

# **PENGARUH SUBSTITUSI *OIL PALM SHELL* (OPS) + *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN, TARIK DAN BERAT BETON**

Oleh:

Raja Marpaung

## **ABSTRACT**

The aim of this study is to determine and compare the value of compressive strength, tensile strength, heavy volume, and workabilities 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% by adding additional ingredients (additives) superplasticizer. Quality concrete planned in this study is K-250. The test result shows that the oil palm shell concrete mixed by adding additional ingredients (additives) superplasticizer, resulting in 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. Meanwhile, by adding superplasticizer to the mixture of oil palm shell concrete, workabilities and the concrete compressive strength produced will be better than normal mixture concrete. Percentage reduction in compressive strength obtained in a mixture of oil palm shell concrete superplasticizer + 28 days is 25.72% - 67.39%., The decrease percentage in tensile strength is obtained in a mixture of oil palm shell concrete age of 28 days which is 33,43 d 28 days which is 10,67% 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, superplasticizer

## **A. PENDAHULUAN**

Beton adalah salah satu material bangunan yang paling banyak digunakan sebagai material bangunan konstruksi, karena beton memiliki beberapa keunggulannya yaitu mudah dibentuk untuk keperluan aspek structural maupun arsitektural sesuai keinginan perencana, mempunyai kuat tekan yang tinggi dan bahan campurannya mudah didapat secara alami di banyak tempat.. Namun demikian, pembangunan yang pesat menuntut terpenuhinya bahan penyusun beton yang relative besar. Sedangkan material-material tersebut seperti batu pecah (*split*) di beberapa daerah di

Indonesia susah didapat dan mahal. Untuk itu saat ini para peneliti mengupayakan suatu inovasi material untuk mendapatkan suatu agregat pengganti yang mudah dan murah tanpa mengabaikan sifat dan peran agregat tersebut dalam campuran beton, yaitu limbah kelapa sawit (OPS). Dengan pemanfaatan limbah industri sebagai substitusi agregat kasar maka pada sisi pembiayaan beton akan lebih ekonomis dibandingkan tanpa bahan aditif (substitusi). Dengan persentase tertentu dari berat agregat kasar diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan beton, kuat tarik beton dan menghasilkan beton dengan berat yang lebih ringan.

Disamping itu upaya untuk meningkatkan kuat tekan beton adalah dengan cara mengurangi penggunaan air semen (fas), namun dengan penggunaan fas yang rendah akan sulit pengerjaannya. Untuk menanggulangi pengerjaan yang sangat sulit perlu adanya zat tambahan (*superplasticizer*) yang berfungsi untuk mengencerkan, tanpa menambah jumlah air dan semen. Penelitian yang sudah pernah dilakukan tentang pengaruh penggunaan *superplasticizer* sebesar 2% terhadap kuat tekan beton menunjukkan adanya kenaikan nilai kekuatan beton sebesar 1,83 % (Ary Wahyu Alam, dkk). Dari hal di atas maka penelitian ini dilakukan untuk penambahan *superplasticizer* sebesar 0,6 % pada campuran beton dengan variasi persentase cangkang kelapa sawit di atas terhadap *workability* beton, kuat tekan beton, berat beton dan kuat tarik beton.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

Material yang digunakan dalam pembuatan beton haruslah berkualitas baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan.

### **1. Pembuatan Beton**

Beton dengan kualitas yang bagus akan diperoleh apabila menggunakan bahan agregat kasar maupun halus yang mempunyai gradasi butiran yang baik (sesuai dengan peraturan/syarat yang berlaku di Indonesia). Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat kasar diklasifikasikan menjadi dua (2), yaitu agregat alam dan agregat buatan. Agregat alam mempunyai butiran yang beraneka ragam sedangkan agregat buatan dapat ditentukan ukuran dari jenis butiran yang diinginkan. Penentuan ukuran butiran yang baik biasanya terdapat dalam aturan – SK SNI T-15-1990-03.

Pencampuran dapat dilakukan dengan dua (2) cara, yaitu pencampuran dengan

mesin dan tangan. Pencampuran bahan menggunakan mesin hasilnya hampir seragam, tetapi perlu suatu referensi untuk mencampur dengan mesin. Pencampuran dengan tangan biasanya tidak dapat dikerjakan dengan sempurna dikarenakan pencampuran dengan tangan memerlukan tenaga yang lebih besar dan hasilnya pun tidak seragam.

Mesin pencampur beton ada dua (2) jenis, diantaranya mempunyai tempat pencampuran yang berjalan atau yang tetap. Mesin pencampur berisi tempat pencampur dengan pisau putar berbentuk bintang. Alat ini merupakan alat campur yang paling efisien dari segi keseragaman beton yang dihasilkan. Keseragaman beton sukar diukur, tetapi dapat terbukti bahwa banyak variasi yang terjadi pada hampir semua jenis alat pencampur, menyangkut dari proporsi material yang dipilih dalam takaran yang sama.

Pengadukan yang baik terlebih dahulu dilakukan dengan cara pencampuran yang baik, dikarenakan bila pencampuran tidak baik di dalam pengadukan akan terdapat gumpalan mortar yang tidak menyatu semuanya. Hal itu akan berakibat buruk pada pengecoran. Pengadukan beton yang baik dilakukan dengan pencampuran air yang perlahan-lahan kemudian dicampurkan dengan semen sehingga menyatu kemudian pasir lalu kerikil.

Pemadatan yang baik dilakukan menggunakan mesin yang dinamakan *concrete vibrator*. *Concrete vibrator* berfungsi menghilangkan rongga beton sehingga pasir yang berfungsi sebagai pengisi dapat mengisi rongga. Pemadatan dilakukan hanya menggunakan metode manual dan digetarkan oleh meja penggetar. Standar pemadatan yang baik terdapat dalam SK SNI M-62-1990-03.

### **2. Oil Palm Shell (OPS)**

Cangkang kelapa sawit (OPS) yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit yang mempunyai

kekerasan yang baik, tidak mudah rusak di dalam beton, dan juga tidak menghasilkan zat beracun

Cangkang kelapa sawit (OPS) tidak perlu diproses atau penambahan zat-zat kimia sebelum digunakan, 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).

Cangkang Kelapa Sawit (OPS) mempunyai berat jenis sekitar 500-600 Kg/m<sup>3</sup>, ( Teo, Abdul Mannan dan John V. Kurian, 2006), ini termasuk dalam klasifikasi beton ringan menurut SNI 03-2847-2002 dalam keadaan kering dan gembur berat isi 1100 kg/m<sup>3</sup> atau kurang dapat digunakan sebagai agregat beton ringan, dan menghasilkan berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>.

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

Jenis Pengujian	Batu Granit	OPS
Ukuran maksimum, mm	12,5	12,5
Berat jenis SSD	2,59	1,17
Berat kering, kg/m <sup>3</sup>	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

Dari tabel di atas didapat bahwa cangkang kelapa sawit sudah memenuhi

syarat untuk agregat beton ringan, dengan berat jenis yang lebih rendah dan penyerapan air tinggi.

Cangkang kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini, sama halnya dengan penggunaan agregat kasar yaitu kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) yaitu setelah direndam selama kurang lebih 24 jam dalam air.

Aplikasi dalam Teknik Sipil, Limbah cangkang kelapa sawit dimanfaatkan dalam berbagai bidang antara lain : Di Malaysia telah dicoba untuk pembangunan rumah sederhana (*low cost house*) dan *footbridge*, konstruksi bangunan tahan gempa dan sebagai bahan pengeras jalan dan pengganti aspal.

### 3. Superplasticizer

*Superplasticizer (high range water reducer admixtures)* sangat meningkatkan kelecakan campuran. Campuran dengan slump sebesar 7,5 cm akan menjadi 20 cm. Digunakan terutama untuk beton mutu tinggi, karena dapat mengurangi air sampai 30 %. Pada prinsipnya mekanisme kerja dari *superplasticizer* sama, yaitu dengan menghasilkan gaya tolak menolak yang cukup antar partikel semen agar tidak terjadi penggumpalan partikel semen (*flocculate*) yang dapat menyebabkan terjadinya rongga udara di dalam beton, yang akhirnya akan mengurangi kekuatan atau mutu beton tersebut. (Antoni, Paul Nugraha, 2007)

### C. METODOLOGI PENELITIAN

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

#### Bahan dan Peralatan :

- Pasir berasal dari Tanjung Raja (OKI), Sumatera Selatan.
- Batu pecah (*split*) dari Lahat dengan ukuran 1/2 atau 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. *Superplasticizer* yang digunakan adalah jenis SP430 D dari produk Fosroc.
  - g. Cetakan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm dan untuk uji tarik silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
  - h. 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 96 buah untuk uji tekan dengan variasi campuran beton OPS 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % dan umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari dengan penambahan *superplasticizer* 0,6 % dan 24 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 2 di bawah ini :

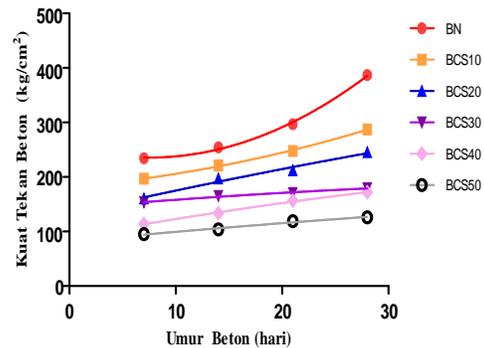
Tabel 2 Tabel Campuran Beton untuk volume 1 m<sup>3</sup>

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 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, sedangkan *superplasticizer* dengan berat air..

#### 1. Analisis Kuat Tekan Beton

BCS = Beton Cangkang Kelapa Sawit + *superplasticizer*



Gambar 1 Kurva Perbandingan Beton Normal dengan Beton OPS + *Superplasticizer*

Pada gambar 4.1 diatas didapat persamaan regresi sebagai berikut :

**Beton Normal (BN) :**  

$$y = 255,8 - 5,373 x + 0,3571 x^2 ;$$

$$R^2 = 0,9976$$

**Beton OPS 10 % + *Superplasticizer* (BCS10) :**  

$$y = 182,4 + 1,583 x + 0,07653 x^2$$
dan  $R^2 = 0,9988$

**Beton OPS 20 % + *Superplasticizer* (BCS20) :**

$$y = 132,2 + 4,450 x - 0,01694 x^2$$

dan  $R^2 = 0,9785$

**Beton OPS 30 % + Superplasticizer (BCS30) :**

$$y = 142,7 + 1,693 x - 0,01413 x^2$$

dan  $R^2 = 0,9876$

**Beton OPS 40 % + Superplasticizer (BCS40) :**

$$y = 89,16 + 3,604 x - 0,02270 x^2$$

dan  $R^2 = 0,9962$

**Beton OPS 50 % + Superplasticizer (BCS50) :**

$$y = 81,8 + 1,846 x - 0,008520 x^2$$

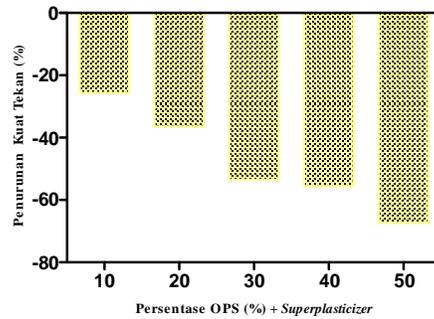
dan  $R^2 = 0,9838$

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)+ *superplasticizer* (BCS), 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 disubsitusikan terhadap agregat kasar maka penurunan kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan terhadap kuat tekan rata-rata beton normal juga semakin besar.

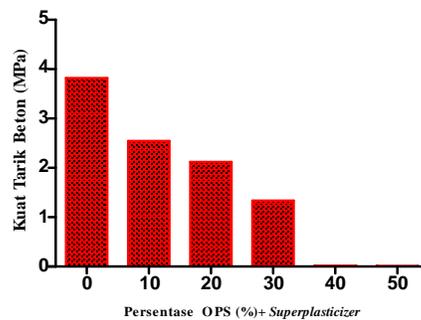
Persentase penurunan kuat tekan rata-rata beton cangkang kelapa sawit (OPS) + *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal : umur 7 hari 16,11 % - 59,48 %, umur 14 hari 13,10 % - 59,17 %, 21 hari 16,48 % - 59,93 % dan umur 28 hari 25,72 % - 67,39 %.



Gambar 2 Perbandingan penurunan Kuat Tekan Beton OPS (*Oil Palm Shell*) + *superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 hari

## 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 %,



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

Dari gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa kuat tarik beton yang dihasilkan oleh beton OPS + *superplasticizer* mengalami

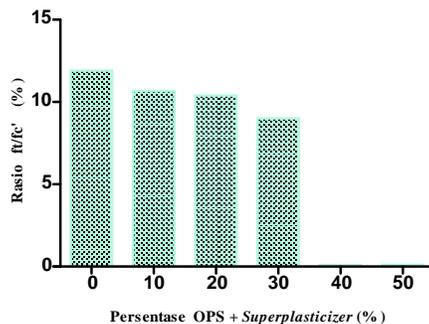
penurunan terhadap kuat tarik beton normal pada umur 28 hari.

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.

Penurunan kuat tarik beton OPS + *Superplasticizer* dibandingkan dengan kuat tarik beton normal umur 28 hari sebesar 33,43 % - 99,68 %

### 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  $N/mm^2$  (MPa).

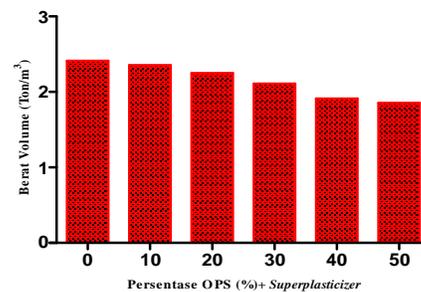


Gambar 4 Perbandingan Rasio Kuat Tarik Beton terhadap Kuat Tekan Beton OPS + *Superplasticizer* pada Umur Beton 28 Hari

Dari gambar 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.

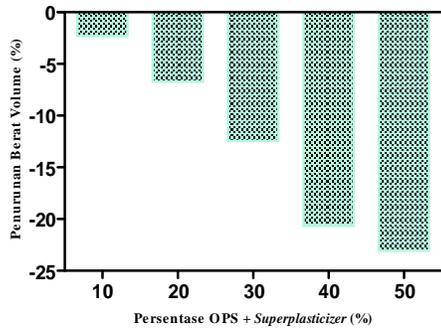
### 4. Analisa Berat Volume Beton



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

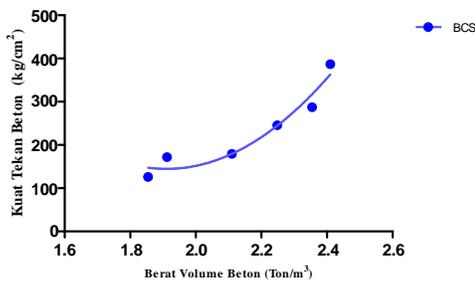
Dari gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa berat volume beton yang dihasilkan oleh campuran beton cangkang kelapa sawit (OPS) mengalami penurunan dibandingkan dengan berat volume beton normal pada umur 28 hari. Semakin besar persentase substitusi OPS maka berat volume beton yang dihasilkan juga semakin besar penurunannya.

Persentase penurunan berat volume beton OPS + *superplasticizer* dibandingkan dengan berat volume beton normal : untuk umur 7 hari 1,05 % - 22,55 %, umur 14 hari 3,40 % - 22,42 %, umur 21 hari 1,70 % - 23,05 %, dan umur 28 hari 2,32 % - 23,07 %



Gambar 6 Persentase Penurunan Berat Volume Beton OPS + Superplasticizer terhadap Berat Volume Beton Normal

### 5. Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Berat Volume Beton OPS + Superplasticizer

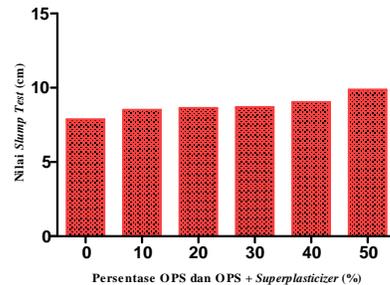


Gambar 7 Kurva Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Berat Volume Beton OPS + Superplasticizer pada Umur 28 hari

Dari gambar 7 di atas menunjukkan bahwa dengan menurunnya berat volume rata-rata beton yang dihasilkan maka kuat tekan beton rata-rata juga mengalami penurunan. Semakin besar persentase campuran beton cangkang kelapa sawit (OPS) sebagai substitusi agregat kasar + Superplasticizer, maka semakin ringan berat volume rata-rata beton yang dihasilkan dan semakin menurun juga kuat tekan beton yang dihasilkan. Dari data-data percobaan di atas pada campuran beton dengan substitusi OPS dengan agregat kasar 50 % (maksimum), berat volume beton rata-rata yang dihasilkan adalah 1,854 ton/m<sup>3</sup> (1,854 gr/cm<sup>3</sup>) (terkecil) dan kuat tekan beton

rata-rata yang dihasilkan adalah 126,11 kg/cm<sup>2</sup> (10,467 Mpa). Untuk mendapatkan kuat tekan beton rata-rata beton pada berat volume rata-rata tertentu, maka digunakan persamaan non linier polinomial dengan persamaan regresi  $y = - 3343 - 3348 x - 876,2 x^2$  dan ketetapan  $R^2 = 0,9415$

### 6. Analisa Keleccakan (Workability)



Gambar 8 Perbandingan Nilai Slump Test Beton OPS+ superplasticizer dengan Beton Normal

Dari gambar 8 di atas menunjukkan bahwa nilai Slump Test Beton yang dihasilkan pada setiap campuran beton sudah memenuhi persyaratan slump test beton yaitu 70 – 100 mm. Perbandingan nilai Slump Test pada setiap campuran beton OPS 10 %, 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % + Superplasticizer menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan tambahan Superplasticizer pada setiap campuran beton, nilai Slump Test yang dihasilkan meningkat. Artinya dengan penambahan bahan tambahan (additives) terhadap campuran beton maka workabilitynya (keleccakan) juga semakin baik.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. 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 ditambah bahan *additive Superplasticizer* 0,6 % mengalami penurunan sebesar 25,72 % - 67,39 % , dan kuat tarik rata-rata beton sebesar 33,43 % - 99,68 % , akan tetapi berat volume rata-rata beton yang dihasilkan juga berkurang sebesar 2,32 % - 23,07 %.

2. Dengan penambahan bahan tambahan *superplasticizer* pada campuran beton substitusi cangkang kelapa sawit (OPS) dengan agregat kasar nilai *Slump Test* rata-rata meningkat, sehingga *workability*nya (kelecekan) beton yang dihasilkan juga semakin baik.

## 2. Saran

Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton, kuat tarik beton yang lebih baik, dan beton yang lebih ringan, disarankan menggunakan faktor air semen (w/c) yang lebih kecil dari 0,583, persentase cangkang kelapa sawit yang lebih besar dari 50%, dan *superplasticize* yang lebih besar dari 0,6 %.

## 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. Departemen Pekerjaan Umum, 2002, "*Tata Cara Perhitungan Beton untuk*

*Bangunan Gedung*", SNI 03-2847-2002

5. Teo, Deslsye C.I., Md. Abdul Mannan and John V. Kurian, 2006, , "*Flexural Behavior of Reinforced Lighhtweight Concrete Beams Made with Oil Palm Shell (OPS)*", Jurnal of Advanced Concrete Technology Malaysia.





