

Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Serat Pada Perencanaan Mutu Beton K-225 Di PT.Socfindo Kabupaten Nagan raya

Roziandi¹⁾, Rinaldy²⁾, Teuku Farizal³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar,
Meulaboh, 23615, Indonesia

Email : andirozi414@gmail.com, rinaldy@utu.ac.id, teukufarizal@utu.ac.id

Abstrak

Beton banyak digunakan dalam industri konstruksi. Hal ini disebabkan fakta bahwa beton dapat ditempa dan tidak akan berubah bentuk seiring waktu.. Beton tetap menjadi bahan bangunan paling umum hingga saat ini. Beton yang komposisi bahannya terdiri dari semen, air, dan agregat atau dengan menambahkan aditif merupakan jenis beton yang paling banyak ditemukan di pasaran. Kekuatan lentur dan kekerasan beton yang rendah membuatnya menjadi bahan konstruksi yang buruk. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang berbeda untuk menahan kuat lentur tersebut, seperti penambahan serat pada campuran beton. Ide dasarnya adalah memperkuat beton secara alami dengan menambahkan serat ke dalam campuran secara acak, sehingga mencegah retak dini akibat beban atau karena panas hidrasi. Pada penelitian ini, bahan campuran serat yang digunakan adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kuat tekan beton dengan menambahkan tandan kosong kelapa sawit sebagai serat pada bahan campuran perencanaan beton K-225. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dari percobaan untuk mengadakan suatu hasil yang dilakukan di PT. Socfindo kabupaten Nagan Raya. Dari hasil penelitian didapatkan data pada benda uji dengan kekuatan rata-rata, benda uji tanpa additif adalah sebesar 117,111 kg/cm², benda uji dengan bahan campuran 5% adalah sebesar 56,667 kg/cm², serta benda uji dengan bahan campuran 7% adalah sebesar 54,400 kg/cm². Data pengujian yang diperoleh ternyata mutu beton K-225 tidak memenuhi standart kuat tekan beton dan dapat disimpulkan bahwa campuran tandan kelapa sawit tidak memenuhi dari klasifikasi mutu beton K rencana karena kuat tekannya berkurang secara signifikan, berbanding lurus dengan penambahan bahan campuran.

Kata kunci: Kuat Tekan Beton Tandan Kelapa Sawit, Mutu Beton K-225, PT.Socfindo Nagan

1. Pendahuluan

Beton berperan penting dan dominan dalam konstruksi struktur. Beton adalah bahan bangunan utama yang digunakan untuk membangun bangunan, termasuk saluran air, infrastruktur transportasi, dan bangunan lainnya. Campuran beton terkadang membutuhkan komponen tambahan untuk mendukung kinerjanya. Alasan penambahan zat tambah adalah untuk mengubah setidaknya salah satu sifat semen, saat masih baru atau setelah mengeras. Misalnya, untuk mempercepat pengerasan, meningkatkan workability, meningkatkan kekuatan tekan, meningkatkan keuletan (mengurangi kerapuhan), dan mengurangi retakan yang mengeras.

Perkembangan teknologi produksi beton yang memanfaatkan limbah atau limbah yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan penyusun beton merupakan upaya untuk mencegah kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan alam yang tidak terkendali sebagai bahan dasar beton.

Karena kendala waktu yang ditempatkan pada pelaksanaan proyek, beton seringkali perlu menunjukkan kinerja terbaiknya dalam waktu yang lebih singkat daripada beton normal. Akibatnya, kami membutuhkan bahan tambahan untuk membantu prosedur.

Salah satu bahan tambahan campuran beton yang akan direncanakan sebagai mutu beton pada rencana K-225 adalah tandan kosong sawit.

Struktur beton bertulang dan anggota struktur penahan beban seperti kolom, balok, dinding penahan beban, dan sebagainya terbuat dari beton normal. Kekuatan tekan normal beton adalah antara 15 dan 30 MPa. Workability, durabilitas, dan kuat tekan beton semuanya dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat dan gradasi butir. Selain itu, beban retak beton dipengaruhi oleh sifat dan tekstur permukaan agregat [Arbi, 2012]. Semen portland saat ini merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan. Menurut Arioz (2007), semen Portland merupakan bubuk abu-abu dengan banyak kalsium dan aluminium silika. Sedangkan kemampuan beton itu sendiri adalah menjadi lem beton ketika sudah direspon dengan air. Tugas pasta semen adalah menyatukan butiran agregat menjadi massa padat.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Secara umum, kerikil, pasir, air, dan pengikat semen membentuk beton, bahan bangunan komposit. Beton tidak mengeras saat air menguap, tetapi hidrat beton merekatkan bagian-bagian yang berbeda menjadi satu dan pada akhirnya membingkai bahan seperti batu. Beton digunakan untuk membangun fondasi, jembatan penyeberangan, perkerasan jalan, struktur bangunan, dan struktur lainnya. Kelebihan menggunakan Beton mudah dibentuk sesuai dengan spesifikasi konstruksi. Beton juga memiliki kekuatan yang tinggi, kemampuan menahan suhu tinggi, dan biaya perawatan yang rendah.

Beton memiliki kelemahan yaitu sulit diubah tanpa menyebabkan kerusakan pada bentuk aslinya. Karena tidak bisa digunakan lagi, struktur beton akan mahal untuk dihancurkan. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi namun lemah terhadap regangan. Di Indonesia, mutu beton dikenal dengan dua istilah, yaitu mutu beton K (karakteristik) dan Fc. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.1.-2 merupakan sumber baku mutu beton K dalam kg/cm². Kontraktor lebih mengenal standar ini, yang didasarkan pada standar dari Uni Eropa. Di sisi lain, peraturan baru SNI 03-2847-2002 menjadi acuan ketika membahas mutu beton Fc di MPa. Proyek yang berkaitan dengan pemerintah Indonesia menggunakan standar ini. Mengacu pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) jika ada permasalahan terkait beton yang tidak terkait dengan SNI.

Tandan kosong kelapa sawit

Tandan kosong kelapa sawit atau TKKS merupakan limbah pabrik kelapa sawit (PKS) yang cukup signifikan, yaitu sebesar 1,9 juta ton berat kering atau 4 juta ton berat basah setiap tahunnya. Sebagai aturan, bahan ini digunakan sebagai kompos alami di lahan peternakan dengan cara dikonsumsi atau dikembalikan ke lahan dan dibiarkan melalui proses pematangan yang khas (M. Yusuf R. Siahaan 2020).

Secara fisik TTKS terdiri dari beragam serat dengan komposisi yaitu selulosa sekitar 45,95%, hemiselulosa sekitar 16,49%, dan leknin sekitar 22,84%. Jumlah tandan kosong mencapai 30-35% dari berat tandan buah segar setiap pemanenan. Jumlah TTKS cukup

besar karna hampir sama dengan jumlah produksi minyak sawit mentah (Agustinus Fanjaitan 2021).

Semen

Semen adalah perekat yang mengikat agregat halus dan kasar yang dicampur dengan air untuk membentuk massa padat dan mengisi celah di antara agregat. Ada banyak jenis semen, tetapi semen Portland adalah yang paling sering digunakan dalam konstruksi. Dengan menggiling klinker halus, yang sebagian besar terbuat dari silikat kalsium hidrolik dan gipsum sebagai bahan pembantu, semen Portland adalah jenis semen hidrolik. Penelitian ini menggunakan semen Portland Tipe III yang ditujukan untuk proyek konstruksi yang membutuhkan persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

Air

Air diperlukan agar campuran beton bereaksi dengan semen dan melumasi butiran agregat di antara satu sama lain, sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tjokodimuljo (1992) menyatakan bahwa proporsi air yang dibutuhkan untuk mereaksikan semen hanya sekitar 30% dari berat semen.

Semen dan agregat dicampur dan diaduk bersama oleh air di sini, antara lain. Menurut Mindess et al., air minum umumnya memenuhi syarat untuk air pencampur beton. Air ini harus bebas dari bahan organik dan jumlah padatan tersuspensi atau terlarut yang berlebihan. 2003.

Agregat

Karena agregat berperan penting dalam menentukan sifat beton (Mindess et al.), beton biasanya mengandung antara 70% dan 80% dari total volumenya sebagai agregat (Mindess et al., 2003). Penjumlahan ini harus dievaluasi agar keseluruhan massa yang substansial dapat bekerja secara utuh, homogen, kental, dan berbeda tingkah lakunya (Nawy, 1998). Agregat dapat dibagi menjadi dua kategori:

1. Menurut ASTM C 125 – 06, Agregat dengan ukuran butir kurang dari 4,75 mm dianggap sebagai agregat halus. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan pasir halus dengan butiran kurang dari 1,2 milimeter, lanau dengan butiran kurang dari 0,075 milimeter, dan lempung dengan butiran kurang dari 0,002 milimeter
2. .Pecahan kerikil, batu pecah, atau tanur sembur adalah contoh agregat kasar, yang didefinisikan oleh ASTM C 33 - 03 dan ASTM C 125 - 06 memiliki ukuran butiran lebih dari 4,75 mm.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di PT. Socfindo kabupaten Nagan Raya dengan menggunakan metode kuantitatif. Pada penelitian ini tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan campuran kuat tekan beton di ambil dari limbah pengolahan minyak kelapa sawit pada PT. Socfindo Kabupaten Nagan Raya. Ukuran benda uji dalam penelitian ini 15cm x 15cm x15cm, dengan FAS 0,4. Umur pengujian kuat tekan beton yaitu 7 hari dan umur 28 hari dengan jumlah benda uji. Satuan MPa (Megapascal) digunakan untuk menghitung kuat tekan beton. > f_c 10 mpa, f_c 13 mpa, f_c 20 mpa, dan f_c 30 mpa hingga f_c 60 mpa

adalah kualitas yang paling sering digunakan. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dapat digunakan dengan memanfaatkan faktor koreksi benda uji. Menggunakan kubus 15x15x15 dengan rasio 1:0,83, kualitas beton K dievaluasi. Metode berikut dapat digunakan untuk menghitung perubahan mutu beton K menjadi mutu F_c : 1 MPa sama dengan 10 kg/cm² atau 1 N/mm².

3. Hasil dan Pembahasan

Sieve Analysis

Tabel 1. Volume agregat kerikil per satuan volume beton

Coarse Aggregate : Kerikil									
Tertinggal di atas saringan							Rata-Rata	persentase kumulatif	
Nomor	A		B		C		persentase		
saringan	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Tertinggal	Lolos (%)	Tertinggal
(mm)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	Atas		(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			Persentase						
31.5									
19.1	515.00	25.75	603.10	30.16	1350.52	55.12	37.01	62.99	37.01
9.52	465.12	23.25	900.22	45.02	700.00	28.57	32.28	30.71	69.29
4.76	600.70	30.03	360.10	18.01	300.00	12.24	20.09	10.62	89.38
2.38	151.10	7.55	75.40	3.77	56.00	2.29	4.54	6.08	93.92
1.2	18.00	0.90	20.79	1.03	10.00	0.41	0.78	5.30	94.70
0.6	60.00	3.00	8.23	0.41	6.60	0.27	1.23	4.07	95.93
0.3	95.00	4.75	6.37	0.32	5.11	0.21	1.76	2.32	97.68
0.15	72.12	3.61	5.55	0.28	21.00	0.86	1.58	0.74	99.26
SISA	23.34	1.17	20.00	1.00	1.00	0.04	0.74		
TOTAL	2000	100	2000	100	2450	100	100	122.83	677.17
			Modulus Kehalusan(FM)						6.77

Volume agregat dari Tabel 1 dapat dikalikan dengan berat volume kering oven dari agregat kasar tersebut untuk menentukan berat agregat kerikil. Volume 2. pasir Kasar per Satuan Volume Beton

Course Sand: Pasir kasar									
Tertinggal di atas saringan							Rata-Rata	persentase kumulatif	
Nomor	A		B		C		persentase		
saringan	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Tertinggal	Lolos (%)	Tertinggal
(mm)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	Atas		(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			Persentase						
31.5									
19.1									
9.52	20.89	1.04	100	5.00	602.12	30.11	12.05	87.95	12.05
4.76	632.13	31.60	212.77	10.64	533.1	26.66	22.97	64.98	35.02
2.38	897.26	44.85	872.47	43.62	612.4	30.62	39.70	25.28	74.72
1.2	157.2	7.86	563.11	28.16	130.34	6.52	14.18	11.10	88.90
0.6	54.15	2.71	236	11.80	56.1	2.81	5.77	5.33	94.67
0.3	238	11.90	15.63	0.78	65.57	3.28	5.32		
0.15									
SISA									
TOTAL	2000	100	2000	100	2000	100	100	194.65	305.35
			Modulus Kehalusan(FM)						3.05

Berat volume kering oven dari agregat kasar tersebut dapat dikalikan dengan volume agregat dari Tabel 2 untuk menentukan berat agregat. Tabel 3. Volume pasir halus per Satuan Volume Beton

Fine Sand:Pasir Halus									
Tertinggal di atas saringan							Rata-Rata	persentase kumulatif	
Nomor	A		B		C		persentase		
saringan	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Berat	Persentase	Tertinggal	Lolos (%)	Tertinggal
(mm)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	Atas		(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			Persentase						
31.5									
19.1									
9.52									
4.76	759.11	37.95	812.32	40.61	792.16	39.61	39.39	60.61	39.39
2.38	610.89	30.54	629.58	31.47	648.55	32.43	31.48	29.13	70.87
1.2	339.12	16.95	426.2	21.31	418.28	20.92	19.73	9.40	90.60
0.6	291.18	14.56	132.3	6.61	141	7.05	9.41		
0.3									
0.15									
SISA									
TOTAL	2000	100	2000	100	2000	100	100	99.14	200.86
			Modulus Kehalusan(FM)						2.01

Dengan menghitung selisih antara taksiran awal berat beton dengan berat total agregat air, semen, kerikil, dan pasir kasar akan diperoleh agregat pasir halus. Tabel 3 memberikan indikasi perkiraan berat beton awal.

Obsobsi

Tabel 4.berat volume kerikil

Berat Volume Kerikil Diameter Maksimum (31.5 mm)					
No	Berat			Volume Container (l)	Berat Volume (kg/l)
	Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregat (kg)		
1	8.235	10.231	1.996	1.552	1.286
2	8.235	10.331	2.096	1.552	1.351
3	8.235	10.431	2.196	1.552	1.415
Average					1.351

Tabel 5.berat volume pasir kasar

Berat Volume Pasir Kasar Diameter Maksimum (31.5 mm)					
No	Berat			Volume Container (l)	Berat Volume (kg/l)
	Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregat (kg)		
1	8.235	10.141	1.906	1.552	1.228
2	8.235	10.261	2.026	1.552	1.305
3	8.235	10.441	2.206	1.552	1.421
Average					1.318

Tabel berat 6.pasir diameter maksimum

Berat Volume Pasir Diameter Maksimum (31.5 mm)					
No	Berat			Volume Container (l)	Berat Volume (kg/l)
	Container (kg)	Container + Agregat (kg)	Agregat (kg)		
1	8.235	10.111	1.876	1.552	1.209
2	8.235	10.251	2.016	1.552	1.299
3	8.235	10.431	2.196	1.552	1.415
Average					1.308

Job mix

Tabel 3.11 Perkiraan Berat Air dan Kandungan Udara untuk Beberapa Slump								
Slump (mm)	Air (kg/m ³ beton) Untuk Ukuran Maksimum Agregat (mm)							
	9.5	12.5	19	25	37.5	50	70	150
	Beton Tanpa Bahan Pemasuk Udara							
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	133
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	140
150 to 175	243	228	216	202	178	178	160	-
Perkiraan jumlah udara yang terperangkap di dalam beton(%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Tabel 3.12 Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton				
Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Volume Dari Agregat Kasar Kering Oven per Satuan Volume Beton Untuk Derajat Kehalusan Pasir Yang Berbeda			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
70	0.81	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabel 3.13 Perkiraan Awal Berat Beton Segar

Maximum size of aggregate (mm)	Perkiraan Awal Berat Beton, kg/m ³	
	Beton Tanpa Bahan Pemasuk Udara	Beton Dengan Bahan Pemasuk Udara

9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
70	2490	2405
150	2530	2435

Data Perencanaan :

Faktor Air Semen (FAS)	=	0.4
Tinggi slump rencana	=	7.5-10 cm
Diameter Maksimum agregat	=	3.15 cm
Material : Pasir Halus (FM)	=	2.01
Pasir Kasar (FM)	=	3.01
Agregat Kasar (FM)	=	6.77
Bulk Density Agregat Kasar	=	1350.5
Koefisien Agregat Kasar	=	0.67

Langkah Perhitungan :

METODE PERBANDINGAN VOLUME

1. Jumlah air yang dibutuhkan 1 m³ beton = 186.76 kg
2. Jumlah semen yang dibutuhkan 1 m³ beton = 466.90 kg
3. Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan 1 m³ beton
(Bulk Density * Koefisien agregat kasar) = 905.93 kg
4. Berat 1 m³ = 2395.60 kg
5. Pasir = 836.01 kg
6. Menentukan berat pasir halus dan pasir kasar

Rumus:

$$\begin{aligned}
 & FM_{fs(x)} + FM_{cs(1-x)} = FM_{ca} \\
 & 2.01(x) + 3.01(1-x) = 3.00 \\
 & 2.01(x) + 3.01(1-x) - 3.01(x) = 3.00 - 3.01(x) \\
 & -1.00(x) = -0.01
 \end{aligned}$$

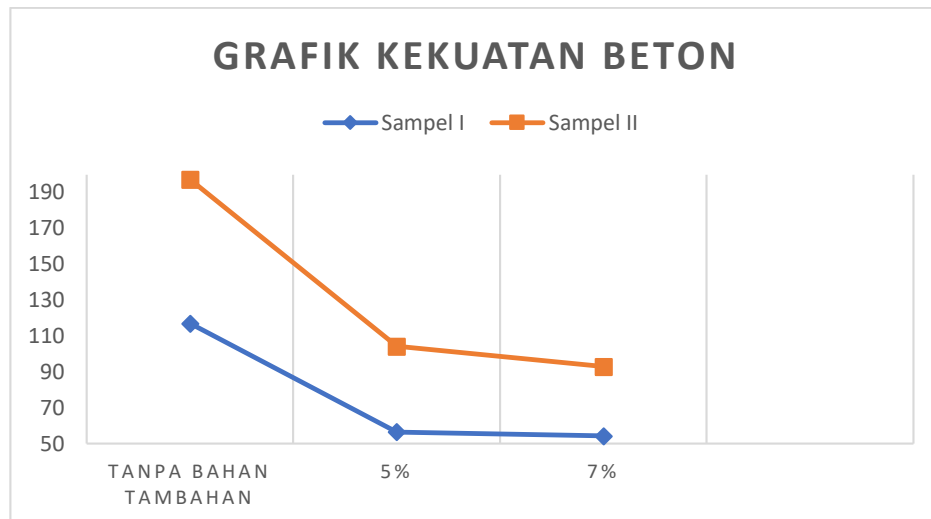
$$\begin{aligned}(x) &= 0.01 \\ (1-x) &= 0.99\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}\rightarrow \text{Berat pasir halus} &= \frac{836.01}{0.01} \times 0.01 = 836.01 \\ \rightarrow \text{Berat pasir kasar} &= \frac{836.01}{0.99} \times 0.99 = 825.57 \\ 7. \text{ Berat Agregat Kasar + Pasir Kasar + Pasir Halus} &= 1741.94 \text{ kg/m}^3 \\ 8. \text{ Komposisi 1 m}^3 \text{ campuran beton adalah :} & \\ \rightarrow \text{Air} &= 186.76 \text{ kg} \\ \rightarrow \text{Semen} &= 466.90 \text{ kg} \\ \rightarrow \text{Agregat Kasar (Coarse Aggregate)} &= 905.93 \text{ kg} \\ \rightarrow \text{Pasir Kasar (Coarse Sand)} &= 825.57 \text{ kg} \\ \rightarrow \text{Pasir Halus (Fine Sand)} &= 10.44 \text{ kg} \\ \text{Total} &= 2395.600 \text{ kg} +\end{aligned}$$

Hasil kuat Tekan Benda Uji

NO BENDA	BERAT	UMUR	HASIL	KONVERSI HASIL
UJI	(KG)	PENGUJIAN	PENGUJIAN (KN)	PENGUJIAN (KG/CM ²)
BENDA UJI TANPA ADITIF				
A1	8.730	7	250	113.333
A2	8.770	7	260	117.867
A3	8.810	7	265	120.133
KUAT TEKAN RATA-RATA				117.111
BANDA UJI DENGAN BAHAN CAMPUR 5%				
B1	8.750	7	120	54.400
B2	8.820	7	130	58.933
B3	8.780	7	125	56.667
KUAT TEKAN RATA-RATA				56.667
BENDA UJI DENGAN BAHAN CAMPUR 7%				
C1	8.536	7	110	49.867
C2	8.892	7	135	61.200
C3	8.687	7	115	52.133
KUAT TEKAN RATA-RATA				54.400
BENDA UJI TANPA ADITIF				
A11	8.674	28	425	192.667
A22	8.711	28	430	194.933
A33	8.878	28	450	204.000
KUAT TEKAN RATA-RATA				197.200
BANDA UJI DENGAN BAHAN CAMPUR 5%				
B11	8.703	28	230	104.267
B22	8.788	28	240	108.800
B33	8.612	28	220	99.733
KUAT TEKAN RATA-RATA				104.267
BENDA UJI DENGAN BAHAN CAMPUR 7%				
C11	8.701	28	210	95.200
C22	8.637	28	205	92.933
C33	8.578	28	200	90.667
KUAT TEKAN RATA-RATA				92.933



Gambar 2. Grafik kekuatan beton

Dapat dilihat dari grafik diatas yang bahwasanya terjadi penurunan yang signifikan antara tanpa bahan tambahan terhadap sampel I dan sampel II dikarenakan tandan kosong kelapa sawit jauh dari mutu beton yang di rencanakan dengan mutu K-225.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Penulis dapat menarik kesimpulan berikut dari diskusi sebelumnya :

1. Hasil dari umur pengujian benda uji (A1, A2, A3) diperoleh nilai rata-rata = 117,111kg/cm².
2. Hasil dari umur pengujian benda uji (B1, B2, B3) diperoleh nilai rata-rata = 56,667kg/cm².
3. Hasil dari umur pengujian benda uji (C1,C2,C3) diperoleh nilai rata-rata = 54,400kg/cm².
4. Hasil dari umur pengujian benda uji (A11, A22,A33) diperoleh nilai rata-rata = 197,200kg/cm².
5. Hasil dari umur pengujian benda uji (B11, B22, B33) diperoleh nilai rata-rata = 104,267kg/cm².
6. Hasil dari umur pengujian benda uji (C11,C22,C33) diperoleh nilai rata-rata = 92,933kg/cm².

Bahwa campuran tandan kelapa sawit tidak memenuhi dari klasifikasi mutu beton K rencana karena kuat tekannya berkurang secara signifikan, berbanding lurus dengan penambahan bahan campuran..

4.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan atau pertimbangan kepentingan pemerintahan maupun lembaga untuk merencanakan mutu beton dan mengurangi penggunaan material yaitu dengan memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis sampaikan banyak terimakasih kepada pihak yang terkait dalam penelitian ini, yaitu kepada pihak PT.Socfindo Kabupaten Nagan Raya yang telah membantu dalam melengkapi data-data yang diperlukan serta meberikan fasilitas pendukung lainnya, dan kepada rekan-rekan sekalian terutama kepada dosen pembimbing yang telah mengarahkan dalam penelitian ini sehingga penulisan karya tulis ilmiah ini dapat kerjakan dengan baik.

Daftar Kepustakaan

- Agustinus, P., & Tyas, W. I. (2021). Pembuatan Paving Block Dari Rumah Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jack). *Jurnal Sylva Scienteae*.
- M. Yusuf R. Siahian & Dariantio (2020) Karakteristik Koefesien Serat Kosong Tandan Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Metode Impedance Tube. *JMEMME*
- Mindess, Sidney et al. 2003., "CONCRETE 2END EDITION". Person Education, Inc. USA
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang suatu Pendekatan Dasar* (Cetakan Kedua ed.). Bandung: PT. Refika Aditama.