

PENGARUH PENGGUNAAN ABU CANGKANG SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT LENTUR DAN ABSORPSI PADA BETON

Rizky Suci Ramadhani¹, Ernie Shinta Y Sitanggang²
rizkyramadhani@students.polmed.ac.id¹, erniesitanggang@polmed.ac.id²

ABSTRAK Pembangunan konstruksi di Indonesia telah berkembang pesat, yang menyebabkan terjadinya peningkatan permintaan bahan konstruksi. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam hal pembangunan adalah beton. Adapun komposisi utama penyusun beton, yaitu agregat kasar, agregat halus, air dan semen Portland. Namun penggunaan semen sangat mempengaruhi besarnya biaya pada perencanaan beton. Upaya yang dilakukan pada penelitian ini adalah pemanfaatan limbah abu cangkang kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Abu cangkang kelapa sawit merupakan biomass dengan kandungan silika 60-70%. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan, kuat lentur dan absorpsi pada beton. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka hasil pengujian kuat tekan beton yang masih memenuhi kekuatan rencana diperoleh dengan penggunaan abu 0% dan 5% yaitu sebesar 27.18 Mpa dan 25.09 Mpa. Hasil pengujian kuat lentur beton normal dengan variasi abu 0% diperoleh sebesar 3.37 Mpa, lalu kekuatan lentur beton mengalami peningkatan pada penggunaan abu 5% yaitu sebesar 4.27 Mpa dan mengalami penurunan pada variasi penggunaan abu selanjutnya. Hasil pengujian absorpsi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya penggunaan abu. Nilai absorpsi terbesar diperoleh pada penggunaan abu 15% dimana untuk beton pada waktu perendaman 2 jam sebesar 4.06%, 6 jam sebesar 5.19%, 12 jam sebesar 7.21% dan 24 jam sebesar 8.20%.

Construction development in Indonesia has grown rapidly, which has resulted in an increase in demand for construction materials. One of the construction materials that are widely used in construction is concrete. The main composition of concrete is coarse aggregate, fine aggregate, water and Portland cement. However, the use of cement greatly affects the cost of concrete planning. The effort made in this research is the utilization of oil palm shell ash waste which is used as a partial substitute for cement. Oil palm shell ash is a biomass with a silica content of 60-70%. In this research, compressive strength, flexural strength and absorption tests were carried out in concrete. Based on the research that has been done, the results of the concrete compressive strength test that still meet the strength of the plan are obtained by using 0% and 5% ash, namely 27.18 Mpa and 25.09 Mpa. The results of the normal concrete flexural strength test with 0% ash variation were 3.37 Mpa, then the concrete flexural strength increased at 5% ash use which was 4.27 Mpa and decreased in subsequent variations in ash use. The results of the absorption test have increased with increasing use of ash. The greatest absorption value was obtained by using 15% ash where for the concrete at 2 hours immersion time was 4.06%, 6 hours was 5.19%, 12 hours was 7.21% and 24 hours was 8.20%.

¹ Mahasiswa program studi Teknik Perancangan Jalan & Jembatan, Politeknik Negeri Medan

² Dosen program studi Teknik Perancangan Jalan & Jembatan, Politeknik Negeri Medan

KATA KUNCI Beton, Abu Cangkang Kelapa Sawit, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Absorpsi.
Concrete, Palm Shell Ash, Compressive Strength, Flexural Strength, Absorption

PENDAHULUAN Pembangunan konstruksi di Indonesia kini sudah berkembang pesat, yang menyebabkan terjadinya peningkatan permintaan bahan konstruksi. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam hal pembangunan adalah beton. Adapun komposisi utama penyusun beton, yaitu agregat kasar, agregat halus, air dan semen portland yang menjadi material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur. Namun dalam proses produksi semen portland terjadi pelepasan karbon dioksida (CO_2) yang cukup besar ke atmosfer yang dapat merusak lingkungan, serta penggunaan semen sangat mempengaruhi besarnya biaya pada perencanaan

beton, untuk itu diperlukan material lainnya sebagai pengganti semen portland yang dapat digunakan pada pembuatan beton.

Berbagai upaya telah dilakukan penelitian guna memperoleh kemajuan dalam teknologi beton, yakni penambahan bahan admixture yang bertujuan mengurangi pemakaian semen agar lebih ekonomis, namun tidak menghilangkan sifat dari karakteristik beton itu sendiri.

Upaya yang telah dilakukan tersebut adalah pemanfaatan terhadap limbah buangan agrikultur dan industri yang tidak digunakan semaksimal mungkin. Sejauh ini sebagian limbah abu cangkang kelapa sawit hanya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos saja. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan lebih lanjut untuk mengurangi limbah abu cangkang kelapa sawit. Sehingga penulis melakukan sebuah penelitian dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit yang akan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton yang direncanakan akan menghasilkan beton yang ekonomis, ramah lingkungan dan juga dapat mengurangi limbah abu cangkang kelapa sawit.

Adapun tujuan yang akan dicapai pada pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat lentur dan absorpsi pada beton dengan menggunakan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti sebagian semen pada umur 28 hari.

**TINJAUAN
PUSTAKA**

Bahan penyusun beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah (*admixture*) jika diperlukan. Setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas beton dapat ditentukan dengan pemilihan bahan-bahan perencanaan beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, serta cara pengerjaan dan perawatan beton yang baik. Sehingga harus diperhatikan pula kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan serta umur beton.

Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan limbah hasil pembakaran cangkang sawit yang mengandung banyak silikat. Selain itu, Abu Cangkang Kelapa Sawit juga mengandung Kation Anorganik seperti Kalium dan Natrium.

Abu Cangkang Kelapa Sawit

Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan bahan pozzolanic, yaitu material yang tidak mengikat seperti semen, namun mengandung senyawa Silika Oksida (SiO_2) aktif yang apabila bereaksi dengan kapur bebas atau kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dan air akan membentuk material seperti semen yaitu kalsium Silika Hidrat. Aplikasi dalam ilmu teknik (Graille dkk 1985). Komposisi abu cangkang kelapa sawit hasil pembakaran serat dan cangkang diperlihatkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Komposisi Abu Sawit Hasil Pembakaran Serat dan Cangkang

Unsur/ Senyawa	Hasil Pengujian (%)	
	Serat	Cangkang
Kalium (K)	9,2	7,5
Natrium (Na)	0,5	1,1
Kalsium (Ca)	4,9	1,5
Magnesium (Mg)	2,3	2,8
Klor (Cl)	2,5	1,3
Karbonat (CaO ₃)	2,6	1,9
Nitrogen (N)	0,04	0,05
Pospat (P)	1,4	0,9
Silika (SiO ₂)	59,1	61,0

Sumber: Graille dkk., 1985, dalam Utama dan Sentosa, 2005

Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima beban maksimum persatuan luas. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat compression test. Perhitungan kuat tekan benda uji dapat dilakukan dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata, atau dapat dinyatakan dengan persamaan 1 berikut:

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

dengan pengertian,

f_c' : Kuat tekan beton dengan benda uji silinder (Mpa atau N/mm²)

P : Gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N)

A : Luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm²

Kuat Lentur Beton

Kekuatan lentur beton merupakan kemampuan balok yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan kepadanya sampai benda uji patah, dan dinyatakan dalam *Mega Pascal* (Mpa) gaya persatuan luas (SNI 4431: 2011). Bila keruntuhan

terjadi pada bagian tarik diluar bentang, maka dihitung dengan persamaan 2 berikut:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2} \dots\dots\dots(2)$$

Jika keruntuhan terjadi ditengah bentang, maka kekuatan lentur dihitung menggunakan persamaan 3 berikut:

$$R = \frac{PL}{bd^2} \dots\dots\dots(3)$$

dengan pengertian,

R = Modulus Of Rupture

P = Beban maksimum yang terjadi

L = Panjang bentang

b = Lebar spesimen

d = Tinggi spesimen

a = jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik specimen

Absorpsi Beton

Absorpsi beton adalah suatu peristiwa masuknya air melalui rongga kapiler atau pori-pori yang terdapat pada permukaan beton dan ini biasanya sering terjadi pada bangunan air. Nilai absorpsi yang besar pada beton merupakan indikasi beton tersebut cenderung kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton dengan mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton. Nilai absorpsi beton dihitung menggunakan persamaan 4 berikut.

$$R = \frac{W-Wk}{Wk} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

Wk : Berat beton dalam keadaan kering oven (gram)

W : Berat beton dalam kondisi SSD (gram)

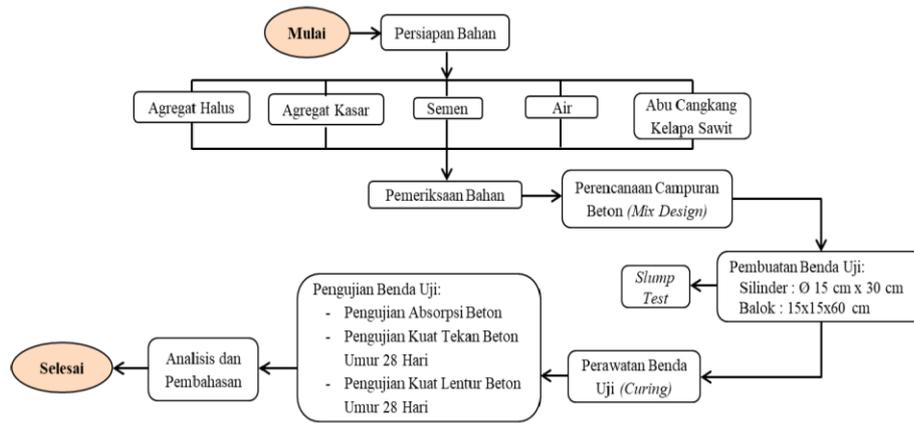
R : Nilai absorpsi atau serapan air pada beton (%)

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa tahap penelitian mulai dari pemilihan material beton, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data dan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian. Sebagai penelitian ilmiah, maka penelitian ini harus dilaksanakan dalam sistematika dan urutan yang jelas dan teratur sehingga nantinya diperoleh hasil yang memuaskan dan dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan, tahapan persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data dimulai. Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar
2. Pengujian material penyusun beton yang terdiri dari pengujian agregat, semen dan abu cangkang kelapa sawit
3. Pembuatan benda uji sebanyak 18 sampel silinder untuk pengujian kuat tekan, 12 sampel balok untuk pengujian kuat lentur, dan 24 sampel silinder untuk pengujian absorpsi beton
4. Pemeriksaan nilai slump yang harus memenuhi slump rencana beton untuk pengerasan jalan antara 5-7.5 cm
5. Perawatan benda uji yang dilakukan dengan merendam beton selama 28 hari
6. Pengujian benda uji yang terdiri dari pengujian kuat tekan, kuat lentur dan absorpsi beton.

Berdasarkan uraian prosedur yang telah dijelaskan, maka dapat disajikan diagram alir penelitian seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat Halus

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus dalam penelitian ini meliputi pengujian kandungan zat organik, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, kadar air, bobot isi dan analisa saringan. Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Kadar Organik	Warna No. 2
Kadar Lumpur	0,96%
Analisa Saringan	Zona III , MKB = 2.3
Berat Jenis dan Penyerapan	BJ SSD = 2.69 gr/cm ³ Penyerapan =1.62%
Kadar Air	0.82 %

Pengujian Agregat Kasar

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar berupa batu pecah (*split*) dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, kadar air, bobot isi dan analisa saringan. Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Kadar Lumpur	0.46%
Berat Jenis dan Penyerapan	BJ SSD = 2.59 gr/cm ³ Penyerapan = 0.76%
Analisa Saringan	MKB = 7.09
Kadar Air	0.73%

Pengujian Semen

Pengujian yang dilakukan terhadap semen padang tipe I dalam penelitian ini meliputi pengujian berat jenis semen. Hasil dari pengujian berat jenis semen untuk berat semen 64 gram sebesar 3,11 dan untuk berat semen 15 gram sebesar 3,12. Sehingga diperoleh berat jenis rata-rata semen sebesar 3,11.

Pengujian Abu Cangkang Sawit

Pengujian yang dilakukan terhadap abu cangkang sawit dalam penelitian ini meliputi pengujian berat jenis. Hasil dari pengujian berat jenis abu cangkang sawit untuk berat abu 10 gram sebesar 2,4 dan untuk berat abu 12 gram sebesar 2,31. Sehingga diperoleh berat jenis rata-rata abu cangkang sawit sebesar 2,37.

Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perhitungan rencana campuran beton normal (*mix design*) menggunakan SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana yaitu $f_c'25$ MPa. Berdasarkan hasil perhitungan *mix design* yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan proporsi campuran beton tiap m³ setelah koreksi kadar air agregat (agregat SSD) sebagai berikut.

- Semen = 370 kg/m³
- Agregat Halus = 518.2 kg/m³
- Agregat Kasar = 1310.2 kg/m³
- Air = 189.6 kg/m³

Pengujian Slump

Pengujian *slump* beton dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas dari campuran beton tersebut. Nilai *slump* maksimum yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebesar 7,5 cm dan *slump* minimum sebesar 5,0 cm. Hasil pengujian *slump* untuk setiap variasi abu cangkang sawit dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Slump*

Benda Uji		Silinder					
Variasi Abu Cangkang Sawit		0%	5%	7.5%	10%	12.5%	15%
Nilai <i>Slump</i> (cm)		5.5	5.8	7.0	6.2	6.3	6.3
Benda Uji		Balok					
Variasi Abu Cangkang Sawit		0%	5%	7.5%	10%	12.5%	15%
Nilai <i>Slump</i> (cm)		7.0	6.3	5.5	6.2	6.2	6.0

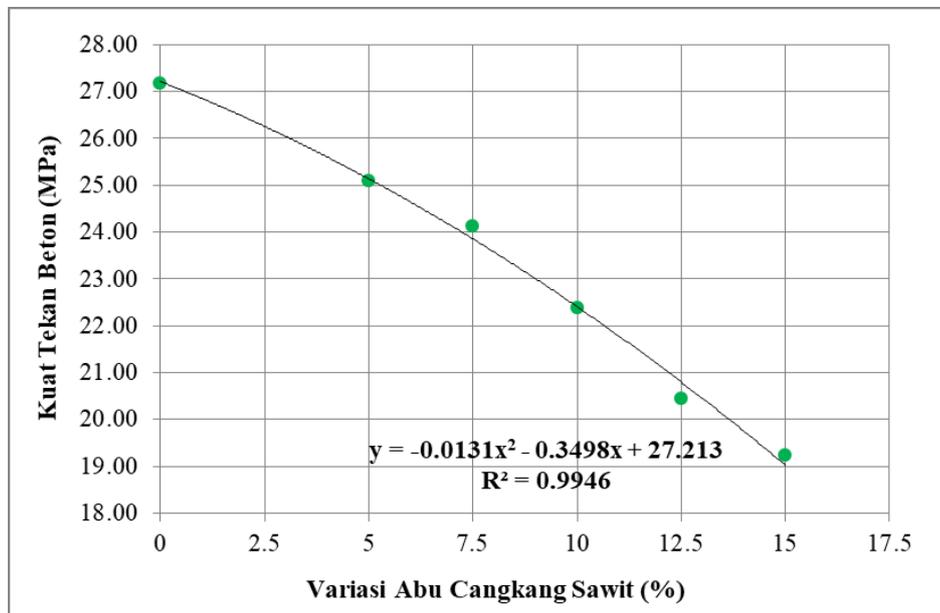
Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Abu	Nomor Benda Uji	Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)
0%	1	17671.458	468	26.48
	2		481	27.22
	3		492	27.84
Rata-rata				27.18
5%	1	17671.458	440	24.90
	2		458	25.92
	3		432	24.45
Rata-rata				25.09
7.5%	1	17671.458	451	25.52
	2		396	22.41
	3		432	24.45
Rata-rata				24.13
10%	1	17671.458	383	21.67
	2		382	21.62
	3		421	23.82
Rata-rata				22.37
12.5%	1	17671.458	362	20.48
	2		371	20.99
	3		351	19.86
Rata-rata				20.45
15%	1	17671.458	299	16.92
	2		362	20.48
	3		358	20.26
Rata-rata				19.22

Berdasarkan data diatas, maka dapat dilihat hubungan antara kuat tekan beton dengan penambahan variasi abu cangkang sawit pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton

Dengan menggunakan metode regresi polynomial orde 2 maka dapat dilihat pada gambar 2 diperoleh nilai R2 mendekati 1 yaitu sebesar 0.9946, apabila nilai R2 mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa adanya hubungan antara kedua variabel yang dianalisa.

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan yang masih sesuai dengan f_c' rencana adalah pada variasi persentase abu 0% dan 5%. Dimana nilai untuk beton dengan variasi abu 0% diperoleh sebesar 27.18 MPa dan nilai kuat tekan beton pada variasi 5% tidak lebih besar dari kuat tekan beton normal akan tetapi mampu mencapai kuat tekan rencana, yaitu sebesar 25.09

MPa. untuk variasi abu lainnya dapat dilihat bahwa kekuatan pada beton mengalami penurunan seiring dengan membesarnya persentase abu yang digunakan. Penurunan terbesar jika dibandingkan dengan nilai beton normal terjadi pada variasi abu 15% yang mengalami penurunan kekuatan tekan sebesar 29,29%.

Penurunan kuat tekan beton yang terjadi kemungkinan disebabkan karena

gradasi abu cangkang kelapa sawit yang masih kasar, ataupun sampel yang kurang kering ketika akan diuji.

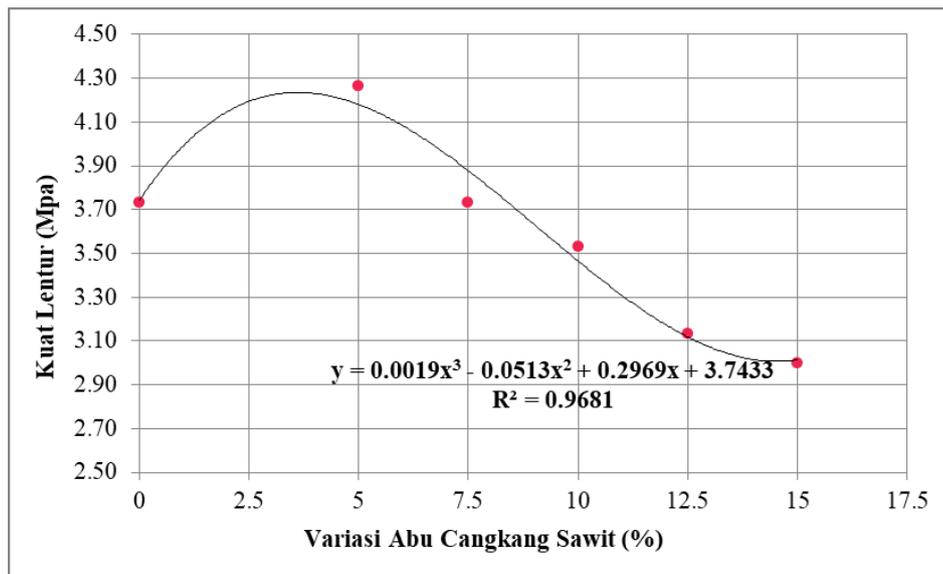
Pengujian Kuat Lentur Beton

Hasil pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Variasi Abu	Nomor Benda Uji	Beban (kN)	Kuat Lentur (MPa)
0%	1	29	3.87
	2	27	3.60
Rata-Rata			3.73
5%	1	27	3.60
	2	37	4.93
Rata-Rata			4.27
7.5%	1	26	3.47
	2	30	4.00
Rata-Rata			3.73
10%	1	30	4.00
	2	23	3.07
Rata-Rata			3.53
12.5%	1	26	3.47
	2	21	2.80
Rata-Rata			3.13
15%	1	22	2.93
	2	23	3.07
Rata-Rata			3.00

Berdasarkan data di atas, maka dapat dilihat hubungan antara kuat lentur beton dengan penambahan variasi abu cangkang sawit pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Kuat Lentur Beton

Dengan menggunakan metode regresi polinomial orde 3 maka dapat dilihat pada gambar 3 diperoleh nilai R2 mendekati 1 yaitu sebesar 0.9681, apabila nilai R2 mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa adanya hubungan antara kedua variabel yang dianalisa.

Nilai kuat lentur beton tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini terjadi pada beton dengan variasi abu 5% yaitu sebesar 4,27 MPa. Hasil pengujian kuat lentur beton normal dengan variasi abu 0% diperoleh sebesar 3.37 MPa, lalu nilai kuat lentur beton mengalami peningkatan pada variasi abu 5%. Setelah itu nilai kuat lentur beton mengalami penurunan kembali seiring dengan bertambahnya variasi abu cangkang sawit yang digunakan. Pada variasi abu 5% terjadi peningkatan kekuatan lentur beton sebesar 14.29 %. Sedangkan untuk penurunan terbesar jika dibandingkan dengan nilai beton normal terjadi pada variasi abu 15% yang mengalami penurunan kekuatan lentur sebesar 19.64%.

Penurunan kuat lentur beton yang terjadi kemungkinan disebabkan karena kurang teliti pada proses pengayakan, yang memungkinkan masih adanya gradasi abu yang masih besar. Penurunan kekuatan yang terjadi juga bisa disebabkan karena sampel yang kurang kering ketika akan diuji.

Pengujian Absorpsi Beton

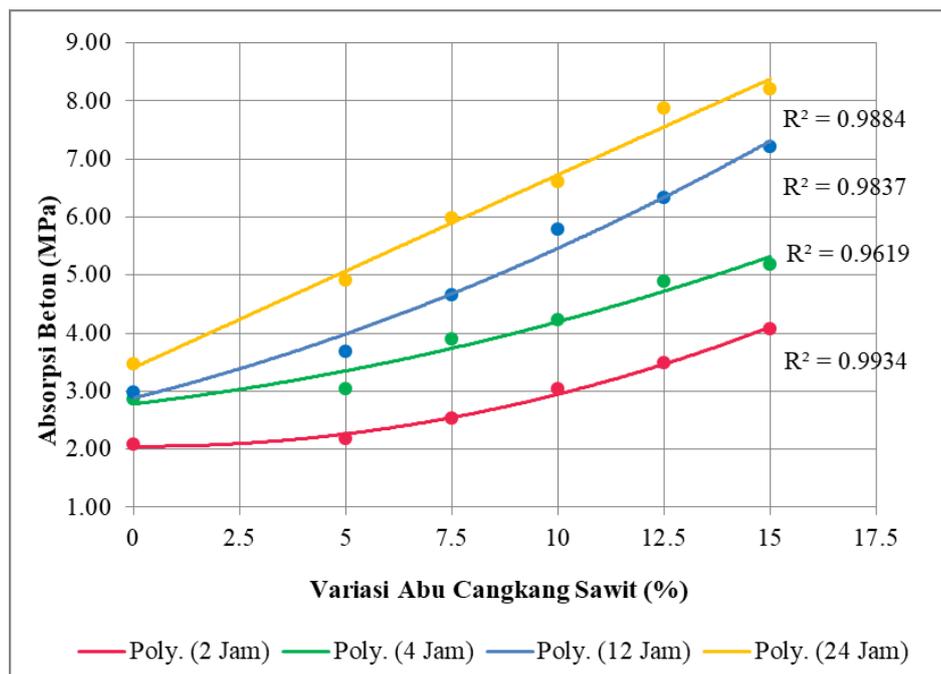
Pengujian absorpsi dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang dapat diserap oleh beton dengan cara membandingkan antara berat yang telah melewati proses perendaman dalam air dan dalam kondisi jenuh kering permukaan dengan berat dalam kondisi kering oven. Adapun waktu perendaman yang dilakukan dalam penelitian ini adalah selama 2 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam.

Nilai hasil pengujian absorpsi beton dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Variasi Abu	Waktu Perendaman	Berat Beton Setelah di oven	Berat Beton Kondisi SSD	Absorpsi Beton (%)
0%	2 jam	12490	12750	2.08
	6 jam	12550	12910	2.87
	12 jam	12420	12790	2.98
	24 jam	12430	12860	3.46
5%	2 jam	13010	13292	2.17
	6 jam	12600	12983	3.04
	12 jam	12760	13230	3.68
	24 jam	12790	13417	4.90
7.5%	2 jam	11830	12130	2.54
	6 jam	12090	12560	3.89
	12 jam	12230	12800	4.66
	24 jam	11880	12590	5.98
10%	2 jam	12190	12560	3.04
	6 jam	12710	13248	4.23
	12 jam	12660	13392	5.78
	24 jam	12680	13517	6.60
12.5%	2 jam	12660	13101	3.48
	6 jam	12440	13047	4.88
	12 jam	12000	12760	6.33
	24 jam	12210	13172	7.88
15%	2 jam	12587	13098	4.06
	6 jam	12649	13305	5.19
	12 jam	12307	13194	7.21
	24 jam	12517	13544	8.20

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat hubungan antara nilai absorpsi beton dengan penambahan variasi abu cangkang sawit pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik Absorpsi Beton

Dengan menggunakan metode regresi polynomial orde 2 maka dapat dilihat pada Gambar 4 diperoleh nilai R^2 mendekati 1 untuk waktu perendaman 2 jam sebesar 0.9934, 6 jam sebesar 0.9619, 12 jam sebesar 0.9837, dan 24 jam sebesar 0.9884, apabila nilai R^2 mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa adanya hubungan antara kedua variabel yang dianalisa.

Berdasarkan hasil pengujian absorpsi yang dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa nilai absorpsi beton yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh besarnya persentase penggunaan abu cangkang sawit pada tiap variasi campuran. Pada campuran dengan variasi abu yang paling besar memiliki nilai absorpsi yang paling tinggi.

Penyebab meningkatnya nilai absorpsi kemungkinan dipengaruhi oleh besarnya keretakan pada beton. Pengaruh besarnya keretakan pada beton sesuai dengan penambahan abu cangkang sawit yang digunakan, atau dapat dikatakan bahwa semakin meningkatnya penggunaan abu cangkang sawit maka keretakan yang terjadi semakin besar. Pengeringan beton yang dilakukan menggunakan oven selama 24 jam berpengaruh terhadap hilangnya kadar air dalam beton, sehingga menyebabkan beton mengalami penyusutan. Penyusutan tersebut merupakan penyebab terjadinya keretakan pada beton.

SIMPULAN Berdasarkan hasil penelitian penggunaan abu cangkang sawit sebagai bahan pengganti sebagian semen diperoleh hasil pengujian kuat tekan beton yang masih memenuhi f_c' rencana adalah pada variasi 0% sebesar 27.18 MPa dan variasi 5% sebesar 25.09 MPa. Hasil pengujian kuat lentur beton mengalami peningkatan pada variasi abu 5% sebesar 14.29% dari beton normal dengan nilai kuat lentur beton yang diperoleh sebesar 4.27 MPa sedangkan pada variasi 0% diperoleh nilai 3.73 MPa. Pada pengujian absorpsi beton, nilai absorpsi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya variasi abu yang digunakan. Dimana nilai absorpsi terbesar terjadi pada penggunaan variasi abu 15% dengan perendaman waktu selama 2 jam sebesar 4.06%, 6 jam sebesar 5.19%, 12 jam sebesar 7.21%, dan 24 jam sebesar 8.20%.

Saran

Untuk menindaklanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian-penelitian selanjutnya dapat diperoleh hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Menambahkan jumlah sampel untuk penelitian lebih lanjut agar diperoleh hasil yang lebih akurat
2. Melakukan penelitian dengan perencanaan beton menggunakan mutu yang lebih rendah seperti f_c' 20 MPa.

- RUJUKAN** Andi, dan Astiah. *Pengaruh Zat Tambah Abu Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar. Vol. 2 No.1 April 2016.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000). 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 4431-2011). 2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 1974-2011). 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional.
- Vike Itteridi, Rusandinata. *Pengaruh Substitusi Abu Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Ilmiah Bering's. Volume 05, No.01. Maret 2018.