

# Pengaruh Zat Tambah Abu Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

Andi Yusra<sup>1</sup>, Astiah Amir<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Alue Penyareng,  
Meulaboh Aceh Barat 23615,  
email: [yusra.andi@yahoo.com](mailto:yusra.andi@yahoo.com), [asti\\_mks@yahoo.com](mailto:asti_mks@yahoo.com)

## Abstract

Concrete which used as structure in construction of civil engineering, can be exploited to a lot of matter. Generally in civil engineering, concrete structure used for the building of foundation, column, beam, plate or shell plate. The mentioned show how important are use of concrete in the field of civil engineering so that required by a circumstantial recognition hit the nature of substance of concrete. To yield the concrete with the high strength, use water or water cement ratio shall minimize with the consequence of concrete workmanship will become difficult because of concrete will become very jell, workability value become to minimize. The mentioned can be overcome by enhancing substance additive like superplasticizer. In this research used additives that is fly ash of palm shell with the addition of percentage of the weight of the cement 0 %, 5 %, 8 %, 10 % and 15 %, it also used superplasticizer (viscocrete N-10) with the addition of percentage of the weight of the cement 1,5%. Concrete was designed with water cement ratio 0,30. Test were conducted was strength test of high strength concrete at 28 and 56 age days. Compressive strength test covered of concrete cylinder by 15 cm in diameter and 30 cm height. Amount of sample test was 30, where each variable used 3 samples. Result of high strength concrete compression test at age 28 days, show at addition of each fly ash of palm shell, 0% yielding strength (54,14 MPA), 5% (59,04 MPA), 8% (47,03 MPA), 10% (52,44 MPA), and 15% (60,74 MPA). For the high strength concrete compression test at age 56 days, 0% yielding strength (57,91 MPA), 5% (64,89 MPA), 8% (57,91 MPA), 10% (56,21MPa), and 15% (69,23 MPA). Happen by strength addition 13,98% at age 56 day compared to strength at age 28 days with the addition of fly ash equal to 15%.

**Keywords** - High Strength Concrete, Fly Ash of Palm Shell, and Age of Test

## Abstrak

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Umumnya dalam teknik sipil, struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang. Hal tersebut menunjukkan betapa pentingnya penggunaan bahan beton dalam dunia teknik sipil sehingga dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat bahan-bahan penyusun beton. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tinggi, penggunaan air atau faktor air semen terhadap semen haruslah kecil dengan konsekuensi pengerjaan beton akan menjadi sulit karena campuran beton atau beton muda akan menjadi sangat kental, nilai workabilitasnya menjadi kecil. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan tambah seperti superplasticizer. Penelitian ini menggunakan zat tambah yaitu abu cangkang sawit, dimana jumlah yang ditambahkan adalah 0 %, 5 %, 8 %, 10 % dan 15 % terhadap berat semen, juga digunakan superplastizer (Viscocrete N 10) sebanyak 1,5 % dari berat semen. Beton direncanakan dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,3. Pengujian dilakukan terhadap kuat tekan beton pada umur 28 dan 56 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah benda uji 30 buah, setiap variabel menggunakan 3 buah benda uji. Hasil pengujian kuat beton pada umur 28 hari menunjukkan pada penambahan masing-masing abu cangkang sawit, 0% menghasilkan kuat tekan (54,14 MPa), 5% (59,04 MPa), 8% (47,53 MPa), 10% (52,44 MPa), dan 15% (60,74 MPa). Untuk umur pengujian 56 hari, 0% menghasilkan kuat tekan (57,91 MPa), 5% (64,89 MPa), 8% (57,91 MPa), 10% (56,21MPa), dan 15% (69,23 MPa). Terjadi penambahan kekuatan 13,98% pada umur 56 hari dibandingkan kuat tekan pada umur 28 hari dengan penambahan abu cangkang sawit sebesar 15%.

**Kata kunci** - Kuat Tekan, Fly Ash batu bara, dan Umur Pengujian

## 1. PENDAHULUAN

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Umumnya dalam teknik sipil, struktur beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom balok, pelat atau pelat cangkang. Hal tersebut menunjukkan betapa pentingnya penggunaan bahan beton dalam dunia teknik sipil sehingga dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat bahan-bahan penyusun beton. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti beton terdahulu menghasilkan suatu kontradiksi. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tinggi, penggunaan air atau faktor air semen terhadap semen haruslah kecil dengan konsekuensi pengerjaan beton akan menjadi sulit karena campuran beton atau beton muda akan menjadi sangat kental, nilai workabilitasnya menjadi kecil. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan tambah seperti *superplasticizer*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton mutu tinggi yang dihasilkan dengan menggunakan abu cangkang sawit dan *superplasticizer* sebagai bahan tambah. Bahan tambah yang digunakan adalah abu cangkang sawit dengan persentase penambahan 0%, 5%, 8%, 10% dan 15% dari berat semen terhadap kuat tekan dengan faktor air semen (FAS) 0,30, serta penambahan *superplasticizer* (Viscocrete N 10) masing-masing 1,5% terhadap berat semen. Pada penelitian ini juga dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisis terhadap agregat sebagai material pembentuk beton untuk mendapatkan material yang baik sesuai dengan Anonim (1982). Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari dan 56 hari. *Mix Design* beton mutu tinggi ini direncanakan untuk mutu beton 70 MPa (Aulia, 1999). Digunakan batu pecah dengan diameter agregat maksimum 16 mm. Gradasi butiran yang digunakan dalam *mix design* beton ini adalah (0 - 2) mm, (2 - 5) mm, (5 - 8) mm, (8 - 11) mm dan (11 - 16) mm (Mahdi, 2008).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland, agregat dari Krueng Aceh, bahan tambah abu cangkang sawit diambil dari PT. Scofindo daerah Nagan Raya dan *superplasticizer* produksi PT. Sika Indonesia. Semen yang digunakan adalah semen portland Tipe I produksi PT. Semen Andalas Indonesia (PT. SAI). Pemeriksaan laboratorium terhadap semen ini tidak dilakukan karena telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-20490-1994.

Pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus dilakukan terhadap sifat-sifat agregat yang meliputi berat jenis (*specific gravity*), penyerapan (*absorbtion*), berat volume (*bulk density*), analisa saringan (*sieve analysis*), sifat-sifat ketahanan agregat dan kadar bahan organik. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat kasar dan agregat halus didasarkan pada standar ASTM. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter agregat maksimum 16 mm.

Bahan tambah abu cangkang sawit didapat dari hasil pembakaran tanur tinggi pabrik pengolahan kelapa sawit PT. Scofindo di daerah Nagan Raya, sedangkan *superplasticizer* diperoleh dari PT. Sika Indonesia. Pemeriksaan komposisi kimia terhadap abu cangkang sawit, adalah kandungan *Silicon Dioxide* ( $\text{SiO}_2$ ), *Aluminium Oxide* ( $\text{Al}_2\text{O}_2$ ), *Ferric Oxide* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan *Sulphur Oxide* ( $\text{SO}_3$ ). Pemeriksaan kandungan kimia ini dilakukan di laboratorium pengujian BARISTAND Industri Banda Aceh.

### 2.2 Perencanaan dan Pengerjaan Campuran Beton

Perencanaan komposisi campuran beton (*concrete mix design*) direncanakan berdasarkan metode perbandingan berat material pembentuk beton. Untuk rancangan campuran beton mutu tinggi ini diperkirakan kuat tekan rencana 70 Mpa untuk benda uji silinder 15/30 cm, faktor air semen 0,30, persentase *fly ash* yang digunakan 0%, 5%, 8%, 10% dan 15% dari berat semen.

### 2.3 Rancangan Benda Uji

Untuk maksud penelitian ini dibuat benda uji yang berjumlah 30 buah dengan bentuk silinder ( $\varnothing$  15 cm, T = 30 cm), dengan masing-masing variabel berjumlah 3 buah benda uji.

### 2.4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan silinder beton dilakukan pada umur 28 hari dan 56 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin penguji kuat tekan merek Ton Industrie kapasitas 100 ton dan 400 ton yang berada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik UNSYIAH.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Sifat-Sifat Fisis Agregat

Data pendukung penelitian diperoleh dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai material pembentuk beton.

### 3.2 Berat volume

Hasil perhitungan berat volume rata-rata yang diperoleh untuk setiap jenis agregat diperlihatkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan perhitungan berat volume

No	Jenis Agregat	Berat Volume (kg/l)	Referensi	
			Orchard (1979)	Troxell (1968)
1.	Coarse Aggregate (11-16 mm)	1,566	> 1,445	> 1,560
2.	Coarse Aggregate (8-11 mm)	1,553		
3.	Coarse Aggregate (5-8 mm)	1,546		
4.	Coarse Sand (2-5 mm)	1,469		> 1,400
5.	Fine Sand (0-2 mm)	1,465		

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai material pembentuk beton sebagaimana yang disarankan oleh Orchard (1979) yaitu berat volume agregat yang baik lebih besar dari 1,445 kg/l dan Troxell (1968) yaitu berat volume agregat kasar lebih besar dari 1,560 kg/l dan untuk pasir kasar serta pasir halus lebih besar dari 1,400 kg/l.

### 3.3 Berat jenis dan absorpsi

Hasil perhitungan berat jenis dan absorpsi zat tambahan diperlihatkan pada Tabel 2-3 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan perhitungan berat jenis agregat

No	Jenis Agregat	Berat Jenis		Referensi
		SG (SSD)	SG (OD)	Troxell (1968)
1.	Coarse Aggregate (11-16mm)	2,734	2,69	2,500 - 2,800
2.	Coarse Aggregate (8-11 mm)	2,685	2,64	
3.	Coarse Aggregate (5-8 mm)	2,517	2,489	
4.	Coarse Sand (2-5 mm)	2,432	2,398	2,000 – 2,600
5.	Fine Sand (0-2 mm)	2,513	2,475	

Tabel 3. Hasil pemeriksaan perhitungan absorpsi agregat

No	Jenis Agregat	Absorpsi (%)	Referensi
			Orchard (1979)
1.	Coarse Aggregate (11-16mm)	1,657	0,400 – 1,900
2.	Coarse Aggregate (8-11 mm)	1,708	
3.	Coarse Aggregate (5-8 mm)	1,12	
4.	Coarse Sand (2-5 mm)	1,413	
5.	Fine Sand (0-2 mm)	1,519	

Dari Tabel 2 terlihat bahwa berat jenis agregat jenuh air kering permukaan (SSD) yang digunakan telah memenuhi ketentuan yang disarankan oleh Troxell (1968) yaitu untuk kerikil berkisar antara 2,5 – 2,8 dan untuk pasir berkisar antara 2,0 – 2,6. Sedangkan berat jenis agregat kering oven (OD) yang diperoleh masih masuk dalam kategori yang ditentukan oleh Troxell (1968) yaitu yaitu untuk kerikil berkisar antara 2,5 – 2,8 dan untuk pasir berkisar antara 2,0 – 2,6. Selanjutnya pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai absorpsi kerikil, pasir kasar, dan pasir halus yang diperoleh masih sesuai dengan nilai absorpsi yang ditentukan oleh Orchard (1979) yaitu 0.4% sampai dengan 1.9%.

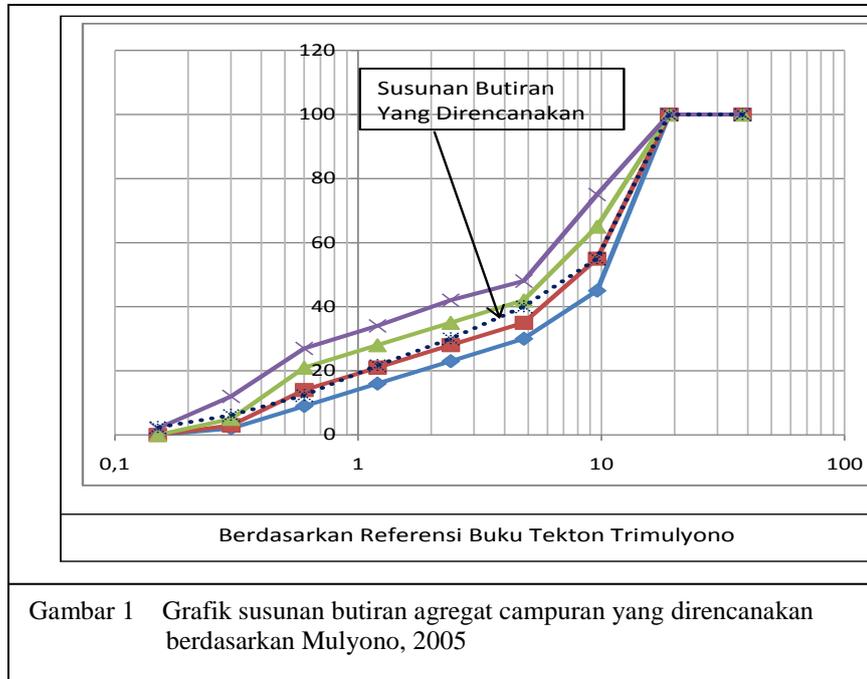
### 3.4 Susunan Butiran Agregat (gradasi)

Data yang diperoleh dari analisa saringan digunakan untuk melihat susunan butiran agregat yang digunakan dalam campuran beton. Nilai *fineness modulus* yang diperoleh dari analisa saringan dapat dilihat pada Tabel 6. *Fineness modulus* tersebut telah memenuhi ketentuan ASTM (Anonim, 2004) yaitu diantara 5.5 – 8.0 untuk kerikil, diantara 2.9 – 3.2 untuk pasir kasar dan diantara 2.2 – 2.6 untuk pasir halus.

Tabel 6. Nilai *Fineness Modulus* (FM) Agregat.

No	Jenis Agregat	Modulus Kehalusan (FM)	Referensi	
			(2004 sampai dengan)	Mulyono (2005)
1.	Coarse Aggregate (11-16mm)	8	5,500 – 8,000	5,000 – 8,000
2.	Coarse Aggregate (8-11 mm)	7		
3.	Coarse Aggregate (5-8 mm)	6		
4.	Coarse Aggregate (2-5 mm)	5		
5.	Fine Sand (0-2 mm)	2,586	2,200 – 2,600	1,500 – 3,800
6.	Agregat campuran	5,626	4,000 – 7,000	5,000 – 6,000

Hasil perhitungan *fineness modulus* agregat campuran adalah 5,626. Nilai ini telah sesuai dengan ketentuan diperlihatkan standar ASTM (Anonim, 2004) yaitu antara 4,0 – 7,0. Hasil perhitungan dapat dilihat bahwa susunan butiran agregat campuran berada pada daerah “3” Berdasarkan Mulyono (2005), susunan butiran agregat campuran juga masuk dalam kategori gradasi baik (Gambar 1) berikut ini.



Gambar 1 Grafik susunan butiran agregat campuran yang direncanakan berdasarkan Mulyono, 2005

### 3.5 Kandungan bahan organik

Hasil pemeriksaan kandungan bahan organik pada agregat halus menunjukkan bahwa warna larutan yang timbul adalah kuning muda. Hal ini menandakan bahwa pasir yang digunakan untuk campuran beton termasuk dalam kategori tidak mengandung bahan organik berlebihan dan dapat digunakan untuk campuran beton.

### 3.6 Pemeriksaan Kandungan Abu Cangkang Sawit

Pemeriksaan Kandungan kimia untuk zat tambahan dilakukan di BARISTAND Industri Banda Aceh. Hasil pemeriksaan diperlihatkan pada Tabel 8. Terlihat bahwa jumlah kandungan SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk abu cangkang sawit adalah 26,65%; 9,6%; 17,56%; dan 2,51%. Berdasarkan ketentuan ASTM jenis abu cangkang sawit termasuk ke dalam *fly ash* kategori C.

Tabel 7. Komposisi Kimia Abu Cangkang Sawit

Zat Tambahan	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil
Abu Cangkang Sawit	SiO <sub>2</sub>	%	Gravimetri	34,11
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	Gravimetri	3,57
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	AAS	2,06
	SO <sub>3</sub>	%	Titrimetri	0,2

### 3.7 Rancangan Campuran Beton

Perhitungan rancangan campuran (*mix design*) beton dengan penambahan abu cangkang sawit. Perhitungan ini berdasarkan perhitungan perbandingan berat material sesuai dengan penelitian (Aulia, 1999) dan (Mahdi, 2008).

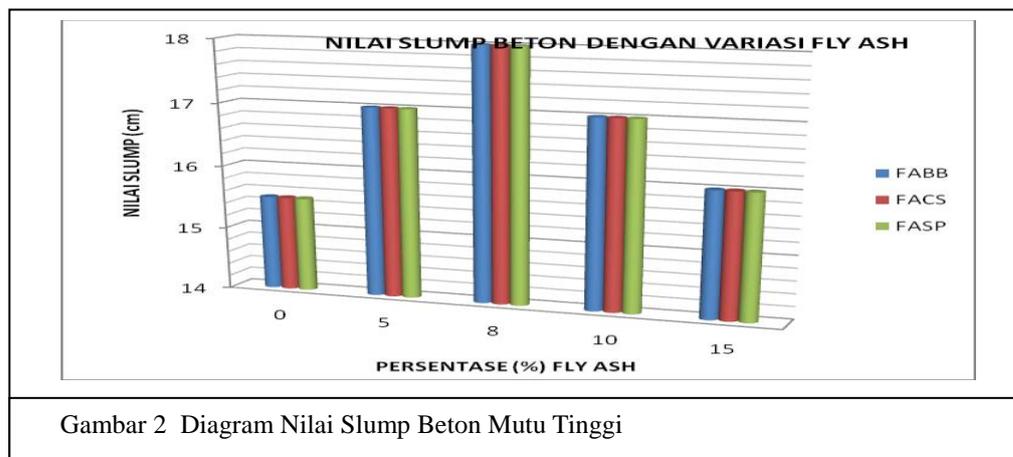
Tabel 8. Komposisi material untuk 1 M<sup>3</sup>

Nama Zat Tambah	Persentase Penambahan (%)	Air (kg)	Semen (kg)	Zat Tambah (kg)	SP (kg)	Agregat dengan diameter (mm)					Berat Campuran (kg)
						0 - 2 (kg)	2 - 5 (kg)	5 - 8 (kg)	8 - 11 (kg)	11 - 16 (kg)	
	0	165	550	0,00	8,25	496,68	165,56	248,34	248,34	496,68	2378,85
Abu	5	165	550	27,50	8,25	482,13	160,71	241,06	241,06	482,13	2357,84
Cangkang	8	165	550	44,00	8,25	473,40	157,80	236,70	236,70	473,40	2345,25
Sawit	10	165	550	55,00	8,25	467,58	155,86	233,79	233,79	467,58	2336,85
	15	165	550	82,50	8,25	453,04	151,01	226,52	226,52	453,04	2315,88

Dari tabel di atas dapat dilihat komposisi dari masing-masing bahan pembentuk beton dalam satuan berat dimana jumlah berat semen tetap dipertahankan sedangkan jumlah bahan tambah masing-masing sesuai dengan persentase penambahan. Komposisi tersebut untuk jumlah campuran beton dalam satu meter kubik (1 M<sup>3</sup>).

### 3.8 Nilai Slump

Pada penelitian ini juga diukur nilai kekentalan campuran beton dengan mengukur nilai slump yang terjadi pada masing-masing perlakuan.



Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan nilai slump pada setiap pengecoran diperlihatkan pada Gambar 2. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai slump adukan beton

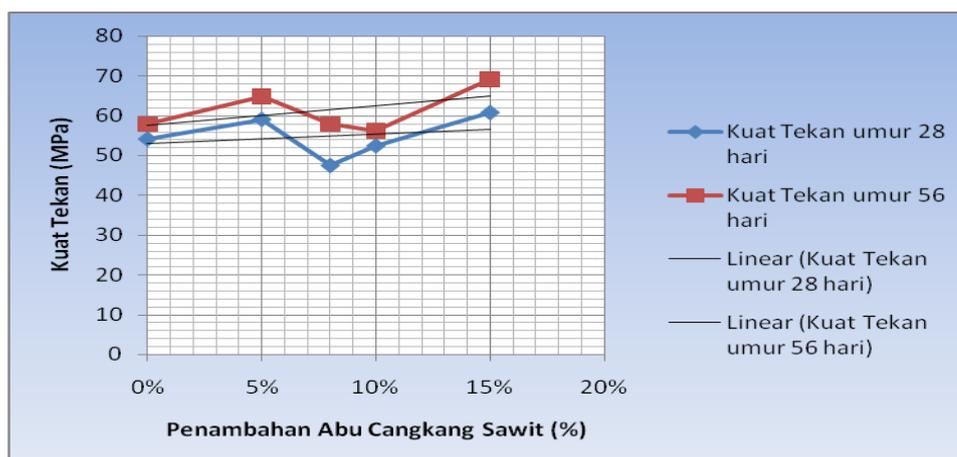
berkisar antara 15,4 cm sampai 18 cm. Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat disimpulkan bahwa beton yang menggunakan zat tambah mempunyai nilai slump yang lebih besar dibandingkan dengan beton tanpa zat tambahan. Berarti beton yang menggunakan zat tambah abu cangkang sawit 8% dan viscocrete N10 1,5% mempunyai nilai workabilitas yang lebih baik.

### 3.9 Kuat tekan silinder beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dan 56 hari. Benda uji yang diuji terlebih dahulu ditimbang beratnya sebelum dilakukan uji kuat tekan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton mutu tinggi, diperoleh bahwa kuat tekan beton mutu tinggi menunjukkan bahwa mutu beton termasuk beton mutu tinggi sesuai dengan referensi yang tercantum dalam tinjauan pustaka. Kekuatan yang paling tinggi didapat pada penambahan bahan tambah 15% dengan umur pengujian 56 hari yaitu sebesar 69,23 MPa lebih besar dari 41,4 MPa (ACI, 2004) dan hampir mendekati mutu beton rencana yaitu 70 MPa. Dapat disimpulkan juga bahwa terjadi peningkatan kuat tekan dari 60,74 MPa (umur 28 hari) ke 69,23 MPa (umur 56 hari), peningkatan kuat tekan yang terjadi adalah sebesar 13,98%, hal ini menunjukkan bahwa umur pengujian memberikan pengaruh terhadap kuat tekan.

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan untuk benda uji beton dengan penambahan abu cangkang sawit ( $\varnothing$  15 cm & T 30 cm)

Zat Tambah	Persentase Penambahan	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		Persentase Peningkatan Kuat Tekan	Modulus Elastisitas Rata-Rata (MPa)	
		28 Hari	56 Hari			
Abu Cangkang Sawit	0%	54,14	57,91	6,97%	30759,26	46327,04
	5%	59,04	64,89	9,90%	27333,61	30180,51
	8%	47,53	57,91	21,83%	33240,77	32171,56
	10%	52,44	56,21	7,19%	34273,59	33862,17
	15%	60,74	69,23	13,98%	34510,34	31901,61



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Mutu Beton Tinggi dengan penambahan Abu Cangkang Sawit

## 4 KESIMPULAN

1. Hasil pengujian kuat tekan terbesar diperoleh dari beton dengan penambahan abu cangkang sawit sebesar 15% dengan kuat tekan rata-rata 69,23 MPa pada pengujian umur 56 hari.
2. Penggunaan bahan tambah abu cangkang sawit meningkatkan kuat tekan beton pada umur pengujian 56 hari, hal ini menunjukkan bahwa bahan tambah tersebut bisa dipakai sebagai pengganti *Silica Fume*, sebagai bahan pengganti alternatif dalam pembuatan beton mutu tinggi.
3. Terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 13,98% pada beton umur 56 hari dengan persentase penambahan abu cangkang sawit 15% dari berat semen.
4. Beton yang dihasilkan termasuk kedalam kategori beton mutu tinggi.

## 5 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari zat tambahan jenis lain sebagai pengganti *Silica Fume*, dan memperhalus butiran zat tambahan dengan menggunakan ayakan lebih kecil dari ayakan no #200, sehingga meningkatkan fungsi dari zat tambahan tersebut.
2. Perlu dilakukan produksi zat tambahan dengan cara yang lebih efisien dan dalam jumlah besar sebagai pengganti *Silica Fume* sehingga bisa menekan biaya pembuatan beton mutu tinggi.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah umur pengujian sampai umur 90 hari atau lebih, sehingga bisa dilihat seberapa besar peningkatan kuat tekan yang akan dihasilkan akibat bertambahnya umur benda uji.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan variasi persentase SP (*Superplasticizer*), menggunakan 2% sampai 4% penambahan SP dalam campuran untuk melihat pengaruhnya terhadap kekuatan beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 1995, Guide for The Use of Silica Fume in Concrete, Vol. 92, No. 4, ACI Materials Journal.
- [2] Anonim, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (NI-2), Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- [3] Anonim, 1991, Recommended Practice for Selecting Proportion for Normal and Heavy Weight Concrete, American Institute Committee 211, ACI Standard
- [4] Aulia, T. B., 1999, Effect of Mechanical Properties of Aggregate on The Ductility of High Performance Concrete, Karsten Deutschman, Lacer No. 4, 133 – 147.
- [5] Dobrowolski, A. J., 1988, Concrete Construction Hand Book New York, The McGraw-Hill Companies, Inc..
- [6] Mahdi, 2008, Pengaruh Agregat Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi, Tesis, Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala.
- [7] Mehta, P.K. dan Monteiro, P.J.M., 2006, Concrete, Mac-Graw Hill, USA, pp. 121-198.
- [8] Mulyono, T., 2005, Teknologi Beton, Penerbit Andi Yogyakarta.
- [8] Muttaqin, 1998, Perilaku Mekanik Beton Dengan Agregat Ringan Buatan Bergradasi Tidak Kontinu, Tesis, Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.