

PENGARUH LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN BERAT BETON

Oleh :

1. Raja Marpaung
2. Lina Flaviana Tilik

ABSTRACT

Concrete as a building material favored by many experts in the field of structure, because it is easily formed, prepared and executed, and mixtures of materials are easy to obtain. However, conventional concrete still shows many weaknesses, including structure components which is relatively heavy, and relatively not too high in strength (when compared to steel). For that reason, research and innovation of materials are required to obtain a concrete mixture able to produce concrete that is lightweight but high strength. Material innovation is done by using lightweight aggregate as coarse aggregate substitute in the form of oil palm shell waste which still untapped by industries. This was chosen as the waste oil palm shells as aggregate qualify mild violence and have a good and not easily damaged in the concrete.

The study was conducted to determine and compare the value of compressive strength, tensile strength and heavy volume concrete produced from a mixture of concrete with substitution of oil palm shells with coarse aggregate with a variation of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. Quality concrete planned in this study is K-250.

The test result shows that the oil palm shell concrete mixed, results compressive strength, tensile strength of concrete is lower and lighter weight concrete, the more the percentage of oil palm shells is substituted with coarse aggregate, the more decline the compressive strength, tensile strength of concrete will be, but weight concrete is also lighter. Percentage reduction in compressive strength of the smallest obtained in a mixture of oil palm shell concrete + 28 days is 29.31% - 69.39%., The decrease percentage in tensile strength is obtained in a mixture of oil palm shell concrete age of 28 days which is 30.55 % - 99.66%., and the percentage reduction of weight concrete mixture obtained in most large oil palm shell concrete + 28 days is 1.70% - 23.03 %.The biggest ratio of f_t / f_c is obtained on OPS concrete mixture of 28 days which is 11.69% in the variation OPS 10%, whereas in the OPS mixture of 40% and 50% ratio f_t / f_c is very small.

Keywords: Weight Concrete, Shell Oil Palm, strength

A. PENDAHULUAN

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan banyak disukai oleh para ahli struktur, karena beberapa keunggulannya yaitu sangat mudah dibentuk, mudah dibuat dan dilaksanakan, dan bahan campurannya mudah didapat.

Namun demikian, beton konvensional masih menunjukkan banyak kelemahan, diantaranya komponen struktur bangunannya relatif berat, dan kekuatannya relatif tidak tinggi (bila dibandingkan misalnya dengan baja).

Untuk itu bidang rekayasa material saat ini terus mengupayakan penelitian dan inovasi material untuk mendapatkan suatu campuran beton yang menghasilkan beton yang ringan tapi kekuatannya tinggi. Maka sekarang diupayakan suatu agregat pengganti yang ringan dan mudah didapat tanpa mengabaikan sifat dan peran agregat tersebut dalam campuran beton.

Cangkang kelapa sawit, salah satu limbah pabrik sampai sekarang belum termanfaatkan dan menumpuk ditempat pembuangannya. Maka sehubungan dengan hal di atas maka limbah cangkang kelapa sawit dapat diteliti sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton, karena limbah cangkang beton memiliki sifat-sifat yang mirip dengan batu pecah tetapi beratnya lebih ringan.

Bertitik tolak dari studi eksperimental yang telah dilakukan sebelumnya tentang penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton, berat beton tanpa perawatan dengan variasi 5%, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 %, (Efran Wijaya, 2007) dan juga eksperimental yang sama komposisinya dengan di atas tetapi dengan perawatan (Herta Putra Praja, 2007), maka dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton, kuat tarik beton, berat beton dengan variasi persentase cangkang kelapa sawit yang lebih banyak yaitu 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 %.

40 % dan 50 % dengan perawatan (*curing*) selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari..

B. TINJAUAN PUSTAKA

Bahan dasar pembentuk beton yaitu semen, pasir, agregat kasar, dan air tanpa adanya bahan tambahan lain. Material yang digunakan dalam pembuatan beton haruslah berkualitas baik dengan memenuhi syarat yang telah ditentukan.

1. Cangkang Kelapa Sawit (OPS)

Bahan tambahan campuran beton adalah limbah cangkang kelapa sawit sebagai substitusi terhadap agregat kasar. Bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit yang mempunyai kekerasan yang baik dan tidak mudah rusak di dalam beton.

Penggunaan cangkang kelapa sawit ini dalam campuran beton tidak perlu melakukan penambahan bahan *additive* atau semen *portland* yang sesuai dengan unsur-unsur reaktif alkali, karena cangkang kelapa sawit tidak mengandung unsur-unsur reaktif alkali yang berbahaya terhadap beton. Unsur-unsur kimia yang dikandung cangkang kelapa sawit tidak mempengaruhi sifat beton ringan. (Bambang Subyanto, Hasan Basri, Linda Nurmala Sari, Triastuti dan Yetvi Rosalita, 2007). Menurut SNI 03-2847-2002 Agregat yang dalam keadaan kering dan gembur mempunyai berat isi 1100 kg/m³ atau kurang dapat digunakan sebagai agregat beton ringan, dan menghasilkan berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³. Cangkang kelapa sawit mempunyai berat jenis sekitar 500-600 Kg/m³, ini termasuk dalam klasifikasi beton ringan. (Teo, Abdul Mannan dan John V. Kurian, 2006)

Sedangkan perbandingan sifat cangkang kelapa sawit dan agregat batu granit adalah seperti pada tabel berikut : (Teo, Abdul Mannan dan John V. Kurian, 2006)

Tabel 1 Perbandingan Agregat Batu Garnit dan Cangkang Kelapa Sawit (OPS)

Jenis Pengujian	Batu Granit	Cangkang Kelapa Sawit (OPS)
Ukuran maksimum, mm	12,5	12,5
Berat jenis SSD	2,59	1,17
Berat kering, kg/m ³	1490	500-600
Modulus kehalusan	6,66	6,08
Nilai Los Angeles Abrasi, %	20,30	4,90
Nilai Tumbukan agregat, %	13,95	7,51
Nilai Kehancuran Agregat, %	19,00	8,0
Penyerapan Air, %	3,89	33,0

2. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Beton harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari f'c rencana.

Perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku. Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah ASTM, ACI, JIS, ataupun SNI. Perancangan tersebut juga dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang harus memenuhi kinerja utamanya yaitu kuat tekan sesuai rencana dan mudah dikerjakan (*workability*) (Tri Mulyono 2003).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton tersebut, yaitu : proporsi bahan-bahan penyusunannya, metode perancangan, perawatan dan keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat. (Tri Mulyono 2003)

Nilai kuat tekan diperoleh dari rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

f_c' = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

3. Beton Ringan

Penggolongan kelas pada beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan minimum yang harus dipenuhi, telah dirumuskan oleh Dobrowolski, dikenal dengan standar Dobrowolski. Secara umum, pembagian kelas beton ringan, antara lain (Deni, Zaini, Muljadi, 2008);

1) Non-Struktur untuk beton dengan berat jenis 0,24 – 0,8 g/cm³ dan kuat tekan 0,35 – 7 MPa. Aplikasi secara umum adalah untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.

2) Struktur untuk beton dengan berat jenis 0,8 – 1 g/cm³ dan kuat tekan 7 – 17 MPa. Aplikasi secara umum adalah untuk dinding yang memikul beban.

3) Struktur untuk beton dengan berat jenis 1,4 – 1,8 g/cm³ dan kuat tekan > 17 MPa. Aplikasi secara umum adalah seperti halnya beton normal.

3. Kuat Tarik Beton

Beton adalah merupakan bahan bangunan yang bersifat getas, karena nilai kuat tarik beton relatif kecil dibandingkan dengan kuat tekannya. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9 % - 15 % dari kuat tekannya.

Untuk mengetahui kuat tarik beton dapat dilakukan dengan cara uji spesimen silinder, dengan memberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat mesin percobaan.. Sehingga tegangan tarik dihitung dengan persamaan : (Edward G.Nawy 1990)

$$f_t = \frac{2 P}{\pi D L}$$

Dimana :

- f_t = kuat tarik beton (kg/cm^2)
- P = beban maksimum (kg)
- D = diameter benda uji silinder (cm)
- L = tinggi benda uji silinder (cm)

C. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pasir berasal dari Tanjung Raja (OKI), Sumatera Selatan.
- b. Batu pecah (*split*) dari Lahat dengan ukuran $\frac{1}{2}$ atau $\frac{2}{3}$.
- c. Semen Portland Type I produksi PT Semen Baturaja.
- d. Air dari PDAM
- e. Cangkang Kelapa Sawit sebagai substitusi agregat kasar diambil dari PT. Sriwijaya Palm Oil Indonesia di Tanjung Api-api Sumatera Selatan.
- f. Cetakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kubus $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ dan untuk uji tarik silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm .
- g. Alat Uji Tekan dan Uji Tarik

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan material. Pengujian material dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Bahan yang diuji yaitu agregat halus (pasir), agregat kasar atau batu pecah (*split*) dan Cangkang Kelapa Sawit

.Setiap campuran dilakukan dengan masing-masing 4 benda uji, sehingga jumlah total seluruh benda uji 200 buah untuk uji tekan dengan variasi campuran beton OPS 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % dan umur beton 7, 14, 21, dan 28

hari dan 20 benda uji untuk uji tarik pada umur 28 hari dengan perawatan (*curing*)

Metode perhitungan rancangan campuran beton menggunakan SNI-03-2834-1993.

Dalam perencanaan awal mutu beton direncanakan K-250.

D. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Dari hasil *Mix Desain* (SNI) beton K-250 Campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini :

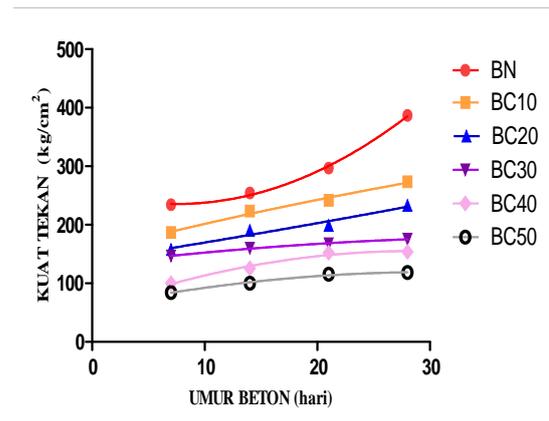
Tabel 2 Tabel Campuran Beton untuk volume 1 m^3

NO.	Bahan	Perbandingan (kg)	w/c
1	Semen	351,63	0,583
2	Agregat halus	696,92	
3	Agregat kasar 2/3	568,54	
4	Agregat kasar $\frac{1}{2}$	568,54	
5	Air	205	

Selanjutnya untuk komposisi campuran beton variasi persentase cangkang kelapa sawit 10 %, 20 %, 30 %, 40 % , 50 % yaitu dengan substitusi berat OPS dengan gregat kasar atau batu pecah..

1. Analisis Kuat Tekan Beton

BC = Beton Cangkang Kelapa Sawit



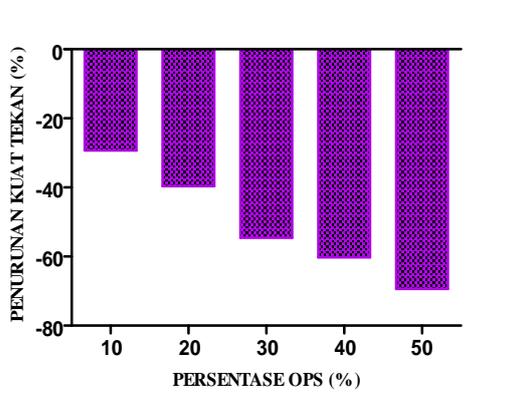
Gambar 1 Kurva Perbandingan Beton Normal dengan Beton OPS

Dari kurva di atas ternyata dengan penambahan Cangkang Kelapa Sawit (OPS) sebagai substitusi terhadap agregat kasar sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan.

Dengan substitusi cangkang kelapa sawit (OPS), 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 %, kuat tekan rata-rata beton menurun dibandingkan dengan kuat tekan beton normal pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton yang dihasilkan oleh beton OPS mengalami penurunan terhadap kuat tekan rata-rata beton normal. Semakin besar persentase OPS yang disubstitusikan terhadap agregat kasar maka penurunan kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan terhadap kuat tekan rata-rata beton normal juga semakin besar.

Persentase penurunan kuat tekan rata-rata beton cangkang kelapa sawit (OPS) terhadap kuat tekan beton normal : umur 7 hari 20,38 % - 63,98%, umur 14 hari 12,23 % - 60,70 %, 21 hari 18,54 % - 61,05 % dan umur 28 hari 29,31 % - 68,39 %.



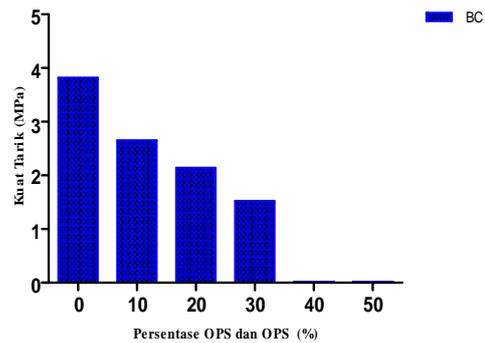
Gambar 2 Perbandingan Penurunan Kuat Tekan Beton OPS terhadap Kuat Tekan Beton Normal

2. Analisa Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton (*splitting test*) dilakukan pada saat umur benda uji 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Data yang akan disajikan dalam bentuk kurva adalah nilai kuat tarik dari 4 benda uji setiap kombinasi campuran beton akibat Substitusi OPS dengan agregat Kasar 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 %.

Tabel 3 Kuat Tarik rata-rata Beton Akibat Substitusi OPS dengan agregat Kasar 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 %.

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tarik Beton Umur 28 hari (Kg/cm ²)
1	BN	38,20
2	BC10	26,53
3	BC20	21,40
4	BC30	15,21
5	BC40	0,14
6	BC50	0,13



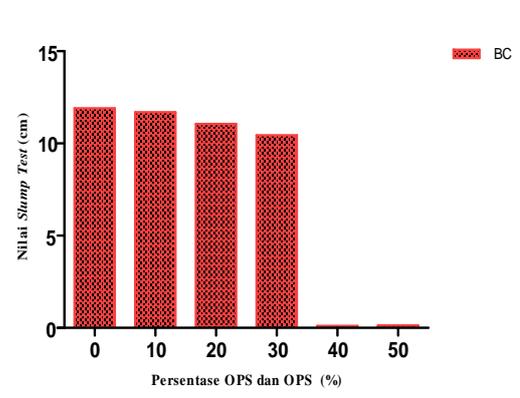
Gambar 3 Perbandingan Kuat Tarik Beton OPS (*Oil Palm Shell*) Terhadap Kuat Tarik Beton Normal Umur 28 hari

Dari gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa kuat tarik beton yang dihasilkan oleh beton OPS mengalami penurunan terhadap kuat tarik beton normal pada umur 28 hari.

Semakin besar persentase substitusi OPS terhadap agregat kasar maka kuat tarik beton yang dihasilkan semakin menurun, bahkan pada campuran beton dengan persentase OPS 40 % dan 50 % nilai kuat tarik beton yang dihasilkan sangat kecil yaitu 0,013 MPa dan 0,012 MPa.

3. Rasio Perbandingan Kuat Tarik Beton Terhadap Kuat tekan Beton

Untuk membandingkan nilai kuat tekan beton terhadap kuat tarik yang pengujiannya menggunakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka nilai kuat tekan rata-rata beton harus dikonversi dengan nilai 0,83 dengan satuan N/mm² (MPa).

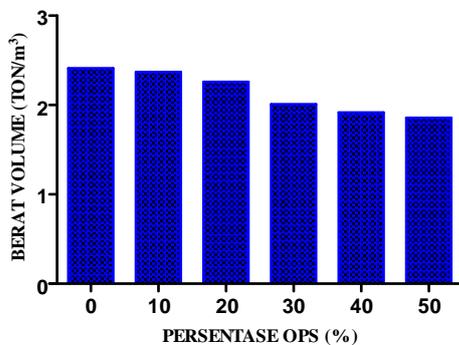


Gambar 4 Perbandingan Rasio Kuat Tarik Beton terhadap Kuat Tekan Beton OPS pada Umur Beton 28 Hari

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar persentase (OPS) terhadap agregat kasar, maka rasio perbandingan kuat tarik beton dengan kuat tekan beton yang dihasilkan semakin menurun.

Pada campuran beton OPS 0 %, 10 %, 20 % dan 30 % rasio perbandingan kuat tarik beton dengan kuat tekan beton yang dihasilkan sudah memenuhi syarat yaitu 9 % - 15 %, akan tetapi pada campuran beton OPS 40 % dan 50 % rasio perbandingan kuat tarik beton dengan kuat tekan beton yang dihasilkan sangat kecil dan hampir sama dengan nol.

4. Analisa Berat Volume Beton

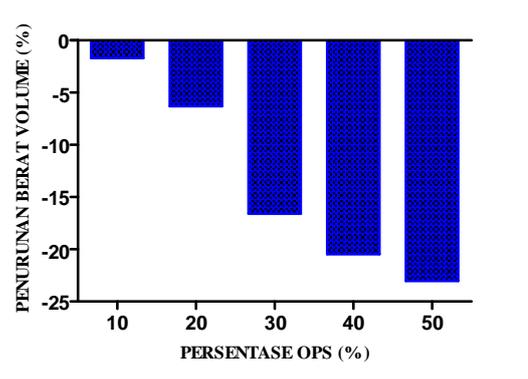


Gambar 5 Perbandingan Berat Volume Beton OPS dengan Berat Volume Beton Normal pada Umur 28 hari

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa berat volume beton yang dihasilkan oleh campuran beton cangkang kelapa sawit (OPS) mengalami penurunan dibandingkan dengan berat volume beton normal pada umur 28 hari.

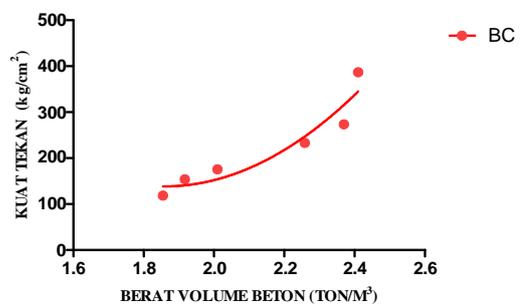
Semakin besar persentase substitusi OPS maka berat volume beton yang dihasilkan juga semakin besar penurunannya.

Persentase penurunan berat volume beton OPS dibandingkan dengan berat volume beton normal : untuk umur 7 hari 0,93 % - 21,71 %, umur 14 hari 1,26 % - 22,25 %, umur 21 hari 1,37 % - 22,85 %, dan umur 28 hari 1,70 % - 23,03 %.



Gambar 6 Persentase Penurunan Berat Volume Beton OPS dengan Berat Volume Beton Normal pada Umur 28 hari

5. Analisa Kuat Tekan Beton dan Berat Volume Rata-rata Beton OPS



Gambar 7 Kurva hubungan Kuat Tekan Beton dengan Berat Volume Rata-rata beton OPS

Dari gambar 7 di atas menunjukkan menunjukkan bahwa dengan menurunnya berat volume rata-rata beton dihasilkan maka kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan juga mengalami penurunan.

Semakin besar persentase campuran beton cangkang kelapa sawit (OPS) substitusi agregat kasar maka semakin ringan berat volume rata-rata beton yang dihasilkan dan semakin menurun pula kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan. Dari data-data hasil percobaan di atas pada campuran beton substitusi OPS dengan agregat kasar 50% (maksimum), berat volume beton yang dihasilkan adalah 1,855 ton/m³ (1,855 gr/cm³) dan kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan adalah 118,34 kg/cm² (11,834 Mpa), nilai ini belum memenuhi persyaratan dalam penggolongan beton ringan berdasarkan standar Dobrowolski. Untuk mendapatkan kuat tekan rata-rata beton pada berat volume tertentu maka digunakan persamaan non linier polinomial dengan persamaan regresi $y = -2479 - 2520x - 678,1x^2$ dan ketetapan $R^2 = 0,9002$

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan dari analisa data yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton, kuat tarik beton yang dihasilkan campuran beton substitusi cangkang kelapa sawit (OPS) dengan agregat kasar mengalami penurunan sebesar 29,31 % - 69,39 % dan kuat tarik rata-rata beton sebesar 30,55 % - 99,66 % , akan tetapi berat volume rata-rata beton yang dihasilkan juga berkurang sebesar 1,70 % - 23,03 %..
2. Beton yang dihasilkan dengan substitusi cangkang kelapa sawit (OPS) dengan agregat kasar dengan komposisi 10 %, 20 %, 30 % , 40 % dan 50 % , belum masuk dalam klasifikasi beton ringan seperti yang dirumuskan oleh Dobrowolski.

F. SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Menggunakan faktor air semen (w/c) yang lebih kecil dari 0,583 dan persentase OPS yang lebih besar dari 50 %.
2. Penggunaan beton OPS dengan komposisi campuran di atas lebih cocok untuk beton non struktur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Antoni, Paul Nugraha., 2007, "*Teknologi Beton*"., Penerbit Andi
2. Ary Wahyu Alam, dkk; "*Perbandingan Pengaruh Tetes Tebu dan Superlasticizer terhadap Daya Kerja dan Kuat Tekan Beton Rencana K-225*", Universitas Gunadarma.
3. Bambang Subiyanto, Hasan Basri, Linda Nurmala Sari, Triastuti dan Yetvi Rosalita,2007. ,"*Komponen Kimia Cangkang Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) dan Pengaruhnya terhadap Sifat Beton*", Jurnal J. Tropicel Wood Science and Technology.
4. Deni S. Khaerudini, K.A. Zaini T, Muljadi, 2008, , "*Pembuatan Beton Ringan Berbasis Millingstone dan serat Kelapa Sawit*", Jurnal Pusat Penelitian Fisika -LIPI.
5. Efran Wijayaa, 2007, "*Studi Eksperimental Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Tanpa Perawatan*", Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ..
6. Herta Putra Praja, 2007, "*Studi Eksperimental Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perawatan*", Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya .
7. Departemen Pekerjaan Umum, 2002, "*Tata Cara Perhitungan Beton untuk Bangunan Gedung*", SNI 03-2847-2002
8. Teo, Deslsye C.I., Md. Abdul Mannan and John V. Kurian, 2006, , "*Flexural Behavior of Reinforced Lightweight Concrete Beams Made with Oil Palm Shell (OPS)*", Jurnal of Advanced Concrete Technology Malaysia.