

**PENGARUH SULFAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN VARIASI BURUK KACA SUBSTITUSI SEBAGIAN
PASIR DENGAN w/c 0,60 DAN 0,65**



SKRIPSI

SEBAGAI TUGAS AKHIR

untuk memperoleh gelar sarjana teknik
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Oleh :

FANISA EKI G. P

43051001092

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2013

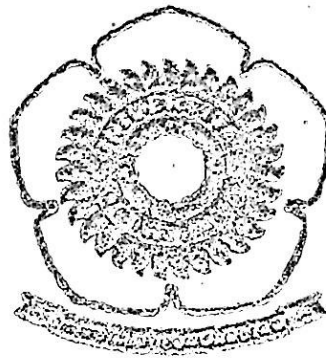
S
693.507

FAN
P
2013

C - 132580

A. 22695/23219

**PENGARUH SULFAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN VARIASI BUBUK KACA SUBSTITUSI SEBAGIAN
PASIR DENGAN w/c 0,60 DAN 0,65**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat merdapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

FANISA EKI G. P.

03081001092

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2013**

**PENGARUH SULFAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN VARIASI BUBUK KACA SUBSTITUSI SEBAGIAN
PASIR DENGAN w/c 0,60 DAN 0,65**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

FANISA EKI G. P.

03081001092

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. GUNAWAN TANZIL, M.Eng

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2013**



FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Fanisa Eki G. P.
NIM : 03081001092
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan Tugas Akhir : Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton
Dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi
Sebagian Pasir dengan w/c = 0,60 dan 0,65

Palembang, November 2013

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. Hj. Ika Juliantina, MS
NIP 19600701 198710 2 001

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng
NIP 19560131 198703 1 002

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	x
Abstraksi	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Metode Pengumpulan Data	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Beton	6
2.2. Sifat dan Karakteristik Beton	7
2.2.1. Kekuatan Beton (<i>Strength</i>)	7
2.2.2. Daya Tahan Beton (<i>Durability</i>)	8
2.2.3. Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	8
2.2.4. Rangkak dan Susut	9
2.2.5. Permeabilitas	10
2.2.6. Sifat-Sifat Lain	11

2.3.	Material Pembentuk Beton	11
2.3.1.	Semen	12
2.3.2.	Agregat	17
2.3.3.	Air	26
2.3.4.	Bubuk Kaca dari Botol	27
2.4.	Pengaruh Sulfat Terhadap Beton	28
2.4.1.	Sumber Sulfat	29
2.4.2.	Mekanisme Serangan Sulfat Pada Beton	29
2.4.3.	Faktor Utama Yang Mempengaruhi Serangan Sulfat	30
2.4.4.	Faktor Yang Mempengaruhi Ketahanan Ketahanan Beton Terhadap Sulfat	31
2.5.	Penelitian Terdahulu	33
2.6.	Benda Uji	34
2.6.1.	Nilai Slump	34
2.6.2.	Pengerjaan dan Pematatan Beton	35
2.7.	Analisa Kekuatan Beton	37
2.8.	Pengujian Kuat Tekan	38
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1.	Umum	39
3.2.	Persiapan Material	39
3.3.	Pengujian Material	41
3.3.1.	Pengujian Laboratorium Agregat Halus	41
3.3.2.	Pengujian Laboratorium Agregat Kasar	48
3.3.3.	Pengujian Material Bubuk Kaca	52
3.4.	Perhitungan Analisis Perencanaan Campuran	53
3.5.	Pembuatan Benda Uji	58
3.5.1.	Persiapan Alat dan Material	58
3.5.2.	Pengadukan Beton	58
3.5.3.	Pengujian Slump	59
3.5.4.	Pencetakan Beton	59
3.5.5.	Perawatan Beton	60
3.6.	Pengujian Benda Uji	60

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	61
4.1. Hasil Pengujian Material Beton	61
4.2. Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	61
4.3. Hasil Uji <i>Slump</i>	61
4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	63
4.4.1. Pengujian Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$	63
4.4.2. Pengujian Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$	66
4.5. Analisa Kuat Tekan Beton dengan Curing dan Beton dengan Perendaman larutan Sulfat	70
4.5.1 Beton $w/c = 0,60$	70
4.5.2 Beton $w/c = 0,65$	72
4.6 Berat Beton	75
4.6.1 Berat Beton $w/c = 0,60$	75
4.6.2 Berat Beton $w/c = 0,65$	76
4.7 Kondisi Fisik Beton Setelah Perendaman dalam Larutan Sulfat	79
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Persentase Komposisi Semen Portland	14
Tabel 2.2. Batas Gradasi Agregat Halus	24
Tabel 2.3. Batas Gradasi Agregat Kasar	25
Tabel 2.4. Komposisi Kimia Beberapa Macam Warna Kaca.....	28
Tabel 3.1. Veriasi Campuran Beton dan Jumlah Benda Uji	54
Tabel 3.2. Nilai Slump yang Disarankan untuk Berbagai Jenis Pengerjaan Konstruksi	54
Tabel 3.3. Kebutuhan Air Pencampur dan Udara untuk Berbagai Nilai Slump dan Ukuran Maksimum Agregat.....	55
Tabel 3.4. Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton	56
Tabel 3.5. Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton	57
Tabel 3.6. Estimasi Awal untuk Berat Jenis Beton Segar	58
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Material	61
Tabel 4.2. Komposisi Campuran Beton	62
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian <i>Slump</i>	62
Tabel 4.4. Kuat Tekan Beton $w/c = 0,6$ dengan <i>Curing</i>	63
Tabel 4.5. Kuat Tekan Beton $w/c = 0,6$ dengan Direndam Larutan Sulfat ..	65
Tabel 4.6. Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i>	67
Tabel 4.7. Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan Direndam Larutan Sulfat	69
Tabel 4.8. Rekapitulasi persentase perubahan nilai kuat tekan beton dengan <i>curing</i> dan direndam larutan sulfat $w/c = 0,6$	73
Tabel 4.9. Rekapitulasi persentase perubahan nilai kuat tekan beton dengan <i>curing</i> dan direndam larutan sulfat $w/c = 0,65$	75
Tabel 4.10. Berat Beton $w/c = 0,6$ dengan <i>Curing</i>	76
Tabel 4.11. Berat Beton $w/c = 0,6$ dengan perendaman dalam larutan sulfat.	77
Tabel 4.12. Berat Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i>	77
Tabel 4.13. Berat Beton $w/c = 0,65$ dengan perendaman dalam larutan sulfat	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kondisi Kadar Air Agregat.....	22
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	40
Gambar 4.1. Grafik Nilai <i>Slump</i>	62
Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i>	64
Gambar 4.3. Diagram Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i>	64
Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan direndam larutan sulfat	66
Gambar 4.5. Diagram Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan direndam larutan sulfat	66
Gambar 4.6. Grafik Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i>	68
Gambar 4.7. Diagram Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i>	68
Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan direndam larutan sulfat	69
Gambar 4.9. Diagram Hubungan antara persentase Bubuk Kaca dan Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan direndam larutan sulfat	70
Gambar 4.10. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i> dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 7 Hari	71
Gambar 4.11. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i> dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 21 Hari	71
Gambar 4.12. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i> dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 28 Hari	72
Gambar 4.13. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i> dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 7 Hari	73
Gambar 4.14. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i> dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 21 Hari	74

Gambar 4.15. Diagram Kuat Tekan Beton $w/c = 0,65$ dengan Curing dan Perendaman dalam Larutan Sulfat Umur 28 Hari	74
Gambar 4.16. Berat Beton $w/c = 0,60$ dengan <i>Curing</i>	76
Gambar 4.17. Berat Beton $w/c = 0,60$ dengan perendaman dalam larutan sulfat	77
Gambar 4.18. Berat Beton $w/c = 0,65$ dengan <i>Curing</i>	78
Gambar 4.19. Berat Beton $w/c = 0,60$ dengan perendaman dalam larutan sulfat	79

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Pengujian Material
- Lampiran 2. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)
- Lampiran 3. Foto-foto Dokumentasi
- Lampiran 4. Syarat-syarat Administrasi

ABSTRAKSI

Dalam rangka untuk meminimalisir kerusakan struktur beton akibat pengaruh eksternal, khususnya akibat hadirnya sulfat baik dalam tanah maupun air tanah dimana struktur itu berada, serta memanfaatkan limbah-limbah kaca yang semakin banyak di kota-kota besar, sebagian dari pasir di dalam beton digantikan oleh bubuk kaca. Dua desain campuran yang berbeda dihitung berdasarkan metode ACI (w/c 0,60 dan 0,65), dengan substitusi kadar bubuk kaca lolos saringan no. 8 sebesar 5%,10%,15% dan 20%. Benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm direndam selama 7, 21 dan 28 hari dengan 2 jenis air yaitu air biasa dan larutan sulfat 5%. Hasil tes menunjukkan bahwa dibandingkan dengan beton tanpa substitusi bubuk kaca, beton dengan substitusi bubuk kaca sebesar 20% untuk kedua desain campuran nilai slumpnya mengalami penurunan terbesar. Kuat tekan beton dengan substitusi bubuk kaca lebih tinggi dibandingkan kuat tekan desain, dan terus meningkat seiring dengan penambahan kadar bubuk kaca. Penggantian 20% pasir dengan bubuk kaca mencapai kekuatan tekan tertinggi dari pada beton normal ketika direndam larutan sulfat.

BAB I

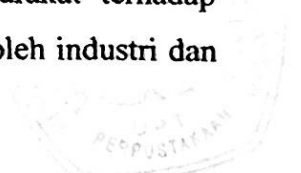
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling sering dan banyak digunakan dalam pembuatan struktur bangunan. Beton memiliki banyak keunggulan sebagai material struktur bangunan, diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi bergantung pada desainnya, dan tahan terhadap suhu tinggi. Namun seperti material struktur bangunan lainnya, beton tidak terlepas dari kerusakan-kerusakan yang dapat mengurangi durabilitasnya. Kerusakan-kerusakan ini dapat disebabkan antara lain oleh kesalahan perencanaan, kesalahan pelaksanaan, kesalahan penggunaan atau karena pengaruh eksternal atau lingkungan dimana struktur beton itu berada, seperti pada lokasi-lokasi tertentu, misalnya di lingkungan yang berhubungan dengan bahan kimia agresif, sulfat, klorida, garam atau yang berada di daerah laut. Beton tersebut memerlukan proteksi yang lebih kuat untuk mencegah timbulnya korosi baik korosi pada beton itu sendiri atau tulangan di dalamnya.

Beton yang selama ini dikenal sebagai material yang tahan karat, sebenarnya bisa juga mengalami korosi sebagaimana korosi atau karat yang terjadi pada struktur baja. Korosi yang dimaksud disini adalah kerusakan material beton tersebut akibat proses kimia yang terjadi di dalamnya. Salah satu struktur yang rentan terhadap korosi adalah struktur yang terletak di dalam tanah, seperti pondasi, *basement*, terowongan, dan lain-lain. Kandungan sulfat yang hadir baik dari dalam tanah dan air tanah, membusuknya bahan organik, maupun limbah industri yang mengelilingi sebuah struktur beton menimbulkan ancaman besar bagi daya tahan jangka panjang dari beton tersebut. Beton yang terpapar sulfat mungkin mengalami kerusakan sampai ke tingkat tertentu, tergantung pada kualitas beton dan konsentrasi sulfat.

Selain bahan kimia seperti sulfat, bidang industri juga menghasilkan limbah-limbah lain, seperti *fly ash* dan *silica fume*, tidak terkecuali limbah kaca, khususnya di kota-kota besar seperti Palembang. Bertambahnya limbah kaca disebabkan karena terus berkembangnya tingkat konsumsi masyarakat terhadap produk dengan kaca sebagai kemasannya. Belum lagi limbah kaca oleh industri dan



perusahaan komersial. Sayangnya, sebagian besar limbah kaca tidak didaur ulang, melainkan hanya dibuang ke lahan-lahan terbuka atau hanya sekadar ditimbun dalam tanah. Hal ini menyebabkan masalah seperti berkurangnya ruang tempat pembuangan akhir sampah dan pencemaran lingkungan yang tentunya tidak sedap dipandang mata.

Karena kandungan silikanya yang cukup tinggi, kaca dapat digunakan sebagai alternatif bahan pembuatan beton. Selain dilihat dari segi ekonomis dalam biaya, pemakaian bubuk kaca sebagai pengganti pasir juga menyelesaikan masalah pemanfaatan limbah kaca, sehingga limbah kaca dapat dikurangi.

Pada Penelitian terdahulu yang terdapat dalam jurnal *Value-Added Utilisation of Waste Glass in Concrete*, Ahmad Shayan menggunakan serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus pasir dengan kadar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dan menghasilkan beton mutu tinggi dengan kuat tekan beton pada 28 hari yang mencapai lebih dari 50 MPa.

Di dalam jurnal penelitian tersebut, dikatakan bahwa serbuk kaca memiliki kandungan SiO_2 sebesar 72% dapat berfungsi untuk mengikat material dengan bantuan air dan CaO sebesar 11% merupakan kandungan kapur dalam kaca yang dapat mempercepat pengerasan beton karena beton dengan kandungan kapur dibawah 65% pengerasannya seringkali melambat dan juga CaO berfungsi menjaga keterikatan antara material. Karena itulah diasumsikan bahan kaca dapat mempengaruhi kuat tekan beton.

Kebutuhan pengetahuan tentang beton tahan sulfat sangat diperlukan sehingga dapat diambil langkah-langkah untuk meminimalkan kerusakan beton yang terkena dampak sulfat. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pengaruh sulfat terhadap kuat tekan beton dengan variasi bubuk kaca sebagai bahan pengganti pasir dengan kadar 5%, 10%, 15% dan 20% yaitu kadar yang lebih kecil dibandingkan dengan yang dilakukan sebelumnya oleh Ahmad Shayan untuk mengetahui perbedaan kuat tekan beton dengan jarak presentasi bubuk kaca yang lebih kecil. Dengan batasan nilai *water cement ratio* sebesar 0,60 dan 0,65.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah bagaimana pengaruh kuat tekan beton dengan variasi bubuk kaca substitusi pasir dengan nilai w/c 0,6 dan 0,65 apabila terendam sulfat dengan kadar 5% dari berat air rendaman.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan-tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh bahan substitusi pasir berupa bubuk kaca dengan kadar 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton antara beton yang terpapar sulfat dan beton yang tidak terpapar sulfat baik dengan bubuk kaca maupun tanpa bubuk kaca sebagai substitusi pasir dengan nilai w/c 0,6.
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton antara beton yang terpapar sulfat dan beton yang tidak terpapar sulfat baik dengan bubuk kaca maupun tanpa bubuk kaca sebagai substitusi pasir dengan nilai w/c 0,65.

1.4 Metode Pengumpulan Data

Data-data dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari dua macam, yaitu data primer dan data sekunder.

Data-data primer didapat dari :

1. Pengamatan langsung atau percobaan laboratorium.
2. Menghitung hasil percobaan.
3. Konsultasi langsung dengan pembimbing laboratorium.

Data-data sekunder didapat dari :

1. Studi pustaka yang berhubungan dengan pembahasan untuk mendapatkan pemahaman yang baik mengenai beton.
2. Data-data percobaan laboratorium.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Agar tidak terjadi penyimpangan dalam pembatasan masalah nantinya, maka perlu dibuat pembatasan sebagai berikut :

1. Pembuatan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan bubuk kaca sebagai substitusi pasir dengan kadar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, dengan gradasi bubuk kaca disesuaikan dengan gradasi pasir.
2. Campuran beton benda uji menggunakan nilai w/c 0,6 dan 0,65.
3. Simulasi untuk beton terpapar sulfat dengan kadar sulfat 5% dari berat air rendaman.
4. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7, 21, dan 28 hari dengan benda uji sebanyak 3 buah pada setiap variasi campuran beton.
5. Penelitian dilakukan di laboratorium struktur beton jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini ditulis pembahasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab tinjauan pustaka akan membahas gambaran umum mengenai beton, sifat-sifat dan bahan pembentuknya serta pengaruh kuat tekan beton terhadap sulfat.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian bahan campuran beton, pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton.

BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian material dan pengujian kuat tekan beton.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran untuk memperbaiki penelitian dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.1-91. *Recommended Practice For Selecting Proportions For Concrete*.
- Cement Concrete & Aggregate Australia. *Sulfate Resisting Concrete*. Jurnal penelitian, 2003.
- Cement Concrete & Aggregate Australia. *Sulfat-Resisting Cement And Concrete*. Jurnal penelitian, 2002.
- Dipohusodo, Istimawan. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 1994.
- Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. 2011. *Pedoman Praktikum Beton*. Inderalaya.
- Kasymir, Andi., *Pemanfaatan Abu Sekam sebagai Aditif Mineral untuk Meningkatkan Ketahanan Beton terhadap Korosi Sulfat*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Ujungpandang. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan. Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. IKIP Ujung Pandang, 1997.
- McCormac, Jack C., *Desain Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga, Ciracas, Jakarta, 2003.
- Mulyono, Tri, *Teknologi beton*. Penerbit Andi, 2003.
- Nawy, Edward G. P. E., *Beton Bertulang*, Penerbit PT. REFIKA ADITAMA, Bandung, 1998.
- Pandiangan, Thresia Yudinar, Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Perawatan. Palembang. Jurusan teknik sipil universitas sriwijaya, 2011.
- Riyadi, Muhtarom dan Amalia, *Teknologi Bahan I*. Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. 2005.
- SK SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan standarisasi nasional. Jakarta, 1990.

- Susilorini, Retno dan Kusno Adi Sambowo, *Teknologi Beton Lanjut Durabilitas Beton*. Penerbit Surya Perdana Semesta. Semarang, 2003.
- Shayan, Ahmad. 2002. *Value-Added Utilisation of Waste Glass in Concrete*. Research Journal.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1995, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Mudock, L.J. dan Brook, K.M. 1978. *Bahan dan Praktek Beton*. edisi 5, Terjemahan oleh Stephanus, H. 1986. Jakarta : Erlangga.
- Masruri, N. 1993. Pengaruh Garam Sulfat terhadap Beton dan Cara Pencegahannya. *Jurnal Pemukiman* Volume IX No. 11 - 12.