



## PENGARUH PENGGUNAAN SEMEN PPC (PORTLAND POZOLAND CEMENT) DENGAN FAS 0,4 TERHADAP KUAT TEKAN, MODULUS ELASTISITAS, DAN SERAPAN AIR PADA BETON.

Muhammad Satrio Hutomo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima April 2014

Disetujui Mei 2014

Dipublikasikan Juni 2014

#### Keywords:

Portland Pozzoland Cement, the compressive strength of concrete; modulus of elasticity of concrete; Age of Concrete; Water absorption of concrete.

### Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan pada beton umur 3, 7, 14, 28, 60, dan 90 hari. Serta uji modulus elastisitas dan serapan air pada beton umur 28, 60, dan 90 hari. Benda uji kuat tekan modulus elastisitas beton adalah sampel silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sedangkan pengujian serapan air beton digunakan benda uji kubus dengan panjang sisi 150 mm. Dari hasil penelitian didapatkan hasil kuat tekan semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton yaitu 13,079 MPa, 17,723 MPa, 23,017 MPa, 28,036 MPa, 31,611 MPa, dan 33,679 MPa pada umur 3, 7, 14, 28, 60, dan 90 hari. Pada tegangan maksimum, regangan beton diperoleh sekitar 0,002. Modulus elastisitas beton di dapatkan nilai  $E = 4420\sqrt{f_c}$ . Serta di dapat nilai modulus elastisitas yang semakin meningkat seiring besarnya kuat tekan beton dan bertambahnya umur, yaitu sebesar 21.215,7 MPa; 21.822 MPa; 24.537 MPa pada umur 28, 60, dan 90 hari. Sedangkan Serapan air pada beton dengan fas 0,4 menghasilkan nilai serapan air sebesar 3,49%; 2,05%; 0,64% terhadap berat kering oven untuk umur 28, 60, dan 90 hari. Disimpulkan bahwa beton yang menggunakan semen PPC dengan fas 0,4 menghasilkan kuat tekan maksimal pada umur 28 hari adalah 28,036 MPa. Dan nilai modulus elastisitas yang didapat  $E = 4420\sqrt{f_c}$  dengan nilai maksimal pada umur 28 hari sebesar 21.822 MPa. Serta serapan air sebesar 3,49% pada umur 28 hari.

### Abstract

This study uses experimental research. In this research, concrete compressive strength test at the age of 3, 7, 14, 28, 60, and 90 days. Test and modulus of elasticity and water absorption in concrete ages 28, 60, and 90 days. Compressive strength of the specimen modulus of elasticity of concrete is sampled cylinder with a diameter of 150 mm and height 300 mm. While the water absorption test specimen used concrete cube with side length of 150 mm. From the results, the results of the compressive strength of concrete increases with age ie 13,079 MPa, 17,723 MPa, 23,017 MPa, 28,036 MPa, 31,611 MPa and 33,679 MPa at the age of 3, 7, 14, 28, 60, and 90 days. At the maximum stress, the concrete strain is obtained around 0.002. Elastisitas concrete modulus value  $E = 4420\sqrt{f_c}$  get. As well as can the value of the elastic modulus increase as the concrete compressive strength and age, that is equal to 21215.7 MPa; 21 822 MPa; 24 537 MPa at 28, 60, and 90 days. While Absorption of water on the concrete with water/cement ratio 0.4 produce water absorption value of 3.49%; 2.05%; 0.64% of the dry weight of the oven for ages 28, 60, and 90 days. Concluded that the concrete using PPC cement with water/cement ratio 0.4 of generate maximum compressive strength at 28 days was 28,036 MPa. And modulus of elasticity values obtained  $E = 4420\sqrt{f_c}$  with a maximum value at 28 days was 21 822 MPa. And water absorption of 3.49% at 28 days.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

Alamat korespondensi:

Gedung E3 Lantai 2 FT Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: satrio.cvbs@gmail.com

## PENDAHULUAN

Material beton merupakan salah satu material komposit yang digunakan dalam pekerjaan struktur bangunan. Pemakaiannya yang begitu luas, beton mempunyai keunggulan dibandingkan struktur yang lain yaitu bahan-bahan pembentuk beton mudah diperoleh, mudah dibentuk, mampu memikul beban yang berat, serta biaya pemeliharaan yang minimal.

Beton tersusun dari semen, air yang membentuk suatu pasta sebagai bahan perekat dan agregat yang terdiri dari agregat halus(pasir) dan agregat kasar(kerikil) sebagai bahan pengisinya. Sebagai bahan pengisi, agregat ini menempati kurang lebihnya 70% dari volume beton (Suroso H, 2001)

Melihat jenis semen yang banyak beredar di Indonesia ada dua jenis, semen PPC (*Portland Pozolan Cement*) dan PCC (*Portland Composit Cement*). Sehingga masih banyak masyarakat yang menggunakan jenis semen tersebut tanpa mengetahui sifat – sifat beton yang dibuat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, masih belum banyak penelitian yang membahas tentang sifat-sifat beton yang menitik beratkan pada jenis semennya.

Dengan mengacu pada berbagai referensi beton dan penelitian diatas yang telah dilakukan sebelumnya, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan mengangkat variabel jenis semen PPC dengan memakai fas 0,4 untuk mengetahui seberapa besar kenaikan kuat tekan beton dan serapannya pada umur 3, 7, 14, 28, 60, dan 90 hari. Sedang dilakukan pula penelitian yang sama dengan variabel jenis semen dan fas yang berbeda, sehingga bisa dilakukan perbandingan penelitian agar mendapatkan data yang akurat. Selanjutnya semoga penelitian ini dapat menambah informasi mengenai laju pertambahan kuat tekan beton, modulus elastisitas dan serapan air pada beberapa variasi umurnya pada pemakaian semen PPC dengan fas 0,4.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini akan mengamati hubungan sebab-akibat antara munculnya suatu akibat berupa laju peningkatan mutu beton yang menggunakan semen jenis PPC (*Portland Pozolan Cement*) dengan fas (faktor air semen) 0,4.

Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 18 buah untuk pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas, serta benda uji kubus dengan ukuran masing-masing sisinya 15 cm sebanyak 9 buah untuk pengujian serapan air pada beton. Beton dirancang dengan menggunakan perbandingan berat yang konstan antara semen : agregat halus : agregat kasar, yaitu sebesar 1 : 2 : 3. Sebelum dicampur agregat disiapkan dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (SSD) dan selanjutnya pengadukan beton dengan mesin pencampur (molen). Benda uji yang telah dicetak dibiarkan dalam cetakannya selama 24 jam dan setelah itu dibuka dari cetakannya untuk selanjutnya dirawat dengan cara direndam dalam bak yang berisikan air. Benda uji silinder pada umur beton 3, 7, 14, 28, 60, dan 90 hari dengan masing-masing 3 benda uji dilakukan pengujian kuat tekan beton, dan benda uji kubus pada umur 28, 60, dan 90 hari dengan masing-masing 3 benda uji dilakukan pengujian serapan air pada beton, kemudian benda uji silinder pada umur 28, 60, dan 90 hari dengan masing-masing 3 benda uji dilaksanakan pengujian modulus elastisitas beton.

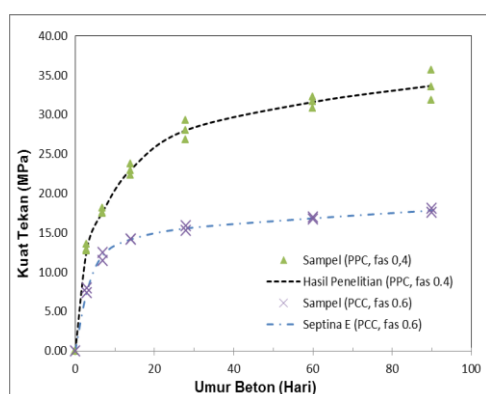
Berdasarkan data yang diperoleh untuk setiap umur uji selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk mendapatkan hubungan antara modulus elastisitas beton dan kuat tekan beton.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kuat tekan beton disajikan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No	Kode	Umur (hari)	Kuat Tekan (MPa)
1.a	A.2.1	3	12.739
b	A.2.1	3	12.910
c	A.2.1	3	13.588
			13.079
2.a	A.2.2	7	17.551
b	A.2.2	7	18.117
c	A.2.2	7	17.501
			17.723
3.a	A.2.3	14	22.907
b	A.2.3	14	22.364
c	A.2.3	14	23.779
			23.017
4.a	A.2.4	28	28.025
b	A.2.4	28	26.817
c	A.2.4	28	29.264
			28.036
5.a	A.2.5	60	30.856
b	A.2.5	60	31.706
c	A.2.5	60	32.272
			31.611
6.a	A.2.6	90	33.522
b	A.2.6	90	31.846
c	A.2.6	90	35.669
			33.679



**Gambar 1.** Hubungan antara kuat tekan dan umur beton.

Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa semakin bertambah umur beton semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton berhubungan erat dengan waktu hidrasi. Hal ini berkaitan dengan proses pengerasan yang terjadi pada bahan perekat beton berupa semen dengan perbedaan reaktifitas masing-masing mineral pembentuk semen.

Semakin lama umur beton semakin tinggi pula kuat tekan beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton pada umur 28 hari dianggap telah mencapai 100%, sedangkan kenaikan kuat tekan beton setelah umur 28 hari akan bertambah secara asymtotis. Hal ini disebabkan karena proses hidrasi semakin sulit dilakukan oleh bahan perekat berupa pasta semen karena semakin bertambahnya umur terjadi peningkatan jumlah produk hidrasi dan berkurangnya jumlah air yang tersedia untuk berlangsungnya reaksi.

Pada gambar 1 penelitian Septina,EN (2014) Beton yang diteliti menghasilkan kuat tekan lebih rendah di dibandingkan dengan hasil penelitian ini. Ini berkaitan dengan nilai fas yang digunakan. Septina,EN menggunakan jenis semen PCC dan fas 0,6. Sedangkan penelitian ini menggunakan jenis semen PPC dan fas 0,4. Menurut Duff Abrams (dalam buku Teknologi Beton Tjokrodumuljo,K 1996) tampak bahwa semakin rendah nilai fas semakin tinggi kuat tekan betonnya dan sebaliknya, namun dengan batasan fas yang telah di tentukan. Sehingga beton dengan nilai fas 0,4 (rendah) menghasilkan nilai kuat tekan yang tinggi.

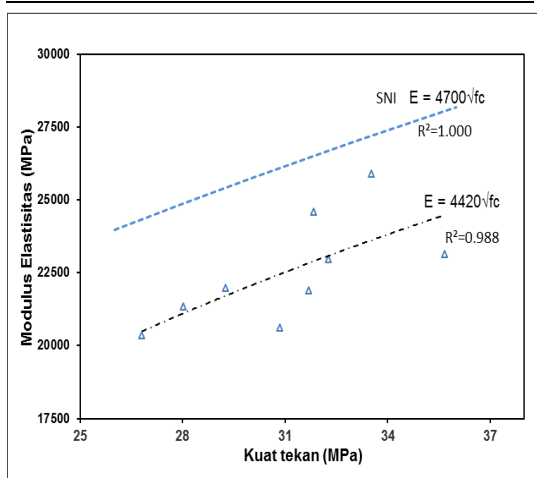
Namun dalam proses pengadukan, beton dengan fas 0,4 (rendah) mengalami kesulitan karena air yang sedikit. Di ketahui bahwa jumlah air yang digunakan dalam adukan beton berhubungan dengan jumlah dan ukuran pori yang terbentuk dalam beton. Seperti yang di jelaskan oleh Tjokrodumuljo,K (1998) dengan tingginya nilai faktor air semen menjadikan pasta semakin encer, sehingga kohesi pasta semakin rendah dan nilai slump semakin tinggi. Jika nilai slump tinggi artinya adukan beton mudah dikerjakan. Dan fas yang

terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya banyak pori-pori udara, sehingga beton menjadi kurang padat. Ini yang menjelaskan beton dengan menggunakan fas 0,6 (tinggi) menghasilkan kuat tekan yang rendah.

Hasil uji modulus elastisitas beton disajikan dalam Tabel 2 dan gambar 2.

**Tabel 2.** Hasil uji modulus elastisitas (Semen PPC ; Berat Semen 350 kg/m<sup>3</sup> ; fas 0.4)

No.	Kode	Umur (Hari)	fc (MPa)	E (MPa)
1.a.	A.2.4	28	28.025	21326
b.	A.2.4	28	26.817	20353
c.	A.2.4	28	29.264	21968
2.a.	A.2.5	60	30.856	20622
b.	A.2.5	60	31.706	21892
c.	A.2.5	60	32.272	22952
3.a.	A.2.6	90	33.522	25882
b.	A.2.6	90	31.846	24583
c.	A.2.6	90	35.669	23146



**Gambar 2.** Hubungan fc' dan E

Dari gambar diatas, terlihat bahwa modulus elastisitas beton dengan semen jenis PPC dan fas 0,4 didapatkan  $E = 4420\sqrt{fc'}$  masih dibawah dari nilai modulus elastisitas beton normal yang dipaki SK SNI T-15-1991-03 yaitu sebesar  $E = 4700\sqrt{fc'}$ .

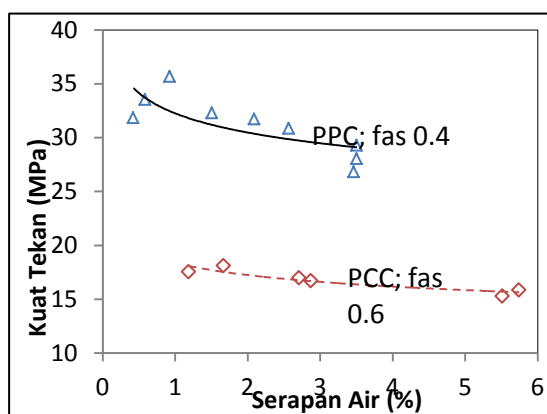
Dari hasil pengujian diketahui bahwa nilai modulus elastisitas mengalami peningkatan setelah umur 28 hari yakni berturut-turut 21.215,7 MPa; 21.822 MPa;

24537 MPa pada umur 28, 60, dan 90 hari. Hal ini disebabkan oleh reaksi senyawa kalsium silica hidrat ( $C_3S_2H_3$  atau "tobermorite") yang terjadi pada semen PPC semakin sempurna dan jumlah produk hidrasi yang dihasilkan semakin bertambah sehingga kepadatan dan kekuatan beton meningkat. Hal ini berkaitan erat dengan peningkatan kuat tekan beton yang dihasilkan. Meningkatnya kuat tekan beton mengakibatkan meningkatnya modulus elastisitas beton.

Hasil uji serapan air pada beton disajikan dalam Tabel 3 dan Gambar 3.

**Tabel 3.** Hasil serapan air dan kuat tekan.

No	Kode	Umur (hari)	Serapan Air (%)	Kuat Tekan (Mpa)
1.a.	A.2.4	28	3.5067	28.0254
b.	A.2.4	28	3.4648	26.8174
c.	A.2.4	28	3.5067	29.2636
2.a.	A.2.5	60	2.5701	30.8563
b.	A.2.5	60	2.0906	31.7055
c.	A.2.5	60	1.5116	32.2717
3.a.	A.2.6	90	0.5862	33.5218
b.	A.2.6	90	0.4245	31.8457
c.	A.2.6	90	0.9270	35.6687



**Gambar 3.** Hubungan antara Serapan Air dengan Kuat Tekan Beton.

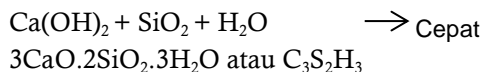
Dalam penelitian tentang hubungan antara permeabilitas dan fas, Neville (1977) menyatakan semakin besar nilai fas semakin tinggi koefisien permeabilitas dalam beton. Dengan tingginya nilai fas maka beton akan

menjadi porus, sehingga mudah menyerap air. Selain itu sifat senyawa pada semen juga mempengaruhi nilai permeabilitas. Butiran butiran semen yang halus mampu menurunkan nilai porositas pada pasta. Sehingga semakin tinggi nilai kuat tekan pasta, semakin rendah nilai permeabilitas yang ada.

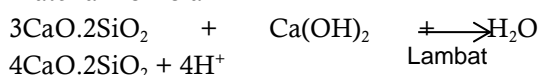
Dari gambar diatas, terlihat perbandingan antara nilai serapan air beton menggunakan semen PCC dengan fas 0,6 dan beton menggunakan semen PPC dengan fas 0,4. Gambar diatas menunjukkan nilai serapan air beton semakin menurun seiring bertambahnya kuat tekan. Seperti yang dijelaskan sampai saat ini belum ada hubungan langsung antara kuat tekan dan serapan air pada beton. Hal ini disebabkan reaksi hidrasi yang terjadi pada semen semakin sempurna serta kepadatan beton yang baik. Beton menggunakan semen PPC dengan fas 0,4 terlihat mendapatkan nilai serapan air yang lebih rendah. Penggunaan semen jenis PPC dengan fas 0,4 menghasil kepadatan beton yang baik.

Penjelasan terhadap penggunaan jenis semen PPC dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Semen Portland



Material Pozzolan



Dengan penjelasan nama senyawa sebagai berikut :

Silikon Dioksida ( $\text{SiO}_2$ )

Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) (Kapur padam aktif)

Trikalsium Silikat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) atau ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) (Material Pozzolan)

Terlihat pada reaksi diatas, semen terdiri dari unsur silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang reaktif. Jika dicampur dengan kapur padam aktif  $\text{Ca(OH)}_2$  dan air dalam beberapa waktu pada suhu kamar ( $24 - 27^\circ\text{C}$ ) dapat beraksi dengan cepat membentuk suatu massa yang padat dan kedap terhadap air. Kemudian jika pozzolan digunakan dalam campuran semen maka akan

mengikat kalsium hidroksida dan menghasilkan kembali kalsium silika hidrat dan bereaksi secara lambat. Semakin lama bereaksi, senyawa pozzolan yang reaktif akan terus mengikat kalsium hidroksida dan membentuk kembali kalsium silika hidrat yang ketika mengeras menjadi lebih padat dan kedap terhadap air.

Senyawa kalsium silika hidrat ( $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ , atau "tobermorite") hasil dari pozzolan yang mampu mengikat kapur bebas ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) pada semen. Kapur bebas ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) mampu membuat beton berpori dan mudah tembus air. Sedangkan kalsium silika hidrat merupakan zat padat yang kuat. Selain itu butiran pozzolan yang terkandung dalam PPC sangat halus. Sehingga mampu mengisi rongga yang terdapat dalam beton sehingga pori pori tidak terbentuk dan beton menjadi lebih padat serta kedap terhadap air. Dengan demikian bila pozzolan dipakai sebagai bahan tambahan pada beton akan menjadikan beton lebih kuat, padat, rapat terhadap air dan tahan terhadap serangan kimia.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan :

1. Kuat tekan beton semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton dengan hasil kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 28 hari adalah 13,079 MPa, 17,723 MPa, 23,017 MPa, 28,036 MPa. Setelah berumur 28 hari terlihat masih ada peningkatan kuat tekan yang terjadi pada beton yakni 31,611 MPa, dan 33,679 MPa pada umur 60 dan 90 hari.

Pada tegangan maksimum, regangan beton diperoleh sekitar 0,002. Modulus elastitas beton di dapatkan nilai  $E = 4420\sqrt{f'c}$ . Serta di dapat nilai modulus elastisitas yang semakin meningkat seiring besarnya kuat tekan beton dan bertambahnya hari, sebesar 21.215,7 Mpa; 21.822 MPa; 24537 Mpa pada umur 28, 60, dan 90 hari.

2. Serapan air pada beton dengan fas 0,4 menghasilkan nilai serapan air sebesar

3,49%; 2,05%; 0,64% berturut-turut pada umur 28, 60, dan 90 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1979. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971). Direktorat Jendral Ciptakarya. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Anonim. 1989. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung
- Anonim. 1991. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim. 1993. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI 03-2834-1993). Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim. 1994. Perencanaan dan Pengendalian Mutu Beton. Temu Karya Penyebarluasan dan Penerapan Standar Bidang Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum-Departemen Pekerjaan Umum (BPPPU-DPU). Agustus 1994.
- Anonim. 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI 03-2834-2000). Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim. 2004. Semen Portland Komposit. (SK SNI 15-7064-2004). Departemen Pekerjaan Umum.
- Kardiyono. 1987. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan pada Beton dengan Bahan Batuan Sungai Krasak. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Kardiyono. 1992. Pengetahuan Dasar Beton. PAU UGM Yogyakarta.
- Kardiyono. 2007. Teknologi Beton. Biro Penerbit KMTS FT UGM: Yogyakarta
- Murdock, L.J dan Brook K.M. 1986. Bahan dan Praktek Beton (alih bahasa Stepanus Hindarko). Erlangga: Jakarta.
- Neville, A.M. 1977. Properties of Concrete, Second Edition. The English Language Book Society Pitman Publishing. London.
- Noor. Eka Septina. 2014. Pengaruh Penggunaan Semen PCC (Portland Composit Cement) pada fas 0,6 Terhadap Laju Peningkatan Sifat Beton. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Nugroho, Ahmad Zarwedi dan Slamet Widodo. Efek Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Agregat Breksi Batu Apung. Jurnal Teknik Sipil. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Salain, I.M.A dan I.B Rai Widiarsa. 2006. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen Pada Beton yang Dibuat dengan Menggunakan Semen Portland Pozolan. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil universitas Udayana: Denpasar.
- Sembiring, R.K. 1995. Analisa Regresi. Edisi Kedua. Penerbit ITB: Bandung.
- Suroso, Hery. 2001. Pemanfaatan Pasir Pantai Sebagai Bahan Agregat Halus Pada Beton. Tesis S-2. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Suroso, Hery dan Lashari. 2009. Workshop Teknolgi Beton. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Suroso, Hery dan Endah K. Pangestuti. Studi Tentang Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Campuran Agregat Yang Berbeda. Varia Teknika Ft Unnes. Semarang.
- Triyono, A. 1999. Efektifitas Pengujian Kandungan Udara pada Beton Segar (ASTM C231-82) Sebagai Alternatif Pengujian Mutu Beton dengan Variasi Kadar Pasir. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Wahyono, S.B. 2000. Pengaruh Faktor Air Smen dan Jumlah Pasta terhadap Keleccakan adukan dan Kuat Tekan Beton dengan Agregat Kasar Batu Pecah Asal Clereng Ukuran Maksimum 40mm. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.