

Analisa Penggunaan Abu Bakaran Tandan Kosong Kelapa Sawit Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan Beton

Ahmad Faisal Hasibuan^{1*}, Sahrul Harahap², Alvi Sahrin Nasution³

^{1, 2}, Teknik Sipil/Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

³ Universitas Negeri Medan

Email: ahmadfaisalh67@gmail.com

Abstrak: Kabupaten Tapanuli Selatan memiliki luas perkebunan sawit sekitar 6.664 Ha dengan produktifitas 78.83 ton sawit pertahun 2021. Dengan demikian jumlah limbah sawit juga terbilang tinggi untuk wilayah kabupaten Tapanuli Selatan. Dalam setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66%. Berdasarkan hal tersebut maka apabila tidak dikelola dengan baik dan tepat limbah sawit ini akan sangat berdampak terhadap lingkungan di kabupaten Tapanuli Selatan kedepannya. Untuk meminimalisir dampak kepada lingkungan tersebut, penulis merencanakan beton dengan penggunaan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit ke dalam campuran beton. Dimana penelitian ini menggunakan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit sebagai pengganti sebagian pasir terhadap kuat tekan beton normal. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton dan Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan. Hasil Penelitian menunjukkan penggunaan analisa penggunaan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit pengganti sebagian pasir terhadap kuat tekan beton menghasilkan penurunan nilai kuat tekan dari kuat tekan yang disyaratkan AHSP 2016 yang menjadi pembandingnya. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 11,96 MPa pada umur 7 hari, 14,61 MPa pada umur 14 hari, 11,85 MPa pada umur 28 hari untuk jenis beton campuran abu TKKS 5% sedangkan 10,31 MPa pada umur 7 hari, 8,24 MPa pada umur 14 hari, dan 4,58 MPa pada umur 28 hari untuk campuran 10% abu TKKS. Dari perhitungan yang telah dilakukan tersebut didapat hasil penurunan mutu beton maka untuk pemakaian abu bakaran tandan kosong kelapa sawit sebagai pengganti sebagian pasir perlu diperhatikan dan dipertimbangkan penurunan nilai kuat tekan beton yang direncanakan agar tidak terjadi kegagalan struktur.

Kata Kunci: Beton, Kuat Tekan, Abu TKKS

PENDAHULUAN

Wilayah kabupaten Tapanuli Selatan menurut Direktorat Jenderal Perkebunan, luas perkebunan sawit sekitar 6.664 Ha dengan produktifitas 78.831 ton sawit pertahun 2021. Dengan demikian jumlah limbah sawit juga terbilang tinggi untuk wilayah kabupaten Tapanuli Selatan. Dalam setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit 23%, cangkang 8%, serat 12% dan limbah cair 66%. Berdasarkan hal tersebut maka apabila

tidak dikelola dengan baik dan tepat limbah sawit ini akan sangat berdampak terhadap lingkungan. untuk meminimalisir dampak kepada lingkungan tersebut, penulis merencanakan beton dengan penggunaan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit ke dalam campuran beton. Selain untuk mengurangi limbah TKKS, juga nantinya diharapkan dapat mengurangi penggunaan material penyusun beton. Selain mengurangi biaya juga dapat

mengurangi penggunaan material alam dalam pembuatan beton, karena agregat yang digunakan adalah agregat yang telah dibuang. Dengan demikian, secara garis besar penelitian ini bertujuan untuk mengetahui untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari dari penggunaan limbah beton/bongkaran bangunan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton.

LANDASAN TEORI

Menurut Tjokrodinuljo (2007), beton adalah campuran antara semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan terkadang ditambahkan dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan non kimia pada perbandingan tertentu. Sementara menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Semen

Semen adalah hasil industri dari perpaduan bahan baku batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membantu pada

pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Kalsium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinkernya yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai (Mulyono, 2005).

Agregat

Menurut Kardiyono (2007) agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi baik pada beton maupun campuran beton, namun demikian peranan agregat pada campuran sangatlah penting. Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karna komposisinya yang cukup besar, maka agregat menjadi sangat penting. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam dan agregat buatan. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya digunakan sebagai campuran beton.

Menurut mulyono air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Namun demikian air yang tak dapat diminum pun dapat digunakan sebagai campuran beton, asalkan memenuhi syarat mutu yang

disyaratkan. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan.

Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar. Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk

mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton pada umur yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana :

P : Gaya maksimum dari mesin tekan (N)

A : Luas penampang yang diberi tekanan (mm²)

f_c' : Kuat tekan (N/mm²)

METODEOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Struktur Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 9 Juni 2022 hingga tanggal 10 September 2022. Dimana pada tanggal 25 Juni 2022

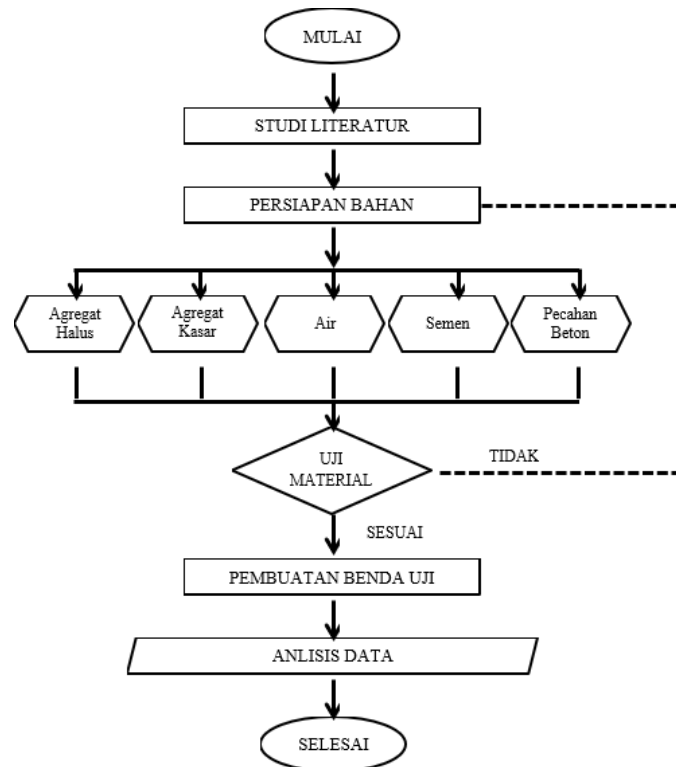
dilakukan pembuatan benda uji. Pada tanggal 2 Juli dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 7 hari, pada tanggal 9 Juli dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 14 hari dan pada tanggal 23 Juli dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar Lokasi Penelitian

Untuk mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian, maka dibuat bagan alir penelitian. Adapun

tahapan penelitian dapat kita lihat pada gambar bagan alir berikut ini.



Gambar Diagram Alir Penelitian

yang dilakukan.

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Struktur Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan. langkah pertama dengan mempersiapkan bahan material dan peralatan. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perencanaan campuran benda uji yang akan diteliti. Setelah melakukan perencanaan campuran benda uji, tahapan selanjutnya dilakukan pembuatan dan perawatan serta pengujian benda uji. Setelah pengujian dilakukan, maka didapat data hasil pengujian. Setelah data pengujian diperoleh, langkah selanjutnya dilakukan analisa data. Setelah analisa data selesai dilaksanakan, kita akan memperoleh pembahasan hasil yang menjadi acuan atau gambaran untuk membuat kesimpulan dan saran dari penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dari penelitian ini meliputi hasil dari pengujian fisis material, perencanaan campuran, dan pengujian hasil kuat tekan beton. Untuk pengujian fisis material meliputi pengujian agregat halus dan kasar material penyusun beton. Dimana pengujian agregat halus antara lain pengujian kadar air, berat isi, analisa ayak dan pengujian kadar lumpur. Sedangkan pengujian agregat kasar meliputi pengujian kadar air, berat isi dan analisa ayak. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus dan kasar didapati hasil pengujian seperti tampak pada tabel 1 sampai 10 dibawah ini.

terhadap agregat halus didapati hasil pengujian seperti tampak pada tabel 1 sampai 4 dibawah ini.

Hasil pengujian yang dilakukan

Tabel 1 Perhitungan kadar air agregat halus

No.	Pengukuran	Satuan	Sampel
1	Berat Agregat Semula (W1)	gr	3.000
2	Berat Agregat Kering Oven (W2)	gr	2.763
3	Kadar Air	%	7.9

Dari hasil perhitungan yang diperoleh sebesar 7,9 %, maka agregat halus layak digunakan sebagai campuran beton.

Tabel 2 Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Halus

No.	Pengukuran	Satuan	Sampel 1
1	Volume Pasir	ml	70,00
2	Volume Lumpur	ml	0,50
3	Kadar Lumpur	%	0,71

Dari hasil perhitungan diperoleh kadar lumpur rata rata sebesar 0,71%, maka agregat halus layak digunakan sebagai campuran beton.

Tabel 3 Analisa saringan agregat halus

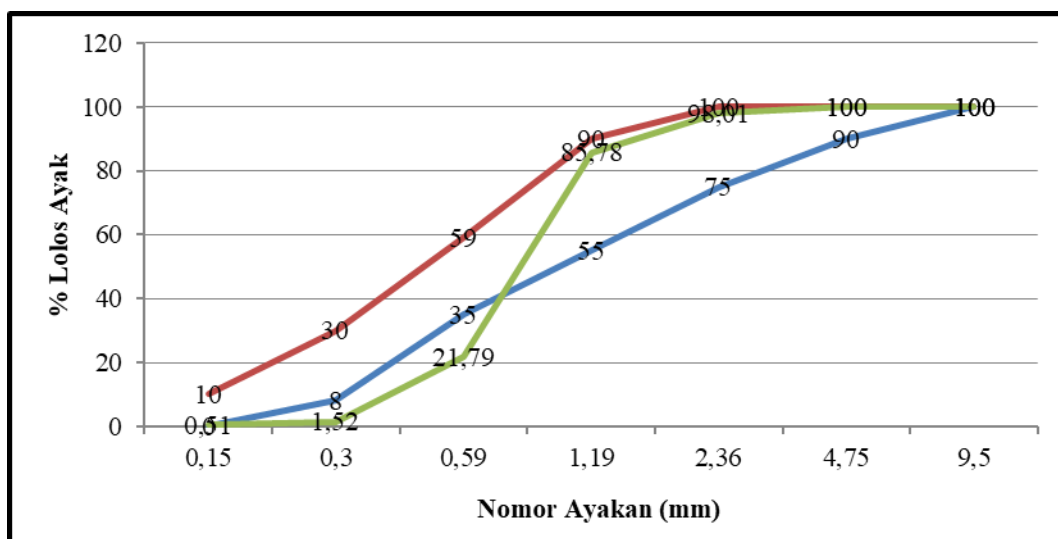
No.	Nomor Saringan	Ukuran Lobang Ayakan		Berat Tertahan	Lolos Ayak	Jumlah Persen (%)		% Kumulatif Tertahan
		(Inc)	(mm)			(Gr)	(Gr)	
1	No. 1.5	1.500	38.100		2.763	0.000	100	-
2	No. 1	1.000	25.400		2.763	0.000	100	-
3	No. 3/4	0.750	19.100		2.763	0.000	100	-
4	No. 1/2	0.500	12.500		2.763	0.000	100	-
5	No. 3/8	0.375	9.500		2.763	0.000	100	-
6	No. 1/4	0.250	6.350		2.763	0.000	100	-
7	No. 4	0.187	4.750		2.763	0.000	100	-
8	No. 8	0.094	2.360	55	2.708	1,991	98,009	1,991
9	No. 16	0.047	1.180	338	2.370	12,233	85,776	14,224
10	No. 20	0.033	0.850	996	1.374	36,048	49,729	50,271
11	No. 30	0.020	0.590	772	602	27,941	21,788	78,212
12	No. 60	0.010	0.250	560	42	20,268	1,520	98,480
13	No. 100	0.006	0.150	28	14	1,013	0,507	99,493
14	No. 200	0.003	0.075	13	1	0,471	0,036	99,964
15	PAN (Sisa)			1		0,036		100
Jumlah				2763				

Untuk menentukan batas gradasi agregat halus berdasarkan persentase berat butir yang lewat ayakan dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 perbandingan gradasi agregat halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan				Hasil Uji Agregat Halus
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	
9,5	100	100	100	100	100,00
4,75	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	100,00
2,36	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	98,009
1,19	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100	85,776
0,59	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100	21,788
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50	1,520
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15	0,577

Dari perbandingan pada tabel di atas tampak bahwa agregat halus yang digunakan memiliki hasil uji yang termasuk ke dalam zona I atau dalam kategori pasir agak halus. Adapun grafik dari agregat halus tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan Ukuran Ayakan Dengan Persentase Lolos Ayakan Agregat Halus

Sementara hasil pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar didapati hasil pengujian seperti tampak pada tabel 5 sampai 9 dibawah ini.

Tabel. 5 Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar

No	Pengukuran	Satuan	Sampel 1
1	Berat Agregat Semula (W1)	Gr	2.000
2	Berat Agregat Kering Oven (W2)	Gr	1.985
3	Kadar Air	%	0,76

Dari hasil perhitungan diperoleh kadar air rata-rata sebesar 0.76% maka agregat kasar layak digunakan sebagai campuran beton.

Tabel 6 Analisa Saringan Agregat Kasar

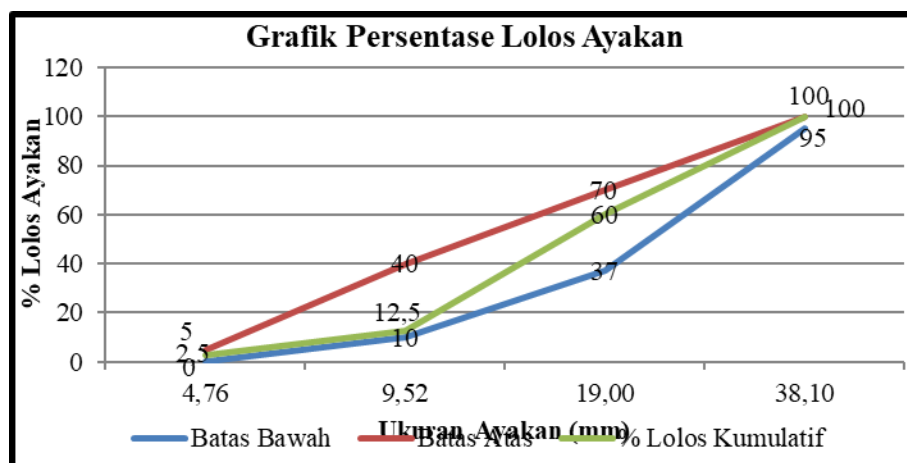
No	Nomor Saringan	Ukuran Lobang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Gr)	Lolos Ayak (Gr)	Jumlah Persen (%)		% Kumulatif Tertahan
					Tertahan	Lewat	
1	No. 1.5	38,100	0	2.000	0,00	100,00	0,00
2	No. ¾	19,100	800	1.200	40,00	60,00	40,00
3	No. 3/8	9,500	945	255	47,25	12,75	87,25
4	No. 4	4,750	200	55	10,00	2,75	97,25
5	PAN (Sisa)		55		2,75	0,00	100,00
Jumlah			2000				

Untuk menentukan batas gradasi agregat halus berdasarkan persentase berat butir yang lewat ayakan dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7 Perbandingan Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Lubang	Persentase Lolos Ayakan		
	Agregat PSP	40 mm	20 mm
38.10	100.00	95 - 100	100
19.10	60.00	30 - 70	95 – 100
9.50	12.75	10 - 35	25 – 55
4.75	2.75	0 - 5	0 – 10

Dari perbandingan pada Tabel di atas tampak bahwa agregat yang digunakan memiliki ukuran maksimum 20 mm. Adapun grafik dari agregat kasar tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 2 Grafik Hubungan Ukuran Ayakan Dengan Persentase Lolos Ayakan Agregat Kasar

Mix design beton normal mengacu pada analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) 2016. Berdasarkan hasil *mix design* beton normal maka kebutuhan bahan

campuran beton normal untuk 1 m³ berdasarkan AHSP 2016 dapat dilihat pada Tabel 8. Sedangkan kebutuhan bahan yang digunakan untuk membuat beton dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8 Kebutuhan Bahan Material f'c 18,6 MPa, (Anonim, 2016)

No	Jenis Bahan	Koefisien	Satuan
1	Semen	406	Kg
2	Pasir	684	Kg
3	Krikil	1026	Kg
4	Air	215	Liter

Tabel 9 Kebutuhan Material Campuran Beton

Jenis Sampel	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar	Air	Variasi
Normal Umur 7	6,45	10,87	16,31	3,42	-
Normal Umur 14	6,45	10,87	16,31	3,42	-
Normal Umur 28	6,45	10,87	16,31	3,42	-
Variasi 5% Umur 7	6,45	10,33	16,31	3,42	0,54
Variasi 5% Umur 14	6,45	10,33	16,31	3,42	0,54
Variasi 5% Umur 28	6,45	10,33	16,31	3,42	0,54
Variasi 10% Umur 7	6,45	9,78	16,31	3,42	1,08
Variasi 10% Umur 14	6,45	9,78	16,31	3,42	1,08
Variasi 10% Umur 28	6,45	9,78	16,31	3,42	1,08

Sementara itu, pengujian beton segar yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian beton segar *slump test* seperti berikut.

Tabel 10 Pengujian Beton Segar / *Slump Test*

No	Variasi Campuran	Tinggi <i>Slump</i> (mm)		Tinggi <i>Slump</i> Rata-rata (mm)	Air 1 x Adukan (Liter)
		1	2		
1	Beton Normal	70,00	75,00	72,50	14,00
2	Beton Variasi 5%	79,00	80,00	79,50	14,00
3	Beton Variasi 10%	78,00	77,00	77,50	14,00

Berdasarkan pengujian beton keras yang telah dilakukan didapat hasil kuat tekan beton seperti Tabel 11 Berikut.

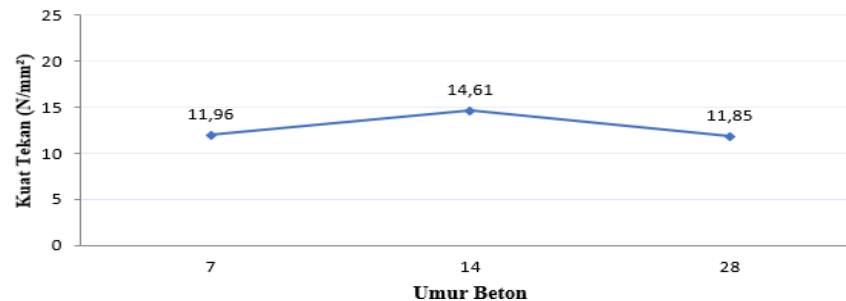
Tabel 11 Nilai Kuat Tekan Beton Dan Nilai Kuat Tekan Beton Rata Rata Beton TKKS 5%

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Massa Benda Uji (kg)	Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata Rata (N/mm ²)
1	TKSS 07 I	7	11,056	17.662,5	213500	12,09	11,96
2	TKSS 07 II	7	11,380	17.662,5	202750	11,48	
3	TKSS 07 III	7	11,560	17.662,5	217500	12,31	
4	TKSS 14 I	14	11,575	17.662,5	241500	13,67	14,61
5	TKSS 14 II	14	11,480	17.662,5	264500	14,98	
6	TKSS 14 III	14	11,470	17.662,5	268000	15,17	

7	TKSS 28 I	28	11,454	17.662,5	192750	10,91	11,85
8	TKSS 28 II	28	11,450	17.662,5	228750	12,95	
9	TKSS 28 III	28	11,400	17.662,5	206250	11,68	

Adapun grafik nilai kuat tekan beton variasi TKKS 5% dapat kita lihat pada Gambar 4.5 berikut.

Grafik Kuat Tekan Rata Rata



Gambar 4 Grafik Perbandingan Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton Variasi 5% TKKS

Tabel 12 Nilai Kuat Tekan Beton Dan Nilai Kuat Tekan Beton Rata Rata Beton TKKS 10%

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Massa Benda Uji (kg)	Luas Bidang (mm²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm²)	Kuat Tekan Rata Rata (N/mm²)
1	TKSS 07 I	7	11,056	17.662,5	195500	11,07	10,31
2	TKSS 07 II	7	11,380	17.662,5	148500	8,41	
3	TKSS 07 III	7	11,560	17.662,5	202500	11,46	
4	TKSS 14 I	14	11,575	17.662,5	241500	7,11	8,24
5	TKSS 14 II	14	11,480	17.662,5	287500	8,07	
6	TKSS 14 III	14	11,470	17.662,5	279000	9,54	
7	TKSS 28 I	28	11,454	17.662,5	85500	4,84	4,58
8	TKSS 28 II	28	11,450	17.662,5	105000	5,94	
9	TKSS 28 III	28	11,400	17.662,5	52500	2,97	

Adapun grafik nilai kuat tekan beton variasi TKKS 10% dapat kita lihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 5 Grafik Perbandingan Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton Variasi 10% TKKS

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada analisa penggunaan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit pengganti sebagian pasir terhadap kuat tekan beton dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Beton yang menggunakan abu tandan kosong kelapa sawit memiliki mutu yang lebih rendah dari mutu yang direncanakan sebagai acuan perbandingan.
2. Beton yang menggunakan Penggunaan abu bakaran tandan kosong kelapa sawit pengganti sebagian pasir memiliki kuat tekan beton sebesar 10,31 MPa pada umur 7 hari, 8,24 MPa pada umur 14 hari, dan 4,58 MPa pada umur 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, D, 2019, Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Beton Terhadap Massa Dan Kuat Tekan Beton, *Skripsi*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan.
- Andriyati, A. H. (2007). *Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Papan Serat Semen*. Jurnal Permukiman, 2(3).
- Asroni, A. (2010). *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), SNI-2847-2013, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Jakarta.
- Hadi Pratama, F. I. T. R. A. (2021). *Pengaruh Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton K-225* (Doctoral Dissertation, Universitas Pasir Pengaraian).
- Hernando, F. (2009). *Tugas Akhir Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash*. 2009.
- Mulyono, T., 2004, Teknologi Beton, Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Opirina, L., Sari, D. P., & Hanif, M. (2019). *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Kuat Tarik belah Beton Normal*. Portal: Jurnal Teknik Sipil, 11(2), 16-23.
- Siregar, A. G., Syam, B., Sabri, M., Isranuri, I., & Abda, S. (2015). *Pengaruh Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Material Beton Ringan (Concrete Foam)*. DINAMIS, 3(3), 11-11.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, Teknologi Beton, Cv. Andi Offset, Yogyakarta.