

## TUGAS AKHIR

# EVALUASI POTENSI PENGGUNAAN AIR ES DAN ABU TERBANG (FLY ASH) DALAM USAHA MEMPERKECIL PERBEDAAN SUHU DAN PENGARUHNYA TERHADAP KUAT TEKAN BETON



Disusun Oleh :

AZHARDI

No. Mhs : 90 310 176

Nirm : 900051013114120156

AHMAD PASYA SIREGAR

No. Mhs : 90 310 169

Nirm : 900051013114120149

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1998

## **MOTTO**

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu selesai mengerjakan sesuatu urusan maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, Dan hanya kepada TUHAN lah hendaknya kamu berharap.

**(Q.S Alam Nasyrh :6-8)**

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu`alaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat wajib dalam mencapai gelar sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Tugas Akhir dengan penelitian laboratorium dengan judul **EVALUASI POTENSI PENGGUNAAN AIR ES DAN ABU TERBANG (FLY ASH) DALAM USAHA MEMPERKECIL PERBEDAAN SUHU DAN PENGARUHNYA TERHADAP KUAT TEKAN BETON.**

Pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan dan doa baik berupa moril dan materil sehingga penyusunan Tugas Akhir ini selesai.

Untuk ini perkenankanlah dengan rendah hati dan rasa hormat yang sedalam-dalamnya kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE Ph. D. , selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MT. , selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS. , selaku Dosen pembimbing pertama.
4. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MT. , selaku Dosen pembimbing kedua.
5. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP, Universitas Islam Indonesia.
6. Segenap karyawan terutama karyawan di bagian Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
7. Ayah Ibu dan keluarga yang tiada henti berdoa dan memberi inspirasi untukku.
8. Teman-teman yang memberi semangat dan dorongan yang tidak dapat kami sebut satu persatu sehingga selesainya pembuatan Tugas Akhir ini.

Atas segala jasa baik ini, penyusun belum dapat membalas apapun. Hanya dengan doa semoga jasa baik bapak-bapak dan teman-teman tersebut mendapatkan pahala yang berlipat dari Allah SWT.

Akhirnya penyusun menyadari bahwa sebagai manusia tidak lepas dari kesalahan dan khilaf, oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun demi kebenaran ilmu pengetahuan dari semua pihak sangat kami harapkan.

Wassalamu`alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juni 1998

Penyusun

<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI.....</b>	<b>9</b>
	3.1 Umum .....	9
	3.2 Material Pembentuk Beton .....	13
	3.2.1 Semen .....	14
	3.2.2 Agregat .....	15
	3.2.3 Agregat ringan .....	18
	3.2.4 Air .....	20
	3.3 “Fly Ash” (Abu Terbang) .....	22
	3.4 “Slump”.....	23
	3.5 “Workability “.....	24
	3.6 Kekuatan Beton .....	25
<b>BAB IV</b>	<b>PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>30</b>
	4.1 Umum .....	30
	4.2 Persiapan Bahan dan Material .....	31
	4.3 Peralatan Penelitian .....	32
	4.3.1 Alat Pembuat Benda Uji .....	32
	4.3.2 Alat Uji Tekan .....	34
	4.4 Perencanaan Campuran Adukan Beton .....	34
	4.5 Pembuatan Benda Uji .....	34
	4.6 Perawatan Benda Uji .....	34
	4.7 Data Hasil Pengujian .....	35

4.7.1 Hasil Pengujian Berat Volume .....	36
4.7.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	45
<b>BAB V ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ...</b>	<b>54</b>
5.1 Data Hasil Pengujian .....	54
5.2 Berat Volume Beton .....	54
5.3 “ Slump” .....	57
5.4 Kuat Tekan Beton Yang Disyaratkan .....	59
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>72</b>
6.1 Kesimpulan .....	72
6.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR TABEL

3.1	Tabel Panas hidrasi yang ditimbulkan oleh tipe semen pada suhu yang berbeda selama 72 jam.	11
3.2	Tabel Besarnya panas hidrasi dari komponen-komponen semen.	12
3.3	Tabel hubungan antara tipe semen dengan kekuatan semen.	12
3.4	Tabel sifat fisik abu terbang ex batu bara.	22
3.5	Tabel komposisi kimia abu terbang dalam satuan persen berat.	23
3.6	Tabel nilai slump untuk berbagai macam struktur.	24
3.7	Tabel perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur.	27
3.8	Tabel faktor pengali untuk deviasi standar bila data benda uji yang tersedia kurang dari 30 buah.	29
4.1	Tabel berat volume beton normal.	37
4.2	Tabel berat volume beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.	38
4.3	Tabel berat volume beton dengan air es suhu 10.	39
4.4	Tabel berat volume beton dengan air es suhu 20.	40
4.5	Tabel berat volume beton dengan air es 10 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	41
4.6	Tabel berat volume beton dengan air es 20 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	42

4.7	Tabel beton dengan air es suhu 20 + abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.	43
4.8	Tabel kuat tekan beton normal	46
4.9	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 20	47
4.10	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 10	48
4.11	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 20 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	49
4.12	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 10 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	50
4.13	Tabel kuat tekan beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.	51
4.14	Tabel Kuat tekan beton dengan air es suhu 20 + abu terbang 15% tanpa pengurangan semen	52
5.1	Tabel Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)	55
5.2	Tabel Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)	55
5.3	Tabel Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)	56
5.4	Tabel Nilai Slump pada campuran beton	57
5.5	Tabel Faktor umur beton	60
5.6	Tabel Kuat tekan beton normal	61



5.7	Tabel berat volume beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.	62
5.8	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 10	63
5.9	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 20	64
5.10	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 10 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	65
5.11	Tabel kuat tekan beton dengan air es suhu 20 dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.	66
5.12	Tabel Kuat tekan beton dengan air es suhu 20 + abu terbang 15% tanpa pengurangan semen	67
5.13	Tabel Kuat tekan beton yang disyaratkan	69

## DAFTAR GRAFIK

4.1	Grafik berat volume beton terhadap umur beton.	44
4.2	Garfik kuat tekan beton terhadap umur beton.	53
5.1	Grafik hubungan berat volume beton dengan penambahan abu terbang 15% dan variasi suhu.	56
5.2	Grafik nilai slump.	58
5.3	Grafik kuat tekan beton yang disyaratkan.	68
5.4	Grafik kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ).	70

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Perencanaan campuran adukan beton
- Lampiran 2. Hasil kuat tekan beton pada umur 14 hari
- Lampiran 3. Hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari
- Lampiran 4. Hasil kuat tekan beton pada umur 58 hari

## ABSTRAKSI

Pada proses pembuatan adukan beton perlu diperhatikan tingginya panas hidrasi yang menyebabkan terjadinya perbedaan suhu yang tinggi di dalam beton. Pada permukaan beton, panas hidrasi itu dapat lepas karena berbatasan dengan lingkungan sehingga suhu permukaan rendah, sedang panas hidrasi pada bagian dalam beton tidak lepas, sehingga menimbulkan suhu yang tinggi. Perbedaan suhu antara permukaan dan bagian dalam beton dapat menimbulkan retak termal pada usia awal. Retak pada akhirnya akan mengurangi kuat tekan beton.

Permasalahan tersebut di atas dilakukan penelitian pengaruh yang ditimbulkan akibat penambahan air es dan penggunaan Abu Terbang baik ditambahkan langsung ataupun sebagai substitusi semen. Variasi prosentase penggantian semen dengan Abu Terbang sebesar 15% dan air campuran suhu 10° dan suhu 20°. Pengujian dilakukan pada umur 14, 28 dan 58 hari. Benda uji beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah kubus dengan 15x15x15 cm. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara penutupan karung yang dibasahi.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan Abu Terbang 15% tanpa pengurangan semen dan air campuran suhu 20 ° yang paling optimum menghasilkan kuat tekan sebesar 26,677 Mpa.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Laju pembangunan dewasa ini semakin berkembang dengan pesat. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyak dibangun struktur berskala besar. Baik sebagai prasarana transportasi, jalan layang, bangunan air seperti bangunan pembangkit tenaga listrik, bendungan maupun pada struktur bangunan seperti bangunan gedung perkantoran, hotel bertingkat serta apartemen-apartemen sebagai sarana perumahan yang banyak diminati dewasa ini di kota-kota besar.

Dari sekian banyak struktur yang telah dibuat, struktur beton lebih dominan digunakan. Baik pada struktur jalan, gedung bertingkat, bendungan dan saluran irigasi, untuk itu dituntut pula peningkatan dari mutu beton. Pada pembetonan perlu diperhatikan tingginya panas hidrasi yang menyebabkan terjadinya perbedaan suhu yang tinggi di dalam beton. Panas hidrasi yang dihasilkan akan menaikkan suhu beton. Pada permukaan beton panas hidrasi itu dapat lepas karena berbatasan dengan lingkungan sehingga suhu permukaan rendah, sedang panas hidrasi pada bagian dalam beton tidak lepas, sehingga menimbulkan suhu yang tinggi.

Perbedaan suhu antara permukaan dan bagian dalam beton ini dapat menimbulkan retak pada usia awal. Retak pada akhirnya akan mengurangi kuat tekan beton sehingga dalam pembetonan, retak harus diusahakan seminimum mungkin, terutama dalam pembetonan, dimana retak lebih cenderung terjadi.

Untuk peningkatan mutu beton perlu diperhatikan lebih lanjut kualitas agregat yang digunakan dan penggunaan bahan tambahan (*admixture*).

Dalam tugas akhir ini akan dicoba meminimumkan retak dengan cara sebagai berikut :

1. Menurunkan suhu campuran dengan menambahkan air es pada campuran.

Adapun cara ini dipilih karena es mudah didapat dan juga kemudahan pelaksanaan di lapangan.

2. Penambahan abu terbang sebagai substitusi semen dalam campuran yang berfungsi mengisi pori-pori dalam campuran beton yang tidak dapat diisi oleh semen sehingga dapat meningkatkan mutu beton, juga untuk mengurangi presentase komponen semen dalam campuran yang menyebabkan tingginya panas hidrasi. Selain itu, abu terbang juga merupakan limbah industri yang harus dimanfaatkan dan jumlahnya cukup banyak.

3. Penggabungan kedua cara di atas.

Dari penelitian tersebut diharapkan dapat meminimumkan retak pada usia awal pembetonan dengan memilih masing-masing cara di atas. Sehingga diharapkan peningkatan kuat tekan beton.

5. Penentuan benda uji sebanyak 210 (dua ratus sepuluh) buah kubus beton

ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  dengan pembagian :

1. NORMAL (beton dengan air campuran suhu  $25^\circ$ ) 30 sampel.
2. N+AB 15% (beton dengan air campuran suhu  $25^\circ$  + abu terbang 15%) 30 sampel.
3. N+ $10^\circ$  (beton dengan air campuran  $10^\circ$ ) 30 sampel.
4. N+ $20^\circ$  (beton dengan air campuran  $20^\circ$ ) 30 sampel.
5. N+AB 15%+ $10^\circ$ -S (beton dengan air campuran suhu  $10^\circ$  + abu terbang 15% - semen) 30 sampel.
6. N+AB 15%+ $20^\circ$ -S (beton dengan air campuran suhu  $20^\circ$  + abu terbang 15% -semen) 30 sampel.
7. N+AB 15%+ $20^\circ$  (beton dengan air campuran suhu  $20^\circ$  + abu terbang 15%) 30 sampel.

6. Pengujian beton akan dilakukan pada saat beton berumur 14, 28 dan 58 hari.

7. Rencana campuran beton berdasarkan metode ACI (American Concrete Institute).

8. Analisa hasil hitungan dengan metoda statistik dengan metoda perbandingan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Pada pengecoran yang massanya besar dan tebal akan selalu timbul masalah sehubungan dengan terkekangnya panas hidrasi dibagian dalam dari beton selama proses pengerasan dari beton. Masalahnya adalah, bahwa didalam beton tidak boleh terjadi perbedaan temperatur lebih dari 20° C (menimbulkan perbedaan regangan kurang lebih  $200 \times 10^{-6}$ ), karena adanya perbedaan temperatur yang lebih dari itu akan menimbulkan peretakan.

#### **2.2 Pengaruh Suhu terhadap Kuat Tekan Beton**

Berdasarkan pengalaman S. Tumilar di Jakarta (Temu Wicara Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia, Yogyakarta 1993) setiap 100 kg semen/m<sup>3</sup> akan menghasilkan kenaikan temperatur sebesar 12° C sampai dengan 14° C. Pada temperatur udara 30° C di siang hari temperatur di dalam beton dapat mencapai nilai 86° C dan dipermukaan beton temperatur tidak boleh lebih rendah dari 86° C yang mana tentunya memerlukan usaha-usaha khusus dalam pelaksanaannya dengan mengambil langkah-langkah sebagai berikut :

a. campuran beton menggunakan air es.



- b. menambah bahan admixtures yang bersifat retarding.
- c. agregat-agregat dan pasir dilidungi terhadap panas dan didinginkan dengan air
- d. transportasi beton sedekat dan secepat mungkin.
- e. pengecoran dilakukan petak demi petak (sistem papan catur).
- f. pengecoran malam hari dan diselesaikan siang hari.
- g. beton ditutupi dengan plastik dan ditimbun dengan pasir setebal 30 cm.
- h. pembukaan formwork dilakukan setelah temperatur beton sudah menurun sampai dibawah  $50^{\circ}$  C.

### **2.3 Pengaruh penambahan fly ash (abu terbang) terhadap kuat desak beton**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Iswandi Imran dari PAU ITB (1994), ditemukan bahwa penggunaan abu terbang sebagai bahan pengganti semen dengan kadar tertentu menyebabkan perlambatan dalam peningkatan kuat tekan sehingga pada umur 28 hari, kuat tekan beton belum tercapai sepenuhnya. Namun setelah umur 28 hari masih terjadi peningkatan kuat tekan beton.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muh. Rifai Syakuri dan Haryadi (UII, 1997) tentang beton normal dengan campuran abu terbang dinyatakan bahwa tegangan beton untuk umur diatas 21 hari pada pemakaian abu terbang menghasilkan kuat tekan yang lebih baik dari pada beton normal (tanpa abu terbang). Penggunaan fly ash 10% kuat desaknya 26,449 Mpa pada umur 45 hari. Fly ash 15% sebesar 26,919 Mpa pada umur 45 hari. Fly ash 20% kuat desaknya sebesar 27,012 Mpa. Sehingga kadar fly ash yang optimum terjadi pada penambahan fly ash sebesar 20%.

Penelitian yang dilakukan oleh Emrizal dan Adriyanto Kurniawan (UII, 1998) mengenai pengaruh penambahan abu limbah batu bara (fly ash) terhadap kuat tekan beton dan ketahanan asam sulfat menyimpulkan bahwa kuat desak meningkat pada penambahan fly ash sampai dengan 20% (22,80458 Mpa) pada umur 58 hari, dan menurun kembali pada fly ash 30% (20,64445 Mpa) pada umur 58 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Elmawati (Universitas Bung Hatta, Padang, 1996). Pemakaian fly ash yang optimum untuk mencapai kuat tekan maksimum berkisar antara 10-15% dari berat cementitious (semen + fly ash). Pada penambahan fly ash 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 677 ( $\text{kg/cm}^2$ ) dan pada penambahan fly ash 15% menghasilkan kuat tekan sebesar 716 ( $\text{kg/cm}^2$ ).

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Kuat tekan karakteristik beton yang dapat dicapai tergantung dari kemajuan teknologi konstruksi dari suatu daerah/negara. Semakin tinggi kemajuan teknologi konstruksi daerah/negara tersebut maka semakin tinggi pula tekan karakteristik beton yang dapat dicapai.

Untuk melihat perkembangan mutu beton yang diperoleh, dapat dilihat kembali kuat tekan karakteristik yang pernah dicapai di beberapa negara. Seperti di Amerika, tepatnya di Chicago, mulai mengembangkan beton mutu tinggi sejak tahun 1962, dimana pada saat itu beton mutu tinggi mencapai K-500.

Bila dibandingkan dengan mutu beton yang dicapai di negara lain, dapat terlihat bahwa Indonesia cukup jauh tertinggal. Hal ini menuntut perlunya mengejar perkembangan teknologi beton dengan mengadakan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai kekuatan beton.

Keberadaan air, silika, dan aluminat membentuk produk hidrasi, yang seiring dengan waktu menghasilkan massa yang mengeras yaitu pasta semen yang mengeras.

Semen yang berhidrasi bergabung secara tetap dengan yang tidak bereaksi, tetapi cara yang pasti bagaimana hal ini dapat dicapai tidak jelas. Proses hidrasi itu sendiri terjadi seperti dijelaskan berikut ini. Pertama, semen terhidrasi dari luar, bagian luar membentuk “envelope” (pembungkus). Lalu air penetrasi, bereaksi ke dalam sehingga makin lama bagian dalam juga ikut keras. Kedua, semen dari dalam yang tidak terhidrasi menembus ke luar, membentuk lapisan terluar. Ketiga, solusi koloidal tumpah ke seluruh penjurus/massa beton jika keadaan sudah jenuh, reaksi hidrasi selanjutnya berjalan seperti ini.

Tipe apapun dari prespirasi dari produk hidrasi, tingkat hidrasi menurun secara menerus, bahkan setelah waktu yang lama tetap ada komponen semen yang tidak terhidrasi. Sebagai contoh setelah 28 hari berinteraksi dengan air, bagian dari butiran semen diketahui terhidrasi hanya setebal 4  $\mu\text{m}$ , dan 8  $\mu\text{m}$  setelah satu tahun.

Proses reaksi kimia yang terjadi pada saat semen mengadakan ikatan dan penguatan, diikuti dengan evolusi pembebasan panas. Evolusi panas menyebabkan suhu naik. Walaupun pada kenyataannya kenaikan suhu beton tidak hanya dipengaruhi oleh evolusi semen saja, tetapi dipengaruhi juga oleh :

- a. volume beton yang dicetak setiap satu kali operasi.
- b. kecepatan mencetak beton.
- c. jenis dari acuan.
- d. keadaan atmosfer, terutama suhu disekitarnya.
- e. suhu beton pada saat dicetak.
- f. daya hantar suhu pada beton. (Murdock dan Brook, 1986)

Tabel 3.2 Besarnya panas hidrasi dari komponen-komponen semen. (Neville, A.M, 1986)

Campuran	Panas (J/g)	hidrasi (cal/g)
C <sub>3</sub> S	502	120
C <sub>2</sub> S	260	62
C <sub>3</sub> A	867	207
C <sub>4</sub> AF	419	100

Pada tahap awal hidrasi, komponen yang berbeda berhidrasi dengan tingkat hidrasi yang berbeda, peningkatan panas dan juga panas total, tergantung kepada komposisi dari semen. Dapat dikatakan bahwa dengan mengurangi C<sub>3</sub>S dan C<sub>3</sub>A pada semen akan mengurangi pula panas hidrasi semen. Kehalusan semen dan jumlah semen juga mempengaruhi laju kenaikan panas dan total panas yang terjadi.

Selain pemakaian tipe semen yang berbeda akan mempengaruhi kekuatan beton yang diinginkan, karena itu perlu juga diperhatikan, hubungan tipe semen dengan kuat tekan beton, seperti yang tercantum dalam tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Hubungan antara tipe semen dengan kekuatan tekan.

Tipe Semen	Kekuatan tekan (%) dari kekuatan tekan semen biasa (tipe)		
	Umur 3 hari	Umur 28 hari	Umur 3 bulan
I	100	100	100
II	80	85	100
III	190	130	115
IV	50	65	90
V	65	65	85

Untuk mendapatkan kuat tekan beton yang diinginkan, maka perlu diperhatikan umur semen, dalam hal ini waktu selama semen selesai diproduksi sampai saat digunakan.

Peningkatan kemampuan atau mutu beton sejalan dengan pengurangan fas yang dipergunakan. Usaha lain adalah dengan memanfaatkan fenomena bahwa semakin padat mortar beton atau semakin kecil pori-pori yang ada semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan. Pada mortar beton, semen dan air yang berupa pasta mengikat agregat halus dan kasar dengan masih menyisakan rongga atau pori-pori yang tidak dapat tertutup atau terisi oleh butiran semen. Ruang yang tidak ditempati butiran semen merupakan rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan dan disebut kapiler. Kapiler yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton telah mengeras sehingga beton akan mempunyai sifat tembus air yang besar, akibatnya kekuatan berkurang (A. Antono, 1988), rongga ini dapat dikurangi dengan penggunaan bahan tambah meski penambahan ini akan menambah biaya pelaksanaan. Bahan tambah ini merupakan bahan khusus yang ditambahkan dalam mortar sebagai pengisi dan pada umumnya berupa bahan kimia organik dan bubuk mineral aktif (Murdock dan Brook, 1986).

### **3.2 Material Pembentuk Beton**

Beton terbentuk dari material-material campuran yaitu : semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan. Semen dan air membentuk pasta, kemudian pasta semen, abu terbang dan agregat halus membentuk mortar yang berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan.

Kehadiran abu terbang sebagai bahan tambahan diharapkan akan memperbaiki sifat-sifat beton. Sifat-sifat yang terdapat dalam abu terbang diharapkan dapat menjadikan beton semakin kuat. Abu terbang akan mengisi pori-pori beton sehingga menjadi beton yang kompak.

### 3.2.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu masa yang padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksud untuk struktur beton bertulang adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air dan dinamakan semen hidrolis. Fungsi semen itu sendiri adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu masa yang padat dan kuat, selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland di Indonesia menurut PUBLI (1982) dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

1. Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

4. Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Pada penelitian ini dipakai semen Nusantara yang termasuk semen portland jenis I kemasan 50 kg yang ada dipasaran.

### 3.2.2 Agregat

Agregat adalah bahan penyusun beton yang saling diikat oleh perekat semen. Dalam struktur beton, agregat menempati kurang lebih 70-75 % dari volume masa yang telah mengeras. Umumnya agregat diklasifikasikan sebagai agregat halus dan agregat kasar. (Athur H. Nelson dan George Winter, 1993).

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm (Kusuma Gideon dan WC. Vis, 1993). Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993), yaitu :

#### 1. Pasir Galian

Pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci terlebih dahulu.



## 2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butiran agak kurang karena bentuk butiran yang bulat.

## 3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain itu garam-garaman ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton. Oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

Dalam penelitian ini digunakan pasir yang berasal dari sungai Progo Yogyakarta.

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu dengan ukuran 5 - 40 mm (Kusuma Gideon dan WC Vis, 1993). Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 golongan (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993) yaitu :

### 1. Agregat Normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 - 2,7 gram/cm<sup>3</sup>.

Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya.

Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gram/cm<sup>3</sup>.

## 2. Agregat Berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gram/cm<sup>3</sup>, misalnya magnetik (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), Barit (BaSO<sub>4</sub>), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gram/cm<sup>3</sup>.

Penggunaannya sebagai dinding pelindung radiasi.

## 3. Agregat Ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gram/cm<sup>3</sup>, yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih kecil.

Agregat kasar harus memenuhi persyaratan gradasi yang diisyaratkan. Apabila butir butir agregat mempunyai gradasi yang sama atau seragam maka volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butirnya bervariasi atau bergradasi baik maka akan di dapat volume pori yang kecil. Pada pelaksanaan beton, diinginkan komposisi butiran dengan kemampatan tinggi karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat yang sedikit pula.

Agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993) :

1. Butir butirnya tajam, kuat dan bersudut. Ukuran kekuatan agregat dapat dilakukan dengan pengujian ketahanan aus ("Abration Test") menggunakan mesin uji Los Angeles atau bejana Rodellof, syarat bagian yang hancur lolos ayakan 1,7 mm maksimum 50 %.

2. Tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm. Pada agregat halus jumlah kandungan kotoran ini harus tidak lebih dari 5%, sedangkan pada agregat kasar kandungan kotoran ini dibatasi sampai 1 %. Jika agregat mengandung kotoran lebih dari batas batas maksimum maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum dipakai.
3. Tidak mengandung garam yang menghisap air dari udara.
4. Tidak mengandung zat organik.
5. Mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik sehingga rongganya sedikit. Untuk pasir, modulus halus butir (MHB) berkisar antara 1,5 - 3,8 sehingga hanya mempunyai pasta semen sedikit.
6. Bersifat kekal, tidak hancur atau berubah karena cuaca.
7. Untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus mempunyai tingkat reakti yang negatif terhadap alkali.
8. Untuk agregat kasar, tidak boleh mengandung butiran - butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat jenis keseluruhan.

### 3.2.3 Agregat ringan

Agregat ringan di bedakan dalam dua kelompok (A.M. Naville, 1975), yaitu :

1. Agregat alami.

Agregat alami adalah agregat yang langsung dihasilkan dari alam, misalnya batu - batuan yang dihasilkan gunung berapi yaitu batu apung ("pumice")

c. "Foamed slag".

"Foamed slag" yang dihasilkan dari pemadaman bara api yang berasal dari tanur yang memproduksi besi tuang dengan proses pancar air, agregat ini mudah pecah dan bentuknya seperti batu apung. Beton ringan yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar  $950 - 1750 \text{ kg/m}^3$ .

d. Abu terbang

Abu terbang adalah bahan sisa yang diperoleh dari pembakaran batu bara waktu proses menjadi kapur, bentuk abu terbang tidak teratur, bervariasi dan berwarna. Abu terbang jika dipakai sebagai campuran beton akan menambah kekuatan beton.

Agregat ringan umumnya mempunyai daya serap air yang cukup tinggi, sehingga dalam pengadukan beton cepat keras walaupun hanya dalam beberapa menit saja setelah pencampuran. Untuk itu perlu diadakan pembahasan agregat terlebih dahulu sebelum pengadukan sehingga agregat mencapai keadaan SSD.

### 3.2.4 Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 30% dari berat semen, namun pada kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35.

Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas dengan catatan penambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah

### 3.3 Fly Ash (abu terbang)

Abu terbang umumnya diperoleh dari sisa pembakaran pusat listrik tenaga uap, yang mempergunakan batu bara sebagai sumber energi. Sisa pembakaran berupa partikel halus, keluar bersama-sama gas buang. Partikel halus ini dikenal dengan nama abu terbang, sedang sisa pembakaran yang berupa butiran kasar keluar melalui bagian bawah disebut bottom ash. Pada penelitian ini abu terbang akan digunakan sebagai bahan tambah ("mineral admixture") yang berfungsi sebagai bahan pengisi pori-pori adukan beton.

Penelitian ini memanfaatkan abu terbang limbah pembakaran batu bara proyek PLTU di Paiton, Jawa Timur, sebagai bahan pengisi untuk memperkecil pori-pori yang ada dan memanfaatkan sifat-sifat dari abu terbang untuk memperbaiki mutu beton. Abu terbang harus memenuhi persyaratan sebagai "mineral admixture" standar ASTM yaitu kandungan  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , minimum 70 % berat. Sifat fisik maupun kimia dari abu terbang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.4 Sifat fisik abu terbang ex batu bara

No	Sifat fisik	Data yang ada
1	Berat jenis	1,99 - 2,40 $\text{gr/cm}^3$
2	Kehalusan Butir	163,25 - 227,19 $\text{m}^2/\text{kg}$
3	Kadar air	0,55 - 4,6 %

3. encer adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump untuk berbagai macam struktur tercantum dalam tabel:

Tabel 3.6 Nilai slump untuk berbagai macam struktur.

Jenis konstruksi	Slump (cm)	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang, Caisson	2,5	10
Plat, balok, kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (Kontruksi berat)	2,5	7,5

### 3.5 "Workability"

Kemudahan pengerjaan ("workability") merupakan ukuran tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang, dan dipadatkan. Perbandingan bahan bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton antara lain:

1. Jumlah air yang dipergunakan dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan semakin encer, sehingga semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang dipergunakan. Penambahan jumlah semen kedalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.

menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan selama beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan selimut pelindung yang sesuai maupun dengan membasahi permukaannya secara berulang-ulang.

Untuk mendapatkan kuat tekan beton karakteristik harus diperhatikan faktor bentuk dan umur benda uji. Oleh karena benda uji yang digunakan adalah kubus berukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ , maka faktor bentuknya adalah : Perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 3.7 :

Tabel .3.7 Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	356
Semen Portland type I	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35

Penyebaran dari hasil-hasil uji tekan akan tergantung dari tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya. Dengan menganggap nilai-nilai dari pemeriksaan tersebut menyebar normal. Ukuran nilai penyebaran hasil pemeriksaan tersebut juga merupakan mutu pelaksanaan yang nilainya disebut deviasi standar. Deviasi standar dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c_{28}} - f_{cr})^2}{N - 1}}$$

Keterangan :

S = Deviasi standar ( $\text{kg/cm}^2$ )

$f_{c28}$  = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ )

$f_{cr}$  = Kuat tekan beton rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )

N = Jumlah benda uji

Sedangkan untuk menghitung kuat tekan beton yang disyaratkan dipakai rumus sebagai berikut :

$$f_c' = f_{cr} - 1,64 KS$$

Keterangan :

$f_c'$  = Kuat tekan yang disyaratkan

$f_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )

K = Pengali deviasi standar

S = Deviasi standar

Untuk mencari angka konversi dari jumlah benda uji yang disyaratkan berdasarkan jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 3.8 :



Tabel 3.8 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data benda uji yang tersedia kurang dari 30 buah.

Jumlah benda uji	Faktor pengali deviasi standar
15	1,160
18	1,120
19	1,096
20	1,080
25	1,030
$\geq 30$	1,000

## BAB IV

### PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen, guna mendapatkan jawaban dari persoalan. Penelitian ini akan membuktikan sejauh mana pengaruh penambahan abu terbang dan penggunaan air es pada campuran adukan beton terhadap kekuatan beton. Pembuatan sekaligus pengujian terhadap sampel beton dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian meliputi percobaan penambahan abu terbang sebagai bahan pengisi beton dengan kuat tekan rencana masing-masing K-225. Jumlah benda uji total adalah 210 buah kubus beton dengan ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ . Dengan perincian sebagai berikut :

1. NORMAL (beton dengan air campuran suhu  $25^\circ$ ) 30 sampel.
2. N+AB 15% (beton dengan air campuran suhu  $25^\circ$  + abu terbang 15%) 30 sampel.
3. N+10 (beton dengan air campuran  $10^\circ$ ) 30 sampel.
4. N+20 (beton dengan air campuran  $20^\circ$ ) 30 sampel.
5. N+AB 15%+10-S (beton dengan air campuran suhu  $10^\circ$  + abu terbang 15% - semen) 30 sampel.

6. N+AB 15%+20-S (beton dengan air campuran suhu 20° + abu terbang 15% - semen) 30 sampel.
7. N+AB 15%+20 (beton dengan air campuran suhu 20° + abu terbang 15%) 30 sampel.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan dan material
2. Persiapan alat yang digunakan
3. Perencanaan bahan susun adukan beton
4. Pembuatan benda uji
5. Pengujian desak pada benda uji

#### **4.2 Persiapan Bahan dan Material**

Sebelum penelitian dilaksanakan disiapkan terlebih dahulu material yang akan digunakan. Sebagai bahan penyusun adukan beton diperlukan bahan-bahan antara lain :

##### **1. Semen Portland.**

Semen yang digunakan adalah semen portland merek Nusantara dengan data sebagai berikut:

- . Type semen : Type I
- . Berat jenis : 3,15 gr/cm<sup>3</sup>

##### **2. Agregat halus.**

Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam, dengan data sebagai berikut:

- . Asal pasir : Sungai Progo, Yogyakarta.
- . Berat jenis :  $2,80 \text{ gr/cm}^3$

### 3. Agregat kasar.

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah (“split”), dengan data sebagai berikut:

- . Asal : Sungai Progo, Yogyakarta
- . Berat jenis :  $2,5 \text{ gr/cm}^3$
- . Berat kering tusuk SSD :  $1,56 \text{ gr/cm}^3$
- . Butir maksimum : 38,1 mm

### 4. Air

Air yang digunakan adalah air tawar yang ada di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### 5. “Fly Ash” (abu terbang)

Abu terbang yang digunakan diambil dari sisa pembakaran batu bara PLTU Paiton, Jawa Timur.

## 4.3 Peralatan Penelitian.

### 4.3.1 Alat Pembuat Benda Uji

Alat pembuat benda uji merupakan alat yang dipersiapkan paling awal. Sebelum alat ini digunakan, alat ini dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang ada, alat ini terdiri dari:

8. Kerucut Abrams.

Digunakan untuk mengukur nilai slump yang dihasilkan.

9. Kaliper dan mistar.

Digunakan untuk mengukur benda uji yang dihasilkan.

#### **4.3.2 Alat Uji Tekan**

Alat uji tekan yang digunakan adalah alat elektrikal hidraulik dengan merek Controls. Cara menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada, kemudian besarnya gaya tekan dapat dibaca pada dial pembacaan beban. Pada pembacaan dial, gaya tekan maksimum ditunjukkan oleh jarum yang berwarna merah, pada saat jarum tersebut berhenti menunjukkan hancurnya benda uji.

#### **4.4 Perencanaan Campuran Adukan Beton**

Perhitungan kebutuhan proporsi dari masing masing bahan untuk adukan beton dilakukan berdasarkan metoda ACI (“American Concrete Institute”). Perencanaan dilakukan terhadap beton normal dengan kuat tekan rencana 22,5 Mpa atau 225 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.5 Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji dikerjakan dengan tahapan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Berat volume beton normal

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,120	3415,252	2377,570	2371,270	28,5
2	14	8,190	3452,073	2372,487		
3	14	8,130	3456,607	2352,017		
4	14	7,980	3465,717	2302,554		
5	14	8,275	3454,309	2395,559		
6	14	8,230	3428,974	2400,135		
7	14	8,190	3417,469	2396,510		
8	14	8,220	3449,755	2382,778		
9	14	8,180	3477,247	2352,436		
10	14	8,190	3440,231	2380,654		
1	28	8,120	3479,446	2333,705	2374,604	
2	28	7,980	3463,472	2304,046		
3	28	8,215	3527,634	2328,756		
4	28	8,225	3434,677	2394,694		
5	28	8,230	3417,675	2408,070		
6	28	8,375	3438,052	2435,972		
7	28	8,210	3403,659	2412,110		
8	28	8,140	3401,994	2392,714		
9	28	8,130	3431,438	2369,269		
10	28	8,115	3428,828	2366,698		
1	58	8,325	3415,252	2437,595	2377,617	
2	58	8,225	3452,073	2382,626		
3	58	8,175	3456,607	2365,036		
4	58	8,220	3465,717	2371,804		
5	58	8,175	3454,309	2366,609		
6	58	7,990	3428,974	2330,143		
7	58	8,145	3417,469	2383,343		
8	58	8,235	3449,755	2387,126		
9	58	8,210	3477,247	2361,063		
10	58	8,225	3440,231	2390,828		

Tabel 4.2..Berat volume beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,215	3429,282	2395,545	2373,733	29
2	14	8,125	3452,077	2353,655		
3	14	8,255	3433,836	2404,017		
4	14	8,300	3511,801	2363,460		
5	14	8,245	3493,355	2360,195		
6	14	8,005	3461,222	2312,767		
7	14	8,325	3523,372	2362,793		
8	14	8,145	3420,198	2381,441		
9	14	8,375	3433,836	2438,963		
10	14	8,260	3493,355	2364,489		
1	28	8,170	3527,987	2315,768	2380,264	
2	28	8,205	3518,742	2331,799		
3	28	8,245	3497,957	2357,090		
4	28	8,325	3465,732	2402,090		
5	28	8,415	3491,013	2410,475		
6	28	8,375	3431,563	2440,579		
7	28	8,330	3488,715	2387,699		
8	28	8,410	3537,262	2377,545		
9	28	8,265	3406,586	2426,183		
10	28	8,205	3486,424	2353,414		
1	58	8,275	3429,282	2413,042	2388,855	
2	58	8,310	3452,077	2407,246		
3	58	8,255	3433,836	2404,017		
4	58	8,225	3511,801	2342,103		
5	58	8,195	3493,355	2345,882		
6	58	8,330	3461,222	2406,664		
7	58	8,340	3523,372	2367,051		
8	58	8,345	3420,198	2439,917		
9	58	8,225	3433,836	2395,280		
10	58	8,270	3493,355	2367,352		

Tabel 4.3 Berat volume beton dengan air es suhu 10<sup>0</sup>

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,120	3445,231	2356,881	2354,252	19,8
2	14	8,225	3518,742	2337,483		
3	14	7,881	3433,836	2295,043		
4	14	8,235	3447,511	2388,680		
5	14	7,950	3452,077	2302,961		
6	14	8,110	3447,511	2352,422		
7	14	8,235	3433,837	2398,192		
8	14	8,275	3514,115	2354,789		
9	14	8,210	3527,999	2327,098		
10	14	8,385	3452,077	2428,972		
1	28	8,120	3445,231	2356,881	2360,067	
2	28	8,098	3518,742	2301,391		
3	28	8,068	3433,836	2349,559		
4	28	8,198	3447,511	2377,947		
5	28	8,127	3452,077	2354,235		
6	28	8,210	3447,511	2381,428		
7	28	8,115	3433,837	2363,246		
8	28	8,320	3514,115	2367,595		
9	28	8,280	3527,999	2346,939		
10	28	8,290	3452,077	2401,453		
1	58	8,190	3445,231	2377,199	2365,015	
2	58	7,990	3518,742	2270,698		
3	58	8,245	3433,836	2401,105		
4	58	8,320	3447,511	2413,335		
5	58	8,235	3452,077	2385,520		
6	58	8,150	3447,511	2364,024		
7	58	8,190	3433,837	2385,087		
8	58	8,225	3514,115	2340,561		
9	58	8,210	3527,999	2327,098		
10	58	8,235	3452,077	2385,520		



Tabel 4.4 Berat volume beton dengan air es suhu 20°

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,100	3537,201	2289,946	2346,362	24
2	14	8,200	3484,060	2353,576		
3	14	8,200	3477,211	2358,212		
4	14	8,200	3451,696	2375,644		
5	14	8,300	3454,348	2402,769		
6	14	8,000	3516,209	2275,178		
7	14	8,100	3415,271	2371,701		
8	14	8,400	3518,524	2387,365		
9	14	8,200	3497,939	2344,238		
10	14	8,100	3514,117	2304,989		
1	28	8,210	3537,201	2321,044	2349,541	
2	28	8,188	3484,06	2350,132		
3	28	8,165	3477,211	2348,146		
4	28	8,235	3451,696	2385,784		
5	28	7,900	3454,348	2286,973		
6	28	8,145	3516,209	2316,415		
7	28	8,110	3415,271	2374,629		
8	28	8,285	3518,524	2354,681		
9	28	8,390	3497,939	2398,555		
10	28	8,290	3514,117	2359,056		
1	58	8,220	3537,201	2323,871	2353,392	
2	58	8,120	3484,060	2330,614		
3	58	8,180	3477,211	2352,460		
4	58	8,215	3451,696	2379,989		
5	58	8,115	3454,348	2349,213		
6	58	8,190	3516,209	2329,213		
7	58	8,145	3415,271	2384,877		
8	58	8,350	3518,524	2373,154		
9	58	8,290	3497,939	2369,967		
10	58	8,225	3514,117	2340,560		

Tabel 4.5 Berat volume beton dengan air es suhu  $10^0$  dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,210	3509,400	2339,431	2345,359	20
2	14	7,950	3530,106	2252,057		
3	14	8,130	3490,996	2320,255		
4	14	8,285	3516,331	2356,149		
5	14	8,140	3411,114	2386,317		
6	14	8,120	3518,730	2307,651		
7	14	8,225	3509,485	2343,649		
8	14	8,195	3456,607	2370,822		
9	14	8,225	3514,112	2340,563		
10	14	8,345	3424,718	2436,697		
1	28	8,140	3537,201	2301,255	2346,687	
2	28	8,180	3484,060	2347,836		
3	28	8,115	3477,211	2333,767		
4	28	8,210	3451,696	2378,541		
5	28	8,225	3454,348	2381,057		
6	28	8,265	3516,209	2350,543		
7	28	8,190	3415,271	2398,053		
8	28	7,890	3518,524	2242,418		
9	28	8,375	3497,939	2394,267		
10	28	8,220	3514,117	2339,137		
1	58	8,190	3537,201	2315,390	2353,313	
2	58	8,150	3484,060	2339,225		
3	58	8,220	3477,211	2363,964		
4	58	8,195	3451,696	2374,195		
5	58	8,160	3454,348	2362,240		
6	58	8,280	3516,209	2354,809		
7	58	8,190	3415,271	2398,053		
8	58	8,235	3518,524	2340,470		
9	58	8,190	3497,939	2341,379		
10	58	8,235	3514,117	2343,405		

Tabel 4.6 Berat volume beton dengan air es suhu 20<sup>0</sup> dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,200	3433,732	2388,072	2328,576	24,3
2	14	8,100	3518,742	2301,959		
3	14	8,100	3431,562	2360,441		
4	14	8,000	3534,960	2263,109		
5	14	8,100	3525,670	2297,436		
6	14	8,200	3521,055	2328,847		
7	14	8,100	3438,384	2355,758		
8	14	8,300	3605,015	2302,348		
9	14	8,100	3493,355	2318,688		
10	14	8,200	3461,222	2369,105		
1	28	8,190	3433,732	2385,160	2338,590	
2	28	8,150	3518,742	2316,169		
3	28	7,990	3431,562	2328,386		
4	28	8,215	3534,960	2323,930		
5	28	8,160	3525,670	2314,454		
6	28	8,180	3521,055	2323,167		
7	28	8,220	3438,384	2390,658		
8	28	8,225	3605,015	2281,544		
9	28	8,110	3493,355	2321,550		
10	28	8,310	3461,222	2400,886		
1	58	8,225	3433,732	2395,353	2344,975	
2	58	8,220	3518,742	2336,062		
3	58	8,175	3431,562	2382,297		
4	58	8,180	3534,960	2314,029		
5	58	8,210	3525,670	2328,635		
6	58	7,990	3521,055	2269,206		
7	58	8,290	3438,384	2411,016		
8	58	8,150	3605,015	2260,740		
9	58	8,245	3493,355	2360,195		
10	58	8,280	3461,222	2392,219		

Tabel 4.7 Beton dengan air es suhu 20<sup>0</sup> + abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.

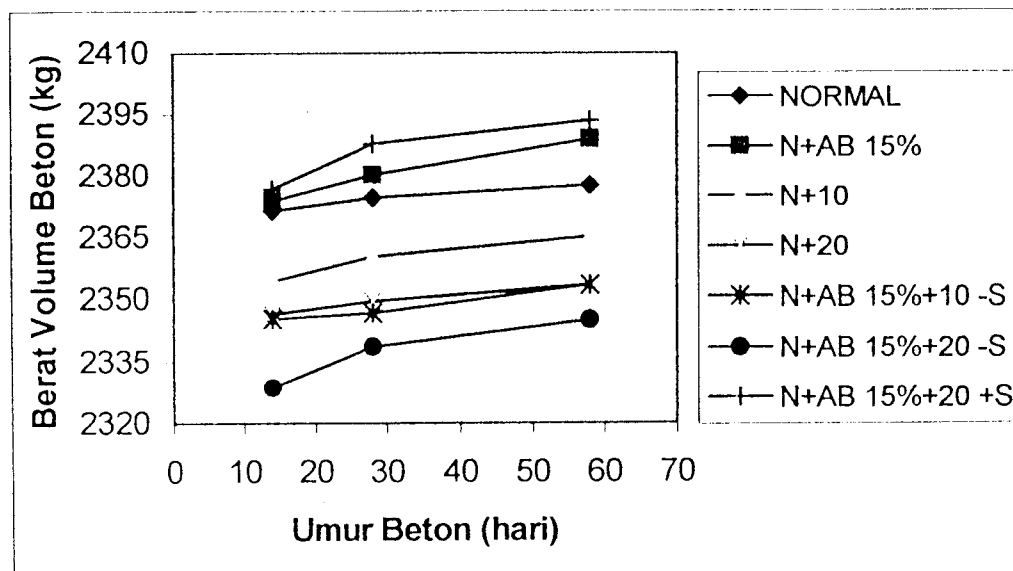
No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Suhu Beton segar
1	14	8,355	3465,732	2410,746	2376,751	24
2	14	8,325	3562,843	2336,617		
3	14	8,415	3530,289	2383,658		
4	14	8,310	3495,650	2377,240		
5	14	8,100	3470,306	2334,088		
6	14	8,270	3532,610	2341,045		
7	14	8,385	3422,243	2450,147		
8	14	8,320	3486,409	2386,410		
9	14	8,205	3518,669	2331,848		
10	14	8,400	3477,234	2415,713		
1	28	8,220	3516,427	2337,600	2387,893	
2	28	8,315	3484,099	2386,557		
3	28	8,290	3490,990	2374,685		
4	28	8,245	3484,102	2366,463		
5	28	8,320	3350,073	2483,528		
6	28	8,280	3452,009	2398,603		
7	28	8,300	3541,910	2343,368		
8	28	8,415	3527,929	2385,252		
9	28	8,335	3445,133	2419,355		
10	28	8,420	3532,595	2383,517		
1	58	8,385	3465,732	2419,402	2393,444	
2	58	8,435	3562,843	2367,491		
3	58	8,375	3530,289	2372,327		
4	58	8,265	3495,650	2364,367		
5	58	8,325	3470,306	2398,924		
6	58	8,440	3532,610	2389,168		
7	58	8,425	3422,243	2461,836		
8	58	8,330	3486,409	2389,278		
9	58	8,310	3518,669	2361,688		
10	58	8,380	3477,234	2409,961		

Dari tabel 4.1 sampai 4.7 terlihat bahwa penggunaan air es sebagai campuran pembuatan beton dapat menurunkan suhu awal beton segar, yang pada akhirnya akan menurunkan suhu puncak. Sedangkan penambahan abu terbang langsung pada campuran tidak banyak berpengaruh pada suhu beton. Penambahan abu terbang 15% disertai pengurangan semen ternyata dapat menurunkan suhu beton,

ini disebabkan karena semennya sedikit, sehingga komponen semen yang menyebabkan tingginya panas hidrasi ( $C_2S$ ,  $C_3S$ , dan  $C_3A$ ) pun berkurang.

Suhu beton segar yang mempunyai suhu mendekati atau lebih besar dari suhu lingkungan mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton segar yang suhunya dibawah suhu lingkungan. (dapat dilihat pada tabel 4.8 sampai 4.14).

Sedangkan pengaruhnya terhadap berat beton dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Grafik berat volume beton terhadap umur beton.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa penambahan abu terbang pada beton cenderung menambah berat volume beton, karena abu terbang yang ditambahkan akan mengisi pori-pori beton sehingga kepadatan beton meningkat dan diikuti bertambahnya berat volume beton.

Tabel 4.8 Kuat tekan beton normal

Umur (hari)	NO	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban . Maksimum (KN)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Silinder (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
14	1	225,280	725	328,165	272,377	276,649
	2	228,312	760	339,439	281,734	
	3	228,008	695	310,822	257,982	
	4	227,858	785	351,303	291,582	
	5	229,369	765	340,097	282,281	
	6	226,784	820	368,704	306,024	
	7	226,173	665	299,818	248,849	
	8	228,308	835	372,943	309,542	
	9	229,825	645	286,180	237,529	
	10	226,331	745	335,652	278,591	
28	1	230,736	760	335,873	278,774	282,468
	2	227,403	850	381,153	316,357	
	3	228,004	675	301,883	250,562	
	4	225,275	845	382,490	349,467	
	5	229,369	790	351,212	297,506	
	6	231,039	745	328,812	289,914	
	7	226,802	695	312,474	259,354	
	8	230,735	765	338,084	280,610	
	9	230,735	815	360,181	298,950	
	10	226,1872	690	311,070	258,188	
58	1	226,502	810	364,661	302,669	285,940
	2	229,370	710	315,645	261,985	
	3	227,247	760	341,030	283,055	
	4	227,102	870	390,638	324,230	
	5	229,672	755	335,209	298,223	
	6	225,450	815	368,624	365,958	
	7	228,765	730	325,394	298,077	
	8	224,681	670	304,078	252,385	
	9	228,460	745	332,524	275,995	
	10	229,063	825	367,262	304,827	

Tabel 4.9 Kuat tekan beton dengan air es suhu 20<sup>o</sup>

Umur (hari)	NO	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Silinder (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
14	1	227,708	690	308,992	256,463	250,054
	2	231,192	675	297,720	247,107	
	3	227,557	595	266,627	221,300	
	4	231,953	755	331,912	275,487	
	5	231,343	740	326,176	270,726	
	6	231,648	650	286,129	237,487	
	7	227,406	725	325,097	269,830	
	8	235,622	680	294,286	244,257	
	9	230,129	635	281,371	233,538	
	10	228,614	660	294,386	244,341	
28	1	230,432	765	338,529	280,979	285,458
	2	231,344	795	350,417	290,846	
	3	229,826	695	308,363	255,941	
	4	229,522	865	384,298	318,968	
	5	231,953	780	342,903	284,609	
	6	229,371	815	362,323	300,728	
	7	232,562	680	298,158	247,471	
	8	228,312	755	337,206	279,881	
	9	229,826	780	346,076	287,243	
	10	230,888	840	370,983	307,916	
58	1	228,917	775	345,223	286,535	301,513
	2	230,736	880	388,905	322,791	
	3	225,691	785	354,676	294,381	
	4	227,406	780	349,759	290,300	
	5	228,463	780	348,141	288,957	
	6	229,370	815	362,324	300,729	
	7	230,888	790	348,901	289,588	
	8	229,673	835	370,726	307,703	
	9	227,406	845	378,906	314,492	
	10	227,705	860	385,126	319,654	

Tabel 4.11 Kuat tekan beton dengan air suhu 20<sup>o</sup> dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.

Umur (hari)	NO	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Silinder (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
14	1	228,161	650	290,502	241,116	242,861
	2	231,496	690	303,936	252,267	
	3	227,406	680	304,918	253,082	
	4	228,010	580	259,389	215,292	
	5	228,614	660	294,386	244,341	
	6	228,312	725	323,807	268,760	
	7	227,406	630	282,498	234,473	
	8	231,192	665	293,309	243,447	
	9	232,105	645	283,369	235,196	
	10	228,614	650	289,926	240,639	
28	1	231,039	640	282,469	234,450	257,051
	2	229,217	715	318,080	264,006	
	3	231,191	695	306,542	254,430	
	4	230,735	800	353,552	293,448	
	5	222,153	775	355,735	295,260	
	6	229,217	655	291,388	268,852	
	7	232,409	680	298,355	287,634	
	8	230,584	635	280,816	286,860	
	9	226,803	655	294,489	264,426	
	10	231,039	715	315,571	261,924	
58	1	228,040	715	319,721	265,369	269,779
	2	227,707	705	315,711	262,040	
	3	230,736	735	324,824	269,604	
	4	228,765	655	291,963	242,330	
	5	227,105	815	365,938	303,729	
	6	229,521	700	310,994	258,125	
	7	227,557	790	354,008	293,827	
	8	228,463	685	305,739	289,764	
	9	228,159	805	359,778	298,616	
	10	228,160	675	301,676	250,391	



## BAB V ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Data hasil Pengujian

Pengujian terhadap sampel beton untuk mendapatkan kuat tekan beton dan berat volume beton, data-data yang dihasilkan dianalisa untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah yang ditetapkan. Data hasil pengujian terhadap sampel beton dapat dilihat pada sub bab berikut :

### 5.2 Berat volume beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dan volume beton, pada penelitian ini dipakai benda uji berbentuk kubus sehingga perhitungan berat volume beton adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat beton}}{\text{Volume beton (P x L x T)}}$$

Keterangan :

P = Panjang kubus

L = Lebar kubus

T = Tinggi kubus

Untuk tiap variasi adukan, berat volume beton adalah rata-rata dari berat volume benda uji yang berjumlah 30 buah.

$$\text{Berat volume (tiap variasi adukan)} = \frac{\sum \text{Berat volume beton}}{30}$$

Tabel 5.1 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es + FA	Berat Volume Beton Yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	14	N	2371,270
2		N+10°	2354,,252
3		N+20°	2346,362
4		N+10°+AB 15% - S	2345,359
5		N+20°+AB 15% - S	2328,576
6		N+20°+AB 15%	2376,751
7		N+ AB 15%	2373,733

Tabel 5.2 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	28	N	2374,604
2		N+10°	2360,067
3		N+20°	2349,541
4		N+10°+AB 15% - S	2346,687
5		N+20°+AB 15% - S	2338,590
6		N+20°+AB 15%	2387,893
7		N+ AB 15%	2380,264

Tabel 5.3 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	58	N	2377,617
2		N+10°	2365,015
3		N+20°	2353,392
4		N+10°+AB 15% - S	2353,313
5		N+20°+AB 15% - S	2344,975
6		N+20°+AB 15%	2393,444
7		N+ AB 15%	2388,855

Tabel 5.7 Kuat tekan beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.

No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	$fc' = (fcr-1,64.k.s)$
1	14	281,368	319,736	405,079	28,186	245,988
2		272,467	309,622	100,236		
3		254,943	289,708	123,986		
4		215,848	245,282	2971,529		
5		239,054	271,652	981,739		
6		288,384	327,709	879,926		
7		259,075	294,403	27,1060		
8		289,205	328,642	872,659		
9		251,221	285,478	199,696		
10		293,834	323,865	588,305		
$fcr=299,610 \quad \Sigma=7150,261$						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	$fc' = (fcr-1,64.k.s)$
1	28	270,793	270,793	276,845	25	246,942
2		319,926	319,926	117,370		
3		292,629	292,629	1,89500		
4		317,729	317,729	657,543		
5		295,681	295,681	2,80700		
6		317,226	317,226	669,107		
7		254,791	254,791	1154,187		
8		295,201	295,201	1,42900		
9		246,135	246,135	1842,769		
10		329,944	329,944	784,378		
$fcr=294,006 \quad \Sigma=5508,330$						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	$fc' = (fcr-1,64.k.s)$
1	58	340,545	325,320	803,090	16,998	266,406
2		290,426	277,442	381,790		
3		306,487	292,785	17,6110		
4		323,443	308,983	144,034		
5		327,537	312,894	253,204		
6		322,655	308,230	126,532		
7		290,426	277,442	381,790		
8		314,656	300,588	13,0120		
9		289,207	276,277	428,654		
10		303,417	289,852	50,8260		
$fcr=296,981 \quad \Sigma=2600,545$						

Tabel 5.8 Kuat tekan beton dengan air es suhu 10<sup>o</sup>

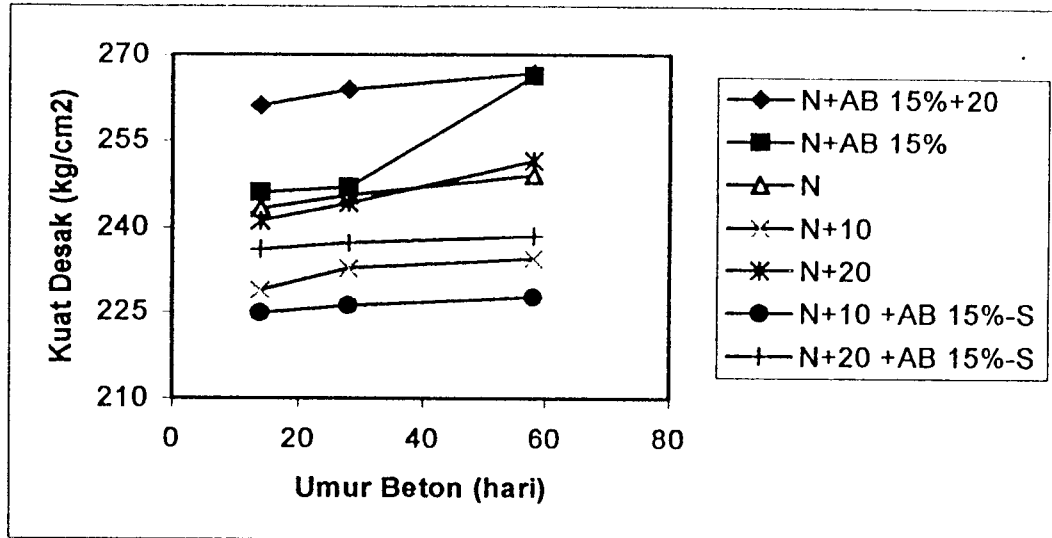
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	14	230,166	264,559	60,8630	22,872	228,848
2		188,008	216,101	1121,652		
3		213,038	244,871	262,258		
4		252,071	289,737	314,321		
5		189,310	217,598	798,258		
6		260,209	299,091	210,698		
7		235,101	270,231	4,53300		
8		262,330	301,529	475,584		
9		274,947	316,031	468,356		
10		264,353	303,854	991,866		
fcr=272,360    Σ=4708,390						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	234,1400	234,1400	623,873	16,023	232,629
2		249,5380	249,5380	128,584		
3		292,5784	292,5780	684,827		
4		239,4710	239,4710	284,769		
5		262,6140	262,6140	0,24800		
6		285,7340	285,7340	375,937		
7		256,3470	256,3470	45,767		
8		272,8740	272,8740	102,837		
9		268,5430	268,5430	26,8560		
10		269,2820	269,2820	36,8940		
fcr=263,112    Σ=2310,592						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	58	263,830	247,310	81,4150	12,326	234,422
2		280,811	273,574	275,794		
3		288,269	270,218	196,987		
4		284,277	269,627	167,473		
5		262,158	257,730	0,02000		
6		248,905	238,836	165,439		
7		256,294	248,937	79,8160		
8		275,444	268,854	137,835		
9		253,832	241,831	225,756		
10		262,449	251,789	36,9910		
fcr=257,871    Σ=1367,526						

Tabel 5.9 Kuat tekan beton dengan air es suhu 20°

No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	14	256,463	291,435	68,6150	22,134	241,044
2		247,107	280,803	5,51500		
3		221,300	241,477	1736,788		
4		275,487	313,053	894,107		
5		270,726	307,643	599,828		
6		237,487	269,872	176,364		
7		269,830	306,625	550,992		
8		244,257	277,565	31,2150		
9		233,538	265,384	315,691		
10		244,341	277,660	30,157		
fcr=283,152 $\Sigma=4409,272$						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	280,979	280,979	20,0630	21,753	244,075
2		290,846	290,846	29,0280		
3		255,941	255,941	871,265		
4		318,968	318,968	1122,907		
5		284,609	284,609	0,72100		
6		300,728	300,728	233,167		
7		247,471	247,471	1443,027		
8		279,881	279,881	31,1050		
9		287,243	287,243	3,18600		
10		307,916	307,916	504,353		
fcr=285,458 $\Sigma=4258,822$						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	58	286,535	261,246	186,489	12,494	251,134
2		322,791	294,303	376,363		
3		294,381	268,400	42,2830		
4		290,300	264,679	104,517		
5		288,957	263,455	131,053		
6		300,729	274,188	0,51100		
7		289,588	264,030	118,212		
8		307,703	280,546	31,8510		
9		314,492	286,736	140,032		
10		319,654	291,442	273,569		
Fcr=274,902 $\Sigma=1404,881$						

Tabel 5.10 Kuat tekan beton dengan air suhu 10° dan abu terbang 15% sebagai substitusi semen.

No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	14	242,459	278,689	10,6180	29,979	224,915
2		240,324	276,234	32,6330		
3		180,383	207,337	2511,765		
4		285,307	327,939	1791,875		
5		229,989	269,745	148,889		
6		205,083	235,728	1027,573		
7		267,619	307,608	973,273		
8		255,902	294,140	343,572		
9		272,213	312,889	1167,976		
10		219,796	262,737	369,024		
Fcr=281,947    Σ=8377,198						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	248,346	248,346	0,80300	11,203	226,137
2		248,579	248,579	1,27500		
3		228,474	228,474	227,538		
4		249,198	249,198	3,05600		
5		228,142	228,142	243,647		
6		235,379	235,379	112,538		
7		265,676	265,676	307,845		
8		257,126	257,126	105,637		
9		258,124	258,124	115,789		
10		245,455	245,455	3,98000		
fcr=247,450    Σ=1122,107						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	58	267,168	248,113	0,14300	10,568	227,630
2		268,474	249,326	2,53100		
3		279,511	267,958	408,970		
4		249,962	233,756	195,412		
5		257,786	239,400	69,4710		
6		276,419	259,975	149,818		
7		242,490	235,743	143,808		
8		262,079	243,387	18,9060		
9		251,055	243,737	15,9840		
10		255,864	248,136	0,16100		
fcr=247,74    Σ=1005,20						



Gambar 5.3 Grafik kuat tekan beton yang disyaratkan.

Pada gambar 5.3 terlihat bahwa terjadi peningkatan kuat tekan pada setiap variasi beton seiring dengan penambahan umur uji beton.

Hasil perhitungan kuat desak yang disyaratkan dari data pengujian benda uji pada penelitian ini dicantumkan dalam tabel 5.13 :

Tabel 5.13 Kuat desak beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ).

No	Jenis	Kuat desak beton yang disyaratkan		
		Umur (hari)	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
1	N	14	243,152	24,315
		28	245,543	24,554
		58	248,926	24,893
2	N+AB 15%	14	245,989	24,599
		28	246,942	24,694
		58	266,406	26,641
3	N+ 10°	14	228,848	22,885
		28	232,630	23,263
		58	234,422	23,442
4	N+ 20°	14	241,044	24,104
		28	244,075	24,408
		58	251,134	25,113
5	N+AB 15%+ 10° -S	14	224,915	22,492
		28	226,137	22,614
		58	227,630	22,7630
6	N+AB 15%+ 20° -S	14	235,993	23,599
		28	237,201	23,720
		58	238,341	23,834
7	N+AB 15%+20°	14	261,153	26,115
		28	263,859	26,386
		58	266,773	26,677



$$\text{Berat volume (tiap variasi adukan)} = \frac{\sum \text{Berat volume beton}}{30}$$

Tabel 5.1 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

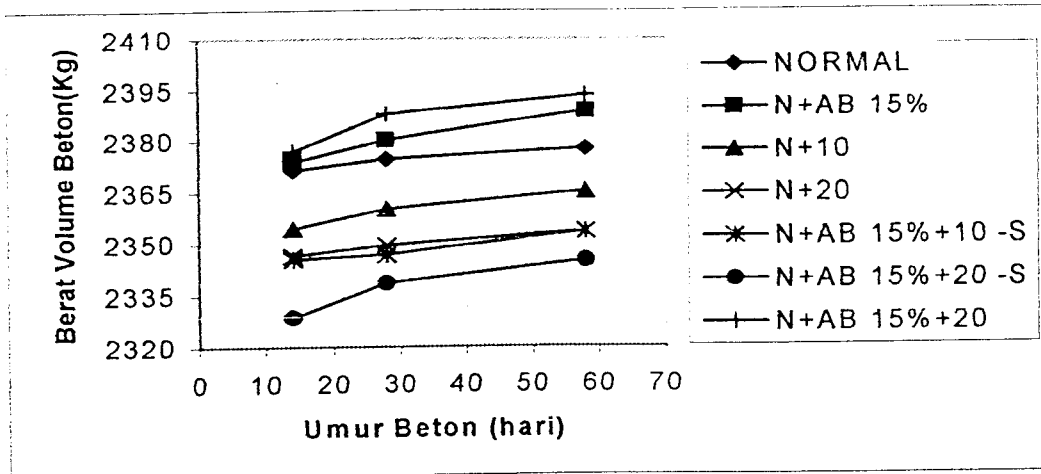
No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es + FA	Berat Volume Beton Yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	14	N	2371,270
2		N+10°	2354,,252
3		N+20°	2346,362
4		N+10°+AB 15% - S	2345,359
5		N+20°+AB 15% - S	2328,576
6		N+20°+AB 15%	2376,751
7		N+ AB 15%	2373,733

Tabel 5.2 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	28	N	2374,604
2		N+10°	2360,067
3		N+20°	2349,541
4		N+10°+AB 15% - S	2346,687
5		N+20°+AB 15% - S	2338,590
6		N+20°+AB 15%	2387,893
7		N+ AB 15%	2380,264

Tabel 5.3 Daftar berat volume beton pada tiap variasi penambahan air es (suhu)

No	Jenis Umur (hari)	Variasi Penambahan Air es	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m <sup>3</sup> )
1	58	N	2377,617
2		N+10°	2365,015
3		N+20°	2353,392
4		N+10°+AB 15% - S	2353,313
5		N+20°+AB 15% - S	2344,975
6		N+20°+AB 15%	2393,444
7		N+ AB 15%	2388,855



Gambar 5.1 Grafik hubungan berat volume beton dengan penambahan abu terbang 15% dan variasi suhu.

Keterangan :

1. NORMAL (beton dengan air campuran suhu 25°).
2. N+AB 15% (beton dengan air campuran suhu 25° + abu terbang 15%).
3. N+10 (beton dengan air campuran 10°).
4. N+20 (beton dengan air campuran 20°).
5. N+AB 15%+10-S (beton dengan air campuran suhu 10° + abu terbang 15% - semen).
6. N+AB 15%+20-S (beton dengan air campuran suhu 20° + abu terbang 15% -semen).
7. N+AB 15%+20 (beton dengan air campuran suhu 20° + abu terbang 15%).

Dari gambar 5.1 terlihat bahwa penambahan abu terbang cenderung menambah berat volume beton, karena abu terbang yang ditambah mengisi pori pori beton sehingga kepadatan beton meningkat dan diikuti bertambahnya berat volume beton.

### 5.3 Slump

Nilai slump yang dicapai pada berbagai variasi campuran beton normal dan beton abu terbang dapat dilihat pada tabel 5.4 :

Tabel 5.4 Nilai slump pada campuran beton

Variasi suhu Campuran	Umur	Slump	Slump Rata-rata
Normal	14	8,000	7,850
	28	8,000	
	58	7,550	
Normal + air es 20 <sup>0</sup>	14	8,500	8,167
	28	8,000	
	58	8,000	
Normal + air es 10 <sup>0</sup>	14	9,000	8,670
	28	8,500	
	58	8,500	
Air es 20 <sup>0</sup> + abu terbang 15% Substitusi semen	14	8,750	8,917
	28	9,000	
	58	9,000	
Air es 10 <sup>0</sup> + abu terbang 15% Substitusi semen	14	9,000	9,167
	28	9,500	
	58	9,000	
Air es 20 <sup>0</sup> + abu terbang 15% tanpa pengurangan Semen	14	7,700	7,567
	28	7,500	
	58	7,500	
Normal + abu terbang 15%	14	7,750	7,450
	28	7,600	
	58	7,000	

#### 5.4 Kuat Tekan Beton yang disyaratkan.

Perhitungan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan merupakan ukuran dari mutu pelaksanaannya. Perhitungan ini didasarkan pada ketentuan rumus seperti tercantum dalam sub bab 3.6.

Untuk memenuhi persyaratan di atas perlu dicari hal-hal sebagai berikut:

1. Menghitung deviasi standar (rumus deviasi standar dapat dilihat sub bab 3.6).
2. Menghitung konversi jumlah benda uji yang disyaratkan.

Untuk mencari angka konversi dari jumlah benda uji yang disyaratkan berdasarkan benda uji 30 buah. Dari keadaan itu dapat dilihat faktor pengali terhadap deviasi standar yang dihitung berdasarkan tabel 3.8.

3. Faktor konversi kubus dengan dimensi  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  sebesar 0,83 agar setara dengan sampel benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Faktor umur beton dapat dilihat pada tabel 5.5:

el 5.5 F

No
1
2
3
4
5
6
7
8

il perhitu

ebut diat:

Tabel 5.7 Kuat tekan beton normal dan abu terbang 15% tanpa pengurangan semen.

No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	14	281,368	319,736	405,079	28,186	245,988
2		272,467	309,622	100,236		
3		254,943	289,708	123,986		
4		215,848	245,282	2971,529		
5		239,054	271,652	981,739		
6		288,384	327,709	879,926		
7		259,075	294,403	27,1060		
8		289,205	328,642	872,659		
9		251,221	285,478	199,696		
10		293,834	323,865	588,305		
fcr=299,610			$\Sigma=7150,261$			
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	270,793	270,793	276,845	25	246,942
2		319,926	319,926	117,370		
3		292,629	292,629	1,89500		
4		317,729	317,729	657,543		
5		295,681	295,681	2,80700		
6		317,226	317,226	669,107		
7		254,791	254,791	1154,187		
8		295,201	295,201	1,42900		
9		246,135	246,135	1842,769		
10		329,944	329,944	784,378		
fcr=294,006			$\Sigma=5508,330$			
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	58	340,545	325,320	803,090	16,998	266,406
2		290,426	277,442	381,790		
3		306,487	292,785	17,6110		
4		323,443	308,983	144,034		
5		327,537	312,894	253,204		
6		322,655	308,230	126,532		
7		290,426	277,442	381,790		
8		314,656	300,588	13,0120		
9		289,207	276,277	428,654		
10		303,417	289,852	50,8260		
fcr=296,981			$\Sigma=2600,545$			

Tabel 5.8 Kuat tekan beton dengan air es suhu 10°

No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	14	230,166	264,559	60,8630	22,872	228,848
2		188,008	216,101	1121,652		
3		213,038	244,871	262,258		
4		252,071	289,737	314,321		
5		189,310	217,598	798,258		
6		260,209	299,091	210,698		
7		235,101	270,231	4,53300		
8		262,330	301,529	475,584		
9		274,947	316,031	468,356		
10		264,353	303,854	991,866		
fcr=272,360    Σ=4708,390						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan (kg/cm)	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	234,1400	234,1400	623,873	16,023	232,629
2		249,5380	249,5380	128,584		
3		292,5784	292,5780	684,827		
4		239,4710	239,4710	284,769		
5		262,6140	262,6140	0,24800		
6		285,7340	285,7340	375,937		
7		256,3470	256,3470	45,767		
8		272,8740	272,8740	102,837		
9		268,5430	268,5430	26,8560		
10		269,2820	269,2820	36,8940		
fcr=263,112    Σ=2310,592						
No	Umur (hari)	Kuat Tekan	Fc 28	(Fc28-fcr) <sup>2</sup>	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	58	263,830	247,310	81,4150	12,326	234,422
2		280,811	273,574	275,794		
3		288,269	270,218	196,987		
4		284,277	269,627	167,473		
5		262,158	257,730	0,02000		
6		248,905	238,836	165,439		
7		256,294	248,937	79,8160		
8		275,444	268,854	137,835		
9		253,832	241,831	225,756		
10		262,449	251,789	36,9910		
fcr=257,871    Σ=1367,526						

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Antono, 1971, DIKTAT TEKNOLOGI BETON, FT UGM, Yogyakarta.
2. A.M. Neville, "PROPERTIES OF CONCRETE" THIRD EDITION, Pitman Publishing Limited, 1981.
3. Chu-kia Wang dan Salmon, C.G., 1993, DISAIN BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta.
4. Elmawati, 1996, PENELITIAN BETON MUTU TINGGI MENGGUNAKAN FLY ASH DAN SUPERPLASTICIZER, Tugas akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UBH, Padang.
5. Emrizal, Adriyanto Kurniawan, 1998, PENELITIAN PENGARUH PENAMBAHAN ABU LIMBAH BATU BARA (FLY ASH) TERHADAP KUAT DESAK BETON DAN KETAHANAN ASAM SULFAT, Tugas akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta,
6. Istimawan Dipohusodo, 1994, STUKTUR BETON BERTULANG, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
7. Iswandi Imran et al, 1994. PENELITIAN LANJUT PEMANFAATAN FLY ASH UNTUK PENYEMPURNAAN PENYAMPURAN BETON TAHAP II, PT. PLN Engineering dan PAU ITB, Bandung.
8. Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992, TEKNOLOGI BETON, Buku Ajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

# LAMPIRAN





KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	AZHARDI	20310176		STRUKTUR
2	AHMAD PASTA SIREGAR	20310189		STRUKTUR

Dosen Pembimbing I : IR. H. SUSASTRAWAN, MS  
 Dosen Pembimbing II : IR. TADJUDDIN EMA., MS

1

2



Yogyakarta, 11 September 1997  
 AnDekan,  
 Ketua Jurusan Teknik Sipil.

IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE

*Handwritten notes:*  
 ar us  
 - pas  
 trill  
 us mu  
 - baik  
 B...  
 J...

**LAMPIRAN 1**  
**PERENCANAAN CAMPURAN ADUKAN BETON**

Maka : 1.  $f_c' = 225$

2. FAS berdasarkan tabel V (ACI) = 0,63

3. Batasan slump = 7,5 - 15

4. Vair -Berdasarkan tabel III (ACI), Vair dalam liter, Wair dalam Kg

$$V (m^3) = W (T) = 0,183$$

5. Wsemen (PC), FAS = Wair / Wpc

$$W_{pc} = W_{air} / FAS = 0,183 / 0,63 = 0,29$$

$$V_{pc} = W_{pc} / B_j pc = 0,29 / 3,15 = 0,092.$$

Mencari volume kerikil dalam SSD (tabel)

diketahui :- ukuran maximum batuan = 38,1 mm

- MHB pasir = 2,9

- W kerikil = B<sub>j</sub> kerikil SSD x V kerikil

$$V (m^3) SSD = 0,71$$

Berat kerikil = Vol. Kerikil x Berat Kering TSK

$$= 0,71 \times 1,56 = 1,1076$$

$$\text{Vol. Kering Padat} = \frac{\text{Berat kering}}{B_j \text{ kering}} = \frac{1,1076}{2,5} = 0,443$$

$$\text{Berat Kering Padat} = 0,443 \times 3,81 = 1,6879$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 0,01$$

Volume Agregat tanpa pasir (m<sup>3</sup>)

$$V \text{ agregat dalam } m^3 = V_{pc} + V_{air} + V_{udara \text{ terperangkap}} + \text{Vol. Kering Padat}$$

$$= 0,092 + 0,183 + 0,01 + 0,443$$

$$= 0,719$$

$$\text{Vol. Pasir} = 1 - 0,719 = 0,281 \text{ m}^3$$



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telp: 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON NORMAL = 14 HARI

Pengirim

Keperluan

Benda uji asal

Di terima tanggal

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Duji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1	14,87 x 15,15 x 15,16		8,20	17-12-1997	31-03-1997		725		
2	15,13 x 15,09 x 15,12		8,190				760		
3	15,14 x 15,06 x 15,16		8,130				695		
4	15,06 x 15,13 x 15,21		7,980				785		
5	15,11 x 15,18 x 15,26		8,225				765		
6	15,20 x 15,92 x 15,12		8,230				824		
7	14,87 x 15,21 x 15,11		8,190				665		
8	15,05 x 15,17 x 15,08		8,120				835		
9	15,13 x 15,15 x 15,13		8,180				645		
10	15,19 x 15,90 x 15,20		8,190				745		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur: hari = kg/cm<sup>2</sup>

: Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBJ 1971 = kg/cm<sup>2</sup>



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO. / / 199

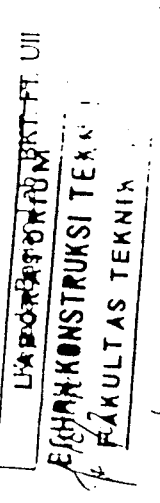
BETON DENGAN AIR ES SMC 10-14 HARI

Pengirim :  
Keperluan :

Benda uji asal  
Di terima tanggal

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,21 x 15,11 x 15,02		2,140	18-12-1997	2-1-1998		625		
2.	15,13 x 15,22 x 15,22		0,225				520		
3.	15,22 x 15,21 x 15,19		2,021				525		
4.	15,15 x 15,18 x 15,20		0,235				605		
5.	15,22 x 15,12 x 15,22		2,950				570		
6.	15,22 x 15,22 x 15,19		2,110				215		
7.	14,92 x 15,02 x 15,21		0,235				625		
8.	15,11 x 15,16 x 15,22		0,225				210		
9.	15,21 x 15,22 x 15,14		0,225				755		
10.	15,10 x 15,16 x 15,19		0,305				215		

Keterangan Kuat desak rata-rata umur hari = kg/cm<sup>2</sup>  
 Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = kg/cm<sup>2</sup>





# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpon : 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON DENGAN AIR ES Suhu 20°C  
219 HARI

Pengirim

Keperluan

Benda uji asal

Di terima tanggal

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,08 x 15,10 x 15,08		8,100	19-12-1992	2-01-1993		690		
2.	15,21 x 15,22 x 15,22		8,200				675		
3.	15,09 x 15,08 x 15,08		8,200				595		
4.	15,24 x 15,22 x 15,24		8,200				755		
5.	15,28 x 15,24 x 15,24		8,300				740		
6.	15,22 x 15,22 x 15,22		9,000				650		
7.	15,08 x 15,08 x 15,12		8,100				725		
8.	15,32 x 15,32 x 15,32		8,400				620		
9.	15,16 x 15,18 x 15,18		8,200				635		
10.	15,12 x 15,12 x 15,14		8,100				660		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur hari = kg/cm<sup>2</sup>

: Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PB 1971 = kg/cm<sup>2</sup>

Yogyakarta. 199

REKORABATORJABATAN  
**BOHIM KONSTRUKSI TEKNIK**  
 FAKULTAS TEKNIK UII



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON NORMAL + ABC TERBANG 15%  
TANPA PENYURUTAN SEMEN = 19 HAR

Pengirim ..... Benda uji asal .....  
Keperluan ..... Di terima tanggal .....

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,00 x 15,00 x 15,10		0,215	20-12-1997	5-01-1998		755		
2.	15,10 x 15,12 x 15,12		0,225				735		
3.	15,02 x 15,02 x 15,10		0,225				685		
4.	15,22 x 15,20 x 15,18		0,300				590		
5.	15,14 x 15,12 x 15,18		0,245				600		
6.	15,14 x 15,12 x 15,12		0,265				780		
7.	15,21 x 15,22 x 15,22		0,325				740		
8.	15,06 x 15,06 x 15,08		0,145				775		
9.	15,02 x 15,02 x 15,10		0,175				675		
10.	15,12 x 15,12 x 15,16		0,260				800		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
: Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>

Yogyakarta. 199

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI

FAKULTAS TEKNIK



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO.        /        /        / 199

BETON DENGAN AIR ES 5 CM x 20 +  
 ABU TERBANG 15 % SEBACA SUBSTITUSI  
 SEMEN = 14 HARI

Pengirim ..... Benda uji asal .....  
 Keperluan ..... Di terima tanggal .....

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,11 x 15,10 x 15,10		8,200	22-12-1997	5-01-1998		650		
2.	15,11 x 15,12 x 15,12		8,100				690		
3.	15,08 x 15,08 x 15,10		8,100				680		
4.	15,10 x 15,10 x 15,12		8,000				580		
5.	15,12 x 15,12 x 15,10		8,100				660		
6.	15,12 x 15,10 x 15,10		8,200				725		
7.	15,08 x 15,08 x 15,10		8,100				630		
8.	15,22 x 15,19 x 15,20		8,300				665		
9.	15,14 x 15,23 x 15,20		8,100				645		
10.	15,12 x 15,12 x 15,10		8,200				650		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 : Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>





**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang K.M. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO. / / 199

BETON NORMAL - 28 HARI

Pengirim .....  
 Keperluan .....  
 Benda uji asal .....  
 Di terima tanggal .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Duji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,21 x 15,17 x 15,22		8,126	17-12-1997	15-01-1998		760		
2.	15,02 x 15,14 x 15,17		7,980				850		
3.	15,18 x 15,02 x 14,88		8,215				675		
4.	14,85 x 15,17 x 15,15		8,225				845		
5.	15,10 x 15,19 x 15,22		8,230				790		
6.	15,18 x 15,22 x 15,05		8,375				745		
7.	15,02 x 15,10 x 15,31		8,210				695		
8.	15,22 x 15,16 x 15,10		8,140				765		
9.	15,16 x 15,22 x 15,12		8,190				815		
10.	15,16 x 14,92 x 15,24		8,115				690		

Keterangan Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 \* Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 1999

BETON PENGEAN AIR ES SUMY 100  
222 HARI

Pengirim : .....  
Keperluan : .....  
Benda uji asal : .....  
Di terima tanggal : .....

No.	Ukuran (cm) p x l x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,20 x 15,22 x 15,20		8,120	10-12-1999	15-01-1998		690		
2.	15,17 x 15,19 x 15,19		8,098				635		
3.	15,20 x 15,22 x 15,19		8,068				670		
4.	15,20 x 15,23 x 15,22		8,198				655		
5.	15,18 x 15,18 x 15,20		8,127				715		
6.	15,20 x 15,20 x 15,22		8,210				780		
7.	15,19 x 15,22 x 15,18		8,115				550		
8.	15,12 x 15,18 x 15,18		8,320				740		
9.	15,22 x 15,22 x 15,18		8,280				735		
10.	15,16 x 15,18 x 15,16		8,290				705		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 \* Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBJ 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO.        /        /        /199

BETON DENGAN AIR ES SUDY 20  
P. 20 HARI

Pengirim : ..... Benda uji asal :  
 Keperluan : ..... Di terima tanggal : .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,17 x 15,19 x 15,16		8,220	19-12-1997	2-01-1998		7,65		
2.	15,20 x 15,22 x 15,12		8,188				7,95		
3.	15,16 x 15,16 x 15,18		8,165				6,95		
4.	15,14 x 15,16 x 15,18		8,235				8,65		
5.	15,12 x 15,24 x 15,20		7,900				7,80		
6.	15,13 x 15,16 x 15,16		8,145				8,15		
7.	15,14 x 15,22 x 15,26		8,110				6,80		
8.	15,10 x 15,12 x 15,12		8,285				7,55		
9.	15,16 x 15,15 x 15,16		8,390				7,80		
10.	15,20 x 15,19 x 15,20		8,280				8,40		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur        hari =        kg/cm<sup>2</sup>  
 : Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =        kg/cm<sup>2</sup>



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON NORMAL + ABU TERBAKUS 15%  
TANPA PENCURANGAN SEMEN = 28 HA

Pengirim

Keperluan

Benda uji asal

Di terima tanggal

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,12 x 15,08 x 15,25		8,170	20-12-1997	19-01-1998		720		
2.	15,16 x 15,07 x 15,16		8,205				815		
3.	15,22 x 15,09 x 15,20		8,145				775		
4.	15,17 x 14,95 x 15,35		8,325				840		
5.	14,96 x 15,02 x 15,21		8,445				785		
6.	15,08 x 14,95 x 15,25		8,375				845		
7.	14,80 x 15,15 x 15,18		8,330				675		
8.	14,98 x 15,12 x 15,02		8,410				790		
9.	15,15 x 14,98 x 15,12		8,265				660		
10.	14,88 x 15,10 x 15,16		8,205				855		

Keterangan

Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>

Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



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

Jl. Kaliurang K.M. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO.        /        /        /199

BETON DESAK AIR ES JUM 200 + ABU  
 TERBAWA 15 % SEBAGAI SUBSTITUSI  
 SEMEN = 28 HARI

Pengirim ..... Benda uji asal .....  
 Keperluan ..... Di terima tanggal .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,21 x 15,19 x 15,21		8,180	12-12-1997	19-01-1998		650		
2.	15,09 x 15,19 x 15,20		8,150				715		
3.	15,18 x 15,23 x 15,10		7,980				695		
4.	15,22 x 15,16 x 15,10		8,215				800		
5.	14,83 x 14,98 x 15,08		4,160				775		
6.	15,09 x 15,19 x 15,06		8,180				655		
7.	15,21 x 15,22 x 15,24		8,230				680		
8.	15,16 x 15,21 x 15,50		8,225				625		
9.	15,03 x 15,09 x 15,19		8,110				655		
10.	15,18 x 15,22 x 15,29		8,310				715		

Keterangan    Kuat desak rata-rata umur    hari =    kg/cm<sup>2</sup>  
 Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 =    kg/cm<sup>2</sup>



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO. / / 199

BETON DENGAN AIRS Suhu 10°C + ABU  
 TERBANG 15 % SEBAGAI SUBSTITUSI SEM-  
 22 HARD

Pengirim : .....  
 Keperluan : .....  
 Benda uji asal : .....  
 Di terima tanggal : .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,10 x 15,05 x 15,11		8,140	23-12-1997	20-01-1998		640		
2.	15,15 x 15,17 x 15,08		8,180				675		
3.	15,18 x 15,13 x 15,08		8,115				620		
4.	15,03 x 15,14 x 15,13		8,210				670		
5.	15,02 x 15,20 x 14,97		8,225				615		
6.	15,21 x 15,13 x 15,08		8,265				640		
7.	15,11 x 15,18 x 15,10		8,190				720		
8.	15,08 x 14,85 x 15,13		7,890				655		
9.	15,13 x 15,17 x 15,19		8,175				700		
10.	15,08 x 15,07 x 15,08		8,220				600		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 : Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpon : 895330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO. / / 199

BETON DENGAN AIR 65 SUDU 20 T ABU  
 TERBANE 15% TANPA PENYURUTAN  
 SEKSIEN = 2 R HARI

Pengirim : ..... Benda uji asal : .....  
 Keperluan : ..... Di terima tanggal : .....

No.	Ukuran (cm) p x l x t	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,22 x 15,22 x 15,19		8,220	24-11-1997	21-02-1998		7,55		
2.	15,22 x 15,22 x 15,22		8,315				7,95		
3.	15,16 x 15,16 x 15,20		8,290				7,85		
4.	15,02 x 15,11 x 15,21		8,245				9,15		
5.	15,11 x 15,21 x 15,19		8,320				8,05		
6.	15,02 x 15,09 x 15,02		8,280				7,90		
7.	15,21 x 15,11 x 15,22		8,300				7,90		
8.	15,22 x 15,22 x 15,21		8,495				8,90		
9.	15,13 x 15,13 x 15,18		8,325				8,50		
10.	15,16 x 15,12 x 15,21		8,420				8,45		

Keterangan : Kual desak rata-rata umur hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 : Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpon : 8953330 Yogyakarta

**HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON**

NO. / / 199

BETON KERMAL - 58 HARI

Pengirim : ..... Benda uji asal : .....  
 Keperluan : ..... Di terima tanggal : .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,06 x 15,04 x 15,19		8,335	17-12-1997	12-02-1998		810		
2.	15,12 x 15,11 x 15,12		8,225				710		
3.	15,12 x 14,98 x 15,22		8,175				760		
4.	15,12 x 15,02 x 14,82		8,220				875		
5.	15,20 x 15,11 x 15,14		8,175				755		
6.	15,01 x 15,02 x 15,02		7,990				815		
7.	15,10 x 15,15 x 15,14		8,145				730		
8.	15,13 x 14,85 x 15,21		8,235				670		
9.	15,17 x 15,06 x 15,10		8,210				745		
10.	15,21 x 15,05 x 14,90		8,225				825		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>





# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpon : 895330 Yogyakarta

## HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON DENGAN AIR ES SEMU 10°  
- 50 HARI

Pengirim :  
Keperluan :  
Benda uji asal :  
Di terima tanggal :

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (kN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,11 x 15,18 x 15,13		8,190	18-12-1997	14-02-1998		7,15		
2.	15,105 x 15,12 x 15,13		8,1980				7,55		
3.	15,21 x 15,18 x 15,15		8,245				6,50		
4.	15,18 x 15,20 x 15,13		8,320				7,95		
5.	15,11 x 15,17 x 15,18		8,225				7,10		
6.	15,13 x 15,17 x 15,18		8,150				6,95		
7.	15,11 x 15,08 x 15,09		8,190				6,90		
8.	15,15 x 15,11 x 15,14		8,225				7,45		
9.	15,17 x 15,08 x 15,09		8,210				6,05		
10.	14,92 x 15,13 x 15,11		8,235				7,00		

Keterangan :  
 • Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
 • Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telpun : 895330 Yogyakarta

HASIL KUAT DESAK KUBUS BETON

NO. / / 199

BETON DENGAN AIR ES SUMU 200  
= 58 HARI

Pengirim ..... Benda uji asal .....  
Keperluan ..... Di terima tanggal .....

No.	Ukuran (cm) p x t x l	Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Dibuat tanggal	Diuji tanggal	Berat satuan Ton/m <sup>3</sup>	Beban max (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Ket.
1.	15,11 x 15,15 x 15,13		8,220	19-12-1997	16-02-1998		775		
2.	15,20 x 15,18 x 15,08		8,120				880		
3.	15,13 x 15,93 x 15,13		8,180				725		
4.	15,11 x 15,05 x 15,05		8,215				780		
5.	15,13 x 15,10 x 15,15		8,145				780		
6.	15,18 x 15,11 x 15,11		8,190				790		
7.	15,21 x 15,18 x 15,17		8,145				835		
8.	15,18 x 15,13 x 15,14		8,350				845		
9.	15,06 x 15,10 x 15,08		8,290				845		
10.	15,03 x 15,15 x 15,07		8,225				870		

Keterangan : Kuat desak rata-rata umur ..... hari = ..... kg/cm<sup>2</sup>  
Perkiraan rata-rata kuat desak umur 28 hari menurut PBI 1971 = ..... kg/cm<sup>2</sup>