk, dan ukuran butiran pada jenis batuan. Berdasarkan butiran, agregat dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Bahan Tambah (Admixture)

Bahan tambah (*Admixture*) ialah bahan selain unsur pokokbeton (air, semen, dan agregat halus) yang ditambahkan kedalam campuran saat atau selama pencampuran berlangsung. Penggunaan bahan tambah biasanya didasarkan pada alasan yang tepat, diantaranya perbaikan kecacakan dan dapat mengurangi penggunaan semen (*Tjokrodimuljo, 1996*). Tujuan penambahan admixture ini adalah untuk mengubah satu atau sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras.

Abu cangkang sawit

Abu cangkang sawit memiliki potensi sebagai bahan pozzolan pada semen. Abu cangkang kelapa sawit yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai kandungan silica yang sangat tinggi (*PT Semen Padang, 1990*). Pembakaran cangkang menjadi abu membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silica yang cukup banyak (*Dedi, 2004*). Komposisi kimia abu cangkang kelapa sawit lolos saringan no 100 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Senyawa Kimia Penyusun Semen

Komposisi Chemical analisis	Persentase (%)
SiO ₂	58,02
Al ₂ O ₃	8,70
Fe ₂ O ₃	2,60
CaO	12,65
MgO	4,23
Na ₂ O	0,41
K ₂ O	0,72
H ₂ O	1,97
Specific gravity	2,01
Sisa ayakan	47
Hilang pijar	8,59

(Sumber : *PT. semen padang, 1990 dalam rinaldo, 2003*)

Menurut Graile dalam Sentosa (2005) abu cangkang kelapa sawit secara visual memiliki karakteristik sebagai berikut.

1. bentuk partikelnya tidak beraturan ada butiran bulat panjang, bulat, dan bersegi
2. kehalusan abu cangkang kelapa sawit berkisar 0 - 2,3 mm
3. warna abu abu kehitaman

B. Kandungan Senyawa kimia semen yang terdapat pada Abu Cangkang Sawit

Kandungan senyawa kimia semen yang terdapat pada abu cangkang sawit dapat dilihat dari tabel 3 berikut :

Tabel 3. Tabel Senyawa Kimia Semen Yang Terdapat Pada Abu Cangkang Sawit

Kandungan Kimia	Semen	Abu cangkang sawit	Sifat Unsur Kimia
Kapur (CaO)	✓	✓	Berungsi dalam proses Perekatan/Pengikatan
Silika (SiO ₂)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan Pengisi (filler)
Alumina (Al ₂ O ₃)	✓	✓	Berfungsi Mempercepat proses pengerasan
Besi (Fe ₂ O ₃)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan penyempurna pada reaksi pembakaran pembentukan semen
Magnesia (MgO)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan pengisi (filler)
Sulfur (SO ₃)	✓		
Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	✓		

(Sumber: Hasil Penelitian)

Proses Pembuatan Abu Cangkang Sawit

Proses pembuatan abu cangkang sawit dilakukan melalui beberapa tahap dalam pembuatannya, adapun tahapan pembuatan abu cangkang sawit adalah :

- 1) pengambilan/pengumpulan cangkang sawit di pabrik kelapa sawit yang berada didaerah kisaran Sumatra utara
- 2) penjemuran cangkang sawit sebelum cangkang dibakar



Gambar 1 Penjemuran cangkang sawit)

- 3) Pembakaran cangkang sawit dilakukan di atas seng dan juga dilakukan didalam baja silinder



Gambar 2. Pembakaran cangkang sawit)

- 4) pembakaran kelapa sawit dilakukan dengan cara menyiram cangkang sawit dengan bahan bakar bensin agar cangkang sawit dapat terbakar
- 5) setelah selesai pembakaran cangkang sawit yang sudah dibakar kemudian dihaluskan dengan cara ditumbuk didalam wadah baja silinder hal ini dilakukan karena setelah dibakar cangkang sawit berubah menjadi arang dan harus dihaluskan agar dapat menjadi abu.



Gambar 3 Proses Penghalusan abu cangkang sawit

- 6) setelah ditumbuk cangkang sawit berubah menjadi abu kemudian abu cangkang sawit di saringan menggunakan saringan no 100 dan 200
- 7) setelah itu dilakukan pengujian kehalusan abu cangkang sawit
- 8) setelah dilakukan pengujian abu yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton adalah abu cangkang sawit yang lolos saringan no 100



Gambar 4 Abu Cangkang Sawit

METODE PELAKSANAAN

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu mengadakan suatu percobaan untuk mendapatkan data-data sebagai hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan di dalam Laboratorium bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

Pengujian terhadap Beton yang menggunakan bahan tambah Limbah Abu Cangkang Sawit dilakukan dengan cara mengamati perubahan nilai kuat tekan beton pada benda uji berbentuk Silinder.

Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari 21 hari dan 28 hari. Data yang diperoleh berupa perbandingan kehalusan antara semen dan abu cangkang sawit, perbandingan nilai slump dan nilai kuat tekan beton yang menggunakan limbah abu cangkang sawit. Dari data tersebut dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh limbah abu cangkang sawit terhadap nilai kuat tekan beton. Selanjutnya dibuat grafik perbandingan antara variasi penambahan limbah abu cangkang sawit terhadap nilai kuat tekan beton yang diperoleh sehingga dapat diketahui seberapa besar kontribusi penggunaan variasi persentase penambahan abu cangkang sawit terhadap nilai kuat tekan beton.

HASIL dan PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Senyawa Kimia Semen Yang Terdapat Pada Abu Cangkang Sawit

Kandungan senyawa kimia semen yang terdapat pada abu cangkang sawit dapat dilihat dari tabel 4.1 berikut

Tabel 4. Tabel Senyawa Kimia Semen Pada Abu Cangkang Sawit

Kandungan Kimia	Semen Portland	Abu cangkang sawit	Sifat Unsur Kimia
Kapur (CaO)	✓	✓	Berungsi dalam proses Perekatan/Pengikatan
Silika (SiO ₂)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan Pengisi (filler)
Alumina (Al ₂ O ₃)	✓	✓	Berfungsi Mempercepat proses pengerasan
Besi (Fe ₂ O ₃)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan penyempurna pada reaksi pembakaran pembentukan semen
Magnesi a (MgO)	✓	✓	Berfungsi sebagai bahan pengisi (filler)
Sulfur (SO ₃)	✓		
Potash (Na ₂ O+K ₂ O)	✓		

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari tabel di atas sebagian besar senyawa kimia yang terdapat pada semen portland juga terdapat di dalam abu cangkang sawit, sehingga abu cangkang sawit dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton untuk meningkatkan mutu Beton

4.2 Hasil pengujian kehalusan semen Portland dan abu cangkang sawit

A. Kehalusan Semen Portland

Tabel 5. Data Pengujian Kehalusan Semen Portland

Nomor Saringan	Tertahan (gram)		Kehalusan
	Individu	Kumulatif	%
No. 100	0,00	0,00	0,00
No. 200	4,30	4,30	8,60
Pan	45,7	50,00	100,00
Jumlah	50,00		

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil percobaan di atas didapat data-data yang telah memenuhi syarat yang sesuai dengan standart ketetapan kehalusan semen portland. Benda uji memenuhi syarat kehalusan 0% tertahan diatas saringan No. 100 dan pada saringan no. 200 menunjukkan kehalusan sebesar 8,60 % (maksimal 22% yang tertahan diatas saringan no. 200)

B. Kehalusan Abu Cangkang

Sawit

Tabel 6. Data Pengujian Kehalusan Abu Cangkang Sawit

Nomor Saringan	Tertahan (gram)		Kehalusan
	Individu	Kumulatif	%
No. 100	0,00	0,00	0,00
No. 200	24,5	24,5	49,00
Pan	25,5	50,00	100,00
Jumlah	50,00		

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil percobaan di atas didapat butiran abu cangkang sawit lebih kasar dibandingkan semen yang telah di uji maka abu cangkang sawit yang ditambahkan pada campuran beton adalah abu cangkang sawit yang lolos saringan No. 100 dan tertahan di saringan No. 200 dan abu cangkang sawit bersifat sebagai pengisi rongga pada agregat halus (pasir) pada campuran Beton

4.3 Hasil Pengujian Slump

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan adukan beton, yang dapat menggambarkan kemudahan pengerjaan (workability) beton tanpa menyebabkan terjadinya sergregasi pada beton. Adapun hasil dari pengujian slump dapat dilihat pada

Kode Sampel	Berat	P	A	Kuat tekan beton			
				Umur beton (hari)			
	Kg	K N	mm ²	7	14	21	28
BU I	12,6	29 5	17662 .5	30.9 6			
BU II	12,3	24	17662	25.1			

tabel 7 berikut.

Tabel 7 Hasil Pengujian Slump

No.	Persentase abu cangkang sawit (%)	Nilai slump beton (cm)
1	0%	5
2	3%	4
3	6%	3,5
4	9%	2,5

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari tabel dapat dilihat bahwa semakin besar persentase penambahan abu cangkang sawit pada campuran beton maka semakin kecil penurunan nilai slump yang terjadi sehingga semakin besar persentase penambahan abu cangkang sawit maka dapat mengurangi proporsi kandungan air yang terdapat pada campuran pada beton sehingga menghasilkan beton yang keropos dan kuat tekan yang rendah dan penurunan nilai slump yang semakin kecil dapat mempersulit proses pengadukan beton (workability)

4.4 Hasil Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari dengan persentase penambahan abu cangkang sawit 0%, 3%, 6%, dan 9%, benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

		0	.5	9			
BU III	12,4	34	17662	35.6			
		0	.5	8			
BU IV	12,6	43	17662	33.3			
		0	.5	3			
BU V	12,2	41	17662	31.7			
		0	.5	8			
BU VI	12,6	40	17662	31.0			
		0	.5	1			
BU VII	12,8	42	17662	30.			
		0	.5	16			
BU VIII	12,4	41	17662	29.			
		0	.5	44			
BU IX	12,8	40	17662	28.			
		0	.5	72			
BU X	12,4	45	17662	31.			
		5	.5	04			
BU XI	12,4	42	17662	28.			
		5	.5	99			
BU XII	12,2	42	17662	28.			
		0	.5	65			

A. Hasil Kuat Tekan Beton dengan besar penambahan abu cangkang sawit 0 %
 Dari hasil perhitungan kuat tekan pada beton 0% atau beton normal didapat kuat tekan rata-rata beton sebesar 26.12 Mpa > kuat tekan rencana sebesar 25 MPa

f'ci (MPa)	f'cr (MPa)	SD (MPa)	f'c (MPa)
30.96	30.41	2.62	26.12
25.19			
35.68			
33.33			
31.78			
31.01			
30.16			
29.44			
28.72			
31.04			

28.99			
28.65			

(Sumber: Hasil Penelitian)

B. Hasil Kuat Tekan Beton dengan besar penambahan abu cangkang sawit 3 %

Kode Sampel	Berat	P	A	Kuat tekan beton			
				Umur beton (hari)			
	K	K	mm	7	14	21	28
AC	12	3	17	32			
SI	,6	1	66	.5			
		0	2.5	3			
AC	12	3	17	33			
S	,3	2	66	.5			

II		0	2.5	8			
AC	12	3	17	33			
S	,4	2	66	.5			
III		0	2.5	8			
AC	12	3	17		29		
S	,5	8	66		.4		
IV		0	2.5		6		
AC	12	3	17		27		
S	,6	6	66		.9		
V		0	2.5		1		
AC	12	3	17		26		
S	,2	4	66		.3		
VI		0	2.5		6		
AC	12	4	17			28	
S	,2	0	66			.7	
VII		0	2.5			2	
AC	12	4	17			29	
S	,8	1	17			.4	
VII		0	66			4	
I			2.5				
AC	12	4	17			28	
S	,8	0	66			.7	
IX		0	2.5			2	
AC	12	4	17				33
S	,4	9	66				.4
X		0	2.5				2
AC	12	4	17				32
S	,4	7	66				.0
XI		0	2.5				6

AC	12	4	17				32
S	,2	8	66				.7
XII		0	2.5				4

f'ci (MPa)	f'cr (MPa)	SD (MPa)	f'c (MPa)
32.53	30.71	2.54	26.54
33.58			
33.58			
29.46			
27.91			
26.36			
28.72			
29.44			
28.72			
33.42			
32.06			
32.74			

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil perhitungan kuat tekan pada beton dengan penambahan abu cangkang sawit sebesar 3% didapat kuat tekan rata-rata sebesar 26.54 MPa

C. Hasil Kuat Tekan Beton dengan besar penambahan abu cangkang sawit 6 %

Kode Sampel	Berat	P	A	Kuat tekan beton			
				Umur beton (hari)			
	Kg	KN	mm ²	7	14	21	28
ACSI	13,1	335	17662.5	35.16			
ACSII	12,8	340	17662.5	35.68			
ACSIII	13,1	335	17662.5	35.16			
ACSIV	12,6	360	17662.5		27.91		
ACSV	12,4	380	17662.5		29.46		
ACS	11,8	370	17662.5		28.68		

VI							
ACS VII	12,8	440	17662.5			31.59	
ACS VIII	12,3	455	17662.5			32.67	
ACS IX	12	430	17662.5			30.88	
ACS X	12,4	500	17662.5				34.11
ACS XI	12,2	480	17662.5				32.74
ACS XII	12,6	460	17662.5				31.38

f'ci (MPa)	f'cr (MPa)	SD (MPa)	f'c (MPa)
35.16	32.12	2.61	27.84
35.68			
35.16			
27.91			
29.46			
28.68			
31.59			
32.67			
30.88			
34.11			
32.74			
31.38			

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil perhitungan kuat tekan pada beton dengan penambahan abu cangkang sawit sebesar 6% didapat kuat tekan rata-rata sebesar 27,84 Mpa

D. Hasil Kuat Tekan Beton dengan besar penambahan abu cangkang sawit 9 %

Ko	B	P	A	Kuat tekan
----	---	---	---	------------

de Sa mp el	er at	K g	K N	mm	beton			
					Umur beton (hari)			
					7	14	21	28
AC SI	11,6	210	17662.5	22.4				
AC S II	11,8	200	17662.5	23.9				
AC S III	11,8	300	17662.5	24.1				
AC S IV	12,7	200	17662.5	20.3				
AC S V	12,8	250	17662.5	22.9				
AC S VI	11,8	290	17662.5	22.4				
AC S VII	12,7	300	17662.5	26.7				
AC S	11,8	350	17662.5	25.1				

VII		0	2.5			3	
I							
AC	12	3	17			25	
S		6	66			.8	
IX		0	2.5			5	
AC	12	4	17				28
S	,4	2	66				.6
X		0	2.5				5
AC	12	4	17				28
S		2	66				.6
XI		0	2.5				5
AC	12	4	17				27
S	,4	0	66				.2
XII		0	2.5				9

	Abu (%)	(cm))	tekan f'c (MPa)
1	0	5	15893 6,4	26,1 2
2	3	4	15976 1,34	26,5 4
3	6	3,5	16058 6,28	27,8 4
4	9	2,5	16141 1,22	20.3 5

(Sumber : Hasil Penelitian)

f'ci (MPa)	f'cr (MPa)	SD (MPa)	f'c (MPa)
22.04	24.74	2.68	20.35
23.09			
24.14			
20.93			
22.09			
22.48			
26.57			
25.13			
25.85			
28.65			
28.65			
27.29			

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil perhitungan kuat tekan pada beton dengan penambahan abu cangkang sawit sebesar 9% didapat kuat tekan rata-rata sebesar 20.35 Mpa

Tabel 8 Hasil Akhir

N o.	Penambahan	Slump	Berat (gram)	Kuat
------	------------	-------	--------------	------

Gambar 5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Sumber : Hasil Penelitian)

Perhitungan kuat tekan beton yang didapat pada tabel akhir diperoleh hasil kuat tekan meningkat seiring dengan besar persentase penambahan abu cangkang sawit hingga 6% dengan kuat tekan sebesar 27,84 MPa dan hasil kuat tekan Menurun Pada persentase penambahan abu cangkang sawit pada 9% dengan kuat tekan sebesar 20,25 MPa

SIMPULAN

1. Kandungan kimia semen yang terdapat pada abu cangkang sawit yaitu ; Kapur (CaO Alumina (Al_2O_3) Silika (SiO_2) Besi (Fe_2O_3) Magnesia (MgO)
2. Hasil pengujian kehalusan didapat butiran abu cangkang sawit lebih kasar dibandingkan dengan butiran semen
3. Hasil pengujian nilai slump beton semakin besar persentase penambahan abu cangkang sawit yang ditambahkan pada campuran beton maka semakin kecil penurunan nilai slump yang terjadi
4. Penambahan abu cangkang sawit mengakibatkan berat benda uji semakin meningkat
5. Perhitungan kuat tekan beton yang didapat pada tabel akhir diperoleh hasil kuat tekan meningkat seiring dengan besar persentase penambahan abu cangkang sawit hingga 6% dengan kuat tekan sebesar 27,84 MPa dan hasil kuat tekan Menurun Pada persentase penambahan abu cangkang sawit pada 9% dengan kuat tekan sebesar 20,25 MPa
6. Kenaikan Kuat Tekan Pada Beton dengan Penambahan Persentase penambahan abu cangkang sawit sebesar 6% diakibatkan karena abu

cangkang sawit memiliki senyawa unsur Kimia CaO (kapur) sehingga dapat meningkatkan daya Ikat dari pada beton sedangkan penurunan kuat tekan beton yang terjadi pada persentase penambahan abu cangkang sawit sebesar 9% diakibat karena Kadar Senyawa SiO_2 (silika) yang terdapat pada abu Cangkang sawit lebih besar dari pada yang terdapat pada semen

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. (SNI-03-1974-1990). Jakarta, Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional, 1993. *Tata Cara Pembuatan Rancangan Campuran Beton Normal*. (SNI-03-2834-1993). Jakarta, Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. (SNI-03-2834-2002). Jakarta, Indonesia
- Dedi, M., 2004, *Skripsi "Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton"*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Riau.
- Diphosodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang* berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Jakarta :Departemen Pekerjaan Umum
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : CV Andi Offiset.

- Nugraha, P dan Antoni, Adi K., 2007, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Rinaldo, D., 2003, *Skripsi "Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Terhadap Mortar "*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Riau.
- Tjokrodimuljo, K, 2007, *Teknologi Beton*, Nafitri, Yogyakarta.
- Wahyudi, L dan Syahril A. Rahim. 1997. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT Gramedia

Internet Source:

<https://id.scribd.com/document/356586024/aplikasi-beton-ramah-lingkungan-pdf>

<https://ejournal.unib.ac.id/index.php/inersijurnal/article/download/6716/3334>

<https://ipankreview.wordpress.com/2013/01/02/sistematika-penyusunan-skripsi>

<https://secaraumum.com/amp/#aoh15708610825402&referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&tf=Dari%20%251%24sumum>