

PENGARUH PEMAKAIAN *FLY ASH* DAN *SUPERPLASTICIZER* PADA KUAT TEKAN BETON

Ariyani, N¹⁾, Laia, P²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : niknok@gmail.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

One of the methods known to enhance the strength of concrete is by providing admixture to replace part of the cement. One of the potential admixtures is the combination of fly ash and SikaCim Concrete Additive. SK SNI T-28-1991-03 defines high strength concrete as concrete with compressive strength ≥ 41.2 MPa. In this study an attempt was made to produce high strength concrete by using the above admixtures to partly replace cement. The study aimed at finding the optimum proportion of the admixtures in order to produce high strength concrete.

Cubical testing specimens having dimensions of 15 cm x 15 cm x 15 cm were prepared with proportions of fly ash being 10%, 15%, 20% and 20% to the weight of the cement. The amount of SikaCim Concrete was 0.6% of the weight of water. The water cement ratio for all the specimens was 0.41. Five identical specimens were prepared for each proportion of admixture. Compression tests were carried out when the age of the specimen was 28 days. As reference, concrete specimen with no admixture were made and tested to yield a compressive strength of 38.5 MPa.

All samples enriched with the admixtures with varying proportions exhibited higher compressive strength than the normal concrete. The highest compressive strength was achieved by the specimens where 20% of cement was substituted by fly ash, showing compressive strength of 59.95 MPa. The lowest compressive strength of 45.96 MPa was recorded on the specimen with 10% fly ash. All specimens achieved high strength category as defined by SK SNI T-28-1991-03.

Keywords : *fly ash, superplasticizer, compressive strength*

I. PENDAHULUAN

Beberapa riset dan eksperimen di bidang beton telah banyak dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitasnya. Pengaruh *fly ash* sebagai bahan penggantian sebagian semen mengakibatkan terjadi reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan

dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam *fly ash* (Aswin Budi Saputro, 2008). Teknologi bahan dan cara pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk memberikan solusi terhadap kendala yang dihadapi dalam pengerjaan di lapangan.

Upaya untuk mendapatkan beton mutu tinggi itu adalah dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, misalnya kekerasan agregat dan kehalusan semen. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan pengganti sebagian semen, diantaranya adalah abu terbang (*fly ash*) dan bahan tambah kimia diantaranya *superplasticizer* (*Sikacim Concrete Additive*).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan campuran beton dan mengetahui besar kuat desak beton yang telah menggunakan zat kimia *superplasticizer* (*Sikacim Concrete Additive*) dan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen dengan. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dalam pengembangan teknologi beton menyangkut penambahan *superplasticizer* (*Sikacim Concrete Additive*) dan *fly ash* pada campuran beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari beberapa kombinasi bahan seperti pasir, kerikil, semen, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan material komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuknya. (Tjokrodimulyo, 1992). Beton dalam konstruksi teknik didefinisikan sebagai batu buatan yang dicetak pada suatu wadah atau cetakan dalam keadaan cair kental, yang kemudian mampu mengeras secara baik (Soetjipto dan Prawiroharjo, I, 1978). Bahan penyusun dari beton adalah agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air. Secara umum beton memiliki keunggulan dan kelemahan. Kelebihan dari beton diantaranya biaya perawatan yang murah, dapat menahan beban yang berat, mudah diangkut, dan dicetak sesuai kebutuhan. Sedangkan kelemahan dari beton adalah cara perencanaan yang bermacam-macam, mempunyai kelas keras yang beraneka ragam sehingga harus disesuaikan dengan bangunan yang dibuat, dan kuat tarik beton rendah (Tjokrodimulyo, 2007).

2.2. Material Penyusun Beton

2.2.1. Semen Portland (Portland Cement)

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina dan oksida besi, dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang direncanakan. Semen bila dicampur air, dalam beberapa saat akan mengeras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono, 1989).

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut dengan pasta semen, jika dicampur dengan pasir dan air maka akan membentuk adukan yang disebut dengan mortar, sementara jika ditambah lagi dengan kerikil akan membentuk suatu adukan yang disebut dengan beton. Dalam campuran beton, semen bersama dengan air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok sebagai pengisi. (Tjokrodinulyo, 1995).

2.2.2 Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan faktor yang sangat penting karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena jika kelebihan penggunaan air akan berakibat pada penurunan kekuatan beton tersebut. Sebaliknya jika kelebihan penggunaan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama dengan semen akan naik ke atas permukaan adukan segar yang baru dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan untuk pembuatan beton.

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, oleh karena itu peranannya dalam campuran beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton dapat mencapai 70% - 75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh pada sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang tak boleh diabaikan. Agregat diklasifikasikan dalam dua kelompok yaitu agregat kasar dan agregat halus yang diperoleh secara alami atau buatan.

2.2.4. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Fly ash atau *bottom ash* adalah istilah umum untuk abu terbang yang ringan dan abu relatif berat yang timbul dari suatu proses pembakaran suatu bahan yang lazimnya menghasilkan abu. *Fly ash* atau *bottom ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan untuk pembakaran batu bara. Abu terbang (*fly ash*) umumnya diperoleh dari sisa pembakaran Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau sisa pembakaran dari Boiler Kayu yang menggunakan batu bara sebagai sumber energi. Sisa pembakaran berupa partikel halus dan berkisar 75% - 90% limbah batu bara akan keluar melalui cerobong asap, serta hanya tersisa sebagian kecil di tungku api. Limbah batu bara sebelum keluar ditangkap dengan *electrostatic precipitator* sehingga limbah batu bara berupa butiran padat.

Komponen utama pada kandungan abu terbang adalah Oksida Silika (SiO_2). Abu terbang jika digunakan sebagai pozzolan dapat dibedakan menjadi dua kelas, yaitu kelas C dan kelas F seperti tertera pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Pozzolan

Komposisi Kimia	Kelas C (%)	Kelas F (%)
Total $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	Min 50	Min 50
Sulfur Trioksida (SO_3)	Max 3	Max 5
Kadar air	Min 3	Min 3
Hilang pijar	Max 6	Max 12

2.2.5. Superlasticizer (*Sikacim Concrete Additive*)

Superlasticizer (*Sikacim Concrete Additive*) adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang melarutkan gumpalan gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Bahan ini digunakan dalam jumlah yang relatif kecil karena sangat mudah mengakibatkan *bleeding*.

2.3. Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dengan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang sangat tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan rendah dan semakin rendah faktor air semen

membuat beton yang dihasilkan memiliki kuat desak tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton akan semakin tinggi. Nilai faktor semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya menyebabkan mutu beton menurun. Oleh karena itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2003).

2.4. Slump

Slump merupakan tinggi dalam adukan kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan dicabut. Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekecekan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kekenyalan maka semakin rendah pengerjaannya (nilai workability tinggi).

2.5. Pengerjaan Beton

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan, pencampuran bahan-bahan dapat dilakukan di laboratorium. Agar tetap terjaga konsistensinya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaannya tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkan beton yang tidak sesuai dengan rencana akan semakin besar. Cara pengolahan ini akan menentukan kualitas beton yang akan dibuat. Adapun tahapan dalam pelaksanaan di lapangan meliputi persiapan, penakaran, pengadukan (*Mixing*), penuangan atau pengecoran (*Placing*), pemadatan (*Vibrating*), penyelesaian (*Finishing*), dan perawatan (*Curing*) (Tri Mulyono, 2004).

III. LANDASAN TEORI

Sifat yang paling penting dari beton adalah sifat kuat desak beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat sifat lainnya juga baik (Tjokrodimulyo, 1995). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm² atau lebih tergantung dari jenis campuran, sifat sifat agregat, serta

kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah 200 kg/cm^2 – 500 kg/cm^2 .

Nilai kekuatan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm sampai 30 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/cm^2 . Tata cara yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39 atau sesuai dengan yang disyaratkan oleh SNI.

Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara pengaruh mutu semen portland, pengaruh dari perbandingan adukan beton, pengaruh air untuk membuat adukan, pengaruh umur beton, pengaruh pencampuran, pengaruh perawatan, pengaruh bahan campuran tambahan.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Pelaksanaan penelitian dilakukan adalah dengan cara membuat benda uji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel, kemudian sampel tersebut diuji kuat tekan pada umur sampel beton 28 hari.

Objek penelitian ini adalah pembuatan beton mutu tinggi dengan menggunakan bahan tambah yaitu abu terbang dan *superplasticizer*. Agar mencapai hasil penelitian yang secara maksimal maka diurutkan metode penelitian sebagai berikut.

1. Pengumpulan literatur sehubungan dengan topik penelitian
2. Persiapan bahan yang digunakan
3. Pemeriksaan bahan
4. Perencanaan campuran (*mix design*)
5. Pembuatan benda uji
6. Pelaksanaan perawatan (*curing*)
7. Pengujian kuat tekan
8. Pengolahan data.

4.2. Bahan Bahan Penelitian

Bahan bahan yang digunakan dalam proses pencampuran adalah:

- a. Semen portland (PC) tipe I produksi PT. Semen Gresik kemasan netto 40 kg.
- b. Agregat halus (pasir) diambil dari Kali Kuning Yogyakarta.
- c. Agregat kasar (kerikil) diambil dari Cangkringan.
- d. Air dari Laboratorium Teknik Sipil Iniversitas Kristen Immanuel.
- e. Bahan tambah *Fly Ash* diambil dari PLTU Paiton, Kediri, Jawa Timur.
- f. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Sikacim Concrete Additive* produksi PT. Sika Indonesia.

4.3 . Peralatan Penelitian

- a. Saringan, timbangan, cawan.
- b. Mesin ayakan sieve shaker.
- c. Gelas ukur dengan kapasitas 100 ml.
- d. Oven, kerucut SSD.
- e. Penumbuk dengan diameter 10 mm dan panjang 30 cm.
- f. Ember, kain, takaran, cetok.
- g. Satu set alat cetak berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
- h. Plat baja berukuran 100 cm x 100 cm dengan tebal 5 mm untuk pengujian *slump*.
- i. Kerucut Abrams dengan diameter lubang atas 10 cm dan 20 cm untuk diameter bagian bawah dengan tinggi 30 cm.
- j. Mesin uji desak kapasitas 1500 kN dengan merk Pressure Gauge Indotest.
- k. Penggaris, sekop, bak air.

4.4 . Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Langkah-langkah perancangan bahan susun pada penelitian ini adalah sebagai berikut: Kuat tekan beton yang direncanakan pada 28 hari adalah 30 MPa. Deviasi standar (s) : 7 MPa, karena tidak mempunyai data pengalaman sebelumnya. Nilai tambah : 8,5 MPa karena tidak mempunyai data sebelumnya. Kuat tekan rata-rata yang direncanakan $f'_{cr} : 30 + 8,5 = 38,5$ MPa. Jenis semen: *Portland* type I. Jenis kerikil : batu pecah dan pasir adalah alami. FAS yang digunakan 0,41. FAS maksimum 0,60 untuk jenis pembetonan yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. Nilai *slump* : 5 – 10 cm. Ukuran

agregat maksimum adalah 20 mm. Kebutuhan air per meter kubik : 204,9 liter, didapat dari perkiraan kebutuhan air untuk ukuran maksimum kerikil 20 mm. Kebutuhan semen portland per meter kubik beton : $204,9 \cdot 0,41 = 499,76 \text{ kg/m}^3$. Pasir yang dipakai bergradasi agak kasar (daerah II). Persentasi pasir terhadap campuran adalah 41 %, didapat dari Grafik hubungan FAS dan ukuran agregat maksimum.

Perkiraan berat beton per meter kubik = 2320 kg/m^3 didapat dari hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran. Kebutuhan agregat campuran = $2320 - (204,9 \text{ liter} + 499,76) = 1615,34 \text{ kg/m}^3$. Kebutuhan agregat halus per meter kubik beton = $41 \times 1615,34 : 100 = 662,29 \text{ kg/m}^3$. Kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton = $1615,34 - 662,29 = 953,05 \text{ kg/m}^3$. Daftar perhitungan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Isian Perencanaan Campuran Beton

No	Uraian	Nilai
1	Deviasi standar	7 MPa
2	Nilai tambah (m)	8,5 MPa
3	Kuat tekan beton yang disyaratkan	30 MPa
4	Kuat tekan rata-rata perlu	38,5 MPa
5	Jenis semen	PC tipe I
6	Jenis agregat	
	a. Agregat halus	Alami
	b. Agregat kasar	Pecahan
7	Faktor air semen	0,41
8	Nilai <i>slump</i>	5-10 cm
9	Ukuran maksimum butir agregat	20 mm
10	Kebutuhan air per meter kubik beton	204,9 liter
11	Kebutuhan semen portland per meter kubik beton	499,76 kg
12	Jenis agregat halus	2
13	Proporsi berat agregat halus terhadap campuran	41 %
14	Berat jenis agregat campuran	2,6
15	Perkiraan berat beton per meter kubik	2320 kg
16	Kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton	1615,34 kg
17	Kebutuhan agregat halus per meter kubik beton	662,29 kg
18	Kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton	1069,92 kg

Kesimpulan :

Volume	Air	Semen	Pasir	Kerikil
1 m ³	204,9 liter	499,76 kg	662,29 kg	953,05 kg

Volume 1 benda uji (kubus) = 15 cm x 15 cm x 15 cm = 3375 cm³ = 0,00375 m³.

Jadi kebutuhan bahan untuk 1 benda uji adalah:

Semen portland	=	499,76 x 0,00375	=	1,874 kg
Air	=	204,9 x 0,00375	=	0,768 liter
Pasir	=	662,29 x 0,00375	=	2,48 kg
Kerikil	=	953,05 x 0,00375	=	3,57 kg

Catatan : berat semen untuk setiap variasi akan berubah karena ada penggantian sebagian semen dengan abu terbang untuk setiap varian yaitu 0%, 10%, 15%, 20%, 25% terhadap berat semen.

Tabel 4.2 Kebutuhan Bahan Susun untuk 5 Sampel Kubus

Kode	Semen (kg)	Air (liter)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Abu Terbang (kg)	Superplasticizer Terhadap Berat Air
BN	9,37	3,69	12,4	17,85	0	0
BP10	8,433	3,69	12,4	17,85	0,937	0,6 %
BP15	7,9645	3,69	12,4	17,85	1,4055	0,6 %
BP20	7,496	3,69	12,4	17,85	1,874	0,6 %
BP25	7,0275	3,69	12,4	17,85	2,3425	0,6 %
Jumlah	40,291	18,45	62	89,25	6,559	2,4 %

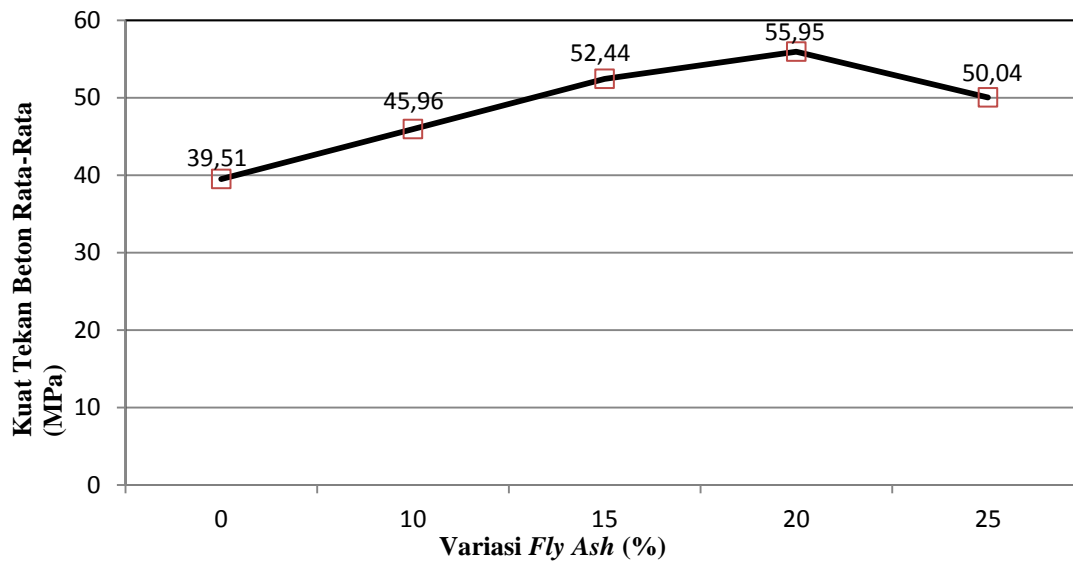
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton ditunjukkan pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata

No	Kode Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)
1	BN	0	39,51
2	BP10	10	45,96
3	BP15	15	52,44
4	BP20	20	55,95
5	BP25	25	50,04



Gambar 5.1. Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata

5.2. Pembahasan Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Kuat tekan beton terhadap beton normal meningkat seiring dengan peningkatan pemakaian *fly ash*. Kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada campuran BP 20% yaitu 55,95 MPa. Dari Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 terlihat bahwa semakin banyak penambahan *fly ash* maka nilai kuat tekan beton semakin tinggi tetapi ada nilai maksimumnya yang terdapat pada campuran BP 20%. Pada campuran BP 25% terlihat penurunan kuat tekan beton menjadi 50,04 MPa. Peningkatan kuat tekan beton antara campuran beton normal dan campuran beton BP 25% sebesar 26,69%.

5.3 Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan Kuat Tekan Hasil Penelitian

Pada penelitian f'_{cr} yang direncanakan sebesar 38,5 MPa sedangkan dari hasil penelitian diperoleh f'_{cr} laboratorium sebesar 39,51 MPa. Maka dapat dikatakan bahwa kuat tekan yang diperoleh telah memenuhi kuat tekan beton rencana.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kuat tekan maksimum dicapai pada campuran penggantian *fly ash* 20% (BP20%) sebesar 55,95 MPa.
- b. Penggunaan *superplasticizer (sikacim concrete additive)* dapat mempermudah pengadukan beton, dimana nilai *slump* berkisar antara 50 mm – 100 mm.
- c. Semakin banyak penggunaan *fly ash*, maka semakin kecil nilai *slump*.

6.2 Saran

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui berapa persen penggantian *fly ash* maksimum yang menghasilkan kuat tekan yang memenuhi kuat tekan untuk beton bermutu tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswin Budi Saputro, 2008, *Tinjauan Kuat Tekan dan Tarik pada Beton dengan Penggunaan Fly Ash*, Tugas Akhir Jenjang S-1 FTSP UII, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri, 2003, *Teknologi Beton*, Andi Offist, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Andi Offist, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1992, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1995, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.