

STUDI EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIK BETON NORMAL DENGAN MENGGUNAKAN ABU DASAR LIMBAH HASIL PEMBAKARAN CAMPURAN CANGKANG DAN SERABUT KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT

Fauzi Rahman¹ dan Dwika Bagus Setiyawan¹

¹Civil Engineering Faculty of Engineering Lambung Mangkurat University

ABSTRACT

The purpose of this study was to obtain the optimum base ash content that can be used as a substitute for fine aggregate for concrete mixtures. In this study, mortar samples were made with variations of bottom ash as a substitute for fine aggregate ranging from 0%, 10%, 15%, 25%, 35%, and 50%. In addition, the compressive strength of mortar samples was tested at 3 days, 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days. Furthermore, the concrete sample was also prepared with f'_c set at 25 MPa. Concrete samples were tested at 3 days, 7 days, 14 days, 28 days and 56 days. From these results obtained the optimum compressive strength of mortar from a mixture with a base ash content of 10% at the age of 28 days which reached 9.57 MPa. However, this result is still below the normal mortar yield of 11.58 MPa. As for the concrete sample, the highest compressive strength was obtained at the age of 56 days, which was 29.06 MPa for concrete with a base ash content of 10%, while normal concrete was 35.01 MPa. The results of this study indicate that increasing the age of the concrete increases the compressive strength. The compressive strength of concrete with 10% bottom ash decreased before 28 days, but after 28 days the compressive strength was able to reach the targeted f'_c of 25 MPa.

Keywords: bottom Ash, mortar and concrete, substitute of fine aggregate, mechanical properties

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kadar abu dasar yang optimum yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus untuk campuran beton. Pada penelitian ini dibuat sampel mortar dengan variasi abu dasar sebagai pengganti agregat halus berkisar antara 0%, 10%, 15%, 25%, 35%, dan 50%. Selain itu, kuat tekan sampel mortar diuji pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Selanjutnya sampel beton juga disiapkan dengan f'_c diset pada 25 MPa. Sampel beton diuji pada 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari. Dari hasil tersebut diperoleh kuat tekan mortar yang optimum dari campuran dengan kadar abu dasar 10% pada umur 28 hari yaitu mencapai 9,57 MPa. Namun hasil ini masih di bawah hasil mortar normal sebesar 11,58 MPa. Adapun untuk sampel beton, kuat tekan tertinggi diperoleh pada umur 56 hari yaitu sebesar 29,06 MPa untuk beton dengan kadar abu dasar 10%, sedangkan beton normal sebesar 35,01 MPa. dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bertambahnya umur beton meningkatkan kuat tekan. Kuat tekan beton dengan 10% bottom ash mengalami penurunan sebelum 28 hari, namun setelah 28 hari kuat tekan mampu mencapai f'_c yang ditargetkan yaitu 25 Mpa.

Kata kunci : abu dasar, mortar dan beton, pengganti agregat halus, sifat mekanik

1 PENDAHULUAN

Industri minyak sawit di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, Tak ayal Indonesia disebut sebagai negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Hal tersebut dapat dilihat dalam jumlah produksi dan ekspor dari Indonesia dan pertumbuhan luas area perkebunan sawit (Kementerian Pertanian, 2016). Sejalan dengan hal tersebut maka dalam produksinya juga kan meninggalkan residu atau limbah sawit. Dari 1000 kg Tandan Buah Segar (TBS) yang diolah akan menghasilkan berupa minyak sawit 20-25%, limbah cair 60%, serabut dan cangkang 6,5%, tandan kosong 23%. Untuk limbah serabut dan cangkang dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler Perkebunan menjadi salah satu potensi unggulan di Kalimantan. Jenis komoditas perkebunan yang banyak dikembangkan petani salah satunya adalah kelapa sawit. Tingkat produksi kelapa sawit yang tinggi menimbulkan dampak pada tingginya limbah yang dihasilkan. Yang mana biaya yang dibutuhkan untuk pembangkit listrik tenaga serabut dan cangkang lebih murah dibandingkan batu bara dan panas bumi (Nasution, 2018).

Sisa pembakaran serabut dan cangkang pada boiler disebut dengan abu terbang dan abu dasar. Pada dasarnya kedua material tersebut memiliki tekstur dan tempat keluaran yang berbeda. Abu dasar tidak tertampung pada dust collector dan memiliki bagian lebih kasar dibanding dengan abu terbang. Abu dasar tertinggal pada dasar boiler merupakan butiran abu padat, ukurannya relatif besar sehingga terlalu berat untuk dibawa oleh gas buang dan umumnya terkumpul pada dasar boiler (Anjani, 2015).

Dengan ketersediaan limbah abu dasar yang melimpah dan kemudahan mendapatkannya pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Hasnur Citra Terpadu, serta didukung dengan kandungan silika yang terdapat dalam abu dasar, sehingga perlu sekali penelitian abu dasar ini sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton normal.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, abu cangkang dan serabut kelapa sawit mengandung unsur kimia silika (SiO_2) sebesar 59,1% dan 61% (Graille dkk, 1985) dan

komposisi SiO_2 sebanyak 45,2%, Al_2O_3 sebanyak 1,83%, dan CaO sebanyak 11,16% (Nugroho, 2013). Dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa abu kerak boiler memiliki sifat pozzolan yang mengandung unsur silika yang dapat berpengaruh pada proses pengerasan kuat tekan beton yang memungkinkan untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan beton. Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Epi prianti dkk (2017), abu kerak boiler mampu menggantikan peranan pasir sebagai bahan pengisi dan kuat tekan maksimum mampu diperoleh pada kandungan 25% yaitu 17,83 MPa dengan peningkatan sebesar 24,16% dari mutu rencana yang sebesar 14 MPa pada umur beton 28 hari. Kemudian Fauzi Rahman dkk (2017) yang menggunakan abu kerak boiler hasil pembakaran limbah cangkang kelapa sawit sebesar 15% dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton dengan kuat tekan rata-rata sebesar 24,44 MPa melebihi kuat tekan yang direncanakan 23 MPa pada umur 28 hari.

Karena kualitas abu kerak boiler berbeda pada setiap daerah, otomatis kadar optimum yang dihasilkan tentu akan berbeda maka perlu dilakukan percobaan dengan membuat mortar dengan variasi abu kerak boiler dari 0%, 10%, 15%, 25%, 35% dan 50% dan dari hasil uji kuat tekan mortar diperoleh kadar optimum yang akan digunakan untuk campuran beton. Pada penelitian ini beton normal akan dibandingkan dengan beton variasi abu dasar dengan kadar optimum pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 56 hari.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar optimum abu dasar yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus pada pencampuran beton berdasarkan analisa kuat tekan mortar dan mengetahui perubahan nilai kuat tekan beton normal dan beton variasi optimum abu dasar sebagai bahan pengganti agregat halus pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari serta mengetahui nilai kuat tarik belah beton normal dan beton variasi optimum abu dasar pada umur 28 hari.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian ini di Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru Kalimantan Selatan. Adapun untuk tempat pengambilan material abu dasar dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Hasnur Citra Terpadu di Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. Untuk material agregat kasar diambil dari Katunun Pelaihari dan untuk agregat halus diambil dari sungai Barito.

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk pengujian material, antara lain:

Mesin pengaduk (*mixer*) dengan daun – daun pengaduk dari baja, *Mold* dan plat kaca, Gelas ukur, Alat *vicat*, *Thermometer*, Botol *Le Chatelier* kapasitas 250 ml, Talam (wadah), Sepatula dan perata, Sendokan, Mesin *Los Angele*, Bola Baja (11 butir), *Stopwatch*, Satu set alat saringan, Wadah baja berbentuk silinder (Bohler, Oven. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan Timbangan neraca.

Alat yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian kekuatan tekan mortar, antara lain:

Mesin pengaduk Standar ASTM C 305 yang kecepatan perputarannya dapat diatur dilengkapi dengan pengaduk kapasitas 2500 cc, Cetakan benda uji berbentuk kubus dengan panjang sisi 5 cm dibuat dari baja HRB harus kedap air, Timbangan kapasitas 2000 gram dengan ketelitian 0,1 gram, Gelas ukur kapasitas 500 ml dengan ketelitian 2 ml. *Stopwatch*, Alat pemada, Sendok perata, Mistar dari baja panjang 20 cm dengan ketelitian 1 mm dan Mesin uji kuat tekan + MP 10 *Transduser*.

Alat yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian sampel silinder beton, antara lain:

Timbangan dengan ketelitian 0,1 Kg, Bak pengaduk beton (Mohlen), Bekisting beton berbentuk silinder berdiameter 150 mm dan

tinggi 300 mm, Satu set alat pemeriksaan *slump*, Tongkat pemadat, Alat penggetar (*Vibrator*), Bak perendam dan Mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*).

2.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah: Semen *Portland Composite Cement* (Tiga Roda), Agregat Halus Pasir sungai (Barito), Agregat Kasar Batu pecah (Katunun), Air bersih (PDAM) dan Bahan Pengganti Abu dasar (PT. Hasnur Citra Terpadu).

Penelitian dimulai dengan berupa semen, pasir, kerikil, air dan abu dasar yang diambil dari pabrik kelapa sawit PT. Hasnur Citra Terpadu. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan bahan di laboratorium, pemeriksaan bahan dasar dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik bahan yang digunakan. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

1. Pemeriksaan semen

Berat jenis semen *Portland Composite Cement* (PCC), Konsistensi normal, Waktu pengikatan awal dari semen hidrolis dengan menggunakan alat *Vicat* dan Berat volume semen.

2. Pemerikaan agregat kasar

Analisa saringan, Berat volume, Kadar lumpur, Kadar air dan Keausan/Geser (Los Angeles).

3. Pemeriksaan agregat halus

Analisa saringan, Berat volume, Kadar lumpur, organik dan Kadar air.

4. Pemeriksaan abu dasar

Kadar organik, Berat jenis, Kadar lumpur, Kadar air, Analisa saringan dan Berat volume.

2.3 Rancangan Percobaan

2.3.1 Perencanaan Komposisi Campuran Mortar

Metode perencanaan komposisi campuran mortar dibuat berdasarkan SNI 03-6825-2002, sebagai berikut :

Mortar direncanakan dengan bahan – bahan dasar pembentuk campuran yaitu pasir Barito, yang di variasikan dengan Abu kerak boiler hasil pembakaran limbah campuran cangkang dan serabut kelapa sawit 0%, 10%, 15%, 25%, 35% dan 50% dicampur dengan semen Portland Komposit semen Tiga Roda dan air PDAM.

Untuk uji kekuatan tekan mortar, kubus yang digunakan dengan ukuran sisi 50 mm dengan variasi mortar yang menggunakan abu kerak boiler 0% (MO0), mortar yang menggunakan abu kerak boiler 10% (MO10), mortar yang menggunakan abu kerak boiler 15% (MO15), mortar yang menggunakan abu kerak boiler 25% (MO25), mortar yang menggunakan abu kerak boiler 35% (MO35), dan mortar yang menggunakan abu kerak boiler 50% (MO50).

Pengujian terhadap kubus untuk kekuatan tekan mortar dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

Jumlah benda uji keseluruhan 90 buah untuk setiap variasi sebanyak 3 sampel uji.

2.3.2 Perencanaan Komposisi Campuran Beton

Komposisi campuran dibedakan untuk beton normal dan beton modifikasi menggunakan abu dasar optimum berdasarkan nilai kuat tekan mortar. Metode perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03 – 2834 – 2000 dengan syarat kekuatan berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002.

Beton direncanakan untuk $f'c$ sebesar 25 MPa dengan bahan – bahan dasar pembentuk campuran yaitu pasir Barito, batu Katunun, yang di variasikan dengan Abu dasar, semen *Portland Composite Cement* (PCC) yaitu semen Tiga Roda dan air PDAM.

Persentasi abu dasar yang digunakan dalam campuran beton adalah persentasi paling optimum berdasarkan kekuatan tekan pada pengujian kubus mortar dan persentasi bahan pengganti pasir berdasarkan perbandingan berat bahan.

Untuk uji kuat tekan beton, silinder yang digunakan berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan variasi beton yang menggunakan persentasi abu kerak boiler paling optimum.

Pengujian terhadap silinder untuk kekuatan tekan dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

Menurut SNI 2493 – 2011 jumlah benda uji minimal 3 untuk masing – masing umur pengujian dan kondisi pengujian. Jumlah benda uji beton 30 buah untuk setiap variasi sebanyak 3 sampel uji.

2.3.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan selepas benda uji dikeluarkan dari bekisting dengan cara merendam benda uji hingga permukaan benda uji terendam seluruhnya. Perawatan mortar dilakukan selama umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dan untuk benda uji beton dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari di dalam bak perendam yang berisi air tawar. Perawatan ini bertujuan agar proses hidrasi berjalan dengan baik.

2.3.4 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

1. Benda Uji Mortar

Pada umur yang telah ditentukan, lakukan pengujian kekuatan tekan terhadap benda uji mortar dengan tahapan sebagai berikut:

Angkatlah benda uji dan tempat percobaan, kemudian permukaannya dikeringkan dengan cara di lap dan dibiarkan selama ± 15 menit.

Timbanglah kubus benda uji, lalu catat berat benda uji tersebut.

Letakkan benda uji pada mesin penekan; tekanlah benda uji itu dengan penambahan besarnya gaya tetap sampai benda uji itu pecah. Pada saat pecah catatlah besarnya gaya tekan maksimum yang bekerja seperti terlihat pada Gambar 1.

Hitung kekuatan tekan menggunakan persamaan

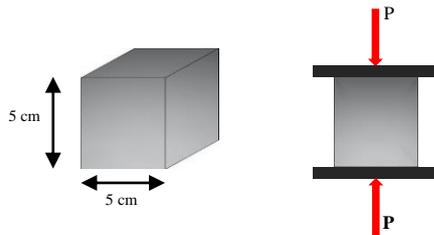
$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dimana :

σ_m : Kekuatan tekan mortar (MPa)

P_{maks} : Gaya tekan maksimum (N)

A : Luas penampang benda uji (mm^2)



Gambar 1 Pembebanan Tes Tekan Mortar

2. Benda Uji Beton

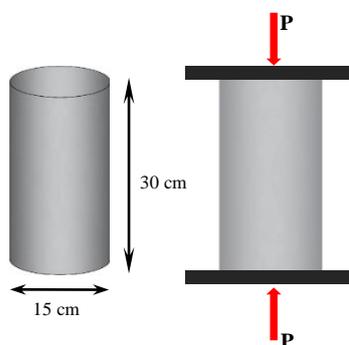
Sehari sebelum beton mencapai umur uji yang telah ditetapkan yakni pada 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, beton dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan hingga berada dalam kondisi jenuh kering permukaan atau *Surface Saturated Dry (SSD)*. Selanjutnya menimbang dan mencatat masing-masing berat benda uji, kemudian meletakkan benda uji di mesin kuat tekan secara sentris. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan, melakukan proses penambahan beban hingga benda uji mengalami keruntuhan dan mencatat beban maksimum yang terjadi setelah pengujian, adapun gambar pembebanan dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana:

- $f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang benda uji (mm^2)



Gambar 2 Pembebanan Tes Tekan Beton

2.4 Penarikan Kesimpulan

Membuat kesimpulan dari hasil penelitian dan hasil pengolahan data yaitu tentang kuat tekan beton pada campuran dengan komposisi abu dasar sebagai bahan pengganti pasir dengan persentase paling optimum yang dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton normal tanpa abu dasar.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Semen Hidrolis

Semen yang digunakan adalah *portland* komposit semen tiga roda dengan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Semen

No	Jenis Pemeriksaan	Nilai Pemeriksaan	SNI 15-0302-2004
1.	Berat Jenis	3,2 gr/cm ³	
2.	Konsistensi Normal	29%	
3.	Berat Volume		
	Kondisi lepas	0,703 gr/cm ³	
	Kondisi pemadatan	0,784 gr/cm ³	
4.	Kondisi goyangan	0,780 gr/cm ³	
	Waktu Pengikatan Awal		
	Akhir	120 menit	>45 menit
		165 menit	<420 menit

3.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir Barito dengan hasil pemeriksaan dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Pemeriksaan	SII 0052-80
1.	Kadar Air	4,2%	
2.	Kadar Lumpur	4,6%	<5%
3.	Kadar Organik	Warna No. 2	
4.	Analisa Saringan	Zona III	
5.	Fine modulus	2,6	1,5-3,7
6.	Berat Volume		
	Kondisi Lepas	1,44 gr/cm ³	
	Kondisi	1,58 gr/cm ³	
	Goyangan	1,60 gr/cm ³	
	Kondisi Pemadatan		

STUDI EKSPERIMENTAL SIFAT MEKANIK BETON NORMAL DENGAN MENGGUNAKAN
ABU DASAR LIMBAH HASIL PEMBAKARAN CAMPURAN CANGKANG DAN SERABUT KELAPA SAWIT
SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS

Fauzi Rahman dan Dwika Bagus Setiyawan

Tabel 2. Lanjutan

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Pemeriksaan	SII 0052-80
7.	Berat Jenis		
	Apparent specific gravity	2,66	
	Bulk specific gravity on dry basic	2,60	
	Bulk specific gravity on SSD basic	2,63	
	Water absorbtion percentage	0,87%	

3.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar yang adalah batu pecah berasal dari Katunun dengan hasil pemeriksaan dapat dilihat Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Pemeriksaan	SII 0052-80
1.	Kadar Air	1,44%	
2.	Kadar Lumpur	4,79%	< 1%
3.	Abrasi	22,24%	< 40%
4.	Analisa Saringan (ukuran maksimum butir)	30 mm	
5.	Fine Modulus	7,89	6,0-7,1
6.	Berat Volume		
	Kondisi Lepas	1,35 gr/cm ³	
	Kondisi Goyangan	1,43 gr/cm ³	
	Kondisi Pematatan	1,47 gr/cm ³	
7.	Berat Jenis		
	Apparent specific gravity	2,64	
	Bulk specific gravity on dry basic	2,52	
	Bulk specific gravity on SSD basic	2,57	
	Water absorbtion percentage	1,72%	

3.4 Pemeriksaan Bahan Pengganti

Bahan pengganti yang digunakan adalah abu dasar hasil pembakaran limbah campuran cangkang dan serabut kelapa sawit dengan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.

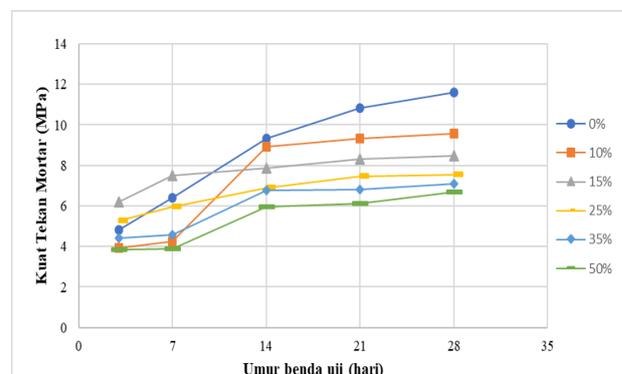
Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Abu Dasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Pemeriksaan	SII 0052-80
1.	Kadar Air	26,5%	
2.	Kadar Lumpur	5,5%	<5%
3.	Kadar Organik	Warna No. 2	
4.	Analisa Saringan	Zona I	
5.	Fine modulus	3,73	1,5-3,8
6.	Berat Volume		
	Kondisi Lepas	0,63 gr/cm ³	
	Kondisi Goyangan	0,69 gr/cm ³	
	Kondisi Pematatan	0,73 gr/cm ³	
7.	Berat Jenis		
	Apparent specific gravity	1,72	
	Bulk specific gravity on dry basic	1,34	
	Bulk specific gravity on SSD basic	1,56	
	Water absorbtion percentage	16,32%	

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4., abu dasar dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus. Berdasarkan SII 0052-80 jika kadar lumpur yang terdapat pada material tersebut lebih dari 5% maka sebelum digunakan sebagai campuran beton, material harus dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kadar lumpurnya.

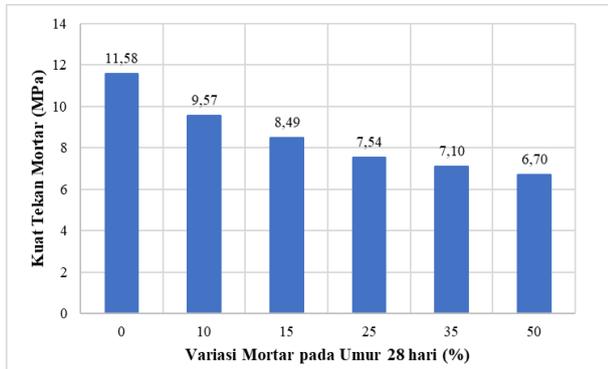
3.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar optimum abu dasar yang digunakan pada campuran beton melalui perbandingan hasil kuat tekan mortar. Hasil pengujian terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan Umur dan Kuat Tekan Mortar

Perbandingan kuat tekan mortar antar masing-masing komposisi pada umur 28 hari, diplot dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Kuat Tekan Mortar Rata-Rata Pada Umur 28 Hari

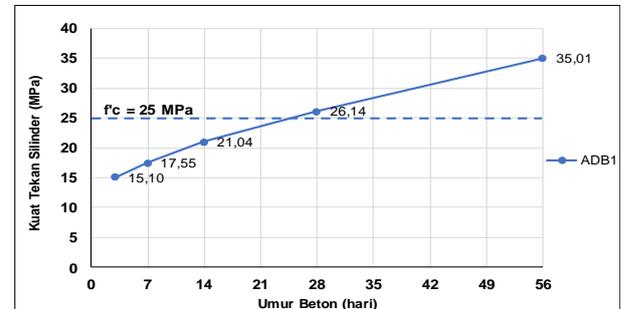
Dari gambar 4. diketahui pada umur 28 hari, untuk kadar abu dasar 10% didapat nilai kuat tekannya sebesar 9,57 MPa, nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 17,3% jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan mortar normal sebesar 11,58 MPa. Untuk mortar dengan kadar abu dasar 15% kuat tekannya sebesar 8,49 MPa kekuatannya menurun 26,7%, untuk mortar dengan kadar abu dasar 25% kuat tekannya sebesar 7,54 MPa kekuatannya menurun 34,9%, kemudian untuk mortar dengan kadar abu dasar 35% kuat tekannya sebesar 7,10 MPa kekuatannya menurun 38,6% dan untuk mortar dengan kadar abu dasar 50% kuat tekannya sebesar 6,70 MPa kekuatannya menurun 42,1%. Berdasarkan hal tersebut maka kadar abu dasar yang akan digunakan pada campuran beton yaitu sebesar 10% pada umur 28 hari.

3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan umur yang direncanakan adalah 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 56 hari. Sampel yang digunakan ada 2 jenis yaitu persentasi abu dasar sebagai pengganti pasir 0% dengan kode ADB₁ dan persentasi abu dasar optimum sebesar 10% dengan kode ADB₂. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada penelitian ini yaitu sebesar 25 MPa dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,47.

Pengujian Kuat Tekan Beton ADB₁

Hasil pengujian kuat tekan beton ADB₁ dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan sebesar 25 MPa ditunjukkan pada Gambar 5.

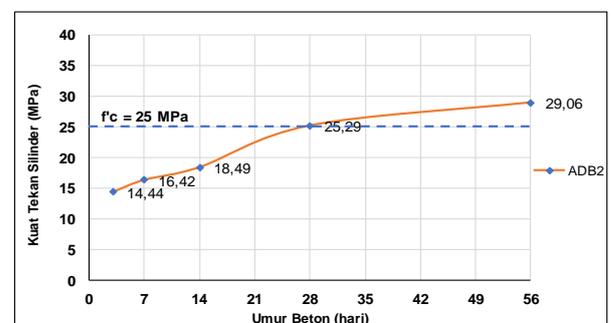


Gambar 5. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton ADB₁ dengan Umur Beton

Pada gambar 5. menunjukkan bahwa semakin meningkat umur beton maka semakin meningkat pula kekuatannya. Pada umur beton 3 hari kuat tekannya sebesar 15,10 MPa, kemudian pada umur beton 7 hari kuat tekannya sebesar 17,55 MPa dan umur beton 14 hari kuat tekannya sebesar 21,04 MPa. Pada umur beton 28 hari kuat tekannya sebesar 26,14 MPa, nilai tersebut meningkat 4,56% dari kuat tekan rata-rata yang diisyaratkan sebesar 25 MPa dan umur beton 56 hari kuat tekannya sebesar 35,01 MPa.

3.7 Pengujian Kuat Tekan Beton ADB₂

Hasil pengujian kuat tekan beton ADB₂ dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan sebesar 25 MPa ditunjukkan pada Gambar 6.



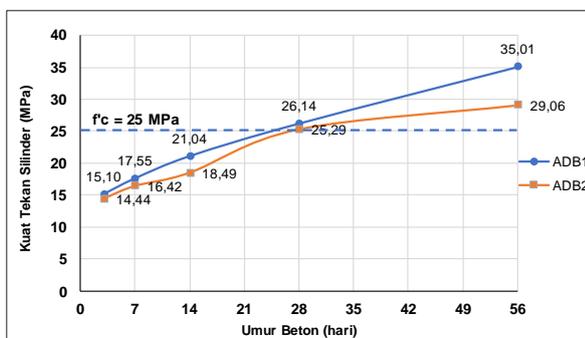
Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton ADB₂ dengan Umur Beton

Pada gambar 6. menunjukkan bahwa semakin meningkat umur beton maka semakin

meningkat pula kekuatannya. Pada umur beton 3 hari kuat tekannya sebesar 14,44 MPa, kemudian pada umur beton 7 hari kuat tekannya sebesar 16,42 MPa dan umur beton 14 hari kuat tekannya sebesar 18,49 MPa. Pada umur beton 28 hari kuat tekannya sebesar 25,29 MPa, nilai tersebut meningkat 1,16% dari kuat tekan rata-rata yang disyaratkan sebesar 25 MPa dan umur beton 56 hari kuat tekannya sebesar 29,06 MPa.

3.8 Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton ADB1 dan Beton ADB2

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan beton ADB1 dan beton ADB2 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton ADB1 dan Beton ADB2

Pada gambar 7. jika nilai kuat tekan rata-rata beton ADB2 dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata beton ADB1 maka pada umur 3 hari kuat tekan rata-ratanya mengalami penurunan sebesar 0,66 MPa (4,37%) sedangkan pada umur 7 hari kuat tekan rata-ratanya mengalami penurunan sebesar 1,13 Mpa (6,44%) dilanjutkan pada umur 14 hari kuat tekan rata-ratanya mengalami penurunan sebesar 2,55 Mpa (12,12%) dan pada umur 28 hari kuat tekan rata-ratanya mengalami penurunan sebesar 0,85 MPa (3,25) kemudian pada umur 56 hari kuat tekan rata-ratanya mengalami penurunan sebesar 5,95 Mpa (17%).

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat dikatakan bahwa beton dengan campuran 90% pasir barito dan 10% abu dasar mengakibatkan penurunan kuat tekan. Akan tetapi setelah umur 28 hari, kuat tekannya tidak lebih besar dari kuat tekan beton normal serta

mampu mencapai kuat tekan rencana sebesar 25 MPa pada umur 28 hari. Kekuatan beton dengan penambahan abu dasar cenderung menurunkan nilai kuat tekan beton dikarenakan meningkatnya absorpsi dan porositas dari beton. Hal ini disebabkan tekstur abu dasar yang sangat berpori sehingga mengurangi kekuatan agregat halus sebagai pengisi yang menyebabkan beton menjadi berpori sehingga penyerapan air menjadi tinggi.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan mengenai abu dasar sebagai bahan pengganti agregat halus, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dari hasil pengujian kuat tekan mortar pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari didapat kadar optimum yang dapat digunakan pada pencampuran beton sebagai pengganti agregat halus sebesar 10% pada umur 28 hari. Perubahan nilai kuat tekan beton normal dan beton variasi 10% abu dasar dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 56 hari mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya umur beton. Nilai kuat tekan terbesar diperoleh pada umur 56 hari. Untuk beton normal kuat tekannya sebesar 35,01 MPa lebih tinggi dari pada kuat tekan beton dengan variasi 10% abu dasar sebesar 29,06 Mpa. Abu dasar limbah pembakaran campuran cangkang dan serabut kelapa sawit sebesar 10% dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus (pasir) pada campuran beton dengan kuat tekan rata-rata sebesar 25,29 Mpa melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 25 Mpa pada umur 28 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru Kalimantan Selatan sebagai tempat penelitian dan juga kepada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT. Hasnur Citra Terpadu di Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan yang bersedia menerima sebagai tempat pengambilan sampel material abu dasar.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM C 469-02. *Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*. Annual Books of ASTM Standards . USA.
- Anjani, D. (2015). *Pembuatan Silika Gel Menggunakan Abu Kerak Boiler PT.Sriwijaya Palm Oil Indonesia Terhadap Pengaruh Konsentrasi Na₂CO₃ Sebagai Pelarut*. Laporan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang,
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil (SNI 03-6825-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan (SNI 03-6882-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Semen Portland Komposit (SNI 15-7064-2004)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium (SNI 2493:2011)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Jakarta.
- Graille, J., Lozano, P., Pioch, D dan Geneste, P. (1985). *Essais d' alcoololyse d'huiles Vegetales avec des Catayseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel*. Oleagineux. 40(5): 271 – 276.
- Murdock, L. J. dan K. M. Brook. 1991. *Concrete Materials and Practice*. Jakarta: Erlangga.
- Nasution, Abdul Hamdan. (2018) *Profesi Planter: Wawasan Tantangan dan Romantikanya*, Yogyakarta: Penerbit Writing Revolution.
- Nugroho, S. A., Wibisono, G. dan Kasbi, F. (2013). *Analisa Peningkatan kekuatan Tanah yang Diperkuat Serat dan Bahan Stabilisasi pada Sisi Kering dan Sisi Basah*. Jurnal Teknik Sipil. 12(2): 137 – 134.
- Pertanian, Kementerian. (2016). *Outlook Kelapa Sawit*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal, Jakarta.
- Prianti, E., Malino. M. B., dan Lapanporo B. P. (2017). *Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Hasil Pembakaran Limbah Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Parsial Pasir Pada Pembuatan Beton*. *Positron*, 5(1), 26-29.
- Prof. Dr. Han Ay Lie, M.Eng. (2017). *Bahan Kuliah Teknologi Bahan*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahman, F., Fathurrahman. (2017). *Pemanfaatan Hasil Pembakaran Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Pasir Pada Pembuatan Beton Normal*. *Media Ilmiah Teknik Sipil*. 6(1): 30 – 40. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
- Samekto, W. (2001). *Teknologi Beton*. Kanisius. Yogyakarta.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0052-80. (1980). *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Tjokrodinuljo, K. (1992). *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wang, C.K., & Salmon, C. G. (1986). *Disain Beton Bertulang*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Wang, C.K., & Salmon, C. G. (1990). *Desain Beton Bertulang Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.