

# Peluang Cangkang Pala Dan Serat Ijuk Sebagai Material Penyusun Beton Ringan

Budiman<sup>1,a</sup>, Rekayasa Hadiananto<sup>2,b</sup>, Anang MT<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> Dosen Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Papua Barat, Indonesia

<sup>2,3</sup> PLP Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak, Papua Barat, Indonesia

<sup>a</sup> budiman@polinef.id, <sup>b</sup> rekayasahadiananto@gmail.com, <sup>c</sup> anang1706@gmail.com

**Abstract** – Added material is material other than the basic constituents of concrete (water, cement, and aggregate) which is added to the concrete mixture. The aims of this study are to find the effect of adding palm fiber (SI) and nugmet shell toward the concrete characteristics, and to determine the compressive strength value of concrete characteristics. Variation of fiber (SI) and nugmet shell (CP) addition toward the weight of cement is 0%, 0.25% and 0.5%. This research is a sample-based laboratory research and analysis of aggregate characteristics and concrete compression test. The research results shows that the addition of palm fiber (SI) and nugmet shell (CP) into the concrete mixture affects the compressive strength value of concrete characteristics ( $f_{ck}$ ). The characteristic compressive strength ( $f_{ck}$ ) in normal concrete is 66.95 kg / cm<sup>2</sup>,  $f_{ck}$  SI 0.25% concrete sample of 70.32 kg / cm<sup>2</sup>, SI 0.50% of 66.80 kg / cm<sup>2</sup> decreases when compared to normal concrete while the  $f_{ck}$  value of CP 0.25% had increased concrete sample was 80.03 kg / cm<sup>2</sup>, 0.50% CP of 86.13 kg / cm<sup>2</sup>. The value of concrete shell compressive strength (CP) was 0.25% and CP 0.50% increased by 16.34% and 22.26% at the age of 28 days.

**Keywords:** Normal Concrete, SI, CP, Characteristics Compressive Strength ( $f_{ck}$ )

**Abstrak**- Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) terhadap karakteristik beton dan menentukan nilai kuat tekan karakteristik beton. Variasi penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) sebesar 0%; 0,25% dan 0,5% terhadap berat semen. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium berbasis pengujian sampel dan analisis karakteristik uji tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) pada campuran beton mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton ( $f_{ck}$ ). Nilai kuat tekan karakteristik ( $f_{ck}$ ) pada beton normal diperoleh 66,95 kg/cm<sup>2</sup>,  $f_{ck}$  sampel beton SI 0,25% sebesar 70,32 kg/cm<sup>2</sup>, SI 0,50% sebesar 66,80 kg/cm<sup>2</sup> menurun jika dibandingkan dengan beton normal sedangkan nilai  $f_{ck}$  sampel beton CP 0,25% sebesar 80,03 kg/cm<sup>2</sup>, CP 0,50% sebesar 86,13 kg/cm<sup>2</sup> mengalami peningkatan. Nilai kuat tekan beton cangkang pala (CP) 0,25% dan CP 0,50% meningkat sebesar 16,34% dan 22,26% pada umur 28 hari.

**Kata Kunci** - Beton Normal, SI, CP, Kuat Tekan Karakteristik ( $f_{ck}$ )

## I. Pendahuluan

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan telah sangat populer di Indonesia karena bisa memanfaatkan bahan – bahan lokal seperti pasir, batu belah, semen dan air yang mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Namun terkadang pada daerah tertentu sangat terbatas untuk mendapatkan agregat, khususnya Agregat kasar dan Agregat halus sebagai bahan utama dalam pembuatan beton [1].

Keterbatasan sumber daya alam dalam menyediakan material pembentuk beton merupakan persoalan yang sangat penting. Keberadaan Kota Fakfak sebagai daerah yang memiliki hasil pertanian yang melimpah memiliki potensi dalam menyediakan material bahan tambah yang alami. Hasil produksi pertanian buah pala (*nugmet*) mencapai 4.000 ton/tahun, dengan luas lahan 16.010 Ha [2]. Banyaknya produksi tersebut sebanding dengan cangkang pala yang dihasilkan, jika dibiarkan begitu saja akan menjadi limbah. Limbah yang dibiarkan tanpa ada penanganan akan menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan.

Cangkang pala memiliki peluang sebagai bahan tambah dalam campuran beton dengan prospek yang sangat baik di masa depan karena ketersediaan cukup melimpah dan memiliki karakteristik yang keras dan ringan, sehingga jika dicampur dalam beton akan mengurangi berat beton itu sendiri dan menghasilkan beton ringan yang dapat diaplikasikan pada beton non struktur.

Beberapa penelitian sebelumnya dengan bahan tambah baik serat alami maupun buatan seperti. [3] meneliti tentang pengaruh campuran serat pisang terhadap beton. [4] meneliti tentang pengaruh substitusi tempurung kelapa (endocarp) pada campuran beton sebagai material serat peredam suara. [5] meneliti beton ringan dari campuran styrofoam dan serbuk gergaji. [6]

meneliti pembuatan beton ringan dari agregat buatan tambahan plastik. [7] meneliti tentang pengaruh cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar terhadap sifat mekanik beton. Penelitian yang akan dilakukan akan memanfaatkan cangkang pala sebagai agregat kasar pada beton ringan.

Beton ringan merupakan beton yang berat jenisnya yang lebih kecil dari beton normal. Menurut [8], beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$  sedang menurut [9] beton ringan memiliki berat jenis antara  $1000\text{-}2000 \text{ kg/m}^3$ .

Beton ringan dapat dibuat dengan menggunakan material sebagai bahan tambah yaitu agregat ringan, beton tanpa agregat halus (non pasir) dan beton busa [9].

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, dan sebagainya [9].

Pemanfaatan serat ijuk dari pohon aren dan cangkang pala sebagai bahan tambah alami dalam campuran beton sebelumnya sudah diteliti. Hasil penelitian menunjukkan serat ijuk dan cangkang pala mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton. Peningkatan nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel serat ijuk 0,25% sebesar  $70,32 \text{ kg/cm}^2$  dan sampel cangkang pala 0,25% dan 0,50% sebesar  $80,03 \text{ kg/cm}^2$  dan  $86,13 \text{ kg/cm}^2$  meningkat sebesar 16,34% dan 22,26% pada umur 28 hari [10].

Penelitian kali ini memanfaatkan serat ijuk dan cangkang pala sebagai material penyusun beton ringan. Cangkang pala belum dimanfaatkan, hanya dibakar, dibuang dan ditumpuk sehingga menjadi polutan bagi lingkungan. Pemilihan material ini disesuaikan dengan ketersediaannya yang cukup melimpah di Kabupaten Fakfak.

Dari pemikiran diatas, maka perlu dilakukan penelitian peluang cangkang pala sebagai bahan tambah alami untuk material penyusun beton ringan. Tujuan penelitian ini menentukan karakteristik dan nilai kuat tekan beton dengan penggunaan cangkang pala sebagai material agregat ringan. Manfaat penelitian ini menghasilkan material baru dalam mendukung material penyusun beton khususnya beton ringan non struktur dan sebagai solusi dalam penanganan limbah cangkang pala di Kabupaten Fakfak. Hasil penelitian nantinya

dapat berkontribusi sebagai material maju dalam pengembangan teknologi beton.

## II. Metode Penelitian

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian eksperimental ini dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak Provinsi Papua Barat. Pelaksanaan Penelitian selama 6 (enam) dengan tahapan terdiri dari pengujian kadar lumpur, kadar air, berat volume, absorpsi, berat jenis, modulus kehalusan dan kekasaran. Perawatan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari.

### B. Rancangan Sampel Penelitian

Pembuatan sampel benda uji dalam penelitian ini menggunakan silinder ukuran  $15 \times 30 \text{ cm}$ . Adapun jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian seperti pada tabel 1.

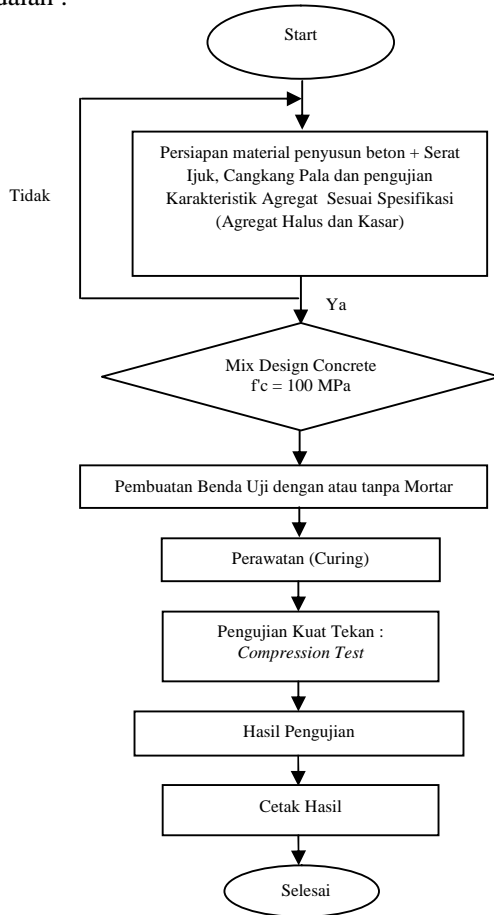
Tabel 1 Sampel penelitian

No.	Sampel Benda Uji Beton	Persentase Serat Ijuk (SI) %	Persentase Cangkang Pala (CP) %	Waktu Pengujian (hari)
1	9 Sampel	0	0	3, 7, 28
2	9 Sampel	0,25	0,25	3, 7, 28
3	9 Sampel	0,50	0,50	3, 7, 28
<b>Total 54 Sampel</b>				

Pengumpulan data primer pada penelitian ini berupa hasil pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus. Pengujian ini terdiri dari pengujian kadar lumpur, kadar air, berat volume, absorpsi, berat jenis, modulus kehalusan dan modulus kekasaran. Setelah dilaksanakan pengujian karakteristik agregat dilanjutkan dengan rancangan *mix design* beton normal dan beton serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) dengan persentase sebesar 0,25% dan 0,50% terhadap berat semen. Pembuatan sampel benda uji menggunakan silinder ukuran  $15 \times 30 \text{ cm}$ . Pengujian beton dilakukan setelah perawatan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari.

C. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah :



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

D. Pengujian Karakteristik Agregat

Tabel 2 Metode pengujian agregat [11]

No.	Jenis Pengujian	Metode
1.	AnalisaSaringan	SNI 03-1968-1990
2.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1970-1990
3.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03-1969-1990
4.	Kadar Air	SNI 03-1971-1990
5.	Berat Volume	SNI 03-4804-1998

E. Pengujian Kuat Tekan

Menurut [12], hasil uji kuat tekan beton menggunakan compression machine test dianalisis menggunakan persamaan kuat tekan :

$$f_c = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Dimana:

$f_c$  = Kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban yang dipikul (kg)

A= Luas penampang yang dibebani (cm<sup>2</sup>)

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seperti pada Tabel 3 Sedangkan untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) sampel berasal dari Quarry PT. Sari Wagom

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 5%	3.26 %	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 5%	3.68 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.53	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 – 2%	1.01 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. Nyata	1.6 - 3.3	1.737	Memenuhi
	Bj. dasar kering	1.6	1.768	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	1.754	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	1.50 – 3.80	2.656	Memenuhi

Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) sampel berasal dari Quarry PT. Sari Wagom

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 1%	1.04 %	Tidak Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 2%	1.23 %	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.80	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 – 2%	1.04 %	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. dasar kering	1.6	1.114	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	1.140	Memenuhi
6.	Modulus kekasaran	5.5 – 8.5	6.46	Memenuhi

Hasil pemeriksaan karakteristik bahan agregat sebagai persyaratan untuk membuat campuran beton seperti yang di perlihatkan pada tabel 3 untuk agregat halus dan tabel 4 untuk agregat kasar dari hasil tersebut memperlihatkan hasil karakteristik secara umum memenuhi spesifikasi. Untuk agregat halus modulus kehalusannya di peroleh 2,65 masuk batasan Zone 2 dari range (2,20-3,10) sedangkan agregat kasar diperoleh 6,44 masuk Zone 3 (5,5-8,5). Jika dibandingkan dengan batasan gradasi menurut British Standart (BS) yang juga di pakai di Indonesia, pasir yang masuk dalam batasan zone 2 yang merupakan pasir yang paling baik untuk campuran beton.

Dalam membuat rancangan campuran beton kadar air dan penyerapan yang di peroleh dari hasil pengujian labolatorium berdasarkan spesifikasi sudah memenuhi syarat akan tetapi pada saat *mix design* harus di koteksi dan juga pada saat pembuatan benda uji ketepatan penggunaan air tetap di control dengan melakukan pengujian slump test. Hal ini perlu di lakukan karena agregat yang di gunakan untuk campuran beton selalu akan mengikuti keadaan pada saat pembuatan benda uji/pelaksanaan pengecoran di lapangan. Jika pada saat pembuatan benda uji air yang diperoleh pada perhitungan *mix design* bertambah maka semen juga harus di tambah supaya faktor air semen (W/C) yang di peroleh tetap sama.

Untuk mengetahui kekuatan mutu beton yang akan dihasilkan dengan menggunakan agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) digunakan mutu beton  $f'_c$  100 Mpa. Perhitungan penggabungan agregat diperoleh 30% pasir dan 70% batu pecah pada campuran beton (*mix design*) dengan factor air semen (W/C) = 0,75 seperti Tabel 5 sedangkan untuk penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala sebesar 0%, 0,25% dan 0,50% seperti pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 5. Hasil rancangan campuran beton normal

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	228,6838	0,7351	1,4548	13,0934
Semen	311,1111	1,0000	1,9792	17,8128
Pasir	495,0690	1,5913	3,1495	28,3454
Batu Pecah	1.115,1361	3,5844	7,0942	63,8477
<b>Jumlah</b>	<b>2.150,000</b>		<b>13,678</b>	<b>123,099</b>

Tabel 6. Hasil rancangan campuran beton dengan penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) 0,25% terhadap berat semen

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	228,6838	0,7351	1,4548	13,0934
Semen	311,1111	1,0000	1,9792	17,8128
Pasir	495,0690	1,5913	3,1495	28,3454
Batu Pecah	1.115,136	3,5844	7,0942	63,8477
SI dan CP	7,7778	0,0250	0,0495	0,4453
<b>Jumlah</b>	<b>2.157,778</b>		<b>13,734</b>	<b>123,545</b>

Tabel 7. Hasil rancangan campuran beton dengan penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) 0,50% terhadap berat semen

Bahan Beton	Berat (Kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jumlah Semen (Kg)	Berat untuk 1 sampel (Kg)	Berat untuk 9 sampel (Kg)
Air	228,6838	0,7351	1,4548	13,0934
Semen	311,1111	1,0000	1,9792	17,8128
Pasir	495,0690	1,5913	3,1495	28,3454
Batu Pecah	1.115,136	3,5844	7,0942	63,8477
SI dan CP	15,556	0,0500	0,0990	0,8906
<b>Jumlah</b>	<b>2.157,778</b>		<b>13,734</b>	<b>120,789</b>

Berdasarkan hasil *mix design* berat beton normal dan berat beton serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) pada tabel 5, 6 dan 7, maka diperoleh hasil analisa nilai berat volume beton segar dengan cara berat beton segar rata-rata dibagi dengan volume benda uji seperti pada Tabel 8. Nilai berat beton segar mengalami penurunan setelah dilakukan penambahan SI dan CP 0,25% dan 0,50%. Hal ini menunjukkan bahwa material SI dan CP berpengaruh terhadap berat beton segar dan nilai kuat tekan karakteristik beton.

Tabel 8. Berat beton segar yang dihasilkan

No	Persentase (%) Sampel Uji	Berat Volume Beton Segar SI (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume Beton Segar CP (kg/m <sup>3</sup> )
1	Normal (0)	2372,74	2372,74
2	0,25	2007,40	2305,03
3	0,50	2003,89	2276,73

Berdasarkan tabel 8, nilai berat volume beton segar setelah penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) menurun jika dibandingkan dengan berat beton volume beton normal. Berat volume beton segar SI 0,25% sebesar 2007,40 kg/m<sup>3</sup>, SI 0,50% sebesar 2003,89 kg/m<sup>3</sup> sedangkan volume beton segar CP 0,25% sebesar 2305,03 kg/m<sup>3</sup>, CP 0,50% sebesar 2276,73 kg/m<sup>3</sup>. Penurunan tersebut dipengaruhi berat material serat ijuk dan cangkang pala yang secara fisik memiliki karakteristik ringan. Nilai persentase SI dan CP semakin tinggi dimasukkan kedalam adukan beton akan mempengaruhi berat volume beton segar. Hasil pengujian kuat tekan karakteristik beton (fck') pada umur 28 hari seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Kuat Tekan Karakteristik Beton fck'

No	Persentase (%) Sampel Uji	Nilai fck' sampel CP (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai fck' sampel CP (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Normal (0)	66,95	66,95
2	0,25	70,32	80,03
3	0,50	66,80	86,13

Berdasarkan tabel 9, nilai hasil pengujian kuat tekan karakteristik (fck') pada beton normal diperoleh 66,95 kg/cm<sup>2</sup>, fck' sampel beton SI 0,25% sebesar 70,32 kg/cm<sup>2</sup>, SI 0,50% sebesar 66,80 kg/cm<sup>2</sup> menurun jika dibandingkan dengan beton normal sedangkan nilai fck' sampel beton CP 0,25% sebesar 80,03 kg/cm<sup>2</sup>, CP 0,50% sebesar 86,13 kg/cm<sup>2</sup> mengalami peningkatan. Nilai kuat tekan beton cangkang pala (CP) 0,25% dan CP 0,50% meningkat sebesar 16,34% dan 22,26% dibanding dengan nilai kuat tekan pada beton normal. Peningkatan nilai kuat tekan memberikan nilai positif terhadap mutu beton dan menjadi solusi dalam mengatasi keterbatasan material konstruksi serta menjadi alternatif penanganan limbah cangkang pala.

Nilai kuat tekan beton serat ijuk (SI) 0,50% menurun dibandingkan beton normal. Penurunan ini dipengaruhi karena semakin besar persentase serat ijuk yang dimasukkan kedalam adukan beton

sehingga mengurangi volume beton yang seharusnya diisi oleh pasta semen dan pemadatan beton masih secara manual sehingga menghasilkan beton poros.

Pada penelitian ini nilai kuat tekan beton serat ijuk (SI) 0,25% meningkat sebesar 4,7% dibanding beton normal. Penjelasan yang serupa pada pengujian beton penambahan serat ijuk 0,25% pada umur 28 hari diperoleh nilai kuat tekan sebesar 238,22 kg/cm<sup>2</sup> atau 24,30 Mpa lebih besar 4,9% dari beton normal [9].

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serat ijuk (SI) dan cangkang pala (CP) pada campuran beton mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton. Dimana nilai kuat tekan beton meningkat pada penambahan SI 0,25% dan menurun setelah penambahan SI 0,5% sedangkan penambahan CP 0,25% dan 0,50% nilai kuat tekan beton meningkat.
2. Nilai kuat tekan karakteristik pada beton normal diperoleh 66,95 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai fck' sampel beton SI 0,25% sebesar 70,32 kg/cm<sup>2</sup>, SI 0,50% sebesar 66,80 kg/cm<sup>2</sup> menurun jika dibandingkan dengan beton normal sedangkan nilai fck' sampel beton CP 0,25% sebesar 80,03 kg/cm<sup>2</sup>, CP 0,50% sebesar 86,13 kg/cm<sup>2</sup> mengalami peningkatan. Nilai kuat tekan beton meningkat sebesar 16,34% dan 22,26% pada umur 28 hari.

Saran dan rekomendasi penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan material serat ijuk dan cangkang pala lokal serta pasir laut sehingga perlu penelitian lanjut dengan kondisi yang sama atau berbeda dengan pasir sungai.
2. Perlu penelitian lanjut menggunakan persentase SI dan CP yang digunakan dibandingkan terhadap berat agregat maupun berat total beton.
3. Penelitian ini menggunakan pemadatan adukan beton secara manual pada cetakan selinder, sehingga disarankan menggunakan mesin getar agar menghasilkan pemadatan yang baik dan beton yang dihasilkan tidak poros.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Fakfak dan Jurusan Teknik Sipil atas dukungan prasarana Laboratorium Uji Bahan pada saat pengujian agregat, pembuatan, serta pengujian kuat tekan benda uji.

## Daftar Pustaka

- [1] Mulyono, T. (2005). Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi Offset.
- [2] Kabupaten Fakfak Dalam Angka 2019. Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak.
- [3] Sheila Hani dan Rini, 2018. Pengaruh Campuran serat pisang terhadap beton. Jurnal Education Building, Vo. 4, No. 1, 40-45.
- [4] Eka D. dan Karolina R., (2013). Pengaruh substitusi tempurung kelapa (endocarp) pada campuran beton sebagai material serat peredam suara.
- [5] Buyung A dan Sarithal, (2010). Beton ringan dari campuran Styrofoam dan serbuk gergaji. Jurnal Aplikasi, Vo. 8, No. 2, 57-66.
- [6] Erwin Romel., (2013). Pembuatan beton ringan dari agregat buatan tambahan plastik. Jurnal Gamma, Vol. 9, No. 1 137-147.
- [7] Erniati B., (2018). Pengaruh cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar terhadap sifat mekanik beton. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Fajar
- [8] SK SNI 03-2847-2002. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, Bandung.
- [9] Tjokrodimuljo, K., 1996. Teknologi Beton, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.
- [10] Budiman, 2018, penambahan serat yang optimal terhadap kuat tekan beton pada beton normal. Jurnal Inovtek Vol. 8 No. 2 November 2018, Politeknik Negeri Bengkalis, Riau. 2018
- [11] Attamimi, Aqilah. 2015. Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir laut dan Pasir Sungai terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-250. Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak.
- [12] SK SNI 03-1974-1990. Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional. 1990.