

PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN BETON f'c 25 MPa

SERWINDA⁽¹⁾

Arifal Hidayat, ST. MT⁽²⁾ dan Pada Lumba, ST. MT⁽²⁾

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian

Email : Ser_winda@yahoo.com

ABSTRAK

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari pabrik hasil penggilingan kelapa sawit. Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan namun masih meninggalkan residu yang cukup banyak artinya limbah pengolahan pabrik sawit berupa cangkang sawit belum termanfaatkan secara optimal. Dalam penelitian ini cangkang kelapa sawit ditambahkan kedalam adukan beton normal f'c 25 MPa dengan variasi penambahan 0%, 10%, 20% dan 30%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang dicapai dari campuran cangkang kelapa sawit dalam beton 25 MPa.

Uji statistik anova (analisa of varian) merupakan salah satu uji komparatif yang menguraikan keragaman total kedalam kompone-komponennya. Sedangkan mungkin komponen tersebut bebas satu terhadap yang lain sehingga dapat ditentukan sebaran dari rasio dua buah komponen keragaman. Disebut dengan analisa ragam karena dari masing-masing sumber keragaman yang digunakan dalam pengujian, yang merupakan praduga tidak biasa dari ragam populasi, jika hipotesis nol yang dikemukakan benar.

Hasil dari perhitungan analisis statistik dengan uji F, diperoleh nilai $F_{hitung} = 0,53$ bila dibandingkan dengan nilai F untuk $F^{0,01}_{tabel} = 7,59$ dan $F^{0,05}_{tabel} = 4,07$. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau pengaruh yang nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton f'c 25 MPa.

Kata kunci: Cangkang kelapa sawit, kuat tekan beton, uji statistik anova.

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur modern. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat kadang-kadang dicampur dengan bahan tambahan yang berupa bahan kimia, serat, bahan non kimia dengan perbandingan tertentu. Penggunaan beton pada dasarnya memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi, perawatan dan pembentukan yang mudah, serta mudah mendapatkan bahan penyusunannya.

Dalam penelitian ini penambahan atau pengganti campuran beton berupa cangkang sawit. Indonesia merupakan salah satu Negara yang terbesar didunia yang memiliki kekayaan alami dari struktur

perkebunan kelapa sawit. Hampir seluruh daerah indonesia memiliki lahan kelapa sawit yang luas dan tidak menutup kemungkinan limbah kelapa sawit akan melimpah pula. Sejauh ini sebagian limbah kelapa sawit telah dimanfaatkan semaksimal mungkin, tapi masih saja limbah hasil pengolahan minyak kelapa sawit tersebut meninggalkan residu yang cukup banyak, artinya limbah pengolahan pabrik sawit berupa cangkang sawit belum termanfaatkan secara optimal.

Salah satu alternatif yang telah dicoba yaitu dengan menggunakan berbagai jenis bahan limbah Sebagai bahan tambah maupun bahan pengganti yang mampu memberikan kontribusi kekuatan pada beton. Dalam penyediaan bahan material yang memenuhi persyaratan ini yang selalu timbul masalah, pada saat ini ditentukan kondisi semakin tidak mudah dan

(1). Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian

(2). Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian

semakin membutuhkan biaya yang besar dalam pengadaan bahan material yang dimaksud. Sehingga mulailah muncul banyak pemikiran untuk bahan material alternatif sebagai pengganti material yang biasa digunakan. Salah satunya adalah limbah cangkang sawit.

Limbah cangkang sawit ini mudah dan murah didapat dan merupakan limbah yang cukup besar. Maka perlu dicari solusi untuk memanfaatkannya yang nantinya

diharapkan menjadi beton yang bermutu tinggi namun tidak menurunkan nilai kuat tekan beton.

BETON

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah.

BAHAN-BAHAN PENYUSUN BETON

Material penyusun beton adalah sebagai berikut :

Semen Portland

Semen portland merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat.

Agregat

Aregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik.

Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN BETON

Cangkang sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Produk samping dari pengolahan kelapa sawit adalah cangkang sawit yang asalnya dari tempurung kelapa sawit.

Tabel 1 Karakteristik cangkang kelapa sawit

Parameter	Hasil (%)
Kadar air (<i>moisture in analysis</i>)	7.8
Kadar abu (<i>ash content</i>)	
Kadar yang menguap (<i>volatile matter</i>)	2.2
Karbon aktif murni (<i>fixed carbon</i>)	69.5

(Sumber : Ma et.al, 2004)

PERANCANGAN CAMPURAN BETON METODE ACI

Penghitungan nilai tambah (*margin*)

$$M = 1,68 \times SD$$

Keterangan :

m = Nilai tambah (MPa)

SD= Standar deviasi (MPa)

Menghitung kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($f'c_r$)

$$f'c_r = f'c + m$$

Keterangan :

$f'c_r$ = Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa)

$f'c$ = Kuat tekan yang diisyaratkan (MPa)

m = Nilai tambah (MPa)

Penetapan nilai *slump*

Nilai slump ditentukan sesuai dengan jenis konstruksi yang direncanakan.

volume agregat halus:

$$\text{volume agregat halus} = BJs - (BA + BS + BAK)$$

Keterangan :

BJs = berat beton segar

BA = berat air

BS = berat semen

BAK = berat agregat kasar

KUAT TEKANAN BETON (f'c)

Kuat teka beton (f'c) dapat dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

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

$$A = s \times s$$

Keterangan :

f'c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (KN)

A = Luas permukaan benda uji (m²)

s = Sisi benda uji (m)

UJI STATISTIK ANOVA

Tabel 2. Distribusi perlakuan cangkang sawit terhadap berat agregat kasar

No	Perlakuan (variabel)	Kuat tekan beton umur 28 hari			Total
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
1	0 %	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	$\sum_{j=1}^3 Y_{1j}$
2	10 %	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	$\sum_{j=1}^3 Y_{2j}$
3	20%	Y ₃₁	Y ₃₂	Y ₃₃	$\sum_{j=1}^3 Y_{3j}$
4	30 %	Y ₄₁	Y ₄₂	Y ₄₃	$\sum_{j=1}^3 Y_{4j}$

(Sumber : Rancangan distribusi perlakuan, 2013)

Jika $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_p = 0$ (Tidak ada pengaruh perlakuan), maka dapat dibandingkan dengan statistik. Dengan titik kritis sebaran F dengan derajat bebas $\{(p-1), p(n-1)\}$ dan pada taraf nyata α yang dipilih (untuk n yang tidak sama, derajat bebas sebaran F adalah $\{(p-1), \sum i(n-1)\}$, seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. Analisis data hasil uji Anova (F_{hitung})

SK	db	JK	KT	F
Perlakuan Galat percobaan	(p-1) (pn-1)	JK _P JK _G	KT _P KT _G	KT _P /KT _G
Total	(pn-1)	JK _T		

(Sumber : Usman, 2006)

Perhitungan analisis statistic Anova (F_{hitung}) adalah sebagai berikut :

$$db_{perlakuan} = (p-1)$$

$$db_{G.perlakuan} = p(n-1)$$

Keterangan :

Db_{perlakuan} = Derajat bebas perlakuan

db_{percobaan} = Derajat bebas galat percobaan

p = Perlakuan

n = Jumlah sampel

2. Menghitung factor koreksi

$$FK = \left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} / p \cdot n \right)^2$$

3. Menghitung jumlah-jumlah kuadrat yang diperlukan

$$JK_{total} = (Y_{1j}^2 + Y_{2j}^2 + Y_{3j}^2 + Y_{4j}^2) - FK$$

$$JK_{Perlakuan} = \left(\left(\sum_{j=1}^3 Y_{1j}^2 \right) + \left(\sum_{j=1}^3 Y_{2j}^2 \right) + \left(\sum_{j=1}^3 Y_{3j}^2 \right) + \left(\sum_{j=1}^3 Y_{4j}^2 \right) / n - FK \right)^2$$

$$JK_{G.Percobaan} = JK_{total} - JK_{Perl}$$

Keterangan :

JK_{Total} = jumlah kuadrat Total

JK_{Perlakuan} = Jumlah kuadrat Perlakuan

JK_{Galat percobaan} = jumlah kuadrat Galat percobaan

4. Menghitung KT setiap sumber keragaman

$$KT_{Perlakuan} = JK_{perlakuan} / db_{perlakuan}$$

$$KT_{Percobaan} = JK_{G.Percb} / db_{percb}$$

Keterangan :

KT_{Perlakuan} = kuadrat tengah Perlakuan

KT_{G.Percobaan} = kuadrat tengah G.percobaan

5. Menghitung F_{hitung}

$$F_{Hitung} = KT_{Perl} / KT_{G.percb}$$

Mendistribusikan F

pada level signifikan F_{kritis} $\alpha = 0.05$ atau 0.01 . Jika F_{hit} > F_{tabel} maka terdapat perlakuan yang sangat nyata, dengan catatan jika $\alpha = 0.05$ disebut berbeda/berpengaruh nyata, dan jika $\alpha = 0.01$ disebut berbeda atau berpengaruh sangat nyata.

ANALISIS HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

Dari hasil analisa saringan terhadap agregat halus termasuk dalam zona II, dimana agregat halus tersebut terdiri dari butiran pasir agak kasar dengan

modulus halus butir (MHB) sebesar 2,26%. Dengan demikian memenuhi syarat standar dan dapat digunakan sebagai material pembentuk beton. Persyaratan modulus halus butir (MHB) agregat halus 1,5 - 3,8%.

Maka $MHB_{\text{agregat halus}} = 2,8\%$

Berat jenis dan penyerapan air

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis agregat halus diperoleh berat jenis bulk sebesar 2,67 gram/cm³, berat jenis SSD 2,73 gram/cm³, dan berat jenis semu 2,83 gram/cm³. Sementara persentase kadar penyerapan air sebesar 2,16%. Dengan demikian hasil pengujian berat jenis ini sesuai dengan standar spesifikasi yang ditetapkan, dimana standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 - 2,85 gram/cm³, dan standar spesifikasi penyerapan air 2 - 7%.

Kadar lumpur

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dari dua kali pengujian mengandung kadar lumpur rata-rata sebesar 3,9 %. Dengan demikian memenuhi syarat standar dan dapat digunakan sebagai material pembentuk beton, dimana standart spesifikasi kadar lumpur harus lebih kecil dari 5%.

Berat isi

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus dalam keadaan gembur sebesar 1,48 gram/cm³. Berat isi agregat halus dalam keadaan padat sebesar 1,50 gram/cm³. Sedangkan standar spesifikasi berat isi yaitu 1,4 -1,9 gram/cm³, itu berarti agregat halus ini dapat digunakan sebagai material pembentuk beton.

Kadar air

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus menunjukkan bahwa kadar air yang terkandung dalam agregat halus rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 0,20 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air yaitu 3%-5%. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah kering

terkena radiasi sinar matahari sebelum dilakukan pengujian.

ANALISIS HASIL PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

Analisa saringan

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar yang digunakan dalam adukan beton memiliki niali butir maksimum 20 mm. Sedangkan nilai modulus halus butir (MHB) agregat kasar sebesar 6,3%. Dengan demikian memenuhi syarat standar dan dapat digunakan sebagai material pembentuk beton. Persyaratan modulus halus butir (MHB) agregat kasar 5-8%. Maka $MHB_{\text{agregat kasar}} = 6,7\%$

Berat jenis dan penyerapan air

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis agregat kasar diperoleh berat jenis bulk sebesar 2,70 gram/cm³, berat jenis SSD 2,74 gram/cm³, dan berat jenis semu 2,83 gram/cm³. Sementara persentase kadar penyerapan air sebesar 1,71%. Dengan demikian hasil pengujian berat jenis ini sesuai dengan standar spesifikasi yang ditetapkan, dimana standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 - 2,85 gram/cm³, dan standar spesifikasi penyerapan air 2 - 7%.

Kadar lumpur

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dari dua kali pengujian mengandung kadar lumpur rata-rata sebesar 0,81%. Dengan demikian memenuhi syarat standar dan dapat digunakan sebagai material pembentuk beton, dimana standart spesifikasi kadar lumpur harus lebih kecil dari 1%.

Berat isi

Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar dalam keadaan gembur sebesar 1,54 gram/cm³. Berat isi agregat kasar dalam keadaan padat sebesar 1,64 gram/cm³. Sedangkan standar spesifikasi berat isi yaitu 1,4 -1,9 gram/cm³, itu berarti agregat kasar ini dapat digunakan sebagai material pembentuk beton.

Kadar air

Hasil pemeriksaan kadar air agregrat kasar menunjukkan bahwa kadar air yang terkandung dalam agregrat kasar rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 1,28 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air yaitu 3%-5%. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah kering terkena radiasi sinar matahari sebelum dilakukan pengujian.

ANALISIS HASIL PEMERIKSAAN CANGKANG SAWIT

Analisa saringan

Pemeriksaan cangkang sawit terhadap analisa saringan disesuaikan dengan hasil pemeriksaan analisa saringan agregrat kasar, hal ini dilakukan karena cangkang sawit tersebut sifatnya sebagai bahan pengganti agregrat kasar. Dari hasil analisa saringan agregrat kasar diperoleh nilai butir maksimum agregrat sebesar 20 mm. Oleh karena itu untuk analisa saringan cangkang sawit yang digunakan harus lolos saringan no ¾" (19 mm) dan tertahan disaringan no 4 (4,75 mm). Dari hasil pemeriksaan nilai modulus halus butir (MHB) cangkang sawit diperoleh nilai sebesar 6,7%.

Maka $MHB_{\text{cangkang sawit}} = 6,7\%$

Berat jenis dan penyerapan air

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis cangkang sawit diperoleh berat jenis bulk sebesar 1,19 gram/cm³, berat jenis SSD 1,40 gram/cm³, dan berat jenis semu 1,50 gram/cm³. Sedangkan penyerapan air sebesar 27,27%.

Kadar lumpur

Hasil pemeriksaan kadar lumpur cangkang sawit dari dua kali pengujian mengandung kadar lumpur rata-rata sebesar 0,86%.

Berat isi

Hasil pemeriksaan berat volume cangkang sawit dalam keadaan gembur sebesar 0,72 gram/cm³.

Berat isi cangkang sawit dalam keadaan padat sebesar 0,74 gram/cm³.

Kadar air

Hasil pemeriksaan kadar air cangkang sawit menunjukkan bahwa kadar air yang terkandung dalam cangkang sawit rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 0,48 %.

HASIL RANCANGAN CAMPURAN BETON METODE ACI

Setelah diadakan pemeriksaan material pembentuk beton, maka didapat data-data yang diperlukan dalam perencanaan campuran beton. Perencanaan campuran beton dilakukan untuk mengetahui komposisi yang tepat antara berat semen, berat masing-masing agregrat dan berat air yang diperlukan untuk mencapai suatu kekuatan yang diinginkan. Hasil perhitungan rancangan campuran dengan metode ACI untuk 1m³ adalah sebagai berikut :

1. Kuat tekan yang diisyaratkan ($f'c$) pada penelitian ini adalah 25 MPa pada umur 28 hari.
2. Menetapkan standar deviasi.
Nilai deviasi standar pada penelitian ini adalah 4,5 MPa. Menghitung nilai tambah (*margin*).
Hasil perhitungan nilai tambah (*margin*) adalah sebagai berikut :
 $m = 1,64 \times SD$
 $m = 1,64 \times 4,5$
 $m = 7,38 \text{ MPa}$
3. Menghitung kuat tekan rata-rata rencana ($fc' r$).
Perhitungan kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($fc' r$) adalah sebagai berikut :
 $fc' r = f'c + m$
 $fc' r = 25 \text{ MPa} + 7,38 \text{ MPa}$
 $fc' r = 32,38 \text{ MPa}$
4. Jenis semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen padang tipe 1.
5. Jenis agregrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregrat alami.
6. Tetapkan nilai slump

Nilai slump pada penelitian ini adalah 70-100 mm. Penetapan nilai slump dapat dilihat pada tabel Tetapkan butir maksimum agregrat
Nilai butir maksimum diperoleh dari analisa saringan terhadap agregrat kasar. Dari hasil analisa saringan tersebut diperoleh nilai butir maksimum sebesar 20 mm.

7. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan jumlah air sebesar 180 liter/m³.
8. Menetapkan nilai faktor air semen.
Nilai faktor air semen dalam penelitian ini adalah sebesar 0,48.
9. Menghitung jumlah semen.
Jadi kadar semennya adalah $180/0,48 = 375 \text{ kg/m}^3$.
10. Tetapkan volume agregrat kasar
volume agregrat kasar sebesar $0,62 \text{ kg/m}^3$.
Dengan berat kering $0,62 \times 1600 \text{ kg/m}^3 = 992 \text{ kg/m}^3$. Berat SSD = $992 \times 1,01 = 1001,92 \text{ kg/m}^3$
11. Volume agregrat halus
hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :
Volume agregrat halus = $B_j - (B_A + B_S + B_{AK})$
 $= 2355 - (180 + 375 + 1001,92)$
 $= 798,08 \text{ kg/m}^3$
12. Hitung proporsi bahan dengan metode volume
Dengan diketahui berat jenis air semen (3,15 gram/cm³), berat jenis bulk agregrat kasar 2,7 gram/cm³, berat jenis bulk agregrat halus 2,67 gram/cm³, agregrat kasar, dan udara dapat dihitung volume absolut per m³ yang ditempati masing-masing bahan. Berikut hasil perhitungannya :
Air = $180/1000$
 $= 0,180 \text{ m}^3$
Semen = $375/(1000 \times 3,15)$
 $= 0,119 \text{ m}^3$
Agregrat kasar = $1001,92/(1000 \times 2,7)$
 $= 0,371 \text{ m}^3$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai total sebesar $0,670 \text{ m}^3$, oleh karena itu agregrat halus harus menempati $1 - 0,670 = 0,33 \text{ m}^3$. Maka berat agregrat halus = $0,33 \times 2,65 \times 1000 = 874,5 \text{ kg/m}^3$. Karena hasil

maka untuk volume agregrat halus yang dipakai adalah $776,45 \text{ kg/m}^3$.

Setelah didapat proporsi campuran beton per m³ secara teoritis, maka langkah selanjutnya dilakukan koreksi proporsi campuran beton. Hal ini dilakukan karena tidak semua agregrat tersebut dalam keadaan jenuh kering pSermukaan (SSD). Maka oleh sebab itu, proporsi campuran beton harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregrat untuk memudahkan pelaksanaan dilaboratorium. Komposisi campuran beton per m³ setelah koreksi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 180 - (0,20 - 2,16) \times 776,45/100 - (1,28 - 1,71) \times 1001,92/100 \\ &= 180 - (-1,96) \times 7,7645 - (-0,43) \times 10,0192 \\ &= 180 - (-15,21) - (-4,308) \\ &= 199,53 \text{ liter/m}^3 \\ \text{AH} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 776,45 + (0,20 - 2,16) \times 776,45/100 \\ &= 776,45 + (-1,96) \times 7,7645 \\ &= 776,45 + (-15,21) \\ &= 761,24 \text{ kg/m}^3 \\ \text{AK} &= D + (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 1001,92 + (1,28 - 1,71) \times 1001,92/100 \\ &= 1001,92 + (-0,43) \times 10,0192 \\ &= 1001,92 + (-4,308) \\ &= 997,61 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

Analisa Komposisi campuran beton untuk 1 buah kubus adalah $0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$ adalah $0,0034 \text{ m}^3$, untuk pelaksanaan pengadukan proposional volumenya ditambah 5%, maka kebutuhan volume beton $0,0034 + (0,0034 \times 5\%) = 0,0036 \text{ m}^3$.

UJI STATISTIK ANOVA

Setelah diketahui kuat tekan beton, maka langkah selanjutnya diadakan uji statistik anova. Berikut hasil uji statistik anava :

Tabel 4 Hasil distribusi perlakuan

No	Perlakuan (variabel)	Kuat tekan beton umur 28 hari			Total
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
1	0%	28,25	31,07	31,07	90,39
2	10%	33,89	34,18	33,89	101,96
3	20%	24,29	24,29	24,29	72,87
4	30%	20,06	20,06	20,34	60,49
					325,68

Tabel 5 Hasil analisis ragam

SK	Db	JK	KT	F
Perlakuan Galat percobaan	3	1409,25	469,75	0,53
	8	7032,76	879,09	
Total	11	8442,01		

(Sumber : Hasil perhitungan, 2013)

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan analisis statistik dengan uji F, diperoleh nilai $F_{Hitung} = 0,53$, bila dibandingkan dengan nilai F untuk $F_{Tabel}^{0,05} = 4,07$, dan $F_{Tabel}^{0,01} = 7,59$, maka $F_{Hitung} < F_{Tabel}^{0,05}$ dan $F_{Hitung} < F_{Tabel}^{0,01}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau pengaruh yang nyata antara kuat tekan beton dengan penambahan cangkang sawit terhadap kuat tekan karakteristik 25 MPa. Dengan demikian berarti hipotesis penelitian H_0 ditolak dan hipotesis H_1 diterima.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan cangkang sawit pada campuran beton dapat memberikan peningkatan pada kuat tekan beton
2. dengan persentase 10% dari berat agregat kasar. Sedangkan pada penambahan cangkang sawit dengan persentase 20% dan 30 % dapat menurunkan kuat tekan beton.
3. Hasil dari perhitungan analisis statistik dengan uji F_{Hitung} Anova, diperoleh nilai $F_{Hitung} = 0,53$, bila dibandingkan dengan nilai F_{Tabel} untuk $F_{Tabel}^{0,01} = 7,59$ dan $F_{Tabel}^{0,05} = 4,07$, maka $F_{Hitung} < F_{Tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau pengaruh yang nyata antara kuat

tekan beton dengan penambahan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton $f'c$ 25 MPa.

SARAN

Adapun saran-saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Dalam penelitian selanjutnya agar menggunakan metode-metode yang berbeda dan data yang berbeda
2. Dalam penelitian ini bisa menjadi acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1991. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton*. SK SNI., 1992. *Pedoman Percobaan Laboratorium Beton*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Arifal Hidayat, MT.2011. *Statistik dan Probabilitas*, Pekanbaru
- Ir. Tri mulyono, MT.2004. *Teknologi beton*, Yogyakarta. Andi
- SK SNI S – 04 – 1989 - F, 1989, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- SK SNI M – 08 – 1989 - F, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 09 – 1989 - F, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 10 – 1989 - F, “ *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 11 – 1989 - F, “*Metode SPengujian Kadar Air Agregat*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 12 – 1989 - F, “*Metode Pengujian Slump Beton*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 13 – 1989 - F, “*Metode Pengujian Berat Isi Beton*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SK SNI M – 14 – 1989 - F, “*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

SK SNI M – 26 – 1990 - F, “*Metode Pengambilan
Contoh Untuk Campuran Beton Segar*”,
Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

SK SNI T – 15 – 1990 – 03, “*Tata Cara Pembuatan
Rencana Campuran Beton Normal*” Dep PU,
Bandung. 1990