PENGARUH PENAMBAHAN CANGKANG SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN BETON F'c 30 MPa

SUPRIYANTO[1]
ARIFAL HIDAYAT, ST, MT[2]
ANTON ARIYANTO, M.Eng[3]

ABSTRAK

Cangkang sawit merupakan limbah dari hasil pengolahan minyak kelapa sawit yang belum termanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Oleh karena itu, saat ini perlu dicoba cangkang sawit tersebut sebagai pengganti sebagian agregrat kasar pada campuran beton yang nantinya diharapkan menjadi beton yang memiliki mutu yang baik namun tidak menurunkan nilai kekuatan beton, serta dapat mengurangi dampak negatif limbah cangkang sawit terhadap lingkungan.

Perencanaan campuran beton menggunakan metode DoE (*Departement of Enviroment*) yang berlaku di Indonesia. Benda uji yang dibuat untuk masing-masing persentase cangkang sawit adalah sebanyak 3 sampel, sampel uji beton menggunakan kubus dengan ukuran 15cm x 15cm 15cm, dan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari.

Dari hasil perhitungan uji *analysis of variance* (Anova), diperoleh nilai F_{Hitung} = 2,67, bila dibandingkan dengan nilai F_{Tabel} untuk $F^{0.05}{}_{Tabel}$ (3.8) = 4,07 dan $F^{0.01}{}_{Tabel}$ (3.8) = 7,59, maka $F_{Hitung} < F^{0,01}{}_{tabel}$ dan $F_{Hitung} < F^{0.05}{}_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau tidak pengaruh nyata antara kuat tekan beton dengan penggunaan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton f'c 30 MPa.

Kata kunci : cangkang sawit, kuat tekan, metode DoE.

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya penggunaan beton sebagai bahan konstruksi disektor pembangunan, menunjukkan juga semakin banyak kebutuhan beton di masa yang akan datang, sehingga hal itu akan mempengaruhi perkembangan teknologi beton dimana akan menuntut inovasi-inovasi baru mengenai beton itu sendiri.

Cangkang sawit merupakan limbah dari hasil pengolahan minyak kelapa sawit yang belum termanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Cangkang sawit berasal dari unit pengolahan kelapa sawit yang mana penanganan limbah tersebut belum ditangani secara baik (Laksmi, 1999). Oleh karena itu, saat ini perlu dicoba cangkang sawit tersebut sebagai pengganti sebagian agregrat kasar pada campuran beton. Di sisi lain jumlah ketersediaan cangkang sawit lebih banyak dan mudah diperoleh.

Kabupaten Rokan Hulu adalah salah satu kabupaten penghasil kelapa sawit terbesar nomor dua di propinsi Riau. Luas perkebunan kelapa sawit berdasarkan data Dinas Perkebunan Kabupaten Rokan Hulu tahun 2011 telah mencapai 570.460 hektar, dengan total produksi tandan buah segar (TBS) sebanyak 6.150.819 ton per tahun, produktifitas CPO sebesar 989.041 ton per tahun di 22 Unit pabrik kelapa sawit yang ada di wilayah Rokan Hulu.

Dengan kondisi tersebut, Kabupaten Rokan Hulu memiliki jumlah limbah cangkang sawit yang cukup besar, maka perlu dicari solusi untuk memanfaatkannya, salah satunya adalah sebagai bahan pengganti agregrat kasar dalam pembuatan beton. Hal itulah yang mendasari saya untuk melakukan penelitian ini karena cangkang sawit merupakan limbah industri pabrik kelapa sawit yang mudah ditemukan dan harganya relatif lebih murah, yang nantinya diharapkan menjadi beton

1, Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian
2, Dosen Pembimbing I
3, Dosen Pembimbing II

yang memiliki mutu yang baik namun tidak menurunkan nilai kekuatan beton, serta dapat mengurangi dampak negatif limbah cangkang sawit terhadap lingkungan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Definisi beton

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971), beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air (tanpa aditif). Sedangkan SK. SNI T-15-1990-03 mendefinisikan beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat.

2.2 Bahan-bahan penyusun beton

Pada umumnya beton terdiri dari ± 15% semen, ± 8% air, ±3% udara selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton (Wuryati Samekto, 2001).

2.2.1 Agregrat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Agregat yang baik harus mempunyai sifat keras, kuat, bersih, tahan lama, butir bulat, serta massa jenis tinggi.

Macam-macam agregrat yaitu :

a) Agregrat halus

   Agregat halus adalah material yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang semua butiran agregratnya lolos saringan no.4 (4,75 mm).

b) Agregrat kasar

   Agregat kasar adalah material yang semua butiran agregratnya tertahan saringan no.4 (4,75 mm).

2.2.2 Semen portland

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan kliker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Fungsi utama semen adalah sebagai perekat. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, oksidabesi, dan oksida-oksida lainnya (Wuryati samekto,2001).

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Kandungan air yang rendah menyebabkan beton sulit dikerjakan, dan kandungan air yang tinggi menyebabkan daya rekatnya berkurang sehingga nilai kuat tekan beton akan menurun.

2.3 Cangkang sawit sebagai campuran beton

Cangkang sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Dalam setiap ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan 21-23% minyak CPO dan 5% kernel atau cangkang sawit (*Indoagri Riau, 2011*). Cangkang sawit ini berpotensi untuk dijadikan bahan tambah dalam beton. Menurut hasil

penelitian (Bambang Subiyanto dkk, 2006), komponen kimia cangkang sawit seperti holoselulosa dan lignin, sebelum dan sesudah dijadikan beton berdasarkan uji statistik tidak mengalami perubahan, sedangkan untuk kadar ekstrak etanol benzena (1:2), kelarutan dalam air panas, kelarutan dalam air dingin mengalami perubahan komposisi.

2.4 Job *mix design* metode DoE

Perencanaan campuran beton dengan metode DoE (*Departement of Environment*) dikenal juga dengan perencanaan adukan cara Inggris (*The British Mix Desing Method*). Di Indonesia cara DOE ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Dalam perencanaan ini digunakan tabel-tabel dan grafik-grafik.

2.5 Kuat tekan beton (f'c)

Kuat tekan beton berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 sebagai beban maksimum per unit luas yang diderita sampel beton sebelum mengalami keruntuhan tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton (f'c) dapat dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

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

$$A = s \times s$$

$$Ptn = \frac{P_n \cdot \alpha_m}{\alpha_n}$$

Keterangan

f'c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (KN)

A = luas permukaaan benda uji (m^2)

Ptn = kuat tekan pada umur transfer hari ke-n (MPa)

Pn = kuat tekan beton pada umur hari ke-n (MPa)

αn = koefisien umur transfer pada hari umur transfer

αm = koefisien umur transfer sesuai umur pengujian.

2.6 Uji statistik Anova

Dari hasil penelitian penggunaan cangkang sawit terhadap beton, bagaimanakah pengaruh penggunaan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton. Untuk menjawab pertanyaan tersebut maka penulis menggunakan uji statistik berdasarkan distribusi perlakuan pada tabel 2.1 dengan uji statistik Anova (*analysis of variance*). Sebelum Anova persyaratan yang harus dipenuhi adalah (Usman, 2006):

1. Data harus berdistribusi normal
2. Data harus homogen
3. Data dipilih secara acak

Tabel 2.1 Distribusi perlakuan

No	Perlakuan	Kuat tekan beton umur 28 hari			Total
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
1	0 %	$Y1_1$	$Y1_2$	$Y1_2$	$\sum_{j=1}^{3} Y_{1j}$
2	5 %	$Y2_1$	$Y2_2$	$Y2_2$	$\sum_{j=1}^{3} Y_{2j}$
3	10%	$Y3_1$	$Y3_2$	$Y3_2$	$\sum_{j=1}^{3} Y_{3j}$
4	15 %	$Y4_1$	$Y4_2$	$Y4_3$	$\sum_{j=1}^{3} Y_{4j}$

(Sumber : Rancangan distribusi perlakuan, 2013)

Tabel 2.2 Analisis data hasil uji statistik Anova

SK	db	JK	KT	F
Perlakuan	(p-1)	JK_P	KT_P	KT_P/KT_G
Galatpercobaan	(pn-1)	JK_G	KT_G	
Total	(pn-1)	JK_T		

(Sumber : Usman, 2006)

Langkah perhitungan analisis statistik Anova adalah sebagai berikut :

1. Menghitung derajat bebas :

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

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

2. Menghitung Faktor Koreksi :

$FK = (\sum_{i-1}^{p} \sum_{j-1}^{n} Y_{ij})^2 / p.n$

3. Menghitung jumlah-jumlah kuadrat yang

$JK_{total} = \sum_{i-1}^{p} \sum_{j-1}^{n} Y_{ij}^2 - FK$

$JK_{Perlakuan} = \sum_{i-1}^{p} (\sum_{j-1}^{n} Y_{ij})^2 - FK$

$JK_{G.Percobaan} = JK_{Perlakuan} - JK_{Total}$

4. Menghitung KT setiap sumber keragaman

$KT_{Perlakuan} = JK_{perl} / db_{Perl}$

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

5. Menghitung F_{Hitung}

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

6. Bandingkan F_{Hitung} dengan F_{Tabel} α = 0.05 atau 0.01

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2013 di Laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. Pada penelitian ini menggunakan bahan cangkang sawit dengan persentase 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat agregrat kasar. Benda uji sebagai sampel kuat tekan beton menggunakan kubus ukuran 15cm x 15cm x 15 cm sebanyak 3 sampel untuk tiap persentase cangkang sawit.

Dalam penelitian ini, prosedur penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. Percobaan pendahuluan

   Dalam percobaan pendahuluan ini dilakukan pemeriksaan alat labor dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Percobaan pendahuluan meliputi pemeriksaan agregat halus, agregat kasar dan cangkang sawit meliputi : analisa saringan, modulus halus butir, kadar air, kadar lumpur, berat isi, dan berat jenis.

2. Percobaan akhir

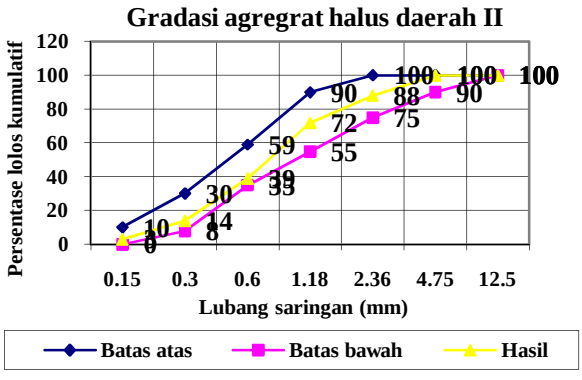
   tahap-tahap percobaan akhir ini meliputi pekerjaan persiapan, *job mix design* metode DoE *(Departement of Enviroment*), pengadukan, uji *slump*, pencetakan, perawatan, dan tahap pengujian kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari, untuk umur beton 28 hari dilakukan dengan mengkonversikan nilai kuat tekan beton.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan agregrat halus

1. Analisa saringan

   Hasil pemeriksaan terhadap agregat halus termasuk ke dalam gradasi daerah II, terdiri dari butiran pasir agak kasar dengan modulus halus butir (MHB) sebesar 2,8% dan memenuhi standar dimana persyaratan standar MHB agregat halus menurut *brirtish standar* sebesar 1,5-3,8 (Mulyono, 2004). Hasil dari gradasi terhadap agregat halus tersebut disajikan pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Gradasi agregrat halus
(Sumber : Hasil penelitian lab bahan UPP,2013)

2. Berat jenis dan penyerapan air

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis agregat halus diperoleh berat jenis semu sebesar 2,82 gram/cm^3, berat jenis kering 2,65 gram/cm^3, dan berat jenis SSD 2,71 gram/cm3. Sementara persentase kadar penyerapan agregat halus sebesar 2,34%. Berat jenis yang sesuai standar spesifikasi yaitu 2,58 s/d 2.83 gram/cm^3.

3. Kadar lumpur

Kadar lumpur dalam agregat halus dari 2 kali pengujian mengandung kadar lumpur rata-rata sebesar 2,78% dan lebih kecil dari 5% kadar lumpur maksimal seperti yang disyaratkan, sehingga kadar lumpur memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai campuran beton.

4. Berat isi

Hasil pemeriksaan terhadap berat isi agregat halus meliputi pemeriksaan berat isi padat agregat halus sebesar 1,52 gram/cm³ dan berat volume gembur agregat halus sebesar 1,49 gram/cm³. Berat isi standar menurut brirtish sebesar 1,4-1,9 gram/cm³.

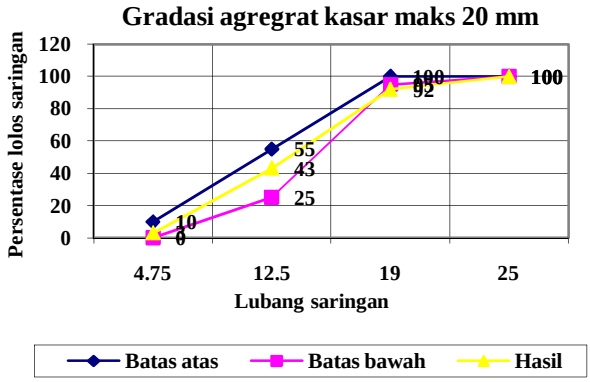
5. Kadar air

Hasil pemeriksaan terhadap kadar air agregat halus menunjukkan bahwa kadar air yang terkandung dalam agregat halus rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 1,72 %. Persentase kadar air menurut british standar sebesar 3-5%. Hasil pemeriksaan tidak memenuhi persyaratan karena material mengalami penyusutan kadar air dan telah kering terkena radiasi sinar matahari daan suhu yang tinggi di tempat penelitian.

4.2 Pemeriksaan agregrat kasar

1. Analisa saringan

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar yang digunakan dalam adukan beton memiliki nilai butir maksimum sebesar 20 mm. Sedangkan modulus halus butir kerikil sebesar 6,6%. memenuhi standar dimana persyaratan standar MHB agregat kasar menurut *brirtish standar* sebesar 5-8%. Hasil dari gradasi terhadap agregat kasar tersebut disajikan pada gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4.2 Gradasi agregrat kasar
(Sumber : Hasil penelitian lab bahan UPP, 2013)

2. Berat jenis dan penyerapan air

Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis agregat kasar diperoleh berat jenis semu agregat kasar sebesar 2,80 gram/cm^3, berat jenis kering agregat kasar adalah 2,63 gram/cm^3, dan berat jenis SSD agregat kasar adalah 2,69 gram/cm^3. Sementara persentase kadar penyerapan agregat kasar sebesar 2,23%. Berat jenis yang sesuai standar spesifikasi yaitu 2,58 s/d 2.83 gram/cm^3.

3. Kadar lumpur

Kadar lumpur rata-rata yang terkandung dalam agregat kasar diperoleh dari dua kali pengujian menunjukkan bahwa agregat kasar mengandung kadar lumpur sebesar 0,57% lebih kecil dari 1% seperti yang disyaratkan.

4. Berat isi

Hasil pemeriksaan berat isi padat agregat kasar sebesar 1,62 gr/cm^3 dan berat isi gembur sebesar 1,57 gr/cm^3, standar berat isi agregrat kasar adalah 1,4-1,9 gram/cm³. Ini

membuktikan bahwa agregat kasar yang akan digunakan dapat dipakai.

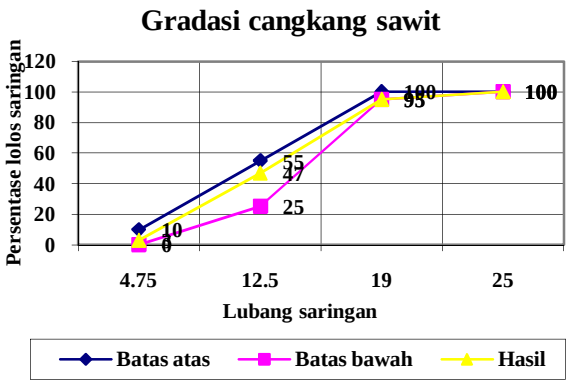
5. Kadar air

   Hasil pemeriksaan kadar air yang terkandung pada agregat kasar menunjukkan bahwa kadar air rata-rata yang diperoleh dari hasil pengujian sebanyak dua kali sebesar 0,72%. Persentase kadar air menurut british standar sebesar 3-5%. Hasil pemeriksaan tidak memenuhi persyaratan karena material mengalami penyusutan kadar air dan telah kering terkena radiasi sinar matahari daan suhu yang tinggi di tempat penelitian.

4.3 Pemeriksaan cangkang sawit

1. 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 pemeriksaan nilai modulus halus butir (MHB) cangkang sawit diperoleh nilai sebesar 6,7%. %. Hasil dari gradasi terhadap cangkang sawit tersebut disajikan pada gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3 Gradasi agregrat kasar maks 20 mm
(Sumber : Hasil penelitian lab bahan UPP, 2013)

2. Berat jenis dan penyerapan air

   Hasil pemeriksaan rata-rata berat jenis cangkang sawit diperoleh berat jenis bulk sebesar 1,18 gram/cm³, berat jenis SSD 1,39 gram/cm³, dan berat jenis semu 1,49 gram/cm³. Sedangkan penyerapan air sebesar 17,31%.

3. Kadar lumpur

   Hasil pemeriksaan kadar lumpur cangkang sawit dari dua kali pengujian mengandung kadar lumpur rata-rata sebesar 0,46%.

4. Berat isi

   Hasil pemeriksaan berat isi cangkang sawit dalam keadaan gembur sebesar 0,71 gram/cm³. Berat isi cangkang sawit dalam keadaan padat sebesar 0,75 gram/cm³.

5. 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 0,16 %.

4.4 Rancangan campuran beton

Setelah diadakan pemeriksaan material pembentuk beton, maka didapat data-data yang diperlukan dalam perencanaan campuran beton. Hasil perhitungan rancangan campuran beton dengan metode DoE 1m³ adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rancangan campuran beton metode DoE per m^3 secara teoritis

Uraian	Nilai
Kuat tekan yang disyaratkan	f'c 30 MPa
Deviasi standar	4,2 MPa
Nilai tambah (*margin*)	6,81 MPa
Kuat tekan rata-rata rencana	36,81 MPa
Jenis semen	Semen Padang tipe 1
Jenis agregrat halus dan kasar	Alami
Faktor air semen	0,55
Faktor air semen maksimum	0,6
Slump	60-100 mm
Ukuran agregrat maksimum	20 mm
Kadar air bebas	195 liter/m³
Kadar semen	354,55 kg/m³
Kadar semen minimum	275 kg/m³

Uraian	Nilai
Gradasi agregrat halus	Daerah II
Persentase agregrat halus	48 %
Persentase agregrat kasar	52%
Berat jenis relatif agregrat	2,7 gram/cm³
Berat jenis beton	2425 kg/m³
Kadar agregrat gabungan	1875,45 kg/m³
Kadar agregrat halus	900,22 kg/m³
Kadar agregrat kasar	975,23 kg/m³

(Sumber : hasil perhitungan, 2013)

Tabel 4.2 Komposisi campuran beton per m³ setelah koreksi

Bahan	Kebutuhan
Semen	354,55 kg/m³
Agregrat halus	894,64 kg/m³
Agregrat kasar	960,50 kg/cm³
Air	215,31 liter/m³

(Sumber : hasil perhitungan, 2013)

Tabel 4.3 Komposisi campuran beton dengan penggunaan cangkang sawit untuk 24 buah kubus

Bahan	Persentase cangkang sawit			
	0%	5%	10%	15%
Semen (kg)	7,66	7,66	7,66	7,66
Agregrat halus (kg)	19,32	19,32	19,32	19,32
Agregrat kasar (kg)	20,75	16,60	12,45	8,30
Air (ltr)	4,65	4,65	4,65	4,65
Cangkang sawit (kg)	0	4,15	8,30	12,45

(Sumber : hasil perhitungan, 2013)

4.5 Pengujian *Slump*

Hasil pengujian *slump* untuk setiap adukan dari masing-masing pengujian sebaga berikut :

Tabel 4.4 Hasil pengujian nilai *slump*

No	Persentase cangkang sawit	*Slump* test (mm)		Rerata
		I	II	
1	0%	75	75,7	75,4
2	5%	77,2	77,5	77,4
3	10%	79,4	79,6	79,5
4	15%	80,1	81	80,6

(Sumber : Hasil penelitian lab teknik sipil UPP, 2013)

Dari hasil pengujian nilai *slump* yang dihasilkan terlihat bahwa nilai *slump* dipengaruhi oleh persentase penggunaan cangkang sawit yang dicampurkan. Semakin besar persentase cangkang sawit, semakin besar nilai *slump* yang diperoleh. Hal ini karena terlalu sedikitnya air yang mampu diserap oleh cangkang sawit.

4.6 Pengujian kuat tekan beton

Berikut hasil pengujian kuat tekan beton :

Tabel 4.5 Pengujian kuat tekan beton

Umur beton	Kuat tekan beton rata-rata yang dihasilkan(MPa)			
	0%	5%	10%	15%
7 hari	19,85	21,19	18,22	17,48
14 hari	26,81	28,74	24,59	23,70
28 hari	30,54	32,60	28,03	26,89

(Sumber : Hasil penelitian lab teknik sipil UPP, 2013)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton terlihat bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan pada penggunaan cangkang sawit 5%. Hal ini disebabkan cangkang sawit mampu bereaksi dalam campuran pasta beton menggantikan sebagian agregrat kasar. Pada penggunaan cangkang sawit dengan persentase 10% dan 15% terjadi penurunan nilai kuat tekan beton, hal ini disebabkan karena semakin banyaknya komposisi cangkang sawit dalam beton tersebut. Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang diisyaratkan tercapai, terbukti dari hasil perhitungan kuat tekan beton tanpa penggunaan cangkang sawit menghasilkan nilai kuat tekan 30,54 MPa lebih dari 30 MPa sebagaimana yang diisyaratkan. Untuk nilai kuat tekan rata-rata rencana (yang ditargetkan) tidak tercapai, karena hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan nilai kuat tekan beton rata-rata lebih kecil dari 36,81 MPa.

4.7 Uji hipotesis

Setelah diketahui nilai kuat tekan beton, maka langkah selanjutnya diadakan uji hipotesis. Adapun hasil perhitungan statistik Anova disajikan dalam tabel analisis ragam berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil analisis uji Anova

SK	db	JK	KT	F_{Hitung}
Perlakuan	3	21085,87	7028,62	2,67
Galat percobaan	8	21025,25	2628,16	
Total	11	60,62		

(Sumber : hasil perhitungan, 2013)

Berdasarkan hasil dari perhitungan analisis statistik dengan uji Anova, diperoleh nilai F_{Hitung} = 2,67, bila dibandingkan dengan nilai F_{Tabel} untuk $F^{0.05}{}_{Tabel}$ (3.8) = 4,07 dan $F^{0.01}{}_{Tabel}$ (3.8) = 7,59, maka $F_{Hitung} < F^{0,01}{}_{tabel}$ dan $F_{Hitung} < F^{0.05}{}_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau tidak pengaruh nyata antara kuat tekan beton dengan penggunaan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton f'c 30 MPa.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Penggunaan cangkang sawit pada campuran beton dapat memberikan peningkatan pada kuat tekan beton dengan persentase 5% dari berat agregrat kasar. Sedangkan pada penggunaan cangkang sawit dengan persentase 10% dan 15 % dapat menurunkan kuat tekan beton.
2. Kuat tekan maksimum yang dihasilkan sebesar 32,60 MPa pada persentase penggunaan cangkang sawit 5%, sedangkan kuat tekan minimum sebesar 26,89 MPa pada persentase penggunaan cangkang sawit 15%.
3. Dari hasil perhitungan uji *analysis of variance* (Anova), diperoleh nilai F_{Hitung} = 2,67, bila dibandingkan dengan nilai F_{Tabel} untuk $F^{0.05}{}_{Tabel}$ (3.8) = 4,07 dan $F^{0.01}{}_{Tabel}$ (3.8) = 7,59, maka $F_{Hitung} < F^{0,01}{}_{tabel}$ dan $F_{Hitung} < F^{0.05}{}_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau tidak pengaruh nyata antara kuat tekan beton dengan penggunaan cangkang sawit terhadap kuat tekan beton f'c 30 MPa.

5.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sifat fisika maupun kimiawi dari cangkang sawit murni dan pengaruh-pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.
2. Perlu dicoba dengan *job mix design* yang lain sebagai bahan perbandingan kuat tekan yang mampu dihasilkan.
3. Untuk mutu beton f'c 30 MPa sebaiknya menggunkan batu pecah, karena mutu beton tersebut termasuk dalam mutu beton kelas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Arifal, 2010, "Buku Ajar Statistik dan Probabilitas" : Universitas Pasir Pengaraian

http://www.cangkangkelapasawit.com/mengenai-cangkang-sawit

http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab2Doc/2007-1-00354-SP%20BAB%20II.doc

http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tpsur/images/stories/perbenihan/ksw.pdf

Mulyono, Tri, 2004, "Teknologi Beton", Andi :Yogyakarta

Nugroho, Paul, Antoni, 2007, "Teknologi Beton", Andi : Yogyakarta

Subiyanto, Bambang, dkk, 2006, "Komposisi kimia dalam cangkang sawit murni": Jurnal Teknik Sipil

Usman, H, Dr. Prof., 2006, "Pengantar Statika", Bumi Aksara: Jakarta

Yarman, Edi, 2006, "Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Cangkang Sawit Terhadap kuat tekan beton K-200" : Politeknik Pasir Pengaraian