

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAN/BELE	
TGL. TERIMA :	10 September 2005
NO. JUDUL :	001602
NO. INV. :	5720001682001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEMPERATUR TINGGI
TERHADAP KUAT DESAK BETON YANG MENGGUNAKAN
BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER**



KS
69254
Yul
P
A

Disusun oleh:

X. 69. 500. long. 28

Sigit Yulianto	00 511 031
Dodik Arifianto	00 511 266

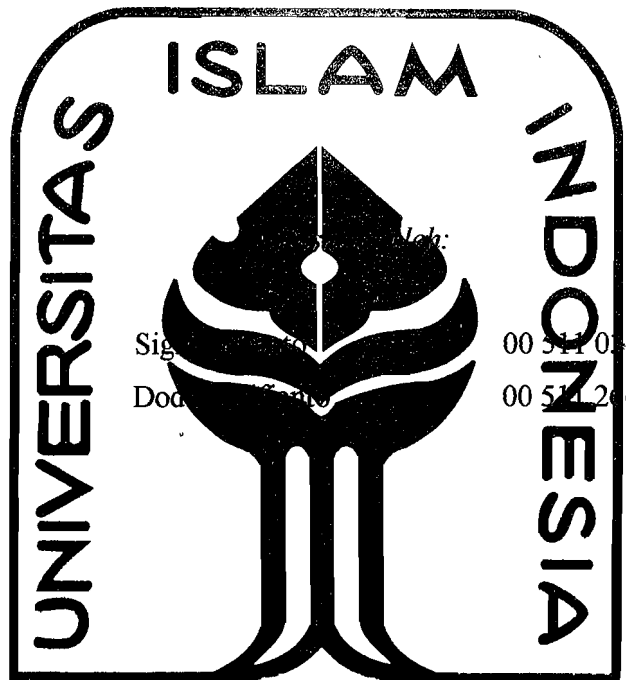
**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

Retan
Superplasticizer

2005

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

PENGARUH TEMPERATUR TINGGI
TERHADAP KUAT DESAK BETON YANG MENGGUNAKAN
BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER*



Telah diperiksa dan diteliti oleh:



Dosen Pembimbing I,

06/05

DR. IR. H. HARSOYO, MSc.

Dosen Pembimbing II,

5/5

DR. IR. ADE ILHAM, MT.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirroohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Temperatur Tinggi terhadap Kuat Desak Beton yang Menggunakan Bahan Tambah *Superplasticizer*” ini.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat yang harus ditempuh untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. H. Harsoyo, MSc., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Ade Ilham, MT., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia dan karyawan Laboratorium Teknik Struktur Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
6. Ayah, Ibu, Kakak, adik dan seseorang yang spesial di hati kami yang telah banyak memberi dorongan, semangat dan cintanya.

7. Teman-teman seperjuangan kami, Dhevi, Radite, Faisal dan Pak Sulkan serta kawan-kawan TA, Ardi, Roben, Saeful dan yang lain-lainnya yang juga banyak memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, kami berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Amien.

Jogjakarta, September 2005

Penyusun,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian terdahulu tentang Penambahan Bahan Tambah sebagai Bahan Pengencer dan Pengaruh Temperatur	6
2.1.1 Penggunaan Bahan Tambah <i>Superplasticizer</i> pada Beton Mutu Tinggi	7
2.1.2 Pengaruh Bahan Tambah <i>Superplasticizer</i> terhadap Kuat Tekan Beton	7
2.1.3 Pengaruh Pembakaran terhadap Kerusakan Struktur Mikro Beton	8
2.1.4 Pengaruh Suhu pada Kekuatan Desak Beton	9
2.1.5 Hubungan Antara Waktu Pembakaran dengan Kenaikan Suhu	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Tinjauan Umum	11
3.2 Bahan-bahan Dasar Pembentuk Beton	14
3.2.1 Semen Portland	14

3.2.2	Agregat	15
3.2.3	Air	16
3.2.4	Bahan Tambah <i>Superplasticizer</i>	17
3.3	Uji Ketahanan Api (Fire-Resitance Test)	18
3.4	Pengaruh Kenaikan Temperatur terhadap Beton	19
3.5	Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SKSNI M-14-1989-F	21
3.6	Perawatan Beton	22
3.7	Perencanaan Campuran Beton	25
3.8	Pengadukkan Beton	25
BAB IV	METODE PENELITIAN	27
4.1	Umum	27
4.2	Persiapan Bahan dan Alat	28
4.3	Pemeriksaan Material yang akan Digunakan	30
4.4	Perhitungan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	30
4.5	Pembuatan dan Perawatan Sampel	35
4.6	Pengujian Bakar Sampel	37
4.7	Pengujian Kuat Desak Sampel	39
4.8	Pengolahan Data	39
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
5.1	Umum	40
5.2	Hasil Pengujian	40
5.2.1	Pengujian Agregat	40
5.2.2	Pengujian Beton Segar	42
5.2.3	Pengujian Bakar	43
5.2.4	Pengujian Desak	56
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	.....	66
LAMPIRAN	.....	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Standar Temperatur-Waktu yang digunakan di berbagai Negara untuk Uji Ketahanan Api Elemen-elemen Struktur	10
Gambar 2.2 Kurva Pembakaran dan Kurva Standar	11
Gambar 2.3 Kurva Standar Hubungan Temperatur-Waktu (ASTM E 152-81a)	12
Gambar 3.1 Kurva Standar Temperatur-Waktu untuk Uji Ketahanan Api Elemen-elemen Struktur	18
Gambar 3.2 Kuat Tekan Beton Beragregat Siliceous dan Beragregat Carbonate Akibat Temperatur Tinggi	20
Gambar 3.3 Kuat Desak Beton yang dikeringkan dalam udara di Laboratorium setelah Perawatan	25
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	28
Gambar 5.1 Tungku Pembakaran	44
Gambar 5.2 <i>Burner</i>	45
Gambar 5.3 <i>Thermometer</i>	46
Gambar 5.4 Alat Pengatur Temperatur Otomatis	47
Gambar 5.5 Denah Penempatan Alat dan Sampel	48
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 600° C	50
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 800° C	51
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 1000° C	51
Gambar 5.9 Retak Rambut	54
Gambar 5.10 Retak Lebar dan Melingkar	54
Gambar 5.11 Pelepasan Elemen Beton	55
Gambar 5.12 Grafik Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> -Kuat Desak Beton Normal	57

Gambar 5.13	Grafik Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> -Kuat Desak Temperatur 600° C	57
Gambar 5.14	Grafik Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> -Kuat Desak Temperatur 800° C	58
Gambar 5.15	Grafik Hubungan Kadar <i>Superplasticizer</i> -Kuat Desak Temperatur 1000° C	58
Gambar 5.16	Grafik Kombinasi	59
Gambar 5.17	Kurva Penurunan Kekuatan Beton Akibat Temperatur	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pengaruh Pembakaran terhadap Sifat Beton	9
Tabel 3.1 Sifat-sifat Semen	15
Tabel 3.2 Angka Konversi Benda Uji Beton	22
Tabel 4.1 Kebutuhan Bahan Campuran Beton	35
Tabel 4.2 Kebutuhan <i>Superplasticizer</i>	35
Tabel 4.3 Rincian Jumlah Sampel yang akan diuji	37
Tabel 5.1 Nilai <i>Slump</i> Aktual	43
Tabel 5.2 Jadwal Pembakaran dan Penimbangan Sampel	49
Tabel 5.3 Variasi Suhu, Durasi dan Jumlah <i>Burner</i> yang digunakan	49
Tabel 5.4 Keadaan Fisik Sampel secara Visual setelah Pembakaran	52
Tabel 5.5 Penurunan Berat pada Beton Pasca Bakar	55

ABSTRAK

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan sehingga membentuk masa padat. Penggunaan beton sudah sangat umum digunakan dalam struktur bangunan karena mudah dalam pelaksanaan dan mampu menahan kekuatan sesuai dengan keinginan perencana. Perencanaan campuran beton antar lain meliputi: kekuatan, keawetan dan sisi ekonomi. Selain itu, beton juga dituntut tahan terhadap temperatur tinggi. Untuk kondisi tertentu, beton diberi bahan campuran tambahan. Beton yang dicampur dengan bahan campuran tambahan tersebut bertujuan untuk menghasilkan beton dengan fungsi tertentu, sesuai dengan fungsi bahan tambah tersebut.

Salah satu bahan tambah beton yang sangat umum digunakan adalah *superplasticizer*. *Superplasticizer* ini berfungsi sebagai pengencer beton segar. Dengan kata lain, beton segar yang ditambahkan *superplasticizer* akan mengakibatkan beton segar menjadi “mengalir” dan meningkatkan *workability*, sehingga memudahkan pengerjaan beton.

Tugas akhir ini mengkaji tentang pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat desak beton yang menggunakan bahan tambah *superplasticizer*. Beton yang menggunakan *superplasticizer* dengan beberapa variasi kadar diuji bakar di dalam tungku bakar dengan temperatur tinggi, yaitu 600° C, 800° C dan 1000° C. Kemudian beton yang telah dibakar tersebut diuji desak untuk mengetahui kuat desaknya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* terhadap kuat desak beton pasca bakar tidak berpengaruh besar dibanding beton normal tanpa *superplasticizer*, yaitu rata-rata perubahan kuat desaknya sebesar 5,99%. Selain itu, kuat desak beton pun mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur. Penurunan kuat desak beton yang dibakar dengan temperatur 1000° C mencapai 61,33% dari kuat desak beton yang tidak dibakar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat sekarang ini, beton banyak digunakan untuk pembangunan sarana dan prasarana infrastruktur. Penggunaan beton ini karena mempunyai beberapa kelebihan, antara lain : kuat desak tinggi, ekonomis, tahan terhadap panas, dan lain-lain. Selain itu, pengolahannya relatif mudah dan meterial-meterial pembuatnya mudah didapat.

Karena banyaknya penggunaan beton maka teknologi pembuatan beton tersebut makin meningkat. Mengingat pentingnya penggunaan teknologi beton tersebut dalam pembangunan, banyak usaha yang dilakukan untuk memperbaiki mutu beton, salah satunya adalah dengan menambahkan bahan tambah atau additive pada beton. Bahan tambah ini diantaranya: bahan untuk mempercepat pengerasan (accelator), memperlambat pengerasan (retarder), mereduksi air (*superplasticizer*), mengisi pori-pori dan bahan puzzolan (pozzolanas). Dari berbagai macam bahan tambah tersebut, akan digunakan bahan tambah *superplasticizer*. Bahan tambah ini jika ditambahkan pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Selain itu, bahan tambah ini pada kenyataannya digolongkan pada

sarana untuk menghasilkan beton “mengalir” tanpa terjadinya pemisahan yang tak diinginkan (*Murdock dan Brook, 1999*). Kelebihan itulah yang menjadi alasan bahan tambah tersebut menjadi bahan tambah yang sangat umum dipakai dalam bidang konstruksi dan menjadi bahan penelitian ini.

Selain kekuatan, keawetan dan sisi ekonomis, beton juga dituntut tahan terhadap temperatur tinggi akibat kebakaran. Hal ini disebabkan oleh kemungkinan terjadinya kebakaran pada seluruh struktur bangunan tetap ada, serta mengingat cukup besarnya tingkat kebakaran yang terjadi. Berdasarkan data yang diperoleh (hasil wawancara) dari Dinas Pemadam Kebakaran Kodya Jogjakarta dalam satu tahun terakhir ini (tahun 2004) saja telah menangani sebanyak 84 kasus kebakaran.

Beton merupakan material yang mempunyai ketahanan terhadap api yang lebih baik dibanding baja atau kayu. Oleh karena itu, dalam pertimbangan ketahanan terhadap api, beton merupakan alternatif yang paling banyak dipakai sebagai bahan struktur bangunan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh suhu tinggi terhadap kekuatan beton yang menggunakan *superplasticizer*.

Sifat mekanik yang dipelajari adalah kuat tekan beton setelah dibakar dengan suhu tertentu, sehingga dari penelitian ini didapat suatu gambaran mengenai kekuatan struktur setelah terjadinya kebakaran.

1.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini merupakan kerja laboratorium dengan mengambil 15 (lima belas) variasi sampel, yaitu beton tanpa bahan tambah sebagai sampel standar dan beton dengan kadar *superplasticizer* 0,2 % sampai dengan 1,0 % dengan interval 0,2 %. Pengambilan kadar tersebut berdasarkan dosis yang dianjurkan oleh PT. Sika Nusa Pratama, selaku produsen bahan tambah yang akan digunakan (merk Sikament-NN).

Benda uji dari penelitian ini berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan kuat desak beton rencana 25 MPa. Kemudian benda uji tersebut dibakar dalam tungku dengan variasi suhu 600°C, 800°C, dan 1000°C selama 30 menit. Variasi suhu tersebut didasarkan pada suhu-suhu kritis yang terdapat di dalam grafik hubungan suhu dengan waktu (*ASTM E 152-81a, 1992*), sedangkan waktu 30 menit adalah syarat waktu minimal ketahanan komponen struktur beton terhadap api menurut Ketentuan Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Pada Bangunan Gedung Tahun 1985 (*Departemen Pekerjaan Umum 1, 1985*) dan *Standard Details For Fire Resistive Building Construction, 1992*). Benda uji dipanasi pada setiap variasi suhu dengan masing-masing kadar *superplasticizer*, setelah itu dibiarkan dingin secara perlahan-lahan/alami pada temperatur ruang, kemudian dilakukan pengujian pada benda uji untuk mengetahui kuat tekannya.

1.4 Batasan Masalah

Oleh karena banyaknya faktor yang mempengaruhi sifat dan kekuatan beton, maka pada penelitian ini dilakukan pembatasan-pembatasan berupa:

1. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter maksimal 20 mm.
 2. Semen yang digunakan adalah semen Portland jenis I tipe PC.
 3. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.
 4. Bahan additif yang digunakan sebagai bahan tambah pada beton adalah *superplasticizer* dengan merk Sikament-NN yang berfungsi sebagai pengencer. Kadar *superplasticizer* yang digunakan adalah 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0% dari berat semen dan tanpa *superplasticizer* (kadar 0%) sebagai pembanding. Dalam hal ini peneliti mempertimbangkan bahwa semakin kecil interval yang digunakan akan menambah validitas data, dengan tidak mengabaikan segi ekonomisnya. Selain itu pertimbangan lain adalah bahan additif jenis ini mudah diperoleh, karena distribusinya sudah tersebar luas.
 5. Kuat desak beton rencana pada umur 28 hari adalah $f'c$ 25 MPa.
 6. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
 7. Untuk masing-masing variasi pengujian dibuat sebanyak 3 (tiga) buah benda uji, dengan menggunakan perhitungan t test (Lampiran C).
-
8. Perawatan benda uji beton dilakukan dengan cara direndam dalam air.
 9. Kekuatan yang diinginkan adalah kuat desak beton dengan kadar *superplasticizer* 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0% dari berat semen dan tanpa *superplasticizer* (kadar 0%) pada suhu ruang setelah dilakukan pembakaran dengan variasi :

a. 600°C selama 30 menit

b. 800°C selama 30 menit

c. 1000°C selama 30 menit

Suhu didapat dari suhu kritis pada grafik ASTM E 152-81a (ASTM, 1992) dan waktu pembakaran didapat dari Ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran Pada Bangunan Gedung (DPU, 1985)

10. Pembuatan dan pengujian kuat tekan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
11. Pembakaran benda uji dilakukan di dalam tungku Laboratorium Konstruksi, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu tentang Penambahan Bahan Additif Sebagai Bahan Pengencer dan Pengaruh Temperatur

Tak bisa dipungkiri bahwa suatu penelitian yang akan dilakukan memerlukan banyak referensi. Referensi-referensi tersebut bisa bermacam-macam, misalnya teori-teori yang dikemukakan para ahli, penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya ataupun peraturan-peraturan dan syarat-syarat dari departemen yang bersangkutan. Dari hal-hal tersebut, tidak menutup kemungkinan suatu penelitian menggunakan referensi dari penelitian tugas akhir yang lebih dahulu dilakukan, baik dari almamater yang sama maupun dari luar. Hal tersebut menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa penelitian yang akan dilakukan belum pernah dilakukan oleh orang atau institut lain sebelumnya.

Berikut disajikan beberapa penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan bahan tambah yang akan dilakukan pada penelitian ini dan pengujian beton terhadap temperatur tinggi.

2.1.1 Penggunaan Bahan Tambah Superplasticizer pada Beton Mutu Tinggi

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimum superplasticizer pada beton mutu tinggi, yaitu mutu K-500. Pada penelitian ini digunakan dosis superplasticizer 0,4%-1,6%, dengan interval 0,2%. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan saat sampel beton yang berbentuk kubus berumur 7 dan 28 hari. Dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini bahwa terdapat hubungan yang cukup signifikan antara penambahan *superplasticizer* dan kuat tekan beton. Pada penambahan *superplasticizer* sampai pada dosis 1,2%, kuat desaknya semakin meningkat dengan prosentase peningkatan sebesar 35,16%. Kemudian beton mengalami penurunan kuat tekannya pada penambahan *superplasticizer* 1,4% sebesar 34,414%. Maka, didapat kadar optimum pemakaian *superplasticizer* pada campuran adukan beton mutu K-500 yaitu sebesar 1,219% (Fitria Hariny dan Asna Luthfah, 2003).

2.1.2 Pengaruh Bahan Tambah *Superplasticizer* terhadap Kuat Tekan Beton

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan campuran adukan beton yang digunakan di lapangan pada umumnya, yaitu: pasir dari kali progo, kerakal dari kali krasak dan semen Portland tipe I serta ditambah bahan tambah *superplasticizer*. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan jumlah sampel sebanyak 6 buah tiap variasi. Variasi penambahan *superplasticizer* diambil dengan kadar 0%, 0,7%, 1%, 2,5% dan 4%. Dari pengujian kuat tekan didapat nilai kadar *superplasticizer* optimum sebesar 1% pada umur 28 hari (Muzamil dan Budiono, 1994).

2.1.3 Pengaruh pembakaran terhadap kerusakan struktur mikro beton

Untuk mengetahui perilaku beton akibat temperatur tinggi maka perlu diketahui dulu pengaruh temperatur tinggi terhadap material dasar pembentuknya karena beton adalah material komposit yang didukung pasta semen dan agregat, seperti hasil pengujian yang dilakukan oleh Lin, dkk (1996). Prosedur pengujian tersebut yaitu menggunakan Semen Portland Tipe I, agregat siliceous, faktor air semen 0,35, perbandingan berat semen : pasir : kerikil adalah 600 : 704 : 763 dalam satuan gram dengan ukuran agregat maksimalnya 19 mm. Temperatur yang diuji adalah 20° C, 100° C, 250° C, 400° C, 550° C, 750° C, dan 900° C. Adapun prosedur pengujiannya dengan cara benda uji di tempatkan pada alat pembakar elektrik yang temperaturnya diatur meningkat sebesar 20° C per menit dan menjadi konstan pada temperatur yang telah ditentukan setelah 15 menit. Pada interval 15 menit pembakar elektrik dimatikan dan bahan uji diangkat untuk kemudian didinginkan dengan air atau udara selama satu minggu lalu dikeringkan selama satu hari. Setelah kering benda uji dipotong-potong baru kemudian diuji dengan Scanning Electron Method (SEM). Adapun hasil pengujian dengan SEM seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Pengaruh Pembakaran terhadap sifat Beton (dimodifikasi dari ASTM C 856)

Sifat	Pengaruh	Penyebab
Kekerasan permukaan	Retak, proses melunak	Proses dehidrasi sampai 100°C melepas kandungan air. Dehidrasi selesai pada suhu 540°C. CaOH menjadi CaO pada suhu 450 sampai 500°C; pasta mengembang kemudian menyusut.
Retakan	Keretakan Luar pada 290°C Keretakan dalam pada 540°C	Tegak lurus terhadap permukaan dan bagian dalam. Menyerupai retak susut berskala besar.
Perubahan warna	Warna normal sampai 230°C. Merah muda ke merah dari 290 sampai 590°C. Merah ke abu-abu dari 590 sampai 900°C. Abu-abu ke kekuning-kuningan diatas 900°C Batu kapur menjadi putih	Pengendapan dan beberapa perubahan bentuk batuan bisa menjadikan panas dalam suhu rendah yang stabil menjadi tidak stabil pada suhu tinggi dan menunjukkan perubahan warna yang tetap saat pemanasan
Perilaku Agregat	Pecah dan pecah karena ledakan pada agregat yang kandungan silikanya tinggi didekat permukaan pada suhu diatas 573°C, kemudian membalik.	Agregat-agregat berbeda-beda dalam penyebaran panas, daya hantar, koefisien pemuaiannya; penghantaran panas mengurangi bentuk beton yang dibuat dengan agregat berkadar silika tinggi, batu pasir, batu kapur, agregat halus. Kadar kwarsa rendah berbanding terbalik dengan kadar tinggi pada suhu 573°C dengan kenaikan volume 0,85%
Pecah	Terjadi di bawah permukaan bebas yang diikuti oleh patah setipis kulit pada ujung dan tepi (menyerupai pengelupasan kulit)	Penurunan kekuatan

Sumber: Lin, dkk (1996)

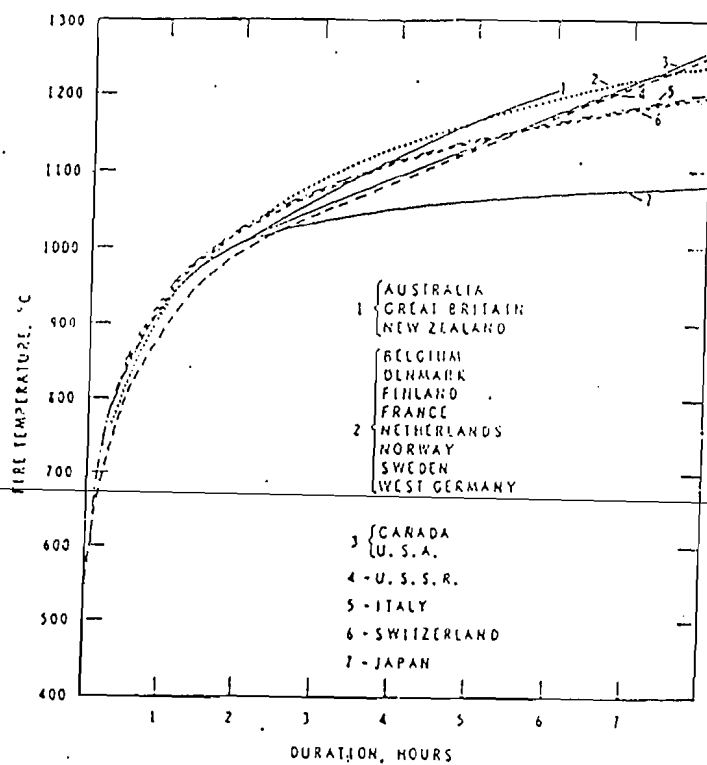
2.1.4 Pengaruh Suhu Pada kekuatan Desak Beton

Kenaikan suhu cenderung mengakibatkan penurunan kuat desak beton. Diduga ada sedikit penurunan kuat desak beton pada suhu 200°C-300°C, tetapi kuat desak beton pada suhu 400°C tidak lebih dari 90% kuat desak normalnya, dan kuat desak pada suhu 700°C tidak lebih dari 40% kuat desak normalnya. Jenis agregat yang diteliti adalah batu kapur dan batu silika (Neville, 1975).

Perubahan faktor air semen sedikit-pengaruhnya terhadap kuat desak beton pada kenaikan suhu. Meskipun demikian penurunan kuat desak pada kenaikan suhu akan berkurang jika kandungan semen dikurangi (Hansen, 1976).

2.1.5 Hubungan Antara Waktu Pembakaran Dengan Kenaikan Suhu

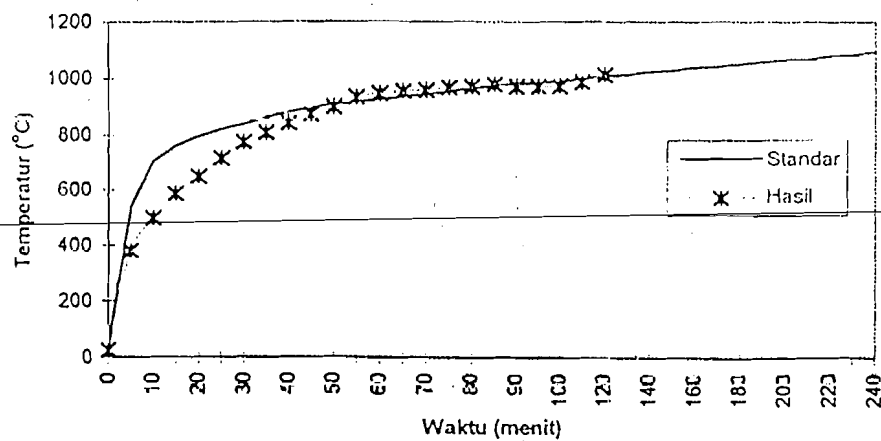
Kenaikan temperatur pada uji pembakaran beton menggunakan kurva standar hubungan Temperatur-Waktu. Kurva standar yang digunakan ini bervariasi di banyak negara seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kurva Standar Temperatur-Waktu yang digunakan di Berbagai negara untuk uji ketahanan api elemen-elemen struktur
Sumber: Lie (1975)

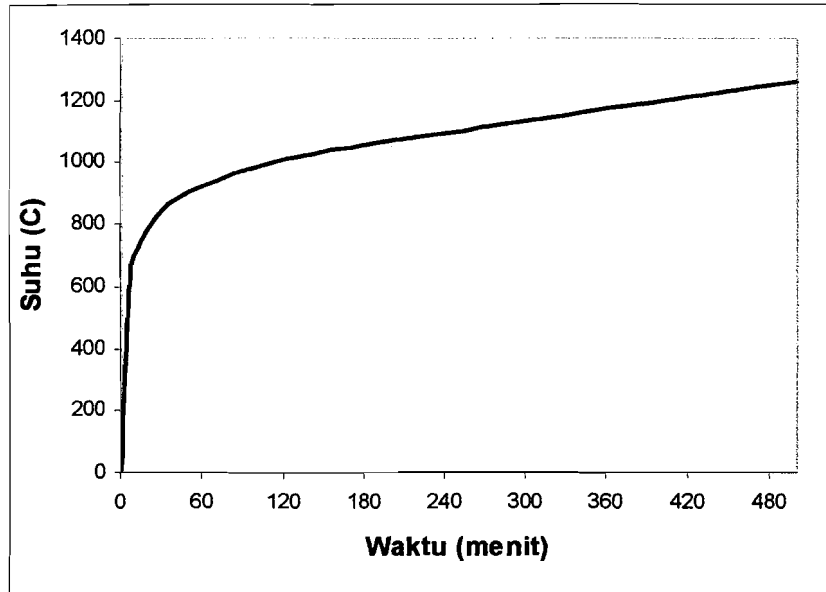
Dari gambar 2.1, dapat dilihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang berarti diantara beberapa kurva standar ini. Kurva ini didapatkan atas data-data yang diperoleh dari studi terhadap kebakaran aktual (Lie, 1975)

Dari Penelitian yang dilakukan Simon Moedak (1996), pada waktu awal pembakaran terdapat perbedaan relatif cukup besar antara kurva hubungan temperatur-waktu yang terjadi dengan kurva hubungan temperatur-waktu standar. Perbedaan ini menjadi lebih kecil sejalan dengan kenaikan temperatur dan menjadi sama pada suhu yang tinggi seperti tergambar pada kurva dibawah ini. Adapun kurva standar yang dipakai pada penelitian ini mengikuti kurva standar hubungan temperatur-waktu JIS A 1301 (1975), dan beton yang diuji adalah beton normal tanpa bahan additif.



Gambar 2.2 Kurva Pembakaran dan Kurva Standar
Sumber: JIS A 1301 (1975)

Kurva standar yang dipakai dalam penelitian kami adalah kurva standar hubungan temperatur-waktu dari ASTM E 152-81a tahun 1992.



Gambar 2.3 Kurva Standar hubungan Temperatur-Waktu
Sumber: ASTM E 152- 81a (1992)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Sampai saat ini beton merupakan salah satu elemen dari bangunan yang sangat penting. Hal ini terbukti digunakannya beton secara luas sebagai bahan bangunan. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, dan agregat, serta kadang-kadang untuk keperluan tertentu ditambahkan bahan tambah atau additif. Campuran tersebut bila di tuang dalam suatu cetakan akan mengeras seperti batuan. Hal ini terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan itu berjalan dalam waktu yang panjang, akibatnya campuran itu akan semakin mengeras setara dengan umurnya. Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh air dan semen (pasta semen). Pasta semen ini selain mengisi pori-pori di antara butiran-butiran agregat halus, juga berfungsi sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak/padat (Kardiono, 1998).

3.2 Bahan-bahan Dasar Pembentuk Beton

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland dibuat dari serbuk halus *mineral kristalin* yang komposisi utamanya adalah kalsium dan *aluminium silikat*. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenisnya berkisar antara 3,12 dan 3,16, dan berat volume satu zak semen adalah $94 \text{ lb/ft}^3 (\pm 1505 \text{ kg/m}^3)$.

Bahan baku pembentuk semen adalah:

1. Kapur (CaO) – dari betu kapur,
2. Silika (SiO_2) – dari lempung,
3. Alumina (Al_2O_3) – dari lempung.

(dengan sedikit persentase magnesia, MgO , dan terkadang sedikit alkali). Oksida besi terkadang ditambahkan untuk mengontrol komposisinya (Nawy, 1990).

Kekuatan semen merupakan hasil dari proses hidrasi. Proses kimia ini berupa rekristalisasi dalam bentuk *interlocking-crystals* sehingga membentuk gel semen yang akan mempunyai kekuatan tekan tinggi apabila mengeras. Kekuatan awal semen portland semakin tinggi apabila semakin banyak persentase C_3S . Jika perawatan kelembaban terus berlangsung, kekuatan akhirnya akan besar apabila persentase C_2S semakin besar. C_3A mempunyai kontribusi terhadap kekuatan selama beberapa hari sesudah pengecoran beton karena bahan ini yang paling dahulu mengalami hidrasi (Nawy, 1990).

Jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya. Banyaknya kapur yang dilepaskan ini sekitar 20% dari berat semen. Kondisi terburuknya ialah mungkin terjadi pemisahan struktur yang disebabkan oleh lepasnya kapur dari semen. Situasi ini bisa dicegah dengan menambahkan pada semen suatu mineral silika seperti pozolan. Mineral yang ditambahkan ini bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan yang kuat, yaitu kalsium silikat (Nawy, 1990).

Tabel 3.1 Sifat-sifat Semen

Komponen	Kelajuan reaksi	Pelepasan panas	Besar penyemenan batas
Trikalsium silikat (C ₃ S)	Sedang	Sedang	Baik
Dikalsium silikat (C ₂ S)	Lambat	Kecil	Baik
Trikalsium Alumianat (C ₃ A)	Cepat	Besar	Buruk
Tetrakalsium akuminoferrat (C ₄ AF)	Lambat	Kecil	Buruk

Sumber: Nawy (1990)

3.2.2 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil dan batu-batu pecah. Seperti yang dijelaskan oleh Gideon Kusuma, dkk (1997), pemilihan agregat tergantung dari:

- a. Syarat-syarat yang ditentukan beton
- b. Persediaan lokasi pembuatan beton
- c. Perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu

Ada dua jenis agregat menurut Nawy (1990), yaitu:

1. agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan-pecahan dari blast-furnace), dan
2. agregat halus (pasir alami dan buatan).

1. Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in (6mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap ikatan beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen.

2. Agregat Halus

Agregat halus merupakan metrial pengisi beton yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran No. 4 (4,75mm) dan No.100 (150 μ m) saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

3.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk *melumas* campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam,

minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen (Nawy, 1990).

Oleh karena karakter pasta semen merupakan hasil reaksi kimiawi antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total (semen + agregat halus + agregat kasar) material yang menentukan, melainkan hanya perbandingan antara air dan semen. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang dihasilkan akan kurang kekuatannya. Oleh karena *faktor air-semen* merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini harus merupakan kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran (Nawy, 1990).

3.2.4 Bahan Tambah (*superplasticizer*)

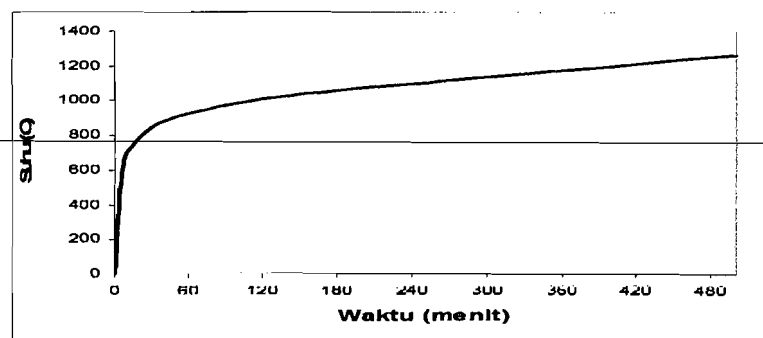
Bahan campuran tambahan (admixtures) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen, yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi bahan ini adalah mengubah sifat-sifat beton agar “menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau ekonomis, atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi”. Jenis bahan tambahan yang paling utama seperti dijelaskan dalam “*Beton Bertulang suatu Pendekatan Dasar*”, oleh Edward G. Nawy, diterjemahkan Bambang S., 1990, diringkas sebagai berikut:

1. Bahan Tambahan Pemercepat (accelerating admixtures)

2. Bahan Tambahan untuk *air-entraining* (air-entraining admixtures)
3. Bahan Tambahan pengurang air dan pengontrol pengeringan
4. Bahan Tambahan penghalus gradasi (finely divided mineral admixtures)
5. Bahan Tambahan untuk mengurangi/menghapus slump
6. Polimer
7. *Superplasticizer*

3.3 Uji Ketahanan Api (Fire-Resistance Test)

Selama uji ketahanan api, benda uji dibakar di dalam tungku dengan kenaikan suhu pembakaran yang mengikuti kurva standar hubungan temperatur-waktu. Kurva standar yang digunakan adalah dari ASTM 152-81a,1992, seperti yang terlihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Kurva Standar temperatur-waktu untuk uji ketahanan api
Elemen-elemen struktur (ASTM 152-81a)

Dari gambar di atas dapat diartikan bahwa temperatur naik drastis hingga suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$ dalam waktu singkat, yaitu 5 (lima) menit. Dengan kata lain, kenaikan suhu mencapai $\pm 120^{\circ}\text{C}$ per menit. Kemudian pada waktu 30 menit, suhu berada pada angka $\pm 800^{\circ}\text{C}$. Berarti setelah 25 menit, suhu hanya naik $\pm 200^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa kurva sudah mulai landai. Hingga pada waktu setelah satu jam, kenaikan temperatur hanya berkisar $\pm 80^{\circ}\text{C}$ per jam.

3.4 Pengaruh Kenaikan Temperatur terhadap Beton

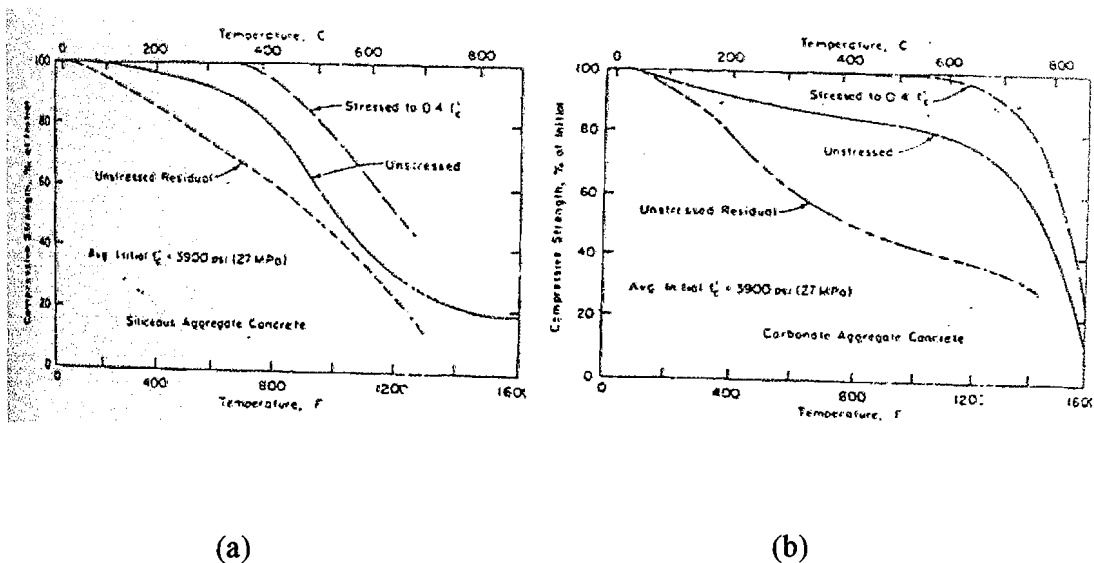
Menurut Mindess, kuat tekan beton pada umumnya masih dapat dipertahankan pada suhu sampai dengan 300°C , di atas suhu tersebut kuat tekan beton akan turun.

Warna yang terjadi selama pemanasan tidak akan berubah sampai dengan suhu normal. Perubahan mulai terjadi pada temperatur 300°C , yaitu menjadi merah sampai pada suhu 600°C . Pada suhu 600°C warna menjadi abu-abu sampai dengan suhu 1000°C . Jenis agregat yang diteliti adalah batu kapur dan batu silika (Mindess, 1981).

Neville (1975) pada dasarnya mengemukakan hal yang sama dengan Mindess, hanya perubahan warna kekuning-kuningan menurut Neville mulai terjadi pada temperatur 900°C .

Zoldner Hansen (1976) mengemukakan pengaruh pemanasan pada kuat tekan beton ringan dengan beberapa jenis agregat. Kenaikan kuat tekan beton terjadi pada suhu 200°C - 300°C tetapi kuat tekan beton akan turun hingga menjadi kurang dari 80% pada suhu 400°C dan pada suhu 700°C kuat tekan beton tidak lebih dari 30%. Namun Hansen tidak menyebutkan perubahan warna.

Pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat tekan beton juga dijelaskan dalam pengujian yang dilakukan oleh Abrams (1971) yang dimuat dalam ACI Committee/216R (2000). Lihat gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Kuat tekan beton beragregat siliceous (a) dan beragregat carbonate (b) akibat temperatur tinggi
Sumber: Abrams (1971)

Gambar 3.2 menunjukkan penelitian yang dilakukan oleh Abrams (1971). Pada gambar (a) dan (b), istilah *unstressed* menunjukkan keadaan benda uji yang dipanaskan tanpa pemberian beban dan diuji dalam keadaan panas. *Stressed to 0,4 f_c'* menunjukkan benda uji dengan pemberian tegangan sebesar 0,4 f_c' selama pemanasan dan diuji dalam keadaan panas. *Unstressed residual* menunjukkan kekuatan benda uji yang dipanaskan tanpa pemberian beban, kemudian didinginkan dalam temperatur kamar dengan kelembaban udara relatif (75 %) selama 6 hari kemudian diuji tekan. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa

kekuatan *stressed* lebih tinggi dari *unstressed*, serta *unstressed residual* mempunyai kekuatan yang paling kecil. Juga ketahanan beton beragregat Carbonate terhadap pengaruh kenaikan temperatur tinggi lebih baik dibandingkan beton beragregat siliceous.

Untuk beton beragregat Siliceous terjadi penurunan kekuatan yang tajam pada temperatur 300-400°C dan beton beragregat Carbonate terjadi pada temperatur 600°C kecuali untuk benda uji *unstressed residual*, terjadi penurunan kekuatan sejalan dengan kenaikan temperatur.

Kenaikan temperatur berpengaruh pada kuat desak beton dengan agregat *carbonate* dan *siliceous*. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Penelitian menunjukkan bahwa metode pengujian yaitu kecepatan pemanasan dan lamanya pemanasan, kondisi benda uji yang dibebani atau yang tidak dibebani selama pemanasan, benda uji yang langsung diuji dalam keadaan panas atau didinginkan secara alamiah dalam temperatur ruang sebelum pengujian, serta jenis agregat mempunyai pengaruh besar terhadap kekuatan beton akibat temperatur tinggi.

3.5 Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SK SNI M-14-1989-F (1989)

Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F (1989), yang merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI (1971). Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Benda uji selain silinder sebagai alternative yang memberikan kuat tekan yang berbeda, dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.4 berikut ini:

Tabel 3.2 Angka konversi benda uji beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	.0,83

Sumber : SK SNI M-14-1989-F, (1989)

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

3.6 Perawatan Beton

Sejak campuran beton yang diletakkan dalam cetakan hingga beton dinyatakan keras dan kuat, harus dilakukan perawatan. Pekerjaan merawat dan menjaga agar permukaannya selalu basah merupakan pekerjaan perawatan. Perawatan beton yang perlu dilakukan adalah menjaga kelembaban beton agar terus-menerus dalam keadaan basah selama beberapa hari dan mencegah penguapan dan penyusutan awal. Perawatan yang teratur dan terjaga akan memperbaiki kualitas beton itu sendiri, yaitu membuat beton tahan terhadap agresi kimia. Berikut dijelaskan macam-macam jenis perawatan beton pada proses pengerasan di laboratorium (Triono, 2001) , yaitu:

1. Menaruh Beton Segar di dalam Ruangan Lembap

Benda uji yang telah dibuat dalam cetakan silinder, setelah 18 jam dibuka, dan tidak boleh lebih dari 24 jam sejak dicetak. Setelah dibersihkan kemudian dipindahkan kedalam ruangan yang lembap agar terhindar dari panas matahari langsung, sekurang-kurangnya mempunyai kelembapan relatif 90%.

2. Menaruh Beton Segar di dalam Air

Setelah dikeluarkan dari cetakannya, benda uji ditanggelamkan dalam suatu bak atau tangki air yang diperkirakan suhunya $20^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$. Beton yang dijadikan benda uji disimpan dalam air sampai pengujian kuat desak akan berlangsung.

3. Menaruh Beton Segar di atas Genangan Air

Untuk mengurangi penguapan air di dalam beton, setelah dikeluarkan dari cetakannya diletakkan di atas genangan air. Selama beton belum keras atau kering yaitu sebelum beton berumur satu minggu, beton tidak boleh menerima muatan atau beban.

Adapun sifat-sifat beton yang harus diketahui (Triono, 2001) sebagai berikut:

1. Segresi

Segresi adalah pemisahan berbagai bahan utama (butir-butir) kerikil dari campuran beton disebabkan oleh ukuran partikel berasal dan berat jenis yang berbeda. Kerikil adalah bahan yang lebih besar dari campuran yang lain dan lebih berat, maka cenderung mengendap terlebih dahulu dan mengumpul dalam satu titik atau barisan. Keadaan segresi ini makin hebat pada campuran yang kurang

semen, terlalu banyak air, semakin besar dan kasar butiran kerikilnya, pengelolaan adukan yang kurang baik, gradasi agregat yang jelek.

Pencegahan yang dapat dilakukan adalah penggunaan air seminimal mungkin, penuangan adukan beton dilakukan pada jarak yang dekat dan pemasangan pemadatan dan pengangkutannya dilakukan dengan cara-cara yang terbaik.

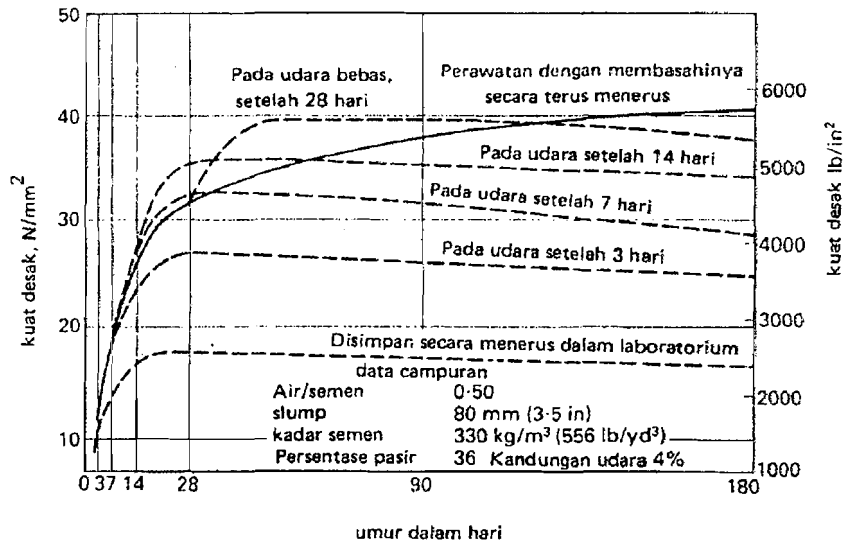
2. Bleeding

Bleeding adalah pemisahan air dari campuran adukan beton ditandai dengan naiknya air di permukaan beton segar. Air yang naik ke permukaan adukan beton juga membawa campuran lain diantaranya semen dan butir pasir halus sehingga akan tertumpuk di permukaan. Akibatnya di lapisan bawah kekurangan air dan tidak dapat mengikat dengan baik. Untuk menghindari terjadinya *bleeding* dapat ditanggulangi dengan penggunaan semen yang lebih banyak, penggunaan air seminimal mungkin atau sesuai perencanaan yang relatif kuat dan penggunaan pasir yang diperbanyak.

3. Kemudahan untuk Dikerjakan (*Workability*)

Ukuran kemudahan adalah kemudahan untuk dipadatkan dan dapat mengisi rongga udara, kemudahan dialirkan dalam cetakan dan dituangkan, kemudahan selama dikerjakan dan digetarkan tidak terjadi pemisahan air dari bahan-bahan lainnya. Proporsi campuran, kadar air, gradasi, bentuk tekstur agregat berhubungan dengan kemudahan pengerjaan.

Berikut juga disajikan grafik hubungan umur beton terhadap kuat desak yang dihasilkan. Lihat Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kuat Desak Beton yang dikeringkan dalam udara di laboratorium setelah perawatan.
Sumber: Murdock dan Brook (1999)

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian kali ini kami menggunakan metode "*The British Mix Design Method*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*). Adapun perhitungan kebutuhan-kebutuhan material untuk penelitian ini disajikan pada bab selanjutnya.

3.8 Pengadukan Beton

Untuk mencapai mutu beton yang baik maka bahan-bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus yang kemudian diikat dengan semen

lalu berinteraksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan di aduk dengan benar dan rata. Pengadukan beton dapat dilakukan dengan cara:

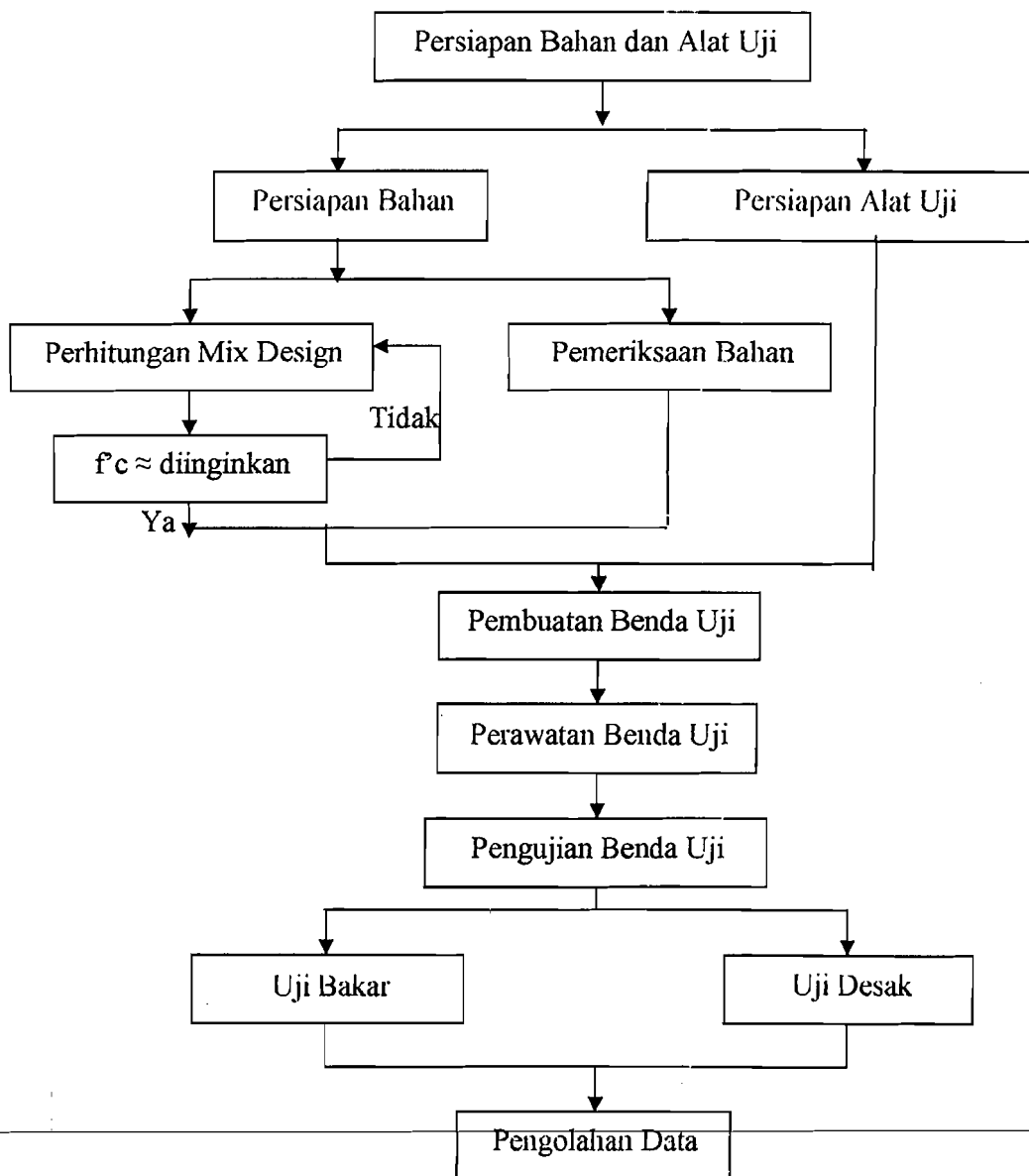
- a. Tangan, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat sedikit, dan tidak diinginkan suara berisik yang ditimbulkan oleh mesin.
- b. Mesin, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat dalam jumlah yang banyak. Lamanya waktu pengadukan tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan susun, dan slump beton, pada umumnya tidak kurang dari 1,5 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil adukannya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara membuat benda uji di laboratorium, kemudian di uji bakar dan uji desak pada umur beton 28 hari. Namun, sebelum pembuatan dan pengujian benda uji tersebut, perlu dilakukan beberapa langkah yang sangat penting, diantaranya persiapan bahan dan alat-alat, perhitungan mix design, pengumpulan bahan-bahan, pembuatan, perawatan dan pengujian benda uji. Untuk lebih jelasnya, berikut disajikan *flowchart* metode penelitian pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Flowchart Metode Penelitian

4.2 Persiapan Bahan dan Alat

4.2.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam pencampuran adalah:

1. Semen Portland jenis I tipe PC,

2. Agregat halus (pasir) diambil dari Merapi,
3. Agregat kasar (kerikil) dari Kali Clereng Kaliurang,
4. Air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah (*zat additive*) *Superplasticizer*.

4.2.2 Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mesin aduk beton (*Mollen*),
2. Mesin desak,
3. Sekop besar,
4. Kaliper,
5. Penggaris,
6. Tongkat penumbuk,
7. Gelas Ukur,
8. Ember,
9. Kerucut Abrahams,

10. Timbangan,
11. Ayakan,
12. Cetok,
13. Palu karet,
14. Cetakan silinder,
15. Seperangkat alat kunci

4.3 Pemeriksaan Material yang akan digunakan

Pemeriksaan agregat halus dalam penelitian ini antara lain:

1. Pemeriksaan kadar Lumpur

Tujuannya ialah untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung dalam agregat yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Pada agregat ini kandungan lumpurnya tidak boleh lebih dari 5 %,

2. Analisa saringan dan modulus halus butiran (mhb)

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari analisis saringan yang dilakukan diperoleh modulus halus butiran agregat halus. Modulus halus butiran diperoleh dari jumlah persen kumulatif dari butiran agregat yang tertinggal di atas satu set ayakan dan kemudian dibagi seratus (1 set ayakan : 40; 20; 10; 4,8; 2,4; 1,2; 0,60; 0,30; dan 0,15mm). makin besar nilai mhb, semakin besar butiran agregatnya.

4.4 Perhitungan Campuran Beton (*mix design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

f_c (umur 28 hari)	= 25 MPa
Jenis semen	= biasa
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm dan berat jenis 2,66

1) Penetapan nilai deviasi standar (S)

Dari Tabel A.1 (Lampiran A) Tingkat Pengendalian Mutu, dianggap mutu pengendalian pekerjaan “cukup”, maka didapat nilai $S = 5,6$ Mpa.

2) Perhitungan nilai tambah (M) = $1,64 \cdot S = 1,64 \cdot 5,6 = 9,184$ MPa

3) Menetapkan kuat tekan karakteristik yang dipakai:

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 25 + 9,184 \\ &= 34,184 \text{ MPa} \end{aligned}$$

interval istemasinya adalah $f'_c = 25$ Mpa sampai dengan $f'_c \text{ maks} = 34,184 + 9,184 = 43,368$ MPa dan f'_{cr} sebagai nilai tengah atau rata-rata.

4) Menetapkan faktor air semen (fas)

Ada 3 cara untuk mendapatkan nilai fas, dari ketiga cara tersebut diambil nilai yang terkecil.

Cara Pertama :

Data : $f'_{cr} = 34,184$ Mpa, pada umur 28 hari

Jenis semen tipe I .

Dari Gambar A.1 (Lampiran A) Hubungan Faktor Air-Semen dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder Beton (sebagai perkiraan nilai fas), ditarik garis lurus dari nilai f'_{cr} dan memotong kurva umur 28 hari, sehingga didapat nilai fas pertama = 0,47.

Cara Kedua :

Diketahui jenis semen tipe I, jenis agregat kasar adalah batu pecah. Dari Tabel A.2 (Lampiran A) Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan

Faktor Air-Semen 0,50, didapat $f'c$ pada umur 28 hari sebesar 37 Mpa dengan fas 0,5. Kemudian dengan nilai $f'cr = 34,184$ Mpa, digunakan Gambar A.2 (Lampiran A) Grafik Mencari Faktor Air-Semen, maka akan didapat nilai fas kedua = 0,54

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembeconan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh:

- 1) Untuk pembeconan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif, fas = 0,6
 - 2) Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka fas yang diperoleh = 0,5
 - 3) Untuk beton bertulang dalam air tawar dan semen tipe I, nilai fas = 0,5
- Ambil fas terkecil, yaitu 0,5

Maka, dari ketiga nilai fas diatas diambil nilai fas yang terkecil yaitu 0,47.

5) Menetapkan nilai slump

Dari Tabel A.3 (Lampiran A) Penetapan Nilai Slump (cm), dengan pemakaian beton untuk Pelat, Balok, kolom dan dinding didapat nilai slump 7,5-15 cm.

6) Menetapkan kebutuhan air (A)

Dari Tabel A.4 (Lampiran A) Perkiraan Kebutuhan Air per meter kubik Beton (liter), dan data nilai slump, jenis kerikil batu pecah, butiran kerikil maksimum

20 mm (2 cm) didapat nilai $A_k = 225$, butiran pasir maksimum 10 mm (1cm)/alami didapat nilai $A_h = 225$, dengan rumus:

$$\begin{aligned} A &= 0,67 A_h + 0,33 A_k \\ &= 0,67 \cdot 225 + 0,33 \cdot 225 \\ &= 225 \text{ liter/m}^3 \end{aligned}$$

maka, kebutuhan air per meter kubik adalah **225 liter**.

7) Menentukan kebutuhan semen

$$\begin{aligned} &= \text{air/faktor air semen} \\ &= \frac{225}{0,47} = 479 \text{ kg} \end{aligned}$$

8) Data uji agregat halus dicocokkan dengan Tabel A.5 (Lampiran A) Gradasi Pasir, sehingga didapatkan pasir dengan golongan(daerah) 2

9) Dari Gambar A.3 (Lampiran A) Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan untuk ukuran Butir Maksimum 20 mm, dengan data nilai fas, nilai slump dan golongan pasir maka didapat proporsi pasir terhadap agregat keseluruhan sebesar 49,5 %.

10) Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis campuran} &= (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil} \\ &= (39,5/100) \times 2,57 + (60,5/100) \times 2,66 \\ &= 2,63 \end{aligned}$$

11) Menentukan berat jenis beton

Dari Gambar A.4 (Lampiran A) Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran, dan Berat beton, didapat berat beton = 2336 kg/m^3

12) Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen}$$

$$= 2336 - 225 - 479 = 1632 \text{ kg}$$

13) Menentukan kebutuhan pasir

$$= \text{persentase berat pasir} \times \text{kebutuhan pasir dan kerikil}$$

$$= 39,5\% \times 1632 = 644,64 \text{ kg}$$

14) Menentukan kebutuhan kerikil

$$= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} - \text{kebutuhan pasir}$$

$$= 1632 - 644,64 = 987,36 \text{ Kg}$$

Kesimpulan :

Untuk beton normal tiap 1 m^3 nya dibutuhkan:

a. air = 225 liter

b. semen = 479 kg

c. pasir = 644,64 kg

d. kerikil = 987,36 kg

Sampel dibuat per 6 (enam) buah untuk setiap adukannya. Kebutuhan

campuran beton dan *superplasticizer* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Perhitungan volume 1 (satu) buah sampel sebagai berikut:

Tinggi cetakan (h) = 30 cm

Diameter cetakan (d) = 15 cm

$$\text{Volume 1 buah sampel} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 15^2 \cdot 30$$

$$= 5298,75 \text{ cm}^3$$

Jumlah sampel tiap adukan = 6 buah

$$\begin{aligned}\text{Volume 6 buah sampel} &= 6 \times 5298,75 = 31792,5 \text{ cm}^3 \\ &= 0,0318 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tabel 4.1 Kebutuhan Bahan Campuran Beton

Komposisi Bahan	Volume 6 bh Sampel (m ³)	Kebutuhan per m ³ Beton	Kebutuhan Bahan (Kg)	Penambahan Bahan 20%	Total (Kg)
Air	0,0318	225	7,15	1,43	8,58
Semen	0,0318	479	15,23	3,05	18,27
Pasir	0,0318	644,64	20,49	4,10	24,59
Kerikil	0,0318	987,36	31,39	6,28	37,67

Tabel 4.2 Kebutuhan *Superplasticizer*

Kadar <i>Superplasticizer</i> (%)	Berat Semen (Kg)	Kebutuhan SP per 6 bh Sampel (Kg)
0,2	18,27	0,04
0,4	18,27	0,07
0,6	18,27	0,11
0,8	18,27	0,15
1,0	18,27	0,18

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang ke dalam molen, kemudian diaduk sampai merata dengan permukaan mengkilap.

4. Diukur nilai slump dari adukan tersebut
5. Setelah slump yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukan ke dalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemedatan adukan.
6. Setelah pepadatan selesai, kemudian permukaanya diratakan.
7. Cetakan diletakan di tempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat selama 28 hari.

Adapun perincian jumlah sampel yang akan diuji untuk setiap variasi kadar *superplasticizer* dan temperatur pembakaran disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel. 4.3 Rincian Jumlah Sampel yang akan diuji

Jenis Beton	Temperatur Pembakaran				
	0° C	600° C	800° C	1000° C	
BN	15	3	3	3	
BSP 0,2	3	3	3	3	
BSP 0,4	3	3	3	3	
BSP 0,6	3	3	3	3	
BSP 0,8	3	3	3	3	
BSP 1,0	3	3	3	3	
JUMLAH SAMPEL	30	18	18	18	84

Keterangan :

BN = Beton Normal

BSP 0,2 = Beton dengan kadar *superplasticizer* 0,2 % dari berat semen

BSP 0,4 = Beton dengan kadar *superplasticizer* 0,4 % dari berat semen

BSP 0,6 = Beton dengan kadar *superplasticizer* 0,6 % dari berat semen

BSP 0,8 = Beton dengan kadar *superplasticizer* 0,8 % dari berat semen

BSP 1,0 = Beton dengan kadar *superplasticizer* 1,0 % dari berat semen

4.6 Pengujian Bakar Benda Uji

Hal-hal yang harus dilakukan sebelum pengujian pembakaran adalah:

1. Benda uji diambil dari bak perendam satu hari sebelum dilakukan pengujian. Kehilangan kekuatan akan terjadi pada keadaan basah, disebabkan mengembangnya gel semen akibat air yang menyebabkan kohesi antar partikel padat berkurang, sebaliknya pada keadaan kering

terjadi aksi mengikat (*wedge action*) antar partikel yang menyebabkan bertambahnya kuat desak pada benda uji (Neville, 1975).

2. Mengukur berat dan dimensi benda uji.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembakaran benda uji adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat-alat yang diperlukan untuk pembakaran, seperti membersihkan tungku pembakaran, *burner*, alat pengukur suhu (*thermocouple*) dan alat otomatis suhu.
2. Menyusun dinding pembatas dari bata tahan api agar api tidak langsung mengenai benda uji.
3. Menyusun dan menempatkan benda uji ke dalam tungku, sehingga efektif untuk setiap pembakarannya.
4. Membakar benda uji dengan variasi suhu sebagai berikut:
 - a. 600°C untuk benda uji dengan kadar *superplasticizer* 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0% dari berat semen dan 0% (tanpa *superplasticizer*) selama 30 menit.
 - b. 800°C untuk benda uji dengan kadar *superplasticizer* 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0% dari berat semen dan 0% (tanpa *superplasticizer*) selama 30 menit.
 - c. 1000°C untuk benda uji dengan kadar *superplasticizer* 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0% dari berat semen dan 0% (tanpa *superplasticizer*) selama 30 menit.

5. Benda uji didinginkan secara alami selama ± 1 (satu) hari di dalam tungku yang beratap sehingga bebas dari hujan.

4.7 Pengujian Kuat Desak Sampel

Pengujian kuat desak dilakukan sesuai dengan jadwal. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Kotoran yang menempel dibersihkan dengan kain.
2. Menimbang berat dari benda uji.
3. Mengukur dimensi dari benda uji
4. Benda uji diletakan pada mesin desak secara sentris.
5. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan catat hasil maksimum.

4.8 Pengolahan Data

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk diuji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh temperatur tinggi terhadap kekuatan beton dengan bahan tambah *superplasticizer*.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pengujian beton ini dilakukan di dua tempat berbeda. Pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII sedangkan pengujian bakar dan uji desak dilakukan di Laboratorium Struktur UGM. Pengujian ini dibedakan menurut variasi temperatur 600° C, 800° C dan 1000° C, serta variasi bahan tambah superplasticizer kadar 0,2 – 1% dari berat semen dengan kenaikan interval 0,2% dan beton normal sebagai pembanding.

5.2 Hasil Pengujian

Pengujian-pengujian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII meliputi pengujian agregat, pengujian beton segar dan sebagian uji desak, sedangkan pengujian bakar dan pengujian kuat desak untuk sebagian sampel diuji di Laboratorium Struktur UGM. Hasil-hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut ini.

5.2.1 Pengujian Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 78% dari volume beton,

maka pemilihan agregat harus diperhatikan. Selain pemilihan agregat, hal yang penting lainnya adalah pengujian agregat. Pengujian agregat ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat. Nilai karakter agregat tersebut digunakan untuk memenuhi ketentuan yang dibutuhkan dalam perancangan campuran (*mix design*) bahan penyusun beton. Pengujian agregat ini meliputi:

a) Berat Jenis Agregat Kasar

Seperti yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya tentang jenis-jenis agregat, bahwa karakter agregat kasar dibedakan atas tempat asalnya. Pengujian berat jenis adalah salah satu pengujian untuk mengetahui karakter agregat tersebut. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar ini diperoleh dari perbandingan berat agregat kasar dengan volume agregat kasar, yaitu sebesar 2,66 seperti terdapat pada Lampiran B, Tabel B.1.

b) Berat Jenis Agregat Halus

Hasil pengujian berat jenis agregat halus diperoleh dari perbandingan berat agregat halus dengan volume agregat halus, didapat berat jenis ssd agregat halus 2,57 seperti terdapat pada Lampiran B, Tabel B.2.

c) Modulus Halus Butir Pasir

Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pengujian modulus halus butir pasir menggunakan analisa saringan dengan saringan berdiameter 10; 4,75; 2,36; 1,18; 0,6; 0,3; 0,15mm dan pan. Hasil penyaringan menunjukkan nilai modulus halus butir sebesar 2,6, seperti terlampir pada Lampiran B, Tabel B.3.

5.2.2 Pengujian Beton Segar

Beton segar merupakan campuran antara air, semen, dan agregat setelah dituang dari mesin pengaduk. Beton segar ini dapat digunakan sebagai parameter derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan, yaitu dengan pengujian *slump*.

a) Hasil Pengujian *Slump*

Slump merupakan perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Pengujian *slump* terhadap beton segar dilakukan setelah proses pengadukan selesai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* menyebabkan beton segar lebih encer dan meningkatkan nilai *slump*-nya namun dapat dikatakan tergolong baik. Hal ini ditunjukkan oleh *bleeding* dan *segregation* yang dapat dikatakan tidak terjadi. Hasil uji *slump* menunjukkan tingkat kelecakan yang cukup besar. Kelecakan yang cukup besar tersebut ditunjukkan oleh nilai *slump* pada beton normal yang berkisar 16,5 – 17 cm, lebih besar dari *slump* rencana yang berkisar 7,5 – 15 cm, sedangkan beton dengan *superplasticizer* hasil uji *slump* berkisar 17 – 21,5 cm. Hasil ini ada kesesuaian dengan penelitian yang dihasilkan oleh Murdock dan Brook (1991) bahwa penambahan *superplasticizer* dalam adukan beton akan meningkatkan nilai *slump* menjadi 175-225 mm. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut:

Tabel 5.1. Nilai Slump Aktual

Kode Sampel	Nilai Slump Rata-rata (cm)
BN	16,75
BSP 0,2	17,25
BSP 0,4	19,5
BSP 0,6	19,75
BSP 0,8	20
BSP 1,0	20,5

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa semakin besar kadar *superplasticizer* maka semakin tinggi nilai *slump*. Nilai *slump* tinggi maka beton semakin encer dan mudah dikerjakan. Ini sesuai dengan salah satu fungsi *superplasticizer*, yaitu sebagai pengencer dan meningkatkan *workability* tanpa mengurangi kekuatan dan *durability* beton (Kusuma,1997).

5.2.3 Pengujian Bakar

Setelah menjalani proses perawatan selama 28 hari, beton dengan masing-masing variasi *superplasticizer* diuji bakar. Pengujian bakar ini dilakukan di Laboratorium Struktur UGM. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

a) Alat Uji Bakar

Pengujian bakar ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Struktur UGM, antara lain:

1. Tungku

Tungku yang digunakan terbuat dari bata tahan api (Gambar 5.1). Di antara sampel dan alat bakar diberi pembatas dari tumpukan bata tahan api setinggi ± 30 cm, sehingga sampel tidak terkena api secara langsung. Sampel di

dalam tungku disusun beraturan sehingga efektif untuk setiap pembakaran dengan temperatur yang diinginkan.



Gambar 5.1. Tungku Pembakaran

2. *Burner*

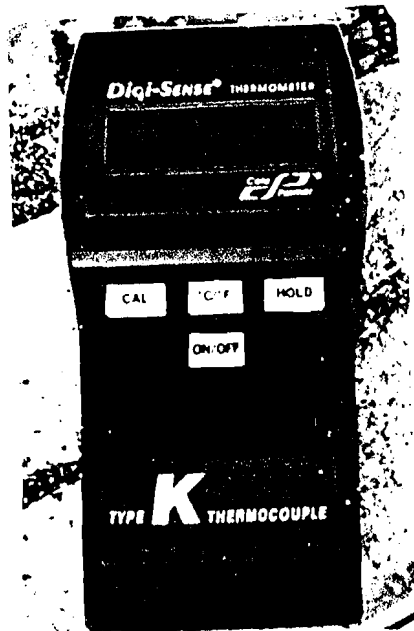
Sampel dibakar menggunakan *burner* sebagai alat pembakar. Cara kerja alat ini adalah menyemburkan api ke dalam tungku melalui lubang yang ada di samping tungku. *Burner* ini menggunakan bahan bakar solar. Satu buah *burner* dapat menghasilkan temperatur $\pm 300^{\circ}\text{C}$ sehingga untuk mencapai suhu 600°C , 800°C dan 1000°C diperlukan 2,3 dan 4 buah *burner*.



Gambar 5.2. *Burner*

3. *Thermometer*

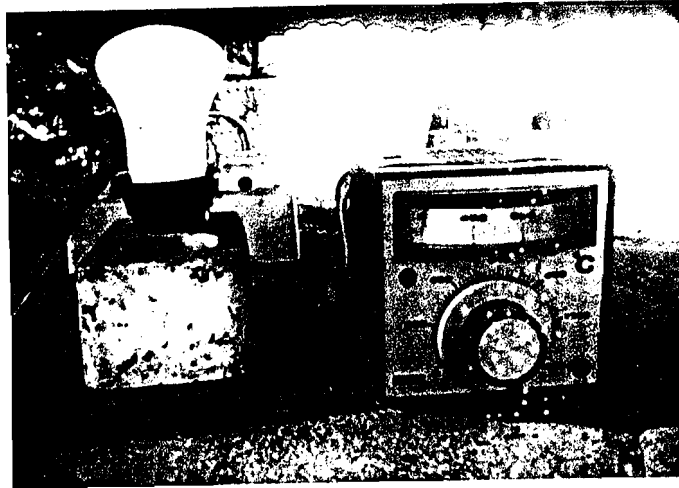
Alat ini digunakan untuk mengukur kenaikan temperatur di dalam tungku. *Thermometer* disambungkan dengan kawat tahan api (*thermocouple*) yang dimasukkan ke dalam tungku pembakaran melalui lubang yang terletak di atas tungku. *Thermocouple* tersebut yang menghantarkan informasi temperatur di dalam tungku ke *Thermometer* (Gambar 5.3).



Gambar 5.3. *Thermometer*

4. Pengatur Temperatur Otomatis

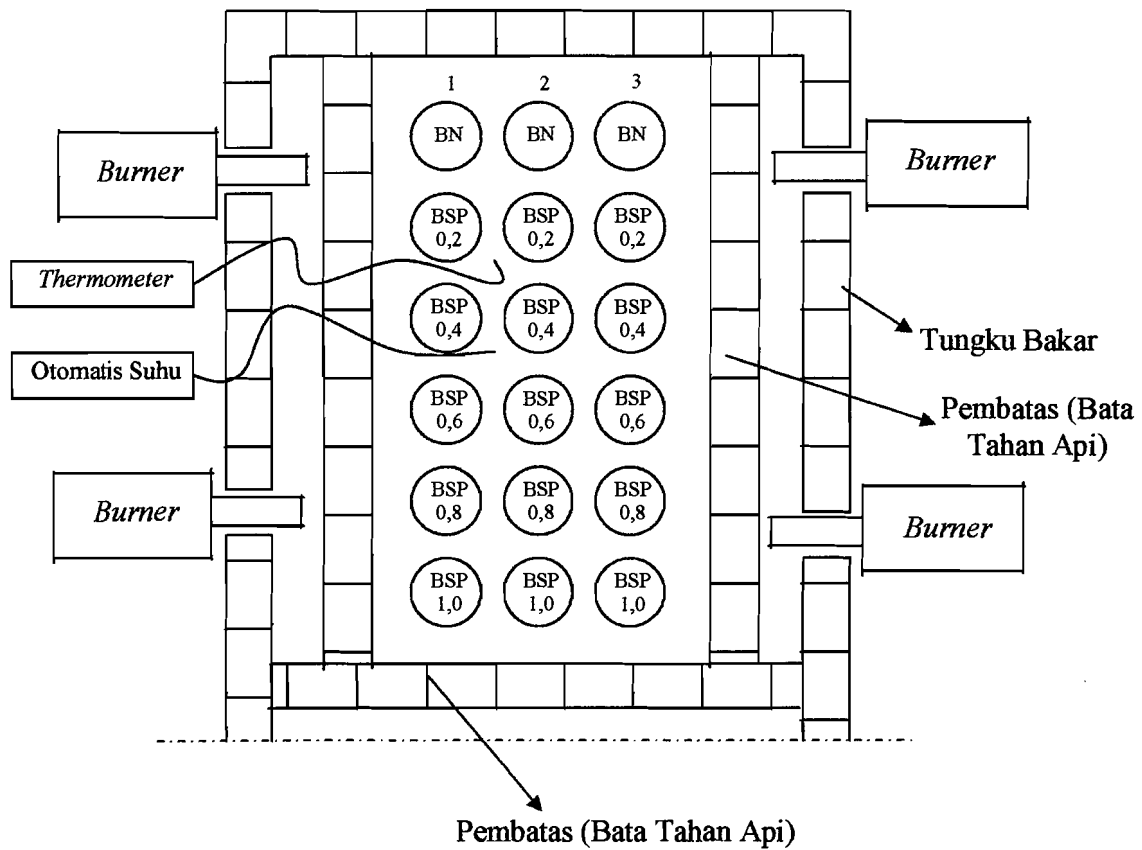
Alat Pengatur Temperatur Otomatis digunakan untuk mendapatkan temperatur yang relatif konstan pada temperatur yang diinginkan (Gambar 5.4). Alat ini disambungkan pada salah satu *burner*. Fungsinya adalah saat temperatur yang diinginkan sudah tercapai maka alat pengatur otomatis tersebut mengatur hidup-mati *burner*, sehingga temperatur yang diinginkan bisa konstan selama 30 menit.



Gambar 5.4. Alat Pengatur Temperatur Otomatis

b) Proses Pembakaran

Sebelum pembakaran beton dilakukan, sampel disusun terlebih dahulu di dalam tungku. Sampel disusun dengan jarak antar sampel tertentu dan beraturan. Hal ini dilakukan agar masing-masing sampel dapat menerima temperatur secara merata dan bila tanda yang terdapat pada sampel hilang akibat pembakaran, sampel tetap dapat diidentifikasi. Proses pembakaran dimulai setelah semua alat-alat uji bakar selesai *disetting*. Kemudian kenaikan temperatur di dalam tungku dicatat setiap 5 (lima) menit. Berikut disajikan Denah Penempatan Alat dan Sampel (Gambar 5.5).



Gambar 5.5. Denah Penempatan Alat dan Sampel

c) Jadwal Pembakaran

Karena keterbatasan jumlah tungku yang dimiliki oleh Laboratorium Teknik UGM, sehingga pembakaran tidak bisa dilakukan secara bersamaan dalam satu hari. Untuk itu, pembakaran beton dilakukan per hari untuk setiap variasi temperatur. Selain itu, alasan lainnya adalah sampel baru bisa diangkat setelah didinginkan secara alami selama ± 24 Jam. Oleh karena pembakaran tidak

dilakukan secara bersamaan, maka diperlukan penjadualan pembakaran seperti yang di tunjukkan pada Tabel 5.2. Tabel 5.2 juga memuat jadual penimbangan sampel karena setelah dibakar beton akan mengalami perubahan berat.

Tabel 5.2 Jadual Pembakaran dan Penimbangan Sampel

Temperatur Pembakaran (°C)	Durasi Pembakaran (menit)	Tanggal Pembakaran	Tanggal Penimbangan Sebelum Pembakaran	Tanggal Penimbangan Setelah Pembakaran
600	30	31 / 5 / 2005	27 / 5 / 2005	6 / 6 / 2005
800	30	1 / 6 / 2005	1 / 6 / 2005	8 / 6 / 2005
1000	30	2 / 6 / 2005	2 / 6 / 2005	8 / 6 / 2005

d) Durasi Pembakaran

Perhitungan durasi pembakaran tiap variasi temperatur dimulai saat temperatur yang diinginkan tercapai dan pembakaran dihentikan setelah 30 menit. Untuk mencapai temperatur yang diinginkan, jumlah *burner* yang berbeda diperlukan untuk setiap temperatur yaitu 2 *burner* digunakan untuk temperatur 600° C, 3 *burner* untuk temperatur 800° C dan 4 *burner* untuk temperatur 1000° C. Lihat Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Variasi Suhu, Durasi dan Jumlah *Burner* yang digunakan

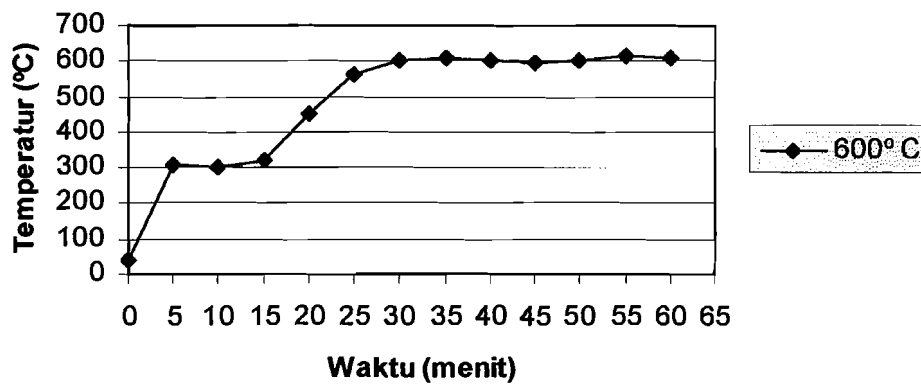
Temperatur Pembakaran (°C)	Durasi Pembakaran (menit)	Jenis Beton	Jumlah <i>Burner</i> yang digunakan (buah)
600	30	BN BSP	2
800	30	BN BSP	3
1000	30	BN BSP	4

Keterangan:

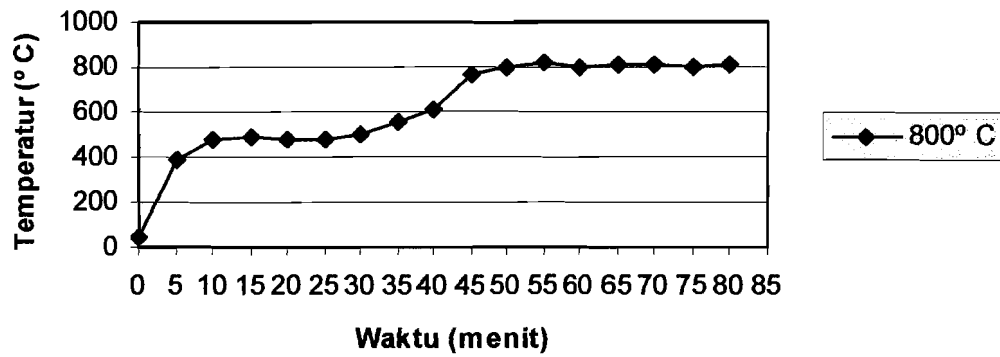
Burner = Alat Pembakar

e) Pembacaan Peningkatan Temperatur

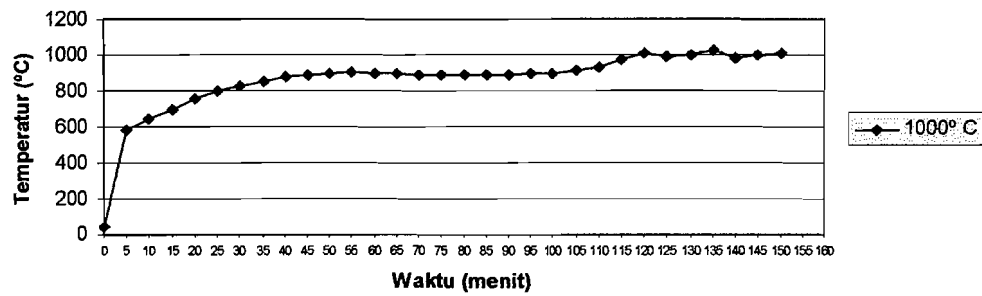
Proses pembakaran beton dimulai dari penyusunan sampel, persiapan alat kemudian pembakaran beton. Setelah pembakaran dimulai, dilakukan pembacaan peningkatan temperatur. Pembacaan peningkatan temperatur ini dilakukan sejak *burner* (alat pembakar) dihidupkan, dicatat peningkatan suhu setiap 5 menit dan pembacaan dihentikan setelah temperatur yang diinginkan konstan selama 30 menit. Temperatur dibuat konstan dengan tingkat kesalahan $\pm 30^\circ$ dari temperatur yang diinginkan dengan menggunakan alat pengatur temperatur otomatis. Hasil pembacaan peningkatan temperatur tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.6 - 5.8.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 600° C



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 800° C



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu-Temperatur 1000° C

Gambar 5.6, 5.7 dan 5.8 menunjukkan pencapaian temperatur 600° C, 800° C dan 1000° C. Kurva pada gambar 5.6 dan 5.7 menunjukkan adanya ketidakscsuaian dengan kurva standar ASTM (Gambar 3.1). Pencapaian suhu 600° C dibutuhkan waktu sekitar 30 menit (Gambar 5.6), hal ini dikarenakan salah satu *burner* mengalami masalah yang mengakibatkan pada menit ke-4 hingga menit ke-15 *burner* menjadi mati. Sama halnya pada Gambar 5.7, *burner* mati pada menit ke-10 hingga menit ke-20 sehingga untuk mencapai temperatur 800° C dibutuhkan waktu sekitar 50 menit. Namun, untuk pembakaran temperatur 1000°

C (Gambar 5.8) *burner* sudah mengalami perbaikan sehingga dibutuhkan waktu sekitar 120 menit, yang sesuai dengan kurva standar ASTM.

f) Keadaan Fisik Sampel

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur tinggi terhadap beton. Untuk mencapai temperatur tinggi tersebut, sampel beton dibakar di dalam tungku pembakaran dengan temperatur tinggi. Pada umumnya, beton yang dibakar dengan temperatur tinggi akan mengalami perubahan fisik. Sama halnya pada penelitian ini, hampir seluruh sampel yang dibakar mengalami perubahan fisik yang terlihat dengan mata telanjang. Perubahan fisik tersebut meliputi perubahan warna dan kondisi permukaan sampel. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel. 5.4 Keadaan Fisik Sampel secara Visual setelah Pembakaran

Temperatur Pembakaran (°C)	Durasi Pembakaran (menit)	Jenis Beton	Perubahan Fisik secara Visual
600	30	BN BSP	1. Warna merah kecoklatan 2. Terdapat retak rambut hanya pada permukaan
800	30	BN BSP	1. Warna abu-abu 2. Terdapat retak rambut pada permukaan dan seluruh sisi 3. Terjadi pelepasan elemen beton hanya 1 sampel pada kadar BSP 1%
1000	30	BN BSP	1. Warna abu-abu 2. Terdapat retak lebar melingkar dan membelah permukaan 3. Terjadi pelepasan elemen beton pada beberapa sampel terutama pada kadar SP yang tinggi

Sampel yang dibakar pada temperatur 600° C mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan. Sedangkan pada temperatur 800° dan 1000° C warna sampel berubah menjadi abu-abu seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.4. Perubahan warna ini disebabkan oleh kenaikan temperatur. Menurut Mindess (1981) perubahan warna mulai terjadi pada temperatur 300° C, yaitu menjadi merah sampai pada temperatur 600° C, pada temperatur 600° - 1000° C warna menjadi abu-abu. Sedangkan menurut Lin, dkk (1996) warna berubah menjadi merah muda ke merah dari 290° - 590° C, merah ke abu-abu dari 590° - 900° C dan abu-abu kekuning-kuningan di atas 900° C.

Tabel 5.4 juga menunjukkan perubahan fisik sampel berupa retak rambut pada permukaan yang terjadi pada beton yang dibakar dengan temperatur 600° dan 800° C (Gambar 5.9) serta retak-retak yang lebih lebar dan melingkar disertai retak arah vertikal (Gambar 5.10). Seperti yang terlihat pada Gambar 5.10 tersebut retak-retak hanya terjadi pada permukaan atas beton dan tidak terjadi pada permukaan sisi beton, sehingga dapat dikatakan bahwa kemungkinan retak-retak tersebut disebabkan oleh *finishing* pada saat pencetakan beton segar, bukan dikarenakan proses pembakaran.

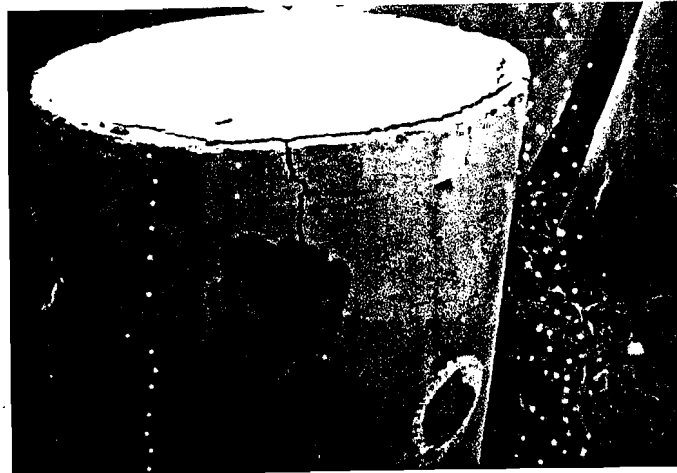
Selain retak-retak tersebut, pada pembakaran dengan temperatur 1000° C sebugian sampel juga mengalami pelepasan elemen beton (Gambar 5.11). Terjadinya pelepasan elemen beton ini disebabkan adanya tekanan uap dari dalam beton yang diakibatkan oleh temperatur tinggi yang diterima oleh beton sehingga air yang ada di dalam beton akan mendesak keluar dan memberikan tekanan ke permukaan (Lin, dkk., 1996).



Gambar 5.9 Retak Rambut



Gambar 5.10 Retak Lebar dan Melingkar



Gambar 5.11 Pelepasan Elemen Beton

Selain perubahan keadaan fisik, sampel yang dibakar tersebut juga mengalami penurunan berat. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Penurunan Berat pada Beton Pasca Bakar

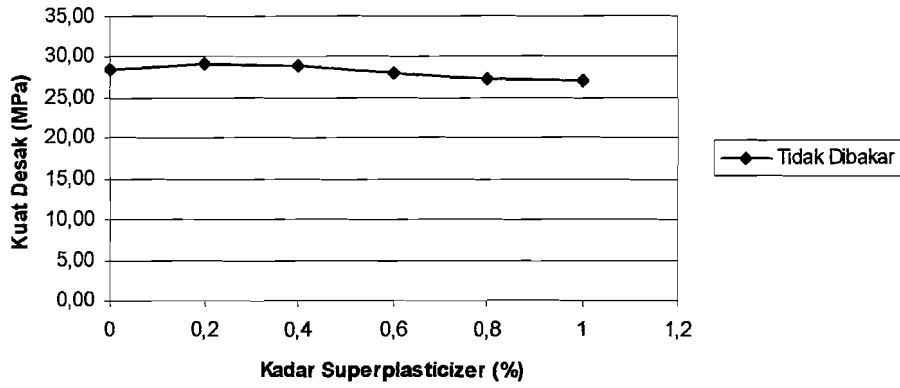
Jenis Beton	Penurunan Berat Rata-rata (%)		
	600° C	800° C	1000° C
BN	3,62	4,76	7,90
BSP 0,2	2,72	5,54	7,43
BSP 0,4	2,61	5,47	6,77
BSP 0,6	2,61	4,70	7,10
BSP 0,8	2,19	4,07	5,57
BSP 1,0	2,90	5,65	7,14

Tabel 5.5 menunjukkan bahwa penurunan berat pada beton dengan kadar *superplasticizer* sampai dengan 1 % tidak terlalu signifikan dibandingkan beton normal tanpa *superplasticizer*. Tabel 5.5 juga menunjukkan bahwa bertambahnya temperatur, berat beton akan semakin berkurang. Pada temperatur 600°C penurunan yang terjadi tidak lebih dari 4 % dari berat beton sebelum dibakar, temperatur 800°C penurunan yang terjadi sekitar 5 % dari berat beton sebelum dibakar dan penurunan terbesar terjadi pada sampel yang dibakar pada temperatur 1000°C sekitar 7 % dari berat beton sebelum dibakar. Hal ini menurut Smith dkk (1989) disebabkan kandungan batu kapur pada semen terurai menjadi kapur dan karbon dioksida pada temperatur sekitar 870° C. Selain itu semen jenis portland akan kehilangan berat sekitar 2 – 4 % pada temperatur 900-1000°C serta kandungan air dalam beton sudah menguap pada temperatur sekitar 425° C.

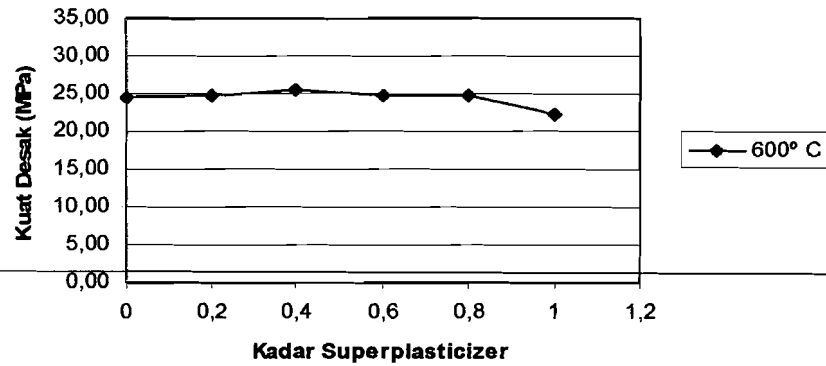
5.2.4 Pengujian Desak

Cara yang paling mudah untuk mengontrol dan mengetahui kualitas beton yang dihasilkan adalah dengan pengujian desak (Murdock & Brook, 1999). Pengujian desak pada penelitian ini dilakukan setelah sampel dirawat 28 hari dan sebagian sampel diuji desak setelah dilakukan uji bakar. Untuk mendapatkan kuat desak beton aktual, kuat desak beton rencana ditetapkan terlebih dahulu. Adapun kuat desak beton yang direncanakan untuk sampel beton normal pada penelitian ini adalah 25 MPa dan hasil kuat desak aktual yang didapat untuk beton normal adalah 28,40 MPa, sehingga kuat desak aktual tersebut memenuhi f'_c rencana. Kuat desak aktual ini akan dijadikan sebagai pembanding terhadap kuat desak beton yang telah dibakar. Data sementara uji laboratorium beserta perhitungan

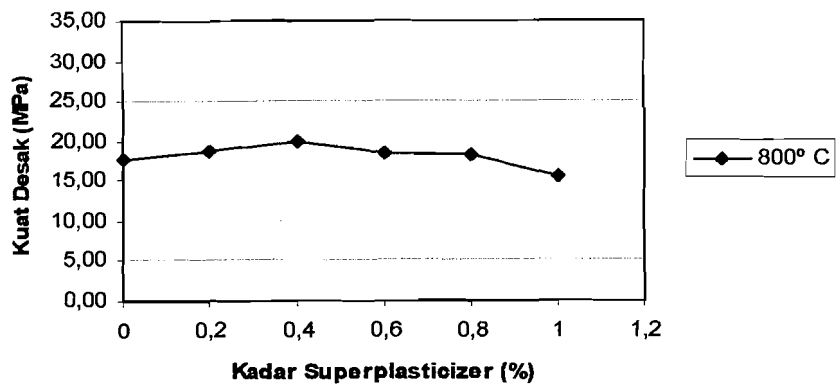
kuat desaknya dapat dilihat pada Lampiran D. Hasil perhitungan tersebut menghasilkan grafik seperti yang terlihat pada Gambar 5.12 - 5.16 berikut.



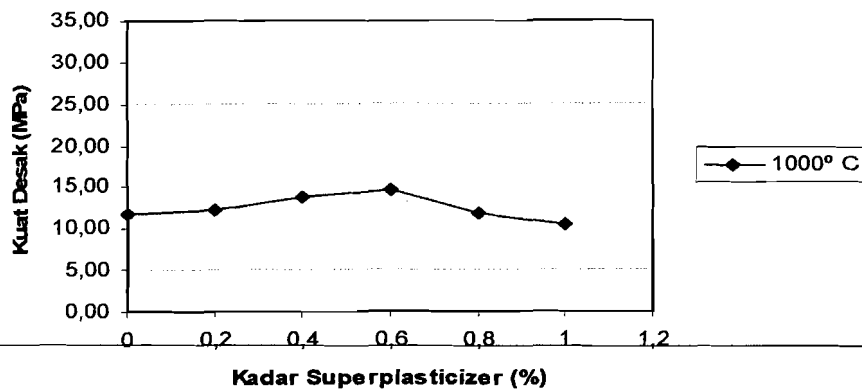
Gambar 5.12. Grafik Hubungan Kadar *Superplasticizer*-Kuat Desak Beton Normal



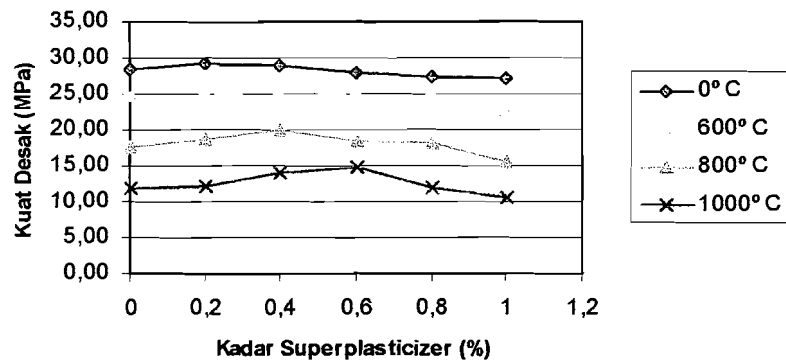
Gambar 5.13. Grafik Hubungan Kadar *Superplasticizer*-Kuat Desak Temperatur 600° C



Gambar 5.14. Grafik Hubungan Kadar *Superplasticizer*-Kuat Desak Temperatur 800° C



Gambar 5.15. Grafik Hubungan Kadar *Superplasticizer*-Kuat Desak Temperatur 1000° C



Gambar 5.16. Grafik Kombinasi

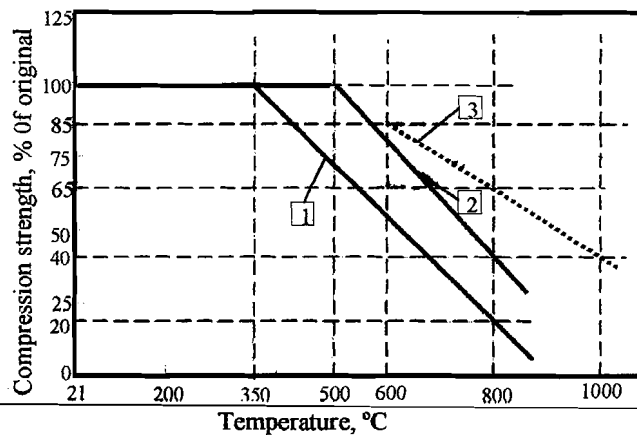
Hasil pengujian kuat desak beton di laboratorium untuk masing-masing variasi ditunjukkan pada Gambar 5.12-5.16. Gambar 5.12 menunjukkan kuat desak beton yang tidak dibakar mencapai nilai tertinggi pada kadar *superplasticizer* 0,2%, yaitu sebesar 29,27 MPa. Dilihat dari segi fungsinya *superplasticizer* merupakan bahan tambah kimia yang memiliki fungsi meningkatkan kelecakan beton segar, tetapi juga memiliki efek tidak langsung terhadap peningkatan kekuatan. Menurut Swamy (1989) dengan meningkatnya kelecakan beton lebih plastis/encer sehingga pasta semen dapat mengisi rongga di antara agregat dan mengurangi kandungan udara yang terperangkap. Kelecakan yang tinggi pada beton akan membuat kekuatan dan kekakuan beton meningkat. Namun, pada penambahan *superplasticizer* yang terlalu banyak kelecakan menjadi terlalu tinggi sehingga membuat air memisah dari beton segar yang mengakibatkan beton sulit untuk dipadatkan. Menurut Ilham, dkk. (2003) berapa pun dosis *superplasticizer* yang digunakan selama *bleeding* dan *segregation* tidak terjadi, *slump* tinggi dapat dibuat tetapi masalah yang akan timbul adalah pada

proses pengerasan awal dan kuat tekan beton. Penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak akan menyebabkan hidrasi menjadi lambat, sehingga beton tidak kering dalam 24 jam, sehingga dalam waktu 30 jam beton masih terlihat basah. Menurut pengalaman, jika beton terlihat seperti itu maka kemungkinan kuat tekan rendah. Namun, pada prinsipnya pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kuat desak beton tidak terlalu besar, berdasarkan penelitian ini hanya sekitar 3%. Hal ini dibenarkan oleh Kusuma (1997) bahwa *superplasticizer* tidak mempengaruhi kekuatan beton apabila faktor air-semen tidak berubah.

Gambar 5.13 menunjukkan kuat desak tertinggi dihasilkan oleh beton dengan kadar *superplasticizer* 0,4% untuk temperatur 600° C yaitu sebesar 25,48 MPa. Sama halnya dengan temperatur pembakaran 800° C, beton dengan kadar *superplasticizer* 0,4% menghasilkan nilai kuat desak tertinggi sebesar 19,92 MPa (Gambar 5.14). Sedangkan benda uji yang dibakar pada temperatur 1000° C menghasilkan kuat desak tertinggi pada kadar *superplasticizer* 0,6%, yaitu sebesar 14,65 MPa (Gambar 5.15).

Gambar 5.16 menunjukkan bahwa kuat desak beton mengalami penurunan seiring pertambahan suhu pembakaran. Penurunan kekuatan tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain: kecepatan pemanasan, lamanya pemanasan, kondisi benda uji yang dibebani atau tidak dibebani selama pemanasan, benda yang langsung diuji dalam keadaan panas atau didinginkan dahulu secara alami baru diuji serta jenis agregat yang mempunyai pengaruh besar terhadap kekuatan beton akibat temperatur tinggi (Abrams, 1971).

Gambar 5.16 juga menunjukkan bahwa pengaruh penambahan kadar *superplasticizer* terhadap penurunan kuat desak beton akibat temperatur tidak terlalu besar dan pada Gambar 5.16 tersebut terlihat bahwa penurunan kuat desak beton akibat penambahan kadar *superplasticizer* hampir sama dibandingkan dengan beton normal tanpa *superplasticizer* terhadap pengaruh temperatur. Sehingga, dari data gambar tersebut, bisa dibuat kurva Regresi Linier Hubungan Persentase Penurunan Kuat Desak dan Kenaikan Temperatur, yang kemudian dikombinasikan dengan kurva standar yang dikutip dari *Joint Committee of Institution of Structural Engineers and Concrete Society* (1978), seperti pada Gambar 5.17 berikut:



Gambar 5.17. Kurva Penurunan Kekuatan Beton Akibat Temperatur

1. *Dense Concrete (with siliceous agregate)*
2. *Light-weight Concrete (with carbonaceous agregate)*

(Sumber: *Joint Committee of Institution of Structural Engineers and Concrete Society*, 1978)

3. Regresi Linier Hasil Penelitian :

$$y = -0,0011x + 1,5264$$

$$R^2 = 0,9976$$

Gambar 5.17 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara kurva standar (2) dengan kurva regresi hasil penelitian (3). Persentase kuat desak kurva standar pada temperatur 600° C dan 800° C adalah 55% dan 20%, sedangkan persentase kuat desak regresi hasil penelitian untuk temperatur yang sama adalah 85% dan 65%. Artinya, kurva regresi tersebut tidak mengikuti pola kurva standar. Kekuatan yang dihasilkan pada penelitian ini jauh lebih tinggi dari kurva standar. Hal ini disebabkan durasi pembakaran pada penelitian ini terlalu singkat, sehingga belum cukup untuk memanaskan sampel secara keseluruhan. Pada PBI tahun 1971 diatur bahwa untuk ketahanan kebakaran selama 4 (empat) jam diperlukan tebal penutup beton minimal 2 cm. Hal ini berarti pembakaran baru mencapai jarak rambatan panas 2 cm selama 4 (empat) jam. Oleh karena durasi pembakaran 30 menit pada penelitian ini belum cukup untuk memanaskan seluruh sampel yang mempunyai ketebalan setengah diameter, yaitu 7,5 cm, sehingga diperlukan durasi pembakaran selama kurang lebih 12 jam.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan hasil analisis pengujian sampel beton dan saran-saran terhadap hal-hal yang terkait dengan pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat desak beton yang menggunakan bahan tambah *superplasticizer*.

6.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dan pembahasan yang disajikan pada bab-bab sebelumnya, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Perbedaan kuat desak beton pasca bakar dibanding beton normal tanpa *superplasticizer* rata-rata sebesar 5,99%, sehingga penambahan *superplasticizer* (tanpa mengurangi kadar air) bisa dikatakan tidak berpengaruh untuk ketahanan beton terhadap temperatur tinggi.
2. Sesuai dengan percobaan yang telah dilakukan, kuat desak beton menurun seiring dengan kenaikan suhu. Hal ini dapat diketahui dari hasil uji sampel yang dibakar dibandingkan dengan sampel yang tidak dibakar seperti yang ditunjukkan hasil pengujian berikut ini.

Beton Normal	600° C	: 86,30%
	800° C	: 62,04%
	1000° C	: 41,20%

BSP 0,2%	600° C	: 84,56%
	800° C	: 60,15%
	1000° C	: 41,46%
BSP 0,4%	600° C	: 88,33%
	800° C	: 69,05%
	1000° C	: 47,73%
BSP 0,6%	600° C	: 88,51%
	800° C	: 65,59%
	1000° C	: 52,31%
BSP 0,8%	600° C	: 90,03%
	800° C	: 66,30%
	1000° C	: 43,34%
BSP 1,0%	600° C	: 82,39%
	800° C	: 56,91%
	1000° C	: 38,77%

Rumus Regresi yang diambil dari hubungan kenaikan temperatur dengan kuat desak beton pada penelitian ini adalah:

$$y = -0,0011x + 1,5264$$

$$R^2 = 0,9976$$

Pola kekuatan beton pasca bakar yang ditunjukkan oleh kurva regresi tidak mengikuti *standard*. Namun, karena kekuatan yang dihasilkan pada kurva regresi lebih tinggi dari kurva standar, perhitungan kekuatan pada kurva regresi ini bisa dikatakan aman.

6.2 Saran

Pelaksanaan dan hasil penelitian ini menunjukkan beberapa hal yang dapat dijadikan masukan untuk penelitian yang akan datang terhadap beton pasca bakar dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer*, antara lain:

1. Penggunaan bahan tambah *superplasticizer* tanpa mengurangi kadar air sebaiknya tidak lebih dari 0,8% dari berat semen, untuk kemudahan pengerjaan. Untuk kadar *superplasticizer* di atas 0,6% sebaiknya sampel tidak *difinishing* (lebih baik ditekan dengan pelat) supaya padat, sehingga pada saat pembakaran tidak terjadi retak lebar dan melingkar di permukaan atas sampel (Gambar 5.10).
2. Perlunya diadakan penelitian dengan menggunakan bahan tambah lain seperti bahan tambah pemercepat, bahan tambah polimer dan bahan tambah lainnya yang dapat meningkatkan kekuatan beton terhadap pembakaran.
3. Perlunya persiapan alat secara matang, khususnya alat bakar agar suhu yang diinginkan dapat tercapai sesuai dengan kurva standar.
4. Agar pola kekuatan beton pasca bakar dapat mengikuti kurva *standard* (Gambar 5.17), maka sebaiknya lama pembakaran disesuaikan dengan ketebalan sampel sehingga sampel dapat menerima panas secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.

---, 1985, *Ketentuan Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran pada Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Abrams, 1971, *Fire Endurance of Concrete Element*, ACI Manual of Concrete Practice 2000, Part 3, Reapproved 1997, ACI Committee 216.

---, 1992, *Standar Test Methods for Fire Tests of Buliding Contruction and Materials*, Annual Book of ASTM Standard, Vol. 04.07, E 152-8a.

Fitria H. dan Asna L., 2003, *Tinjauan Pemakaian Superplasticizer pada Beton Mutu Tinggi terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Muzzammil dan Budiono, 1994, *Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah Superplasticizer terhadap Kuat Desak Beton*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Simon Moedak, 1996, *Studi Perilaku Mekanik Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Campur Pozzofume (Super Fly Ash) Akibat Kenaikan Temperatur Tinggi*, Tugas Akhir, Program Studi Struktur, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.

Lin, W. M., Lin, T. D. dan Powers-Couche, L. J., 1996, *Microstructure of Fire-Damaged Concrete*, *ACI Materials Journal*, Vol.93, No.3 (May-June).

Lie, T. T., 1975, *Fire and Building*, JIS A 1301.

Tjikrodimulyo Kardiyono, 1998, *Teknologi Beton*, Buku Ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Nawy, E. G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan Bambang Suryatmono, PT. Eresco, Bandung.

Gideon Kusuma, 1997, *Pedoman Pengerjaan Beton*, Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03.

---, 1989, *Ketentuan Pembuatan Benda Uji*, SKSNI M-14-1989-F, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

Triono Budi Astanto, 2001, *Konstruksi Beton Bertulang*, Kanisius, Yogyakarta.

---, 1995, *Pedoman Praktik Kerja dan Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Hansen, T.C., 1976, *Text Book of Concrete Technology*, Ministry of Public Work and Electrical Power, General of Housing, Planning and Urban Development and U.N Regional Housing Devide for The Escape Region, Jakarta.

Neville, A.M., 1975, *Properties of Concrete*, The English Language Book Society and Pitman Publishing, London.

Smith, R. C. dan Andreas, C. K., 1989, *Materials of Construction*, McGraw-Hill International Editions.

Arief Tri Murtono, 2000, *Pengaruh Suhu Pembakaran 600° C, 900° C DAN 1200° C dengan Durasi Pembakaran 6 jam pada Beberapa Variasi Kuat Tekan Beton*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Swamy, R. N., 1989, *Superplasticizer and Concrete Durabilty*, American Concrete Institute pp. 361-382, (ACI SP-119), Detroit, MI, USA.

Joint Committee of Institution of Structural Engineers and Concrete Society, *Design and detailing of concrete structures for fire resistance*, Interim Guidance, London, 1978.

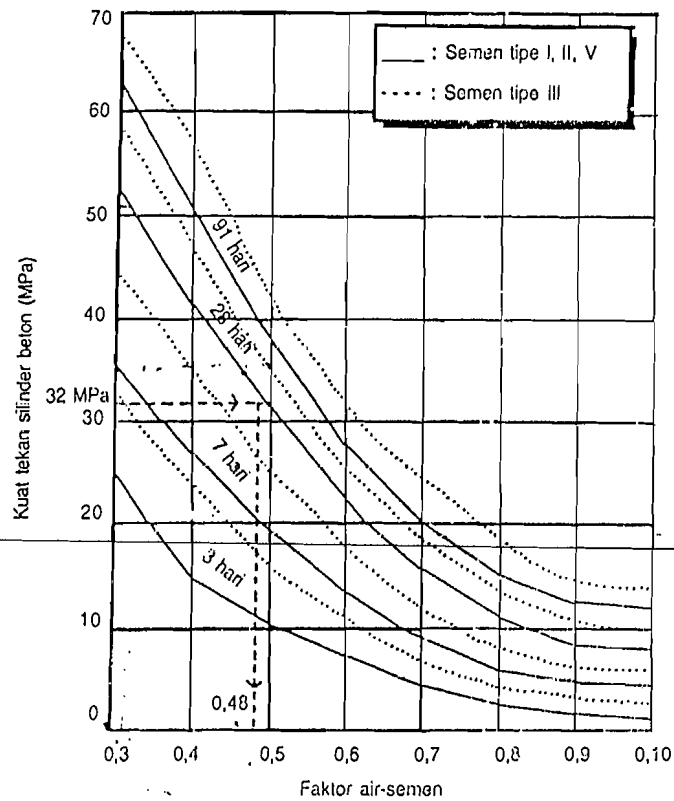
---, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.

LAMPIRAN A

Tabel A.1 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa kendali	8.4

Sumber: SK SNI T-15-1990-03



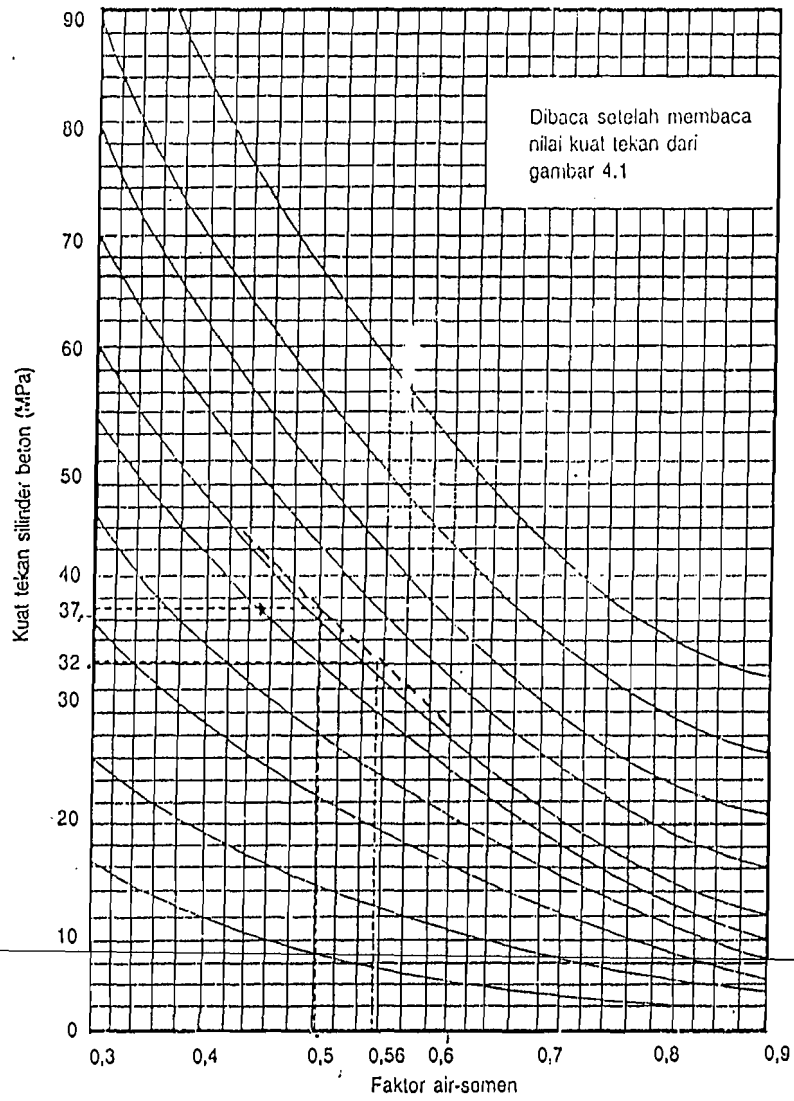
Gambar A.1 Hubungan Faktor Air-Semen dan Kuat Tekan Rata-rata Silinder Beton

Sumber: SK SNI T-15-1990-03

Tabel A.2 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar (kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Sumber: SK SNI T-15-1990-03



Gambar A.2 Grafik mencari faktor air semen
 Sumber: SK SNI T-15-1990-03

Tabel A.3 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	Maksimal	Minimal
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak bertulang koison, struktur di bawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

Sumber: SK SNI T-15-1990-03

Tabel A.4 kebutuhan air per meter kubik beton

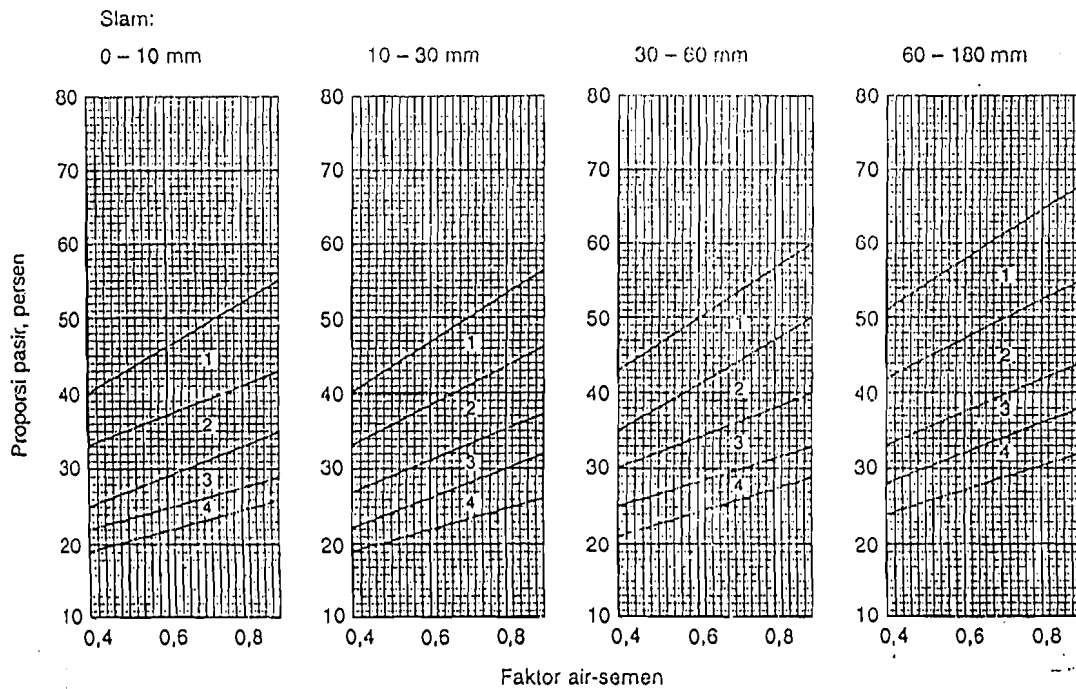
Besar ukuran maks kerikil (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SK SNI T-15-1990-03

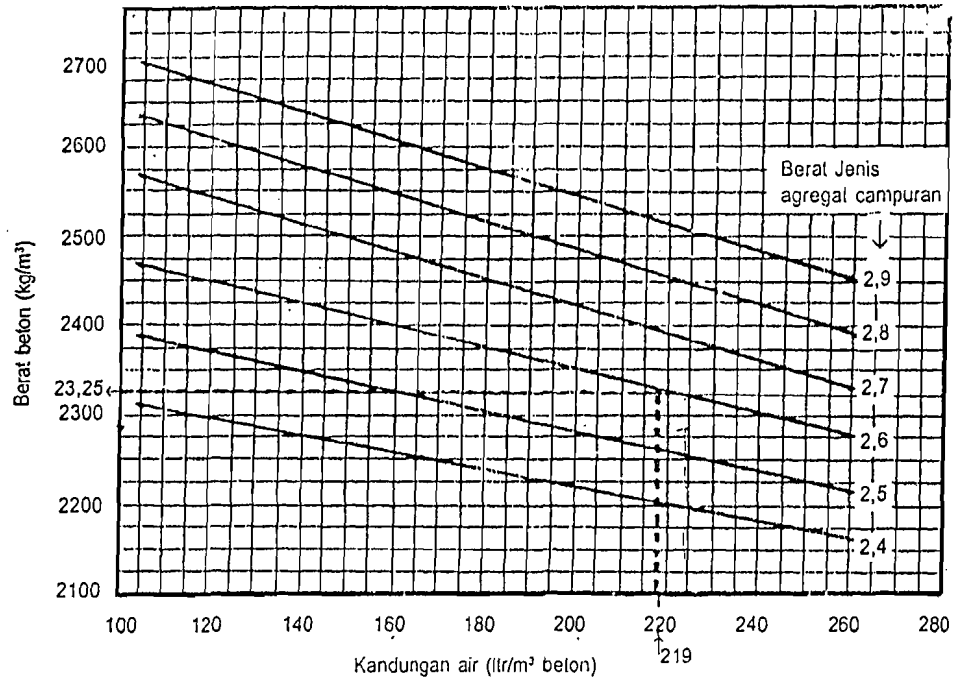
Tabel A.5 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%) atau S.P pozolan tipe II dan V	340	380
		290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

Sumber: SK SNI T-15-1990-03



Gambar A.3 Grafik Persentase Agregat Halus terhadap Agregat Keseluruhan untuk ukuran Butir Maksimum 20 mm
Sumber: SK SNI T-15-1990-03



Gambar A.4 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Sumber: SK SNI T-15-1990-03

LAMPIRAN B



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

B.1

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Batu pecah 1. Sdr. Darussalam
 Asal : Kali Cereng 2. Sdr. Suwarno
 Keperluan : TUGAS AKHIR
 Tanggal : 17 Desember 2004

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	..24.0...	Gram	.....	Gram
Volume air (V ₁ )	....500...	Cc	.....	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	...590...	Cc	.....	Cc
Berat jenis (BJ)				
$\frac{W}{V_2 - V_1}$	2.166		.....
Berat jenis rata - rata	.....		

Catatan:

Yogyakarta, 08 Agustus 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP: [Signature]
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

B.2

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Sdr. Darussalam
 Asal : Merapi 2. Sdr. Suwarno
 Keperluan : TUGAS AKHIR
 Tanggal : 17 Desember 2004

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	...360...	Gram	.....	Gram
Volume air (V ₁)	...500..	Cc	.....	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	...640..	Cc	.....	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2.57....		.....
Berat jenis rata - rata	.....		

Catatan :

Yogyakarta, 08 Agustus 2005

Mengetahui

Laboratorium **BKT FTSP** LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

B.3

DATA PEMERIKSAAN
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : Agregat Halus
 Nama benda uji : Pasir
 Asal : Merapi
 Keperluan : TUGAS AKHIR

Di periksa oleh :
 1. Sdr. Darussalam
 2. Sdr. Suwarno

Tanggal : 17 Desember 2004

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	20	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	10	0	.....	0	.....	0	.....
4	4.75	3	.....	0,2	.....	0,2	.....
5	2.36	88	.....	5,9	.....	6,1	.....
6	1.18	265	.....	17,7	.....	23,7	.....
7	0.600	505	.....	33,7	.....	57,4	.....
8	0.300	301	.....	20,1	.....	77,5	.....
9	0.150	236	.....	15,7	.....	93,2	.....
10	Pan	102	.....	6,8	.....	.....	.....
Jumlah						258,1	

Jumlah rata - rata 258,1

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{258,1}{100}$

100

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

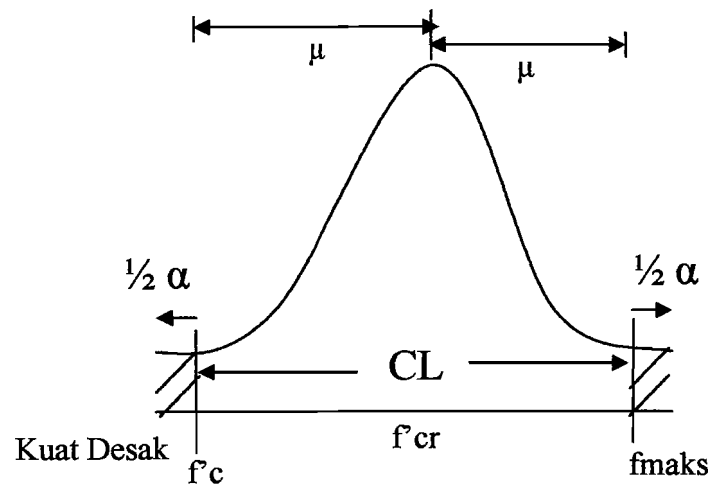
Yogyakarta, 08 Agustus 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LAMPIRAN C

Perhitungan t-test



$$\mu = \pm \frac{t_{1/2\alpha} \cdot df}{\sqrt{n}} \cdot S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Ambil $\alpha = 10\% \Rightarrow CL = 90\%$

$n = 3$ sampel

$$\begin{aligned} \mu &= \pm \frac{t_{1/2\alpha} \cdot df(n-1)}{\sqrt{n}} S \\ &= \pm \frac{t_{(1/2, 10\%)} \cdot df(3-1)}{\sqrt{3}} S \end{aligned}$$

$$= \pm \frac{t_{0,05} \cdot df 2}{\sqrt{3}} S \rightarrow t_{0,05} \cdot df 2 \text{ dengan Tabel t, didapat nilai } 2,920$$

Pengaruh Temperatur Tinggi terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer

sehingga,

$$\mu = \pm \frac{2,920}{\sqrt{3}} S$$

$$\mu = \pm 1,686.S$$

$$f'_{cr} = f'_c + M^*$$

* μ bisa dianggap sama dengan M, yaitu nilai tambah dari f'_c untuk mendapatkan f'_{cr}

maka, $f'_c = f'_{cr} - M$

$$= f'_{cr} - 1,686.S$$

Tabel "t"

df	t,100	t,0,050	t,025	t,010	t,0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	5,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	1,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	1,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,161	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,808	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807

Pengaruh Temperatur Tinggi terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer

24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,774
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

(Sumber: "Statistik Induktif" oleh Samsubar Saleh, 1986)

Keterangan:

μ = interval istemasi

CL = Confidence Level

α = 100% - CL

df = derajat kebebasan

S = standar deviasi

n = jumlah sampel

f^c = kuat desak yang disyaratkan

f^{cr} = kuat desak rata-rata

LAMPIRAN D



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 12 Mei 2005
 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 15 Buah
 Kode : BN

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
BN 01	16,5	12,9	151,4	297	17993,74	580	32,23
BN 02	16,5	13	152,7	294	18304,07	550	30,05
BN 03	17	12,6	149,30	290,90	17498,03	615	35,15
BN 04	17	12,7	149,20	294,90	17474,60	525	30,04
BN 05	17	12,75	149,50	293,20	17544,95	580	33,06
BN 06	17	12,6	148,10	298,80	17217,88	575	33,40
BN 07	16,5	13,1	151,10	295,60	17922,50	595	33,20
BN 08	17	12,9	149,90	299,20	17638,96	590	33,45
BN 09	17	12,75	149,80	296,80	17615,43	555	31,51
BN 10	17	13,35	151,30	307,50	17969,98	565	31,44
BN 11	17	12,95	149,80	299,90	17615,43	530	30,09
BN 12	17	13	150,90	299,60	17875,09	500	27,97
BN 13	16,5	13,2	151,40	299,10	17993,74	585	32,51
BN 14	16,5	12,9	148,80	288,90	17381,03	565	32,51
BN 15	16,5	13,1	151,40	293,40	17993,74	625	34,73

Catatan :

.....
.....
.....

Disahkan

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII**

BETON NORMAL

DIUJI TANGGAL 12 MEI 2005
UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BN 01	16,5	12,9	151,4	297	17993,74	580	32,23
BN 02	16,5	13	152,7	294	18304,07	550	30,05
BN 03	17	12,6	149,30	290,90	17498,03	615	35,15
BN 04	17	12,7	149,20	294,90	17474,60	525	30,04
BN 05	17	12,75	149,50	293,20	17544,95	580	33,06
BN 06	17	12,6	148,10	298,80	17217,88	575	33,40
BN 07	16,5	13,1	151,10	295,60	17922,50	595	33,20
BN 08	17	12,9	149,90	299,20	17638,96	590	33,45
BN 09	17	12,75	149,80	296,80	17615,43	555	31,51
BN 10	17	13,35	151,30	307,50	17969,98	565	31,44
BN 11	17	12,95	149,80	299,90	17615,43	530	30,09
BN 12	17	13	150,90	299,60	17875,09	500	27,97
BN 13	16,5	13,2	151,40	299,10	17993,74	585	32,51
BN 14	16,5	12,9	148,80	288,90	17381,03	565	32,51
BN 15	16,5	13,1	151,40	298,40	17993,74	625	34,73

PERHITUNGAN

Teg rata-rata	=	32,09	MPa	
Sd	=	1,94	MPa	→ (SPSS, t-test)
M	=	1,64.1,16.Sd		
	=	3,68	MPa	
f _c	=	f' _{cr} - M		
	=	28,40	MPa	

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR **0,20%**
SUHU **0°C**
DIUJI TGL **23-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BSP 0,2 (1)	17	13	151,2	299,9	17946,23	625	34,83
BSP 0,2 (2)	17	13,3	151,8	302,3	18088,94	610	33,72
BSP 0,2 (3)	17	13,1	151,50	301,30	18017,52	550	30,53

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 33,02 MPa
Sd = 2,23 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 3,77 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = **29,26** MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

**DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005**

Peng uji : 1. Sigit Yulianto Dit est tang gal : 23 Mei 2005
 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,2

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
BSP 0,2 (1)	17	13	151,2	299,9	17946,23	625	34,83
BSP 0,2 (2)	17	13,3	151,8	302,3	18088,94	610	33,72
BSP 0,2 (3)	17	13,1	151,50	301,30	18017,52	550	30,53

Catatan :

.....
.....
.....

Disahkan

**LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

[Signature]

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR **0,40%**
SUHU **0°C**
DIUJI TGL **22-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BSP 0,4 (1)	20,5	12,8	151,5	295	18017,52	615	34,13
BSP 0,4 (2)	20,5	13,1	151,6	295	18041,31	550	30,49
BSP 0,4 (3)	20,5	13,1	151,90	296,30	18112,78	570	31,47

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 32,03 MPa
Sd = 1,89 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 3,18 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 28,85 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto
 2. Dodik Arifianto

Ditest tanggal : 21 Mei 2005

Umur : 28 Hari

Keperluan : Tugas Akhir

Jumlah : 3 Buah

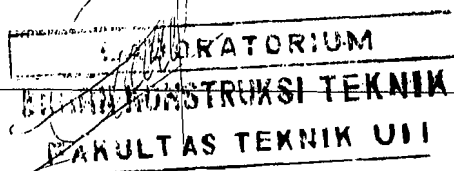
Kode : BSP 0,6

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
BSP 0,6 (1)	19,5	12,8	150,8	294,1	17851,40	510	28,57
BSP 0,6 (2)	19,5	12,6	151,5	292,3	18017,52	540	29,97
BSP 0,6 (3)	19,5	12,3	150,25	296,70	17721,42	515	29,06

Catatan :

.....
.....
.....

Disahkan



BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR 0,60%
SUHU 0°C
DIUJI TGL 21-Jun-05
UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BSP 0,6 (1)	19,5	12,8	150,8	294,1	17851,40	510	28,57
BSP 0,6 (2)	19,5	12,6	151,5	292,3	18017,52	540	29,97
BSP 0,6 (3)	19,5	12,3	150,25	296,70	17721,42	515	29,06

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 29,20 MPa
 Sd = 0,71 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 1,20 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 28,00 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR **0,80%**
SUHU **0°C**
DIUJI TGL **22-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BSP 0,8 (1)	20	12,7	150,8	292	17851,40	505	28,29
BSP 0,8 (2)	20	12,6	151,4	295,9	17993,74	510	28,34
BSP 0,8 (3)	20	12,5	152,00	286,00	18136,64	540	29,77

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 28,80 MPa
Sd = 0,84 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 1,42 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 27,38 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji	: 1. Sigit Yulianto	Ditest tanggal	: 21 Mei 2005
	2. Dodik Arifianto	Umur	: 28 Hari
Keperluan	: Tugas Akhir	Jumlah	: 3 Buah
		Kode	: BSP 1,0

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
BSP 1,0 (1)	20,5	12,9	151,1	288,83	17922,50	540	30,13
BSP 1,0 (2)	20,5	12,8	152	296,6	18130,64	510	28,12
BSP 1,0 (3)	20,5	12,6	150,00	288,50	17662,50	505	28,59

Catatan :

.....

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

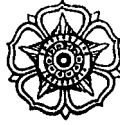
KADAR **1,00%**
SUHU **0°C**
DIUJI TGL **21-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
BSP 1,0 (1)	20,5	12,9	151,1	288,83	17922,50	540	30,13
BSP 1,0 (2)	20,5	12,8	152	296,6	18136,64	510	28,12
BSP 1,0 (3)	20,5	12,6	150,00	288,50	17662,50	505	28,59

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 28,95 MPa
Sd = 1,05 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 1,77 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 27,18 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 6 Juni 2005
2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
Kode : BN
Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	17	12,8	12,5	150,9	297,3	17875,09	475	26,57
BN 02	17	12,8	12,3	148,7	298	17357,68	435	25,06
BN 03	17	13	12,4	153,30	298,10	18448,20	475	25,75

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON NORMAL (BN)

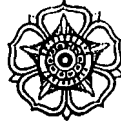
SUHU 600°C
 DIUJI TGL 06-Jun-05
 UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	17	12,8	12,5	150,9	297,3	17875,09	475	26,57
BN 02	17	12,8	12,3	148,7	298	17357,68	435	25,06
BN 03	17	13	12,4	153,30	298,10	18448,20	475	25,75

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 25,79 MPa
 Sd = 0,76 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 1,28 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 24,52 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

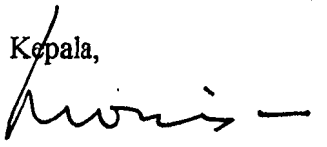
DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditetes tanggal : 6 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,2
 Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,2 (1)	17	12,8	12,5	150,8	300,2	17851,40	470	26,33
BSP 0,2 (2)	17	12,8	12,35	151,8	298	18088,94	460	25,43
BSP 0,2 (3)	17	13	12,7	150,30	300,40	17733,22	485	27,35

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D. *fric*
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

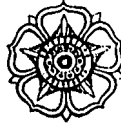
KADAR **0,20%**
SUHU **600°C**
DIUJI TGL **06-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,2 (1)	17	12,8	12,5	150,8	300,2	17851,40	470	26,33
BSP 0,2 (2)	17	12,8	12,35	151,8	298	18088,94	460	25,43
BSP 0,2 (3)	17	13	12,7	150,30	300,40	17733,22	485	27,35

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 26,37 MPa
Sd = 0,96 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 1,62 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = **24,75 MPa**

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 6 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,4
 Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	20,5	12,8	12,6	150	296	17662,50	480	27,18
BSP 0,4 (2)	20,5	12,7	12,4	150,3	294,5	17733,22	460	25,94
BSP 0,4 (3)	20,5	12,8	12,3	150,70	299,80	17827,73	490	27,49

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

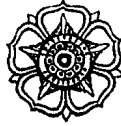
KADAR 0,40%
 SUHU 600°C
 DIUJI TGL 06-Jun-05
 UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	20,5	12,8	12,6	150	296	17662,50	480	27,18
BSP 0,4 (2)	20,5	12,7	12,4	150,3	294,5	1733,22	460	25,94
BSP 0,4 (3)	20,5	12,8	12,3	150,70	299,80	17827,73	490	27,49

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 26,87 MPa
 Sd = 0,82 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 1,38 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 25,49 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 6 Juni 2005
2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
Kode : BSP 0,6
Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	19,5	12,8	12,35	150,8	294	17851,40	475	26,61
BSP 0,6 (2)	19,5	12,5	12,1	150,1	297,5	17686,06	450	25,44
BSP 0,6 (3)	19,5	12,7	12,1	150,00	291,60	17662,50	485	27,46

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

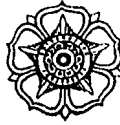
KADAR **0,60%**
SUHU **600°C**
DIUJI TGL **06-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	19,5	12,8	12,35	150,8	294	17851,40	475	26,61
BSP 0,6 (2)	19,5	12,5	12,1	150,1	297,5	17686,06	450	25,44
BSP 0,6 (3)	19,5	12,7	12,1	150,00	291,60	17662,50	485	27,46

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 26,50 MPa
Sd = 1,01 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 1,71 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 24,80 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 6 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,8
 Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,3	12	150,6	288	17804,08	480	26,96
BSP 0,8 (2)	20	12,1	11,8	150	282,4	17662,50	445	25,19
BSP 0,8 (3)	20	12,2	12	150,70	286,80	17827,73	470	26,36

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

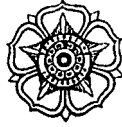
KADAR **0,80%**
SUHU **600°C**
DIUJI TGL **06-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,3	12	150,6	288	17804,08	480	26,96
BSP 0,8 (2)	20	12,1	11,8	150	282,4	17662,50	445	25,19
BSP 0,8 (3)	20	12,2	12	150,70	286,80	17827,73	470	26,36

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 26,17 MPa
Sd = 0,90 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 1,51 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 24,66 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 6 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 1,0
 Suhu : 600° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	19,25	12,9	12,6	150,8	292,7	17851,40	480	26,89
BSP 1,0 (2)	19,25	12,6	12,2	150,2	290,4	17709,63	415	23,43
BSP 1,0 (3)	19,25	12,5	12,1	147,80	288,80	17148,20	465	27,12

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

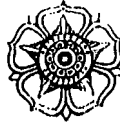
KADAR **1,00%**
SUHU **600°C**
DIUJI TGL **06-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	20,5	12,9	12,6	150,8	292,7	17851,40	480	26,89
BSP 1,0 (2)	20,5	12,6	12,2	150,2	290,4	17709,63	415	23,43
BSP 1,0 (3)	20,5	12,5	12,1	147,80	288,80	17148,20	465	27,12

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 25,81 MPa
Sd = 2,06 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 3,48 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = **22,33 MPa**

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
Kode : BN
Suhu : 800° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	17	12,8	12,5	150,9	297,3	17875,09	355	19,86
BN 02	17	12,8	12,3	148,7	298	17357,68	360	20,17
BN 03	17	13	12,4	153,30	298,10	18448,20	420	23,72

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON NORMAL (BN)

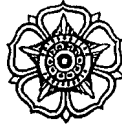
SUHU 800°C
 DIUJI
 TGL 09-Jun-05
 UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	16,5	12,5	12	150,9	297,3	17875,09	355	19,86
BN 02	16,5	12,8	12	150,8	293,3	17851,40	360	20,17
BN 03	16,5	12,4	11,9	150,20	297,70	17709,63	420	23,72

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 21,25 MPa
 Sd = 2,14 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 3,61 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 17,63 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



**UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR**

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto
 2. Dodik Arifianto

Ditest tanggal : 9 Juni 2005
Umur : 28 Hari
Jumlah : 3 Buah
Kode : BSP 0,2
Suhu : 800° C

Keperluan : Tugas Akhir

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,2 (1)	17	12,8	12,5	150,8	300,2	17851,40	410	23,94
BSP 0,2 (2)	17	12,8	12,35	151,8	298	18088,94	360	19,85
BSP 0,2 (3)	17	13	12,7	150,30	300,40	17733,22	420	23,68

Catatan :

.....

.....

.....

Kepala,

[Handwritten Signature]

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

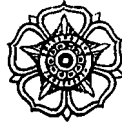
KADAR 0,20%
SUHU 800°C
DIUJI
TGL 09-Jun-05
UMUR 28 HARI

Kode Benda	Slump	Berat (Kg)		Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Beban Maks	Kuat Desak
		sebelum	sesudah					
Uji	(cm)			(mm)	(mm)	(cm ²)	(KN)	(MPa)
BSP 0,2 (1)	17,5	12,4	11,7	147,7	298,7	17125,00	410	23,94
BSP 0,2 (2)	17,5	12,8	12,1	152	299	18136,64	360	19,85
BSP 0,2 (3)	17,5	12,7	12	150,30	298,00	17733,22	420	23,68

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 22,49 MPa
 Sd = 2,29 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 3,86 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 18,63 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,4
 Suhu : 80° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	18,5	12,8	12,6	150	296	17662,50	440	24,75
BSP 0,4 (2)	18,5	12,7	12,4	150,3	294,5	17733,22	380	21,29
BSP 0,4 (3)	18,5	12,8	12,3	150,70	299,80	17827,73	400	22,59

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Morisco

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

friso

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR 0,40%

SUHU 800°C

DIUJI

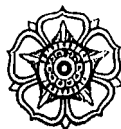
TGL 09-Jun-05

UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	18,5	12,8	12,1	150,5	300	17780,45	440	24,75
BSP 0,4 (2)	18,5	13	12,3	150,8	302,9	17851,40	380	21,29
BSP 0,4 (3)	18,5	12,6	11,9	150,20	301,00	17709,63	400	22,59

PERHITUNGAN

$$\begin{aligned}
 \text{Teg rata-rata} &= 22,87 \text{ MPa} \\
 S_d &= 1,75 \text{ MPa} \longrightarrow (\text{SPSS, t-test}) \\
 M &= 1,686 \cdot S_d \\
 &= 2,95 \text{ MPa} \\
 f_c &= f_{cr} - M \\
 &= 19,93 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditetes tanggal : 9 Juni 2005
2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
Kode : BSP 0,6
Suhu : 800° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	20	12,7	12,1	150	293,5	17662,50	365	20,67
BSP 0,6 (2)	20	12,7	12,2	151	295,3	17898,79	380	21,23
BSP 0,6 (3)	20	12,9	12,2	151,60	296,80	18041,31	450	24,94

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

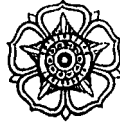
KADAR **0,60%**
 SUHU **800°C**
 DIUJI TGL **09-Jun-05**
 UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	19	12,7	12,1	150	293,5	17662,50	365	20,67
BSP 0,6 (2)	19	12,7	12,2	151	295,3	17898,79	380	21,23
BSP 0,6 (3)	19	12,9	12,2	151,60	296,80	18041,31	450	24,94

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 22,28 MPa
 Sd = 2,32 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 3,92 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 18,36 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,8
 Suhu : 800° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,7	150,8	292	17851,40	465	370	20,73
BSP 0,8 (2)	20	12,6	151,4	295,9	17993,74	425	340	19,17
BSP 0,8 (3)	20	12,5	152,00	286,00	18136,64	450	395	22,16

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

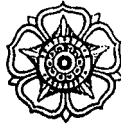
KADAR **0,80%**
SUHU **80°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,5	12	150,8	288,6	17851,40	370	20,73
BSP 0,8 (2)	20	12	11,6	150,3	275,5	17733,22	340	19,17
BSP 0,8 (3)	20	12,3	11,7	150,70	290,80	17827,73	395	22,16

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 20,69 MPa
Sd = 1,49 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 2,52 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 18,17 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 1,0
 Suhu : 800° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	20,5	12,9	151,1	288,83	17922,50	475	350	19,50
BSP 1,0 (2)	20,5	12,8	152	296,6	18136,64	450	310	17,60
BSP 1,0 (3)	20,5	12,6	150,00	288,50	17662,50	505	410	22,91

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

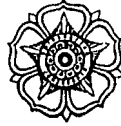
KADAR **1,00%**
SUHU **800°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	20,5	12,5	11,8	151,2	290	17946,23	350	19,50
BSP 1,0 (2)	20,5	12,4	11,7	149,8	290	17615,43	310	17,60
BSP 1,0 (3)	20,5	12,3	11,6	151,00	289,70	17898,79	410	22,91

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 20,00 MPa
Sd = 2,69 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 4,53 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 15,47 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
 No. 2672 / LTS / VI / 2005

Peng uji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
 Jumlah : 3 Buah
 Keperluan : Tugas Akhir Kode : BN
 Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	17	12,8	11,9	149,2	301,3	17474,60	225	12,88
BN 02	17	12,6	11,5	150,4	302,3	17756,83	230	12,95
BN 03	17	12,6	11,6	150,50	294,00	17780,45	215	12,09

Catatan :

.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D. *fric*
 NIP 130516868

BETON NORMAL (BN)

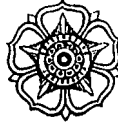
SUHU 1000°C
 DIUJI TGL 09-Jun-05
 UMUR 28 HARI

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BN 01	17	12,8	11,9	149,2	301,3	17474,60	225	12,88
BN 02	17	12,6	11,5	150,4	302,3	17756,83	230	12,95
BN 03	17	12,6	11,6	150,50	294,00	17780,45	215	12,09

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 12,64 MPa
 Sd = 0,48 MPa → (SPSS, t-test)
 M = 1,686.Sd
 = 0,80 MPa
 f_c = f_{cr} - M
 = 11,84 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditests tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
 Jumlah : 3 Buah
Keperluan : Tugas Akhir Kode : BSP 0,2
 Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,2 (1)	17,5	12,95	12	150,8	300	17851,40	305	17,09
BSP 0,2 (2)	17,5	12,6	11,7	150,4	299,5	17756,83	315	17,74
BSP 0,2 (3)	17,5	12,8	11,8	151,00	298,40	17898,79	240	13,41

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

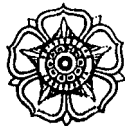
KADAR **0,20%**
SUHU **1000°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,2 (1)	17,5	12,95	12	150,8	300	17851,40	305	17,09
BSP 0,2 (2)	17,5	12,6	11,7	150,4	299,5	17756,83	315	17,74
BSP 0,2 (3)	17,5	12,8	11,8	151,00	298,40	17898,79	240	13,41

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 16,08 MPa
Sd = 2,33 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 3,94 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 12,14 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

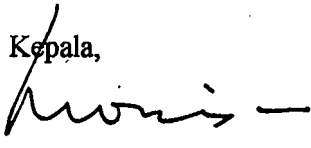
Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,4
 Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	18,5	13	12	150,3	303,7	17733,22	355	20,02
BSP 0,4 (2)	18,5	12,8	11,9	150,15	302	17697,84	270	15,26
BSP 0,4 (3)	18,5	12,5	11,8	150,00	301,20	17662,50	330	18,68

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,


Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

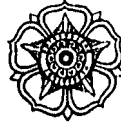
KADAR **0,40%**
SUHU **1000°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,4 (1)	18,5	13	12	150,3	303,7	17733,22	355	20,02
BSP 0,4 (2)	18,5	12,8	11,9	150,15	302	17697,84	270	15,26
BSP 0,4 (3)	18,5	12,5	11,8	150,00	301,20	17662,50	330	18,68

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 17,99 MPa
Sd = 2,46 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 4,14 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 13,84 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

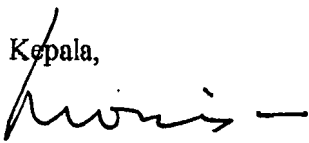
DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 0,6
 Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	20	12,6	11,8	151,7	234,4	18065,12	355	19,65
BSP 0,6 (2)	20	12,8	11,8	150,4	298,7	17756,83	300	16,89
BSP 0,6 (3)	20	12,6	11,7	151,60	290,00	18041,31	295	16,35

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D. *frisco*
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

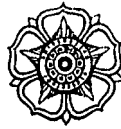
KADAR **0,60%**
SUHU **1000°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,6 (1)	20	12,6	11,8	151,7	294,4	18065,12	355	19,65
BSP 0,6 (2)	20	12,8	11,8	150,4	298,7	17756,83	300	16,89
BSP 0,6 (3)	20	12,6	11,7	151,60	290,00	18041,31	295	16,35

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 17,63 MPa
Sd = 1,77 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 2,98 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 14,65 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditetest tanggal : 9 Juni 2005
2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
Kode : BSP 0,8
Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,2	11,45	148,4	288	17287,71	260	15,04
BSP 0,8 (2)	20	12,2	11,5	150,5	280,2	17780,45	275	15,47
BSP 0,8 (3)	20	12,4	11,8	150,30	286,30	17733,22	225	12,69

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

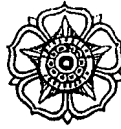
KADAR **0,80%**
SUHU **1000°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 0,8 (1)	20	12,2	11,45	148,4	288	17287,71	260	15,04
BSP 0,8 (2)	20	12,2	11,5	150,5	280,2	17780,45	275	15,47
BSP 0,8 (3)	20	12,4	11,8	150,30	286,30	17733,22	225	12,69

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 14,40 MPa
Sd = 1,50 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 2,52 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 11,88 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM TEKNIK STRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON
No. 2672 / LTS / VI / 2005

Penguji : 1. Sigit Yulianto Ditest tanggal : 9 Juni 2005
 : 2. Dodik Arifianto Umur : 28 Hari
Keperluan : Tugas Akhir Jumlah : 3 Buah
 Kode : BSP 1,0
 Suhu : 1000° C

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Tekan (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	20,5	12,2	11,3	150	286,4	17662,50	230	13,02
BSP 1,0 (2)	20,5	12,6	11,7	151,8	289,7	18088,94	210	11,61
BSP 1,0 (3)	20,5	12,3	11,45	150,80	291,00	17851,40	260	14,56

Catatan :

.....
.....
.....

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

BETON SUPERPLASTICIZER (BSP)

KADAR **1,00%**
SUHU **1000°C**
DIUJI TGL **09-Jun-05**
UMUR **28 HARI**

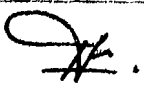
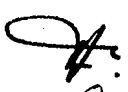

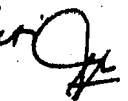
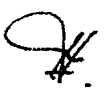


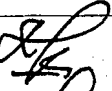

Kode Benda Uji	Slump (cm)	Berat (Kg)		Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maks (KN)	Kuat Desak (MPa)
		sebelum	sesudah					
BSP 1,0 (1)	20,5	12,2	11,3	150	286,4	17662,50	230	13,02
BSP 1,0 (2)	20,5	12,6	11,7	151,8	289,7	18088,94	210	11,61
BSP 1,0 (3)	20,5	12,3	11,45	150,80	291,00	17851,40	260	14,56

PERHITUNGAN

Teg rata-rata = 13,07 MPa
Sd = 1,48 MPa → (SPSS, t-test)
M = 1,686.Sd
 = 2,49 MPa
f_c = f_{cr} - M
 = 10,57 MPa

Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Desak Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah Superplasticizer

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
5.04.05	<ul style="list-style-type: none"> - perbaiki hasil foreksi - penulisan / pencahayaan gambar & tabel 	
12.04.05.	<ul style="list-style-type: none"> - perbaiki format - hasil foreksi - lengkapi daftar pustaka 	
15.04.05	<ul style="list-style-type: none"> - perbaikan & urutan gambar 	
17-06-05	<ul style="list-style-type: none"> - semua data pd lampiran hrs dirujuk dlm teks - pengisian bakor di waikan lebih rinci sesuai dg urutan pelaksanaan & hst. - pembahasan hrs mengemukakan pendapat peneliti lain yg sejenis. 	
23-06-05	<ul style="list-style-type: none"> - perbaiki hasil foreksi - hasil analisis penurun berat pasca bakar buat dlm satu tabel untuk semua variasi suhu. - buat regresi dari data fe' suhu. 	
25-06-05	<ul style="list-style-type: none"> - tambahkan untuk prediksi / persamaan - lengkapi semua dari lembar judul pd lampiran - perbaiki penulisan daftar pustaka & lengkapi dpt di tesiskan ke Dosen Pembimbing I 	
29/06 05	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaikan - kalimat 	
5/7 05	<ul style="list-style-type: none"> - Saran² yg dapat dilaksanakan. - Tambahkan pengantar untuk trip sub judul agar cerita lebih mengalir <p>Perbaikan - trip Sidney</p>	
6/7 05	<ul style="list-style-type: none"> - klarifikasi untuk Sidney 	
6/08 05	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaikan untuk pembahasan 	
6/9 05	<ul style="list-style-type: none"> - setelah diperbaiki dpt ke plid 	