

Studi Pemanfaatan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Beton

Dandi¹, Nurhidayah²
Teknik Sipil Universitas Andi Djemma Palopo
Dandi7164@gmail.com¹,

ABSTRAK

Kabupaten Luwu Timur memiliki lahan kelapa sawit yang cukup luas dan menjadi sentra perkebunan masyarakat yang menjadi primadona unggulan daerah dalam rangka menopang perekonomian masyarakat. Produksi perkebunan sawit di Kabupaten Luwu Timur tersebar secara luas di Kecamatan Burau, Wotu, Tomoni, Mangkutana, Angkona dan Malili. Di Kabupaten Luwu Timur hanya terdapat 4 (empat) pabrik pengolahan sawit yaitu PTPN XIV di Burau, PT. Bumi Maju Sawit (BMS) di Tawakua, PT. Teguh Wira Pratama di Angkona dan PT. Mandiri Palmera Agrindo di Desa Asana Kecamatan Burau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap beton. Dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit didapatkan kuat tekan nilai rata-rata disetiap variasi campuran, untuk beton normal umur 3 hari 116,54 kg/cm², 7 hari 120,02 kg/cm² dan umur 28 hari 168,73 kg/cm². Variasi tambahan 6% untuk umur 3 hari 144,37 kg/cm², 7 hari 121,76 kg/cm² dan umur 28 hari 173,00 kg/cm². Variasi tambahan 12% untuk umur 3 hari 132,19 kg/cm², 7 hari 158,29 kg/cm² dan umur 28 hari 140,90 kg/cm². Variasi tambahan 18% untuk umur 3 hari 130,46 kg/cm², 7 hari 135,68 kg/cm² dan umur 28 hari 198,30 kg/cm². Dengan hasil ini dapat diketahui bahwa dengan menggunakan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit di setiap variasi mengalami kenaikan kuat tekan walaupun belum mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan.

Kata Kunci : Beton, Kuat Tekan, Karakteristik, Abu Cangkang Kelapa Sawit.

I. PENDAHULUAN

Bidang konstruksi, beton merupakan salah satu elemen yang mendapat perhatian yang sangat umum digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur. Beton mutu tinggi dibuat dengan jumlah FAS yang rendah, FAS atau *water to cementious ratio* merupakan rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen pada campuran beton.

Adapun sebagian penelitian yang berkaitan tentang pemakaian limbah kelapa sawit, baik berupa bongkahan atau abu, sebagai bahan pengganti agregat atau semen terhadap teknologi beton diharapkan dapat memperbaiki sifat beton dan dapat mengurangi limbah industri. Produksi perkebunan sawit di Kabupaten Luwu Timur tersebar secara luas diberbagai Kecamatan. Kabupaten Luwu Timur terdapat 4 (empat) pabrik pengolahan sawit yaitu PTPN XIV di Burau, PT. Bumi Maju Sawit (BMS) di Tawakua, PT. Teguh Wira Pratama di Angkona dan PT. Mandiri Palmera Agrindo di Desa Asana Kecamatan Burau. Dalam penelitian ini akan mengkaji tentang pemanfaatan abu cangkang kelapa sawit dari hasil pembakaran limbah kelapa sawit sebagai bahan pengisi (filler) bahan tambahan pada campuran beton normal. Maka akan dilakukan

percobaan dengan variasi abu cangkang kelapa sawit 0%, 6%, 12%, dan 18%. Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Apakah dengan penambahan bahan abu cangkang kelapa sawit pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan daya serap air pada beton?
2. Berapakah kuat tekan beton yang diperoleh dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambahan pembuatan beton?

II. KAJIAN LITERATUR

A. Beton

Beton adalah suatu kesatuan homogen yang dibuat dengan mencampurkan pasir (agregat halus), krikil (agregat kasar) ataupun jenis agregat lainnya dengan air, dengan semen portland atau semen hidrolik lainnya, kadang-kadang dengan penambahan bahan tambahan kimia atau fisika yang dicampur dalam suatu proporsi tertentu..

B. Beton Normal

Beton normal (biasa) adalah beton yang menggunakan agregat alam yang telah terurai dengan berat jenis (2200-2500) kg/m³ (Badan Standardisasi Nasional, 2000) Kuat tekan

normal beton yang disyaratkan $f'c$ adalah kuat tekan yang ditentukan oleh perencana struktur (berdasarkan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm, tinggi 300 mm), kuat tekan beton yang ditargetkan $f'c$ adalah kuat tekan rata-rata diharapkan dapat dicapai lebih besar dari $f'c$. Adapun mutu beton dan penggunaannya, dapat dilihat pada Tabel 1 .

Tabel 1. Mutu Beton dan Penggunaannya

Jenis Beton	$f'c$ (Mpa)	σ_{bk} (kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	36 – 65	K-400 – K-800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, plat beton prategang dan sejenisnya
Mutu sedang	20 – 35	K-250 - K-400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti plat lantai jembatan gelagar beton bertulang, Diafragma, Kerb. Beton pracetak, gorong-gorongbeton bertulang, bangunan bawah jembatan
Mutu rendah	15 – 20	K-175 - K-250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop dan pasangan batu kosong yang diisi adukan,

			<i>pasangan batu</i>
	10 – 15	K-25 - K- 175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

C. Material Penyusun Beton

a. Semen

Semen merupakan bahan yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam proses pembentukan beton. Menurut SNI 15-0302-2014, semen *portland pozzoland* adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan *pozolan* halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen dan *pozolan* bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen *portland* dengan bubuk *pozolan*, atau gabungan antara menggiling dan mencampur dimana kadar *pozolan* 6% sampai dengan 40% massa semen *Portland Pozzolan*.

Menurut Rahman (2017), pada dasarnya Semen terdapat 4 senyawa penting, yaitu:

1. Trikalsium Silikat (C3S)
2. Dikalsium Silikat (C2S)
3. Trikalsium Aluminat (C3S)
4. Tetrakalsium Aluminoforit (C4AF)

Persyaratan kimia dan fisika semen portland harus memenuhi syarat, diuraikan dalam Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Syarat Kimia Utama Semen

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO ₂ , minimum	-	20,0	-	-	-
2	Al ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO ₃ , maksimum					
	Jika C ₃ A ≤ 8,0	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3

	Jika C ₃ A > 8,0	3,5	-	4,5	-	-
6	Hilang pijar, maksimum	5,0	3,0	3,5	2,3	2,3
7	Bagian tak larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C ₃ S, maksimum	-	-	-	35	-
9	C ₂ S, minimum	-	-	-	40	-
10	C ₃ A, maksimum	-	8,5	15	7	5
11	C ₄ AF + C ₃ A atau C ₄ AF + C ₄ F					
	C ₄ AF + C ₄ F, minimum	-	-	-	-	-

Sumber: SNI 15-2049-2004

Tabel 3. Syarat Fisika Semen Portland Komposit

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Kehalusan dengan alat <i>Blaine</i>	m ² /kg	Min. 280
2	Kekekalan dalam <i>Autoclave</i>		
	• Pemuaihan	%	Maks. 0,80
	• Penyusutan	%	Maks. 0,20
3	Waktu pengikat dengan jarum <i>vicat</i>		
	• Pengikat awal	menit	Min. 45
	• Pengikat akhir	menit	Maks. 375
4	Kuat tekan		
	• Umur 3 hari	kg/cm ³	Min. 125
	• Umur 7 hari	kg/cm ³	Min. 200
	• Umur 28 hari	kg/cm ³	Min. 250
5	Peningkatan semu		
	• Penetrasi akhir	%	Min. 50
6	Kandungan udara dalam beton	% Volume	Maks. 6,5

Sumber: SNI 15-7064-2004

D. Agregat

Agregat adalah campuran bahan beton yang disatukan oleh bahan pengikat yaitu semen. Kandungan agregat dalam campuran beton cukup tinggi, sekitar 60-70% dari volume beton.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat berupa kerikil yang dihasil dari penguraian alami

batuan atau agregat berupa batu pecah yang diperoleh dari penguraian kerikil. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan. 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 (Fitri dan Herman, 2019).

Tabel 4. Batas-Batas Gradasi untuk Agregat Kasar

Lubang Ayakan	Persen berat yang lewat ayakan		
	4,8 – 3,8	4,8 – 19	4,8 – 9,6
1 1/2 "	95 - 100	100	100
3/4 "	35 - 70	95 - 100	100
3/8 "	10 - 40	30 - 60	50 - 85
No.4	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: SNI 03-2834-2000

2. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang memiliki kahalusan 2-5 mm yang berbutir halus. Agregat halus mempunyai ukuran butir maksimum 4,75 mm dengan ketentuan SNI 02-6820-2002. Agregat harus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu yang dihasilkan oleh pemecahan batu.

Tabel 5. Batas-Batas Gradasi untuk Agregat Halus (pasir)

Lubang Ayakan	Persen Berat Butir yang Lewat			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
No. 4	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
No. 8	60 - 95	75 - 100	58 - 100	95 - 100
No. 16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
No. 30	15 - 34	35 - 39	60 - 79	80 - 100
No.50	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
No. 100	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: SNI 03-2834-2000

Keterangan:

- Daerah I : Pasir kasar
- Daerah II : Pasir agak kasar
- Daerah III : Pasir agak halus
- Daerah IV : Pasir Halus

Tabel 6. Sifat-Sifat Agregat

Sifat-sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diisinkan untuk Agregat	
		Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran	SNI 03-2417-1991		20% untuk beton mutu sedang dan tinggi 40% untuk beton mutu rendah
Kekekalan bentuk batu terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat setelah lima siklus	SNI 03-3407-1994	10% dengan Natrium Sulfat	12% dengan Natrium Sulfat
		15% dengan Magnesium Sulfat	18% untuk Magnesium Sulfat
		15% dengan Magnesium Sulfat	18% untuk Magnesium Sulfat
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah	SK SNI M-01-1994-03	3%	2%
Bahan yang lolos pada saringan No 200	SK SNI M-02-1991-03	3%	1%

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

E. Air

Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurun kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang berlebihan akan mengakibatkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton (Darul dkk., 2014).

F. Bahan Tambahan

Zat kimia tambahan biasanya berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan

material tambahan berupa agregat yang mempunyai karakteristik tertentu. Standar pemberian bahan tambahan beton ini sudah diatur dalam SK SNI S-18-1900-03 (Vitri dan Herman, 2019).

1. Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit

Abu cangkang kelapa sawit ini adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan dari kerak pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu 700 – 800°C pada dapur tungku boiler. Abu cangkang kelapa sawit merupakan biomas dengan kandungan Silika (SiO₂) yang potensial dimanfaatkan. Pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan kerak yang keras berwarna putih keabuan akibat pembakaran dengan suhu yang tinggi dengan kandungan Silika 61%.

Tabel 7. Sifat Fisik Kerak Cangkang Kelapa Sawit.

Sifat-sifat fisik BCS	Hasil rata-rata penelitian
Berat jenis keadaan kering permukaan (SSD)	1,660
Berat jenis keadaan kering (OD)	1,637
Durabilitas	13,2%
Daya serap air	1,409%
Diameter	Lolos=19,1 mm Tertahan=4,76 mm

Sumber: Opirina dkk, 2016.

Tabel 8. Komposisi Kimia Abu Cangkang Kelapa Sawit.

No	Kandungan	Nilai
1	SiO ₂	89,91%
2	CaCO ₃	2,47%
3	MgCO ₃	0,73%
4	Fe ₂ O ₃	0,19%
5	Al ₂ O ₃	0,001%

Sumber: Falah Hudan, 2012

2. Proses Pembuatan Abu Cangkang Sawit

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

- 1) Pengambilan atau pengumpulan cangkang sawit di Pabrik kelapa sawit yang berada di daerah Burau yaitu PT.Perkebunan Nusantara XIV.
- 2) Pembakaran cangkang sawit dilakukan dalam baja silinder atau tungku boiler.



Gambar 1. Proses Pembakaran Abu Cangkang Sawit

- 3) Setelah pembakaran abu cangkang sawit di kumpulkan.



Gambar 3. Proses Pengambilan Abu Cangkang Sawit

- 4) Proses penjemuran abu cangkang sawit.



Gambar 3. Proses Penjemuran Abu Cangkang Sawit

G. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang dapat menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, perbandingan agregat kasar dan halus, air perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya, suatu jumlah tertentu air diperlukan memberikan aksi kimiawi dalam pengersaan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan.

Cara menentukan nilai kuat tekan beton:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- A = Luas penampang benda uji (mm)
- P = Beban beton (N)

III. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Agregat kasar diambil di Kawasan Industri Palopo dan agregat halus diambil disungai Masamba. Sedangkan bahan

tambah yaitu limbah abu cangkang kelapa sawit diambil di PT. Perkebunan Nusantara XIV di Kecamatan Burau Kabupaten Luwu Timur. Tempat pengambilan data dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat Beton berumur 3, 7 dan 28 hari. Data yang diperoleh berupa hasil pengujian kuat tekan, dan daya serap air terhadap pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit pada beton. Selanjutnya akan dibuat sebuah grafik perbandingan kuat tekan pada setiap variasi tambahan abu cangkang kelapa sawit, grafik daya serap air dan grafik hubungan kuat tekan dengan daya serap air.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Kehalusan Semen

Hasil pemeriksaan kehalusan semen dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Kehalusan semen

Kode	Percobaan	I	Satuan
A	Berat Semen	100	Gram
B	Berat # No.100	352	Gram
C	Berat # No.100 + Semen Tertahan	352	Gram
D	Berat Semen Tertahan # No.100 (C-B)	0	Gram
E	Berat # No.200	338	Gram
F	Berat # No.200 + Semen Tertahan	343	Gram
G	Berat Semen Tertahan # No.200 (F-G)	5	Gram
Kehalusan Semen # No.100 = $D / A * 100\%$		0	%
Kehalusan Semen # No.200 = $G / A * 100\%$		5	%

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari Tabel 9. hasil yang didapat dari pengujian kehalusan Semen dengan kehalusan di saringan No.100 adalah 0% sedangkan Saringan No.200 adalah 5%.

B. Hasil Pengujian Kehalusan Abu Cangkang Kelapa Sawit

1. Hasil pemeriksaan kehalusan abu cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Kehalusan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Kode	Percobaan	I	Satuan
A	Berat Abu Cangkang Kelapa Sawit	100	gram
B	Berat # No.100	354.9	gram
C	Berat # No.100 + Abu	407.8	gram

	Tertahan		
D	Berat Abu Tertahan # No.100 (C-B)	52.9	gram
E	Berat # No.200	337.9	gram
F	Berat # No.200 + Abu Tertahan	353.9	gram
G	Berat Abu Tertahan # No.200 (F-G)	16	gram
Kehalusan Abu # No.100 = D / A * 100%		0.52	%
Kehalusan Abu # No.200 = G / A * 100%		0.16	%

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari Tabel 10. hasil yang didapat dari pengujian kehalusan abu cangkang kelapa sawit dengan kehalusan di saringan No.100 adalah 0.52% sedangkan Saringan No.200 adalah 0.16%.

2. Hasil pemeriksaan berat volume abu cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Abu Cangkang Kelapa Sawit

Kode	Uraian	Kondisi Padat	Kondisi Lepas
A	Volume Bohler (liter)	2.068	2.068
B	Berat Bohler Kosong (Kg)	6.354	6.354
C	Berat Bohler + Benda Uji (Kg)	7.560	7.320
D	Berat Benda Uji (C-B)	1.206	0.966
E	Berat Volume = D / A (Kg/liter)	0.583	0.467

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari Tabel 11. hasil yang didapat dari pengujian berat volume abu cangkang kelapa sawit dalam kondisi lepas yaitu 0.467 sedangkan dalam kondisi padat diperoleh hasil 0.583.

C. Hasil Pengujian Daya serap Air

1. Beton Normal

Hasil pengujian resapan air pada beton segar untuk beton normal dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Persentase Resapan Air Pada Beton Normal

Kode	Umur (Hari)	Persentase Resapan Air (%)
S1	3	0,46
S2	3	0,46

Rata-rata		0,46
S1	7	0,62
S2	7	0,63
Rata-rata		0,62
S1	28	0,77
S2	28	0,77
Rata-rata		0,77

Sumber: Hasil Analisis, 2022

2. Beton dengan tambahan abu cangkang kelapa sawit 6%

Hasil pengujian resapan air pada beton segar untuk beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 6% dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Persentase Resapan Air Pada Beton Variasi 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit.

Kode	Umur (Hari)	Persentase Resapan Air (%)
S1	3	0,47
S2	3	0,31
Rata-rata		0,39
S1	7	0,47
S2	7	0,47
Rata-rata		0,47
S1	28	0,62
S2	28	0,62
Rata-rata		0,62

Sumber: Hasil Analisis, 2022

3. Beton dengan tambahan abu cangkang kelapa sawit 12%.

Hasil pengujian resapan air pada beton segar untuk beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 12% dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Persentase Resapan Air Pada Beton Variasi 12% Abu Cangkang Kelapa Sawit.

Kode	Umur (Hari)	Persentase Resapan Air (%)
S1	3	0,48
S2	3	0,47
Rata-rata		0,47
S1	7	0,63
S2	7	0,47
Rata-rata		0,55
S1	28	0,78
S2	28	0,78
Rata-rata		0,78

Sumber : Hasil Analisis, 2022

4. Beton dengan tambahan abu cangkang kelapa sawit 18%

Hasil pengujian resapan air pada beton segar untuk beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 18% dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Persentase Resapan Air Pada Beton Variasi 18% Abu Cangkang Kelapa Sawit.

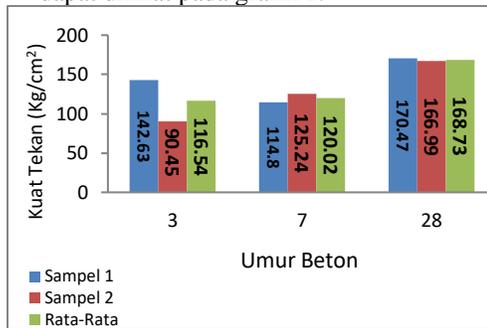
Kode	Umur (Hari)	Persentase Resapan Air (%)
S1	3	0,49
S2	3	0,49
Rata-rata		0,49
S1	7	0,48
S2	7	0,48
Rata-rata		0,48
S1	28	0,78
S2	28	0,96
Rata-rata		0,87

Sumber : Hasil Analisis, 2022

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Beton Normal

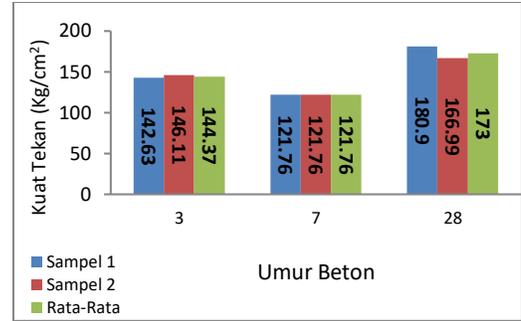
Pengujian kuat tekan pada beton normal dapat dilihat pada grafik 1.



Dari grafik 1. menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton normal didapatkan hasil rata-rata pada umur 3 hari adalah 116,54 kg/cm² umur 7 hari 120,02 kg/cm² dan umur 28 hari 168,73 kg/cm². Hasil kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa.

2. Beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 6%

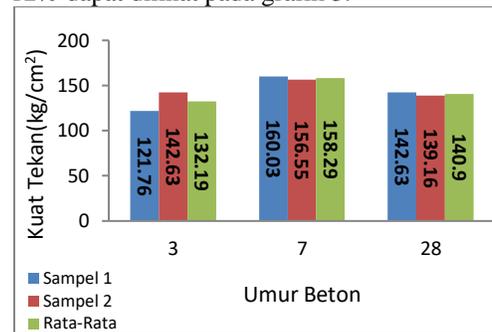
Pengujian kuat tekan pada beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 6% dapat dilihat pada grafik 2.



Dari grafik 2. menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah 6% abu cangkang kelapa sawit didapatkan hasil rata-rata pada umur 3 hari adalah 144,37 kg/cm² umur 7 hari 121,76 kg/cm² dan umur 28 hari 173,00kg/cm². Hasil kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa.

3. Beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 12%

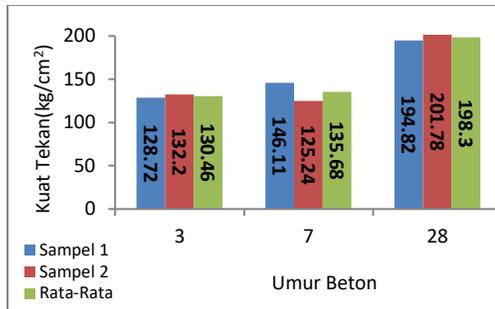
Pengujian kuat tekan pada beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 12% dapat dilihat pada grafik 3.



Dari Grafik 3. menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah 12% abu cangkang kelapa sawit didapatkan hasil rata-rata pada umur 3 hari adalah 132,19 kg/cm² umur 7 hari 158,29 kg/cm² dan umur 28 hari 140,90 kg/cm². Hasil kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa.

4. Beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 18%

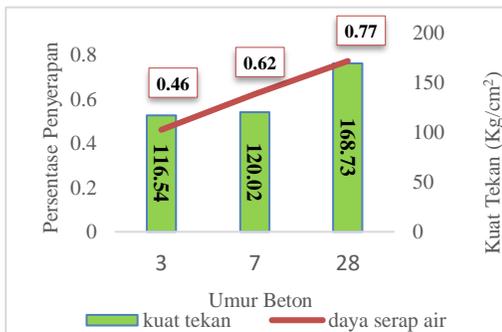
Pengujian kuat tekan pada beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 18% dapat dilihat pada grafik 4.



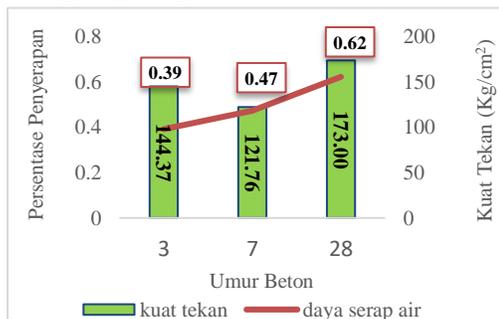
Dari grafik 4. menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah 18% abu cangkang kelapa sawit didapatkan hasil rata-rata pada umur 3 hari adalah 130,46 kg/cm² umur 7 hari 135,68 kg/cm² dan umur 28 hari 198,30 kg/cm². Hasil kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa.

Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Daya Serap Air

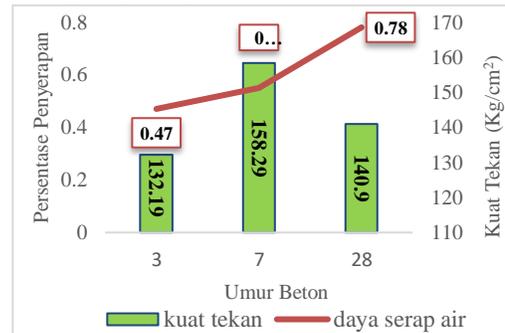
1) Grafk beton Normal



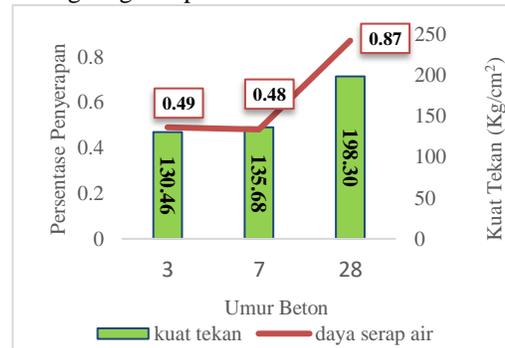
2) Grafk beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 6%



3) Grafk Beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 12%



4) Grafk beton dengan bahan tambah abu cangkang kelapa sawit 12%



PEMBAHASAN

1. Resapan Air pada Beton

Nilai resapan air yang berbanding lurus dengan semakin bertambahnya persentase substitusi penambahan abu cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan cocok digunakan pada infrastruktur yang membutuhkan beton dengan tingkat penyerapan air yang tinggi seperti pada konstruksi jalan beton.

2. Kuat Tekan Beton

Pengujian benda uji menunjukkan bahwa beton dengan penambahan abu cangkang kelapasawit mengalami retakan yang lebih minim dibandingkan beton normal. Dengan pola retak yang minim, secara identifikasi visual, beton dengan substitusi penambahan abu cangkang kelapa sawit yang memiliki tingkat elastisitas yang tinggi. Penurunan kuat tekan terjadi seiring dengan semakin besarnya persentase abu cangkang kelapa sawit yang digunakan. Penurunan yang terjadi sangat signifikan. Dengan penurunan yang signifikan tersebut, maka beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai beton non-struktural. Selain itu dapat pula dilakukan penambahan bahan-bahan lain untuk meningkatkan kuat tekan beton sehingga

dihasilkan beton yang elastis namun tetap memiliki kuat tekan yang memenuhi rencana.

V. KESIMPULAN

1. Daya serap air pada beton normal umur 3 hari rata-rata 0,46%, umur 7 hari 0,62% dan umur 28 hari 0,77%. Beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 6% pada umur 3 hari 0,39%, umur 7 hari 0,47% dan umur 28 hari 0,62%. Beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 12% pada umur 3 hari 0,47%, umur 7 hari 0,55% dan pada umur 28 hari 0,78%. Beton dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit 18% pada umur 3 hari 0,49%, umur 7 hari 0,48% dan pada umur 28 hari 0,87%. Semakin tinggi penambahan persentase substitusi abu cangkang kelapa sawit maka semakin tinggi pula nilai persentase resapan yang diperoleh.
2. Kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 3 hari adalah 116,54 kg/cm², pada umur 7 hari mengalami kenaikan yaitu 120,02 kg/cm² dan umur 28 hari sebesar 168,73 kg/cm². Pada penambahan 6% abu cangkang kelapa sawit pada umur 3 hari adalah 144,37 kg/cm², pada umur 7 hari mengalami penurunan yaitu 121,76 kg/cm² dan umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 173,00 kg/cm². Pada penambahan 12% abu cangkang kelapa sawit pada umur 3 hari adalah 132,19 kg/cm², pada umur 7 hari mengalami kenaikan sebesar 158,29 kg/cm² dan umur 28 hari mengalami penurunan yaitu 140,90 kg/cm². Sedangkan untuk beton dengan penambahan 18% abu cangkang kelapa sawit pada umur 3 hari adalah 130,46 kg/cm², 7 hari mengalami kenaikan sebesar 135,68 kg/cm² dan umur 28 hari sebesar 198,30 kg/cm².

REFERENSI

- Darul, Syahroni, S., Edison, B., Darul, Syahroni, S., & Edison, B. 2014. Kajian Pengaruh Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Belah Beton K-175. 1–8. <http://ejournal.upp.ac.id/index.php/mhsteknik/article/view/191/197>, diakses pada tahun 2021.
- Johan Oberlyn Simanjuntak, Tiurma Elita Saragih, Partahi Lumbangaol & Sintong Petrus Panjaitan. 2020. Beton Bermutu dan Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Limbah Abu Cangkang Sawit (online). <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/jurnaluda/article/download/803/664/>, diakses pada Oktober 2021.

Martin Lerry, Elhusna & Yuzuar Afrizal. 2012. Perilaku Kuat Tekan Beton Dengan Abu Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen (online). <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/iersiajurnal/article/download/6716/3334>, diakses pada Oktober 2021.

Muhammad Reja Palepy. 2020. Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tarik pada Beton dengan Bahan Tambahan Superplasticizer (online). <http://repository.umsu.ac.id/bitstream/123456789/14288/1/Muhammad%20Reja%20Palepy.pdf>, diakses pada November 2021.

Vike Itteridi & Rusandinata. 2018. Pengaruh Substitusi Abu Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton (online). <https://ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id/index.php/berings>, diakses pada Oktober 2021.