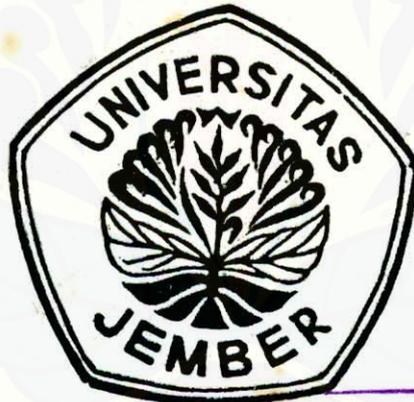




PROYEK AKHIR

# PENGARUH LAMA PERENDAMAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Diajukan sebagai syarat Yudisium Tingkat Diploma III  
Program Studi Teknik Sipil Program Program Diploma III Teknik  
Universitas Jember



Asal :	Kediri	Kelas	9
Penyusunan :			693.5
Terima Tel :	16 OCT 2002		ARI
No. Induk :	SKS		7

Oleh :

DECKY ARI WIJAYA 99 190 330 1018

PANGKI AGUS SUWITO 99 190 330 1145

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
PROGRAM-PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER

2002

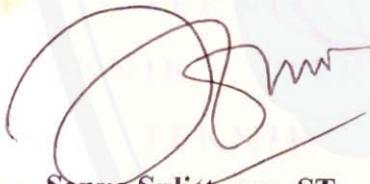
**LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR**

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN**

**TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

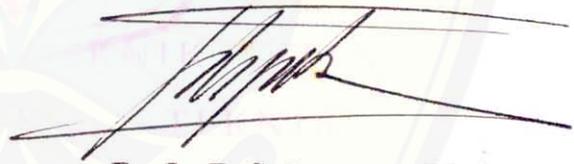
mengetahui :

Ketua Jurusan  
Program Studi Teknik Sipil



**Sonya Sulistyono, ST.**  
NIP. 132 231 418

Ketua  
Program Diploma III Teknik



**Dr. Ir. R. Sudaryanto, M. Sc.**  
NIP. 320 002 358

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

PENGARUH LAMA PERENDAMAN  
TERHADAP KUAT TEKAN BETON

*Diajukan sebagai syarat Yudisium Tingkat Diploma III  
Program Studi Teknik Sipil Program Program Diploma III Teknik  
Universitas Jember*

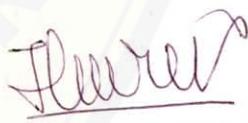
Oleh:

Decky Ari Wijaya  
991903301018

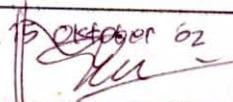
Pangki Agus Suwito  
991903301145

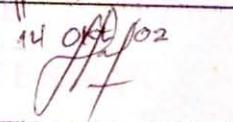
Telah diuji dan disetujui oleh :

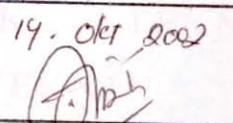
1. Ir. Krisnamurti  
Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang
2. Sri Sukmawati, ST.  
Dosen Pembimbing II / Sekretaris Sidang
3. Ir. Henu Suyoso  
Anggota Sidang
4. Anik Ratnaningsih, ST. MT.  
Anggota Sidang
5. Yeni Dhokhikah, ST.  
Anggota Sidang



tgl. 

15 Oktober 02  
tgl. 

14 Okt 2002  
tgl. 

19. Okt 2002  
tgl. 

15 Okt 2002

*MOTTO*

*“Pergunakanlah Waktumu  
Selayaknya dan Jika Engkau Ingin  
Mengerti Sesuatu Janganlah Terlalu  
Jauh Mencarinya ”*



*Kupersembahkan Karya Ini Kepada :*

*Ayahanda, Ibunda, dan Seluruh Keluargaku*

*Bangsa, Negara, dan Agamaku*

## ABSTRAK

Oleh : Decky Ari Wijaya dan Pangki Agus Suwito  
Program Studi Teknik Sipil, Program-program Studi Diploma III Teknik  
Universitas Jember

*Perendaman benda uji beton merupakan salah satu perlakuan perawatan yang bertujuan untuk mengusahakan keawetan beton. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan variasi lama perendaman terhadap kuat tekan benda uji beton setelah berumur 28 hari. Metodologi pengujian adalah dengan cara membuat benda uji dengan campuran 1:2:3 tanpa pengujian material dan pembuatan Mix Design yang kemudian direndam dengan lama perendaman yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik benda uji meningkat dari lama perendaman 0 hari sampai lama perendaman 14 hari, kemudian menurun sampai lama perendaman 28 hari. Hal ini disebabkan karena benda uji mengalami waktu pengembangan dan penyusutan yang berbeda pada setiap lama perendaman. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa kuat tekan karakteristik benda uji beton mencapai nilai maksimum dengan lama perendaman 14 hari.*

JEMBER



Program Studi Teknik Sipil  
 Program-Program Studi Diploma III Teknik  
 Universitas Jember

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : DECKY ARI WIJAYA  
 PANGKI AGUS S  
 JUDUL : PENGARUH LAMA PERENDAMAN  
 TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
 DOSEN PEMBIMBING : Ir. Krisnamurti  
 Sri Sukmawati, ST.

NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1	17/2002 /7	lengkap hari	<u>Heru</u>
	19/2002 /7	buat pembahasan atas grafik. Kata hari diganti adukan ke!	<u>Heru</u>
	25/2002 /7	lanjutkan	<u>Heru</u>
	29/2002 /7	Tambah penjelasan pd → tujuan pustaka, pembahasan, kesimpulan diperbaiki.	<u>Heru</u>
	30/2002 /7	- Tolong siapkan makalah Seminar	<u>Heru</u>
	1/2002 /8	- perbaiki bahan seminar, persiapan seminar!	<u>Heru</u>



Program Studi Teknik Sipil  
 Program-Program Studi Diploma III Teknik  
 Universitas Jember

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : DECKY ARI WIJAYA  
 PANGKI AGUS S  
 JUDUL : PENGARUH LAMA PERENDAMAN  
 TERHADAP KUAT TEKAN BETON  
 DOSEN PEMBIMBING : Ir. Krisnamurti  
 Sri Sukmawati, ST.

NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1.	20/07	- Pada latar belakang, sebaiknya ditunjukkan bahwa perendaman adalah salah satu perlakuan yang menyebabkan beton, sehingga menjadi "nyangkut" - Pada teori, sebaiknya juga ditambahkan bahwa perendaman yang menyebabkan (tinggalkan pustaka yang berkaitan dengan) - Perbaikan title lembar agar kalimat jelas maknanya	SK
	21/07	- Koreksi sedikit di bab pembatasannya - Riwayat seminar	SK
	2/8 2012	- Aca 4 seminar	SK

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini dengan judul **“PENGARUH LAMA PERENDAMAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**

Dalam menyelesaikan laporan proyek akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak yang berupa dorongan dan informasi-informasi yang menunjang dalam penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini. Oleh karena itu penulis dengan rasa tulus ikhlas mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moral maupun spiritual serta doa restu bagi keberhasilan ananda.
2. Bapak Dr. Ir. R. Sudariyanto, Msc., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Universitas Jember .
3. Bapak Sonya Sulistiono, ST., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
4. Ibu Wiwik Yunarni, ST., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
5. Bapak Ir. Krisnamurti dan Ibu Sri Sukmawati, ST., selaku dosen pembimbing selama penyelesaian Laporan Proyek Akhir
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan kepada kami selama menempuh pendidikan di Diploma III Teknik Universitas Jember

8. Semua pihak yang turut membantu kami dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan laporan Proyek Akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membantu kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penyusun mengucapkan, semoga laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Tak lupa penyusun mohon maaf apabila ada kesalahan penulisan dalam laporan Proyek Akhir ini. Terima kasih.

Jember, 8 Agustus 2002

PENYUSUN

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR MOTTO .....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
LEMBAR ASISTENSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Pengujian .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton .....	4
2.1.1 Pengertian Beton .....	4
2.1.2 Sifat-sifat Beton .....	5
2.2 Semen .....	10

2.2.1 Pengertian Semen.....	10
2.2.2 Jenis Semen.....	13
2.3 Agregat.....	14
2.3.1 Agregat Halus.....	14
2.3.2 Agregat Kasar.....	15
2.4 Air.....	15
2.5 Kuat Tekan Beton.....	16
2.6 Perawatan (Curing).....	16

## BAB III METODOLOGI PENGUJIAN

3.1 Rancangan Pengujian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Prosedur Pengujian.....	20
3.3.1 Pekerjaan Persiapan.....	20
3.3.2 Pembuatan Benda Uji.....	20
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	21
3.5 Metode Analisis Data.....	21

## BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian.....	24
4.2 Analisis Data.....	25
4.2.1 Kuat Tekan Benda Uji Beton.....	25
4.2.2 Kuat Tekan Rata-Rata Benda Uji Beton.....	26
4.2.3 Standar Deviasi.....	27
4.2.4 Kuat Tekan Karakteristik Benda Uji Beton.....	28

BAB V APLIKASI PENGUJIAN..... 30

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan..... 31

6.2 Saran..... 31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Beton .....	26
Tabel 4.2 Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik.....	28



DAFTAR GAMBAR

2.1 Grafik Penyusutan dan Pengembangan.....	9
4.1 Grafik Kuat Tekan Karakteristik dan Kuat Tekan Rata-rata.....	29



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data Pengujian ..... 1

LAMPIRAN 2

Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perendaman 0 Hari ..... 2

Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perendaman 7 Hari ..... 3

Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perendaman 14 Hari ..... 4

Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perendaman 21 Hari ..... 5

Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Perendaman 28 Hari ..... 6

Grafik Kuat Tekan Benda Uji Beton ..... 7

LAMPIRAN 3

Tabel Perhitungan Standar Deviasi Perendaman 0 Hari ..... 8

Tabel Perhitungan Standar Deviasi Perendaman 7 Hari ..... 9

Tabel Perhitungan Standar Deviasi Perendaman 14 Hari ..... 10

Tabel Perhitungan Standar Deviasi Perendaman 21 Hari ..... 11

Tabel Perhitungan Standar Deviasi Perendaman 28 Hari ..... 12



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sejak beberapa tahun terakhir, telah kita ketahui bersama bahwa keawetan beton tidak dengan sendirinya merupakan sifat beton. Keawetan beton hanya akan didapat jika pada fase perencanaan, pelaksanaan, dan pemakaian dilakukan perhatian dan perlakuan yang baik. Fase perencanaan merupakan fase terpenting dalam pembuatan beton sehingga pada fase ini tidak hanya diperhitungkan kekuatan dan kekakuan struktur tetapi juga diperhatikan keawetannya.

Untuk memperoleh keawetan beton yang bagus, diusahakan untuk membuat beton dengan temperatur di bawah  $30^{\circ}\text{C}$ . Pengerjaan beton harus dibuat secepat mungkin selama pengangkatan, penempatan, dan pemadatan maupun selama fase pengikatan awal (*initial setting time*), penguapan dijaga seminimal mungkin.

Pada pekerjaan di lapangan, dapat dijumpai perlakuan berupa penutupan permukaan beton yang baru terbentuk dengan papan, plastik, tikar, ataupun dengan penyiraman secara periodik. Sedangkan untuk pekerjaan di Laboratorium, baik benda uji berupa silinder atau kubus, selalu dilakukan pekerjaan perendaman benda uji yang sudah mengalami pengerasan awal, yaitu kurang-lebih berumur 1 hari sampai dengan beberapa waktu yang ditentukan sebelum diadakan pengujian.

Beberapa perlakuan di atas dimaksudkan sebagai perawatan terhadap beton untuk mencegah terjadinya penguapan dan penyusutan akibat panas matahari dengan tujuan mengusahakan keawetan beton.

## 1.2 Tujuan Pengujian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama perendaman terhadap kuat tekan benda uji beton setelah berumur 28 hari.

## 1.3 Rumusan Masalah

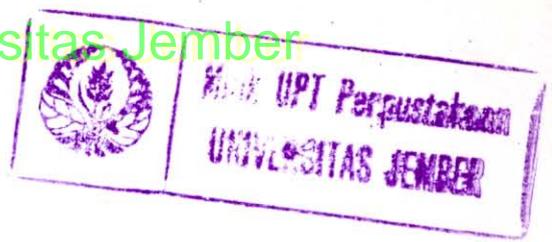
Perawatan terhadap benda uji beton dilaksanakan dengan memberikan perlakuan perendaman sampai waktu yang ditentukan terhadap benda uji tersebut, sebelum dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Sedangkan rumusan masalah yang akan diteliti adalah bagaimana pengaruh lama perendaman yang berbeda-beda terhadap kuat tekan benda uji beton, jika pengujian dilakukan pada saat benda uji beton berumur 28 hari.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Perendaman untuk benda uji dilakukan selama 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari
- b. Pengujian kuat tekan semua benda uji dilakukan pada saat beton berumur 28 hari
- c. Jumlah benda uji untuk masing – masing perlakuan adalah sebanyak 20 buah benda uji sehingga total dari semua benda uji adalah 100 buah

- d. Perbandingan campuran beton yang digunakan adalah perbandingan berat 1 : 2 : 3 dengan Faktor Air Semen (FAS) = 0.5 tanpa pengujian Mix Design
- e. Semen yang digunakan adalah Semen Gresik jenis PC tipe I
- f. Pasir yang dipakai berasal dari sungai Pring Tali, Mayang, Jember
- g. Material batu pecah berasal dari daerah Gumuk Kerang, Jember
- h. Tidak dilakukan uji material
- i. Tidak menggunakan bahan Admixture tambahan
- j. Pemadatan adukan campuran beton pada semua benda uji menggunakan alat rojok berupa besi
- k. Pengujian hanya dilakukan terhadap kuat tekan beton
- l. Dalam proses pembuatan benda uji, setiap 1 adukan menghasilkan 5 benda uji dan dibagi ke dalam 5 perlakuan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Beton terdiri atas tiga unsur pokok yaitu semen, agregat, dan air. Komposisi dan karakteristik unsur – unsur penyusunnya akan menempatkan sifat – sifat beton yang akan dihasilkan. Oleh karena itu sifat – sifat dari bahan penyusun beton sangat penting untuk diketahui, di mana sifat – sifat dari bahan penyusun beton ini dapat mempengaruhi perilaku beton.

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Pengertian Beton

Sejak manusia mulai membuat bangunan yang kokoh, manusia sudah menciptakan batu buatan yang ukurannya dapat dibentuk sesuai dengan selera dan ukuran. Manusia mampu menciptakan mortar yang terbuat dari campuran gamping dan tanah liat untuk bahan bangunan sebagai pengganti dari batuan asli. Beberapa tahun kemudian dipakai campuran kapur, pasir, dan air untuk memperkuat batu tiruan tersebut.

Pada akhir abad ke-18 mulai muncul pemikiran mengenai bahan pengikat batuan penyusun mortar serta pengerasan mortar. Pemikiran tersebut terus berkembang sehingga manusia mampu menciptakan suatu bahan pengikat dan pengeras yaitu semen portland. Setelah penemuan semen portland tersebut pembuatan batu buatan semakin maju dan muncul batu buatan baru yang lebih kuat dari mortar, yaitu beton.

Beton adalah suatu komposisi dari beberapa bahan batu-batuan (agregat kasar dan halus) yang direkatkan oleh bahan ikat (semen dan air). Konstruksi beton merupakan pilihan utama dalam pembuatan bangunan karena lebih ekonomis, kuat (*strength*), awet (*durability*), dan gampang pengerjaannya (*workability*) (W. C. Vis dan Gideon Kusuma, 1997).

### 2.1.2 Sifat-sifat Beton

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi ialah dapat memenuhi harapan maksimal dengan tepat, mengikuti variasi sifat-sifat beton (L. J. Murdock dan K. M. Brook, 1999).

#### a. Kuat Hancur

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat hancur beton adalah:

1. Perbandingan air semen
2. Jenis dan kualitas semen
3. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat
4. Perbandingan campuran penyusun beton
5. Pemasakan beton
6. Suhu saat pengerasan
7. Pengawasan selama pengerjaan beton
8. Efisiensi dari perawatan (*Curing*)
9. Umur beton sendiri.

b. Kuat Tarik dan Lentur

Kuat tarik dari beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada saat umur beton masih muda, dan berkisar seper-dua puluh sesudahnya. Kuat tarik beton merupakan bagian penting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang pengujian kuat tarik perlu dilakukan, namun untuk perencanaan bangunan beton biasanya tidak diperhitungkan. Pengukuran kuat tarik beton secara langsung sukar dilakukan dan jarang dicoba. Pengujian paling baru yang telah diperkenalkan adalah pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kuat tarik belah.

c. Perubahan Bentuk Karena Pembebanan

Bilamana beton dibebani, perubahan bentuk terjadi dan bertambah sesuai dengan penambahan beban, sebagaimana pada material baja ataupun pada material-material yang lain. Pada baja terjadi perubahan bentuk secara elastis pada pembebanan di bawah batas elastis, sedemikian rupa sehingga benda uji kembali pada bentuk semula bila beban ditiadakan. Beton berubah bentuk sebagian mengikuti regangan elastis dan sebagian mengalami regangan plastis bilamana beton dibebani dengan beban tetap. Perubahan bentuk yang diakibatkan dapat dibagi atas dua buah bagian; perubahan bentuk elastis yang timbul seketika saat beban bekerja, dan rayapan atau aliran plastis yang mulai saat beban bekerja,

serta terus-menerus bertambah tanpa penambahan besaran beban dalam jangka waktu benda uji mengalami pembebanan.

d. Modulus Elastisitas

Tolak ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan, dengan perubahan bentuk per satuan panjang sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Modulus elastisitas beton tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton yang lain, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga elastisitas yang lebih tinggi juga. Untuk beton biasa, modulus elastisitasnya berkisar antara  $25 \text{ kN/mm}^2$  sampai  $36 \text{ kN/mm}^2$ .

e. Rayapan

Rayapan adalah perubahan bentuk yang non elastis dibawah suatu pembebanan yang diduga disebabkan oleh penutupan pori-pori dalam, aliran dari pasta semen, pergerakan kristal didalam agregat, dan terjadinya penekanan air dari 'gel' semen karena adanya tekanan. Dalam praktek rayapan dan penyusutan kering biasanya timbul secara bersama dan terkadang-kadang membingungkan. Kecepatan dari rayapan tergantung pada faktor-faktor sebagai berikut :

1. Kekuatan

Semakin besar kenaikan kekuatan, rayapan semakin dapat dikurangi karena perbandingan tegangan dan kekuatan juga berkurang

## 2. Semen

Terdapat beberapa perbedaan pendapat tentang pengaruh jenis semen terhadap rayapan. Umumnya dianggap pengaruh jenis semen tidak penting kecuali bilamana rayapan dihubungkan dengan angka perbandingan tegangan atau kekuatan dari beton

## 3. Perbandingan Campuran

Rayapan berkurang bilamana perbandingan air semen dan volume dari pasta semen juga berkurang. Pergerakan dari campuran yang sangat basah mungkin sebesar dua kali campuran jenis yang kering

## 4. Agregat

Rayapan bertambah bilamana agregat makin halus dan biasanya bertambah besar lagi bilamana dipakai agregat yang berongga-rongga

## 5. Perawatan

Rayapan berkurang jika hidrasi semen telah berlangsung sedemikian sehingga beton mengalami rayapan terus pada waktu basah yang besarnya kurang dibanding beton bila dirawat di udara terbuka. Pergantian dari basah ke kering mengakibatkan besarnya rayapan meningkat

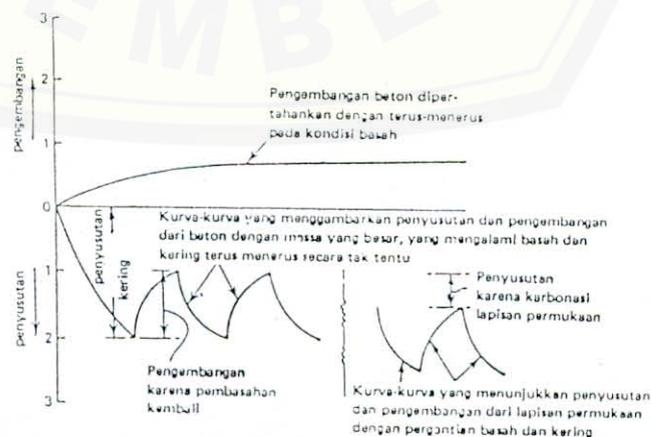
## 6. Umur

Kecepatan rayapan berkurang sejalan dengan umur beton. Rayapan pada umur satu tahun dapat mencapai dua kali rayapan pada umur 28 hari, tetapi penambahan rayapan lebih lanjut sebesar 20% mungkin

membutuhkan waktu 5 tahun. Rayapan batas setelah 20 atau 30 tahun mungkin sebesar 30% sampai 40% di atas rayapan umur satu tahun.

f. Penyusutan dan Pengembangan

Pengaruh suhu di sekeliling beton menyebabkan beton mengalami suatu keadaan yang berbeda, yaitu penyusutan dan pengembangan. Penyusutan yang terjadi ketika beton mengeras dan kering disebabkan oleh penyusutan dari 'gel' semen dan sebagian tak dapat kembali, yaitu sekitar 0,3 sampai 0,6 dari penyusutan kering. Tetapi ini hanya sebagian yang tidak dapat kembali karena pada pembasahan selanjutnya beton mengembang dan mengalami kebalikan dari penyusutan praktis dan pengembangan. Gerakan-gerakan ini digambarkan pada Gambar 2.1 dari buku "Bahan dan Praktek Beton" edisi keempat karangan L.J. Murdock, K. M. Brook dan Ir. Stephanus Hindarko sebagai berikut :



Gambar 2.6. Penyusutan kering dan rambatan kadar air dengan pergantian antara basah dan kering.

Gambar 2.1 Grafik Penyusutan dan Pengembangan

Pengujian penyusutan terdapat berbagai jenis, misalnya :

1. Cara BPS (*Building Research Station*) menjelaskan bahwa setelah 2 hari perawatan basah dari benda uji harus diikuti dengan selama 26 hari, kemudian dicelup dalam air selama 4 hari. Penyusutan kering baru diukur setelah pengeringan benda uji pada  $50^{\circ}\text{C}$  selama 3 minggu atau sedemikian hingga tercapai panjang tetap.
2. Cara Amerika (*ASTM C<sub>157-57</sub>*) menjelaskan bahwa benda uji diukur dalam keadaan basah sekitar 24 jam setelah dicampur. Ini kemudian dirawat lebih lanjut selama 27 hari dalam air kapur jenuh atau di udara pada  $23\pm 1,1^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif  $50\pm 4\%$ . Pengembangan di dalam air atau penyusutan di udara diukur pada interval yang tidak ditentukan sampai 64 minggu.

Perawatan terhadap benda uji beton dengan pencelupan ke dalam air semenjak dicetak mengakibatkan pengembangan sedikit kira-kira seperempat dari penyusutan kering. Tetapi setelah beton diangkat dan mengalami waktu kering, beton menyusut kembali seperti semula dan mencapai kekuatan maksimalnya.

## 2.1 Semen

### 2.1.1 Pengertian Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif yang dapat mengikat fragmen – fragmen mineral lainnya menjadi satu massa yang

padat jika dicampur dengan air. Secara garis besar semen dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis.

Semen hidrolis adalah semen yang dapat mengeras apabila bereaksi dengan air dan dapat menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Semen ini akan membentuk suatu endapan/butiran yang tidak larut dalam air walaupun pengerasannya membutuhkan air. Salah satu jenis dari semen hidrolis adalah semen portland yang identik dengan pengertian semen yang kita kenal pada umumnya.

Semen non hidrolis adalah semen yang dapat mengeras tanpa bereaksi dengan air tetapi tidak stabil dalam air. Beberapa jenis dari semen non hidrolis yang sering dijumpai di pasaran adalah gypsum dan kapur keras/gamping.

Senyawa – senyawa utama yang terdapat dalam semen adalah sebagai berikut :

- a. Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO SiO}_2$  disingkat  $\text{C}_3\text{S}$ ).
- b. Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO SiO}_2$  disingkat  $\text{C}_2\text{S}$ ).
- c. Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$  disingkat  $\text{C}_3\text{A}$ ).
- d. Tetrakalsium Alumino forit ( $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$  disingkat  $\text{C}_4\text{AF}$ ).

Senyawa – senyawa tersebut mempunyai sifat sebagai berikut :

- a.  $\text{C}_3\text{S}$  : Sifat  $\text{C}_3\text{S}$  hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. Selain itu  $\text{C}_3\text{S}$  menunjang kekuatan awal semen

- dan menimbulkan panas hidrasi  $\pm 500$  joule / gram. Kandungan  $C_3S$  pada semen bervariasi antara 35% - 55% dan rata – rata 45%.
- b.  $C_2S$  : Pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu  $\pm 250$  jolule / gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat dalam beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan  $C_3S$ . Kandungan  $C_2S$  pada semen bervariasi antara 15% - 35% dan rat – rata 25%.
- c.  $C_3A$  : Dengan air akan bereaksi dan menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu  $\pm 850$  joule / gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dengan dua hari tetapi sangat rendah. kandungan  $C_3A$  pada semen berkisar antara 7% - 15%.
- d.  $C_4AF$  : Dengan air akan bereaksi dengan cepat dan pasta akan terbentuk dalam beberapa menit. Panas hidrasi yang ditimbulkan  $\pm 420$  joule/ gr. Kandungan  $C_4AF$  pada semen antara 5% - 10% dan rata – rata 8%.

Dari senyawa – senyawa tersebut di atas,  $C_3S$  dan  $C_2S$  adalah senyawa yang bersifat sebagai perekat dan memberi kekuatan pada semen apabila bereaksi dengan air, sehingga menyebabkan terjadinya proses pengikatan dan proses pengerasan. Proses pengikatan adalah peralihan dari keadaan plastis menjadi keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai (*Ekwan Saputra, 2000*).

- dan menimbulkan panas hidrasi  $\pm 500$  joule / gram. Kandungan  $C_3S$  pada semen bervariasi antara 35% - 55% dan rata – rata 45%.
- b.  $C_2S$  : Pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu  $\pm 250$  jolule / gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat dalam beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan  $C_3S$ . Kandungan  $C_2S$  pada semen bervariasi antara 15% - 35% dan rat – rata 25%.
- c.  $C_3A$  : Dengan air akan bereaksi dan menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu  $\pm 850$  joule / gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dengan dua hari tetapi sangat rendah. kandungan  $C_3A$  pada semen berkisar antara 7% - 15%.
- d.  $C_4AF$  : Dengan air akan bereaksi dengan cepat dan pasta akan terbentuk dalam beberapa menit. Panas hidrasi yang ditimbulkan  $\pm 420$  joule/ gr. Kandungan  $C_4AF$  pada semen antara 5% - 10% dan rata – rata 8%.

Dari senyawa – senyawa tersebut di atas,  $C_3S$  dan  $C_2S$  adalah senyawa yang bersifat sebagai perekat dan memberi kekuatan pada semen apabila bereaksi dengan air, sehingga menyebabkan terjadinya proses pengikatan dan proses pengerasan. Proses pengikatan adalah peralihan dari keadaan plastis menjadi keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai (*Ekwan Saputra, 2000*).

### 2.1.2 Jenis Semen

Pada umumnya semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen portland. Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur bahan gips. Beberapa tipe semen yang diproduksi di Indonesia antara lain semen portland tipe I, II, III, dan V.

Semen tipe I dapat dikatakan paling banyak dimanfaatkan untuk bangunan yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus sebagaimana jenis lainnya.

Semen tipe II merupakan modifikasi semen tipe I dengan maksud untuk meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih rendah. Semen jenis ini terutama dimanfaatkan untuk bangunan yang terletak di daerah dengan tanah berkadar sulfat rendah.

Semen tipe III merupakan semen yang cepat mengeras. Beton yang dibuat dengan semen tipe III akan mengeras cukup cepat dan kekuatan yang dicapainya dalam 24 jam akan sama dengan kekuatan beton dari semen biasa dalam 7 hari. Hanya sekitar 3 hari kekuatan tekannya setara dengan kekuatan tekan 28 hari beton dari semen biasa.

Semen tipe V terutama ditujukan untuk memberikan perlindungan terhadap bahaya korosi akibat pengaruh air laut, air danau, air tambang, maupun pengaruh garam sulfat yang terdapat dalam air tanah. Semen tipe V ini memiliki daya resistansi terhadap sulfat yang lebih baik dibandingkan semen tipe II.

Jenis semen lainnya adalah semen Portland Pozzoland yang sering dipakai untuk konstruksi beton masif seperti dam atau bendungan karena menghasilkan panas hidrasi yang rendah, dan karena semen ini juga tahan terhadap sulfat, sering dimanfaatkan pula untuk konstruksi bangunan limbah. Bila semen ini dicampur dengan semen tipe V telah terbukti dapat mengatasi pengaruh sulfat ( $SO_4$ ) dengan kadar hingga di atas 10.000 ppm ( *L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim 1997* ).

### 2.3 Agregat

Agregat sebagai bahan campuran beton mengisi kurang lebih  $3/4$  bagian dari volume total beton. Sifat yang paling penting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanannya terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air, yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap proses penyusutan. Pemilihan agregat sangat mendukung dalam memperbaiki keawetan serta stabilitas volume beton. Menurut ukurannya ada dua jenis agregat yang digunakan untuk pembuatan beton, yaitu agregat halus dan agregat kasar ( *W. C. Vis dan Gideon Kusuma, 1997* ).

#### 2.3.1 Agregat Halus

Yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat yang semua butirnya lolos saringan ukuran 4.75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami (*natural sand*) sebagai hasil disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah

batu yang biasa disebut dengan abu batu (*artificial sand*), yang merupakan butir – butir yang tajam dan keras, bersifat kekal dan memenuhi syarat kebersihan serta tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila lebih harus dicuci (*W. C. Vis dan Gideon Kusuma, 1997*).

### 2.3.2 Agregat Kasar

Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang mempunyai besar butir lebih dari 5 mm atau tertahan ayakan ukuran 4.75 mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa koral sebagai hasil disintegrasi batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu. Untuk menentukan apakah agregat tersebut dapat dipakai sebagai bahan beton terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan yang meliputi uji gradasi, uji keausan, berat jenis, absorpsi air, dan lain – lain. Untuk menjamin kebersihan agregat terhadap kandungan lumpur maka disarankan dilakukan pencucian agregat sebelum digunakan sebagai beton. Kekuatan antara adukan dengan agregat kasar, dipengaruhi oleh bentuk dan kebersihan dari agregat. Agregat dengan permukaan licin mempunyai ikatan yang relatif lemah dibandingkan dengan yang mempunyai permukaan kasar (*W. C. Vis dan Gideon Kusuma, 1997*).

### 2.4 Air

Air merupakan salah satu bagian terpenting dalam pembuatan beton. Peranan air sebagai salah satu material pembuatan beton dapat mempengaruhi mutu dalam campuran beton. Air untuk pembuatan dan perawatan beton harus tidak mengandung bahan - bahan yang merusak beton seperti

mengandung minyak, asam, garam, serta bahan organik lain yang dapat merusak beton. Sebaiknya dipakai air bersih dari PDAM atau air tanah yang umumnya dapat diminum, baik air yang melalui pengolahan ataupun yang tanpa pengolahan ( *Ekwan Saputra, 2000* ).

## 2.5 Kuat Tekan Beton

Pada umumnya kekuatan beton meningkat sesuai dengan bertambahnya umur beton. Peningkatan kekuatan beton terjadi secara pesat dalam waktu tertentu. Pada saat umur beton 1 hari, beton mulai memiliki kuat tekan yang akan meningkat secara linear sampai umur 7 hari, dan kuat tekan itu masih terus meningkat berangsur-angsur secara konstan.

Standar pengujian beton dalam PBI-71 yang berdasarkan sejumlah minimal 20 benda uji kubus beton berukuran  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$  tidak lagi dipertahankan dalam SNI T-15-1991-03. Ini dimaksudkan supaya luwes terhadap peraturan dari negara-negara lain, misalnya Amerika Serikat dan Australia yang menggunakan silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin penguji kuat tekan beton (*Compression Strength*) dimana benda uji diberi tekanan sampai benda uji mengalami kehancuran fisik. Alat pengukur pada mesin penguji kuat tekan beton akan menunjukkan seberapa besar kuat tekan benda uji saat mengalami kehancuran fisik tersebut ( *L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim 1997* ).

## 2.6 Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton merupakan salah satu langkah awal dalam usaha pengerjaan beton yang baik. Apabila seluruh pekerjaan pembuatan beton sudah dilakukan diharapkan beton yang dihasilkan adalah beton yang baik dan sesuai dengan standar.

Dalam proses pengerasan diperlukan perawatan sampai beton berumur 28 hari. Fungsi dari perawatan beton adalah :

1. Mencegah hilangnya zat cair ketika pengerasan beton pada jam – jam awal pengerasan
2. Mencegah penguapan air dari beton pada hari pertama
3. Menghindarkan temperatur dalam beton yang dapat mengakibatkan retakan pada beton.

Reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Meskipun pada keadaan normal, air tersedia dalam jumlah yang memadai untuk hidrasi penuh selama pencampuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia itu. Penguapan dapat menyebabkan suatu kehilangan air yang cukup berarti sehingga menyebabkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Dapat dikatakan juga bahwa penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya tegangan tarik yang mungkin menyebabkan retak, kecuali bila beton telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan

tegangan ini. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus-menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan pengadaan beberapa selimut pelindung yang sesuai maupun dengan membasahi permukaannya secara berulang-ulang, serta dengan cara perendaman terhadap benda uji beton.

Dapat ditambahkan di sini bahwa beton harus dijaga agar berada dalam suhu yang dikehendaki, pada waktu yang ditentukan, dan diperhatikan agar terhindar dari perbedaan suhu yang besar baik di dalam betonnya sendiri maupun dalam hubungannya dengan keadaan di sekelilingnya. Luas dan segi alamiah praktek perawatan yang dibutuhkan akan dipengaruhi oleh adanya musim panas dan musim dingin.

Perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya. Di samping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton ini juga lebih tahan terhadap aus karena lalu lintas dan lebih kedap air. Beton ini juga lebih kecil kemungkinannya dirusak oleh agresi kimia.

Di sini biasanya dipersyaratkan, untuk merawat beton agar tetap basah dalam beberapa hari tertentu terhadap waktu, kapan perawatan harus dimulai dan efisiensi waktu yang dibutuhkan. Sebagai akibatnya, perawatan sering sangat terlambat dimulai, dan pada beberapa kasus beton hanya menerima penyiraman yang sporadis (tersebar tak menentu) dengan air, pada interval waktu yang jarang (*L. J. Murdock dan K. M. Brook, 1999*).



### BAB III

## METODOLOGI PENGUJIAN

### 3.1 Rancangan Pengujian

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Konstruksi Dasar Diploma III Teknik Universitas Jember yang terletak di Jl. Slamet Riyadi 62 Jember.

Pada dasarnya pengujian ini hanya menguji kuat tekan beton dari lima kelompok perlakuan perendaman yang berbeda sehingga pengujian material tidak dilaksanakan, karena semua bahan yang digunakan untuk kelima perlakuan adalah sama. Jumlah sampel dari masing-masing perlakuan adalah 20 benda uji berbentuk silinder sesuai dengan SNI T-15-1991-03.

### 3.2 Alat dan Bahan.

#### 3.2.1. Alat yang digunakan:

1. Ayakan ukuran 4,75 mm
2. Mesin pengaduk beton (molen)
3. Cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
4. Alat perojok berupa besi diameter 1 cm
5. Mesin uji tekan (*Compression test*)
6. Alat bantu lainnya.

#### 3.2.2 Bahan yang digunakan :

1. Semen yang digunakan adalah Semen Gresik jenis PC tipe I
2. Agregat halus berasal dari sungai Pring Tali, Mayang, Jember
3. Agregat kasar (batu pecah) berasal dari daerah Gumuk Kerang, Jember

4. Air yang digunakan adalah air PDAM.

### 3.3 Prosedur Pengujian

#### 3.3.1 Pekerjaan Persiapan

a. Persiapan peralatan

Alat yang digunakan harus dibersihkan dan dicek terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan pengujian tidak mengalami kesulitan yang berakibat menghambat jalannya pengujian.

b. Persiapan material.

Pengambilan bahan-bahan yang diperlukan sebelum pengujian dilakukan agar pengujian dapat cepat dilaksanakan tanpa hambatan berupa tidak tersedianya bahan.

#### 3.3.2 Pembuatan benda uji

Campuran yang digunakan direncanakan sesuai dengan keinginan penguji yaitu perbandingan berat 1 : 2 : 3. Campuran bahan-bahan tersebut selanjutnya diaduk ke dalam molen agar bercampur menjadi satu dan kemudian hasil adukan dimasukkan ke dalam cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dalam tiga tahap. Setiap tahap diisi sepertiga tinggi cetakan dan dirojok 25 kali agar tidak ada rongga udara pada cetakan sehingga beton menjadi padat dan kuat. Setelah itu cetakan dibiarkan selama satu hari agar mengeras. Kemudian beton diperlakukan sesuai dengan rencana pengujian. Satu kali adukan molen menghasilkan 5 bahan benda uji yang selanjutnya dibagi menjadi 5 perlakuan pengujian.

Pengujian kuat tekan beton akan dilaksanakan setelah beton mencapai umur 28 hari.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melihat besarnya kekuatan tekan beton umur 28 hari dengan 5 perlakuan yang berbeda tersebut setelah diuji dengan mesin uji tekan. Selanjutnya akan dicatat sesuai dengan jenis perlakuan yang diberikan terhadap masing-masing benda uji.

### 3.5 Metode Analisis Data

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda karena beton merupakan material yang heterogen dimana kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan kondisi lingkungan pada saat pengujian. Oleh karena itu, metode statistik diperlukan untuk menentukan kekuatan tekan karakteristik beton  $f_c'$  yang didefinisikan sebagai kekuatan beton yang dilampaui oleh paling sedikit 95% dari benda uji.

Nilai  $f_c'$  adalah kekuatan tekan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebagaimana ditetapkan dalam SNI T-15-1991. Pengujian standarnya didasarkan atas kekuatan beton umur 28 hari.

Dari hasil pembacaan dial dan luas penampang silinder yang sudah diketahui, didapatkan nilai kuat tekan benda uji beton dengan rumus :

$$f_b = P / A$$

dimana  $f_b$  = kuat tekan beton benda uji (Mpa)

P = pembacaan dial benda uji (kN)

A = luas penampang silinder

Nilai kuat tekan masing-masing benda uji beton sangat bervariasi pada setiap pengujian, sehingga perlu dicari nilai kuat tekan rata-rata sesuai dengan rumus :

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=20} f_{bi}}{N}$$

dimana :  $f_{cr}'$  = kekuatan tekan beton rata-rata (Mpa)

N = jumlah semua benda uji yang diperiksa, minimum harus diambil 20 buah.

Setiap pembuatan benda uji, besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam pelaksanaan yang secara tidak langsung mempengaruhi nilai kuat tekan benda uji beton. Untuk itu diperlukan nilai standar deviasi sesuai dengan rumus sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (f_{bi}' - f_{cr}')^2}{N-1}}$$

dimana :  $\delta$  = standar deviasi

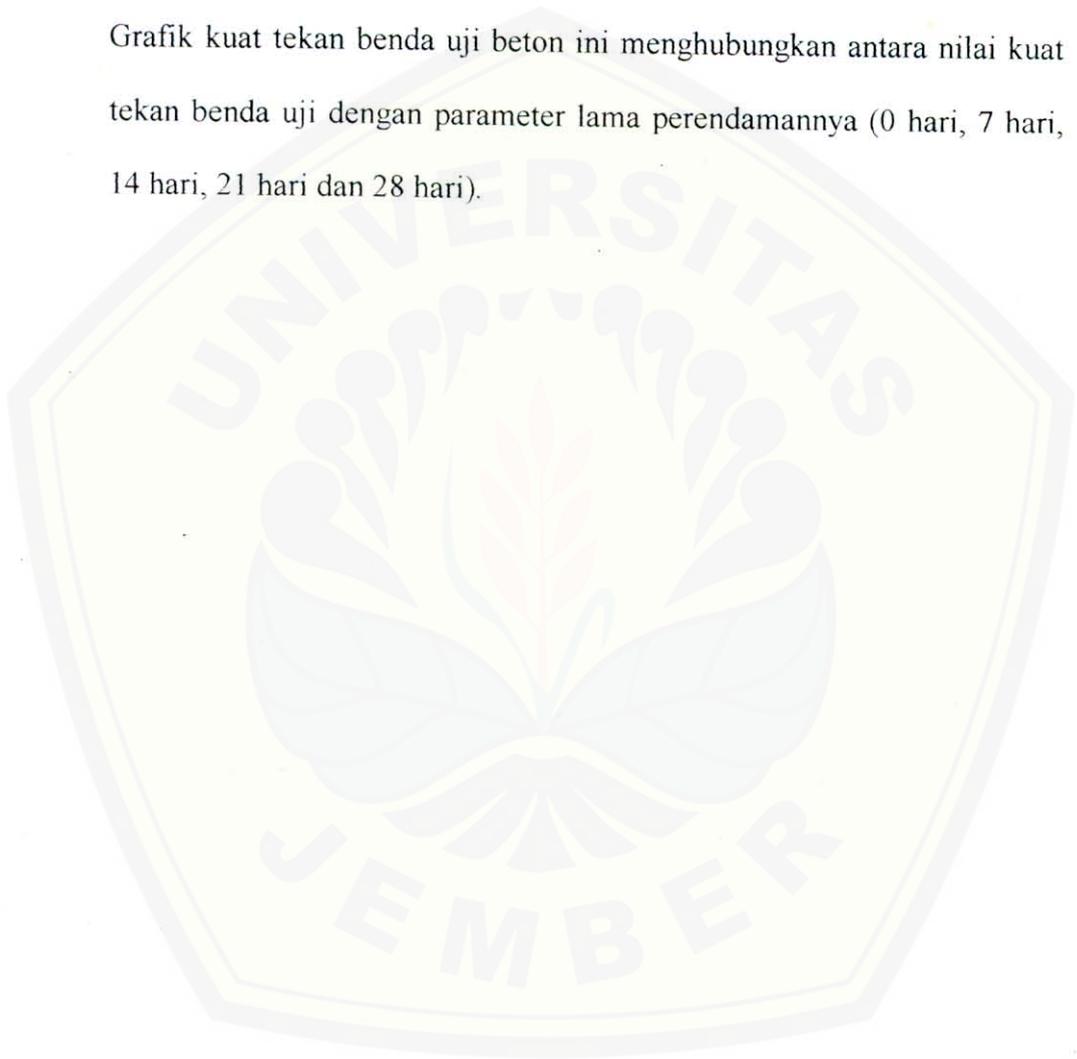
Dengan menganggap bahwa nilai-nilai hasil pengujian tersebut terdistribusi normal, perhitungan statistik dapat dilakukan. Dengan distribusi semacam itu dengan kekuatan rata-rata  $f_c'$  dan deviasi standar  $\delta$  berlaku

$$\text{hubungan : } f_c' = f_{cr}' - 1,64 \delta$$

dimana :  $f_c'$  = kuat tekan benda uji beton karakteristik (Mpa)

1,64 = koefisien untuk umur 28 hari benda uji beton

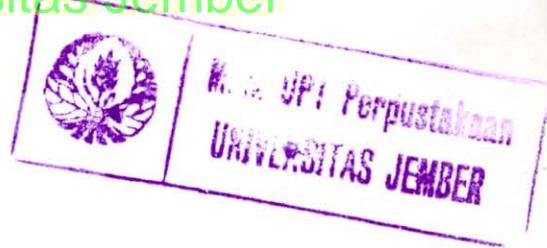
Untuk mengetahui sejauh mana perbedaan kuat tekan benda uji beton dari masing-masing perlakuan pada setiap campurannya, maka dibuat grafik kuat tekan benda uji beton pada setiap tiga campuran pengujian. Grafik kuat tekan benda uji beton ini menghubungkan antara nilai kuat tekan benda uji dengan parameter lama perendamannya (0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari).



**BAB V**  
**APLIKASI**

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan sebuah aplikasi penelitian mengenai hal yang berkaitan dengan perawatan beton. Seperti yang pernah kami lihat pada saat kami melaksanakan kerja praktek Pembangunan Bobbin Factory yang dikerjakan oleh PT. Waskita Karya, bahwa untuk mendapatkan suatu kekuatan beton yang direncanakan serta mempertahankan keawetan beton itu sendiri, sebelumnya dilakukan suatu perlakuan perendaman benda uji beton yang telah dicetak dan dibuat sesuai dengan *Mix Design* yang direncanakan sampai dengan waktu yang ditentukan sebelum diadakan pengujian.





## BAB VI PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Nilai kuat tekan karakteristik benda uji beton dengan lama perendaman :  
0 hari = 17,42 Mpa ; 7 hari = 24,38 Mpa ; 14 hari = 27,40 Mpa ;  
21 hari = 26,59 Mpa ; 28 hari = 23,41 Mpa
- b. Nilai kuat tekan rata-rata benda uji beton dengan lama perendaman :  
0 hari = 24,14 Mpa ; 7 hari = 30,50 Mpa ; 14 hari = 32,00 Mpa ;  
21 hari = 32,14 Mpa ; 28 hari = 29,20 Mpa
- c. Kuat tekan karakteristik benda uji beton mencapai nilai maksimum yaitu 27,40 Mpa pada lama perendaman 14 hari
- d. Kuat tekan rata-rata benda uji beton mencapai nilai maksimum yaitu 32,14 Mpa pada lama perendaman 21 hari.

### 6.2 Saran

Dari kesimpulan tersebut, penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

- a. Sebaiknya perawatan terhadap beton, baik berupa perendaman benda uji maupun penyiraman di lapangan dilakukan sampai umur beton mencapai minimal 14 hari
- b. Perlu diadakan pengujian lebih lanjut tentang pengaruh perendaman terhadap sifat-sifat beton yang lain, untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan meyakinkan tentang kesimpulan yang telah diambil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Murdock, L. J. dan Brook, K. M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi Keempat. Alih Bahasa : Ir. Stephanus Hindarko. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Saputra, E. 2000. *Kuat Tekan Paving Stone Jika Ditambah Ampas Tebu dengan Prosentase Campuran di Bawah 16% Berat Semen*. Tugas Akhir. Malang.
- Wahyudi, L. dan Rahim, Syahril A. 1997. *Struktur Beton Bertulang*. Standar Baru SNI T-15-1991-03. Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Vis, W. C. dan Kusuma, Gideon. 1997. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Edisi Pertama. Berdasarkan SKSNI T 15-1991-03. Penerjemah Ir. S. T. Utomo. Penerbit Erlangga, Jakarta.



LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl. Slamet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

DATA PENGUJIAN

TANGGAL PEMBUATAN	TANGGAL PENGUJIAN	Pembacaan Dial (kN)				
		0 HARI	7 HARI	14 HARI	21 HARI	28 HARI
6/6/02	5/7/02	370	500	620	580	510
		350	540	620	610	560
		300	450	540	460	420
7/6/02	6/7/02	420	470	530	630	360
		470	420	580	560	540
		470	570	520	440	530
8/6/02	7/7/02	470	640	530	560	460
		520	570	500	540	560
		310	440	640	480	530
9/6/02	8/7/02	520	560	530	570	450
		490	670	480	590	450
		360	500	590	630	540
10/6/02	9/7/02	430	540	640	600	580
		490	570	530	630	510
		290	560	550	490	590
11/6/02	10/7/02	440	550	620	580	550
		450	640	590	550	520
		420	510	650	620	590
12/6/02	11/7/02	470	560	530	590	480
		490	520	560	650	590





LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl.Slamet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON  
PERENDAMAN 0 HARI

No	Lama Perendaman (Hari)	Dibuat (Tanggal)	Ditest (Tanggal)	Umur (Hari)	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	0 hari			28 hari	370	20.94
2	0 hari	6Juni2002	5Juli2002	28 hari	350	19.81
3	0 hari			28 hari	300	16.98
4	0 hari			28 hari	420	23.77
5	0 hari	7Juni2002	6Juli2002	28 hari	470	26.6
6	0 hari			28 hari	470	26.6
7	0 hari			28 hari	470	26.6
8	0 hari	8Juni2002	7Juli2002	28 hari	520	29.43
9	0 hari			28 hari	310	17.54
10	0 hari			28 hari	520	29.43
11	0 hari	9Juni2002	8Juli2002	28 hari	490	27.73
12	0 hari			28 hari	360	20.37
13	0 hari			28 hari	430	24.34
14	0 hari	10Juni2002	9Juli2002	28 hari	490	27.73
15	0 hari			28 hari	290	16.41
16	0 hari			28 hari	440	24.9
17	0 hari	11Juni2002	10Juli2002	28 hari	450	25.47
18	0 hari			28 hari	420	23.77
19	0 hari	12Juni2002	11Juli2002	28 hari	470	26.6
20	0 hari				490	27.73
<b><math>\Sigma f_{bi}'</math></b>						<b>482.75</b>



LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl.Slamet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

## DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON PERENDAMAN 7 HARI

No	Lama Perendaman (Hari)	Dibuat (Tanggal)	Ditest (Tanggal)	Umur (Hari)	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	7 hari			28 hari	500	28.3
2	7 hari	6Juni2002	5Juli2002	28 hari	540	30.56
3	7 hari			28 hari	450	25.47
4	7 hari			28 hari	470	26.6
5	7 hari	7Juni2002	6Juli2002	28 hari	420	23.77
6	7 hari			28 hari	570	32.26
7	7 hari			28 hari	640	36.22
8	7 hari	8Juni2002	7Juli2002	28 hari	570	32.26
9	7 hari			28 hari	440	24.9
10	7 hari			28 hari	560	31.69
11	7 hari	9Juni2002	8Juli2002	28 hari	670	37.92
12	7 hari			28 hari	500	28.3
13	7 hari			28 hari	540	30.56
14	7 hari	10Juni2002	9Juli2002	28 hari	570	32.26
15	7 hari			28 hari	560	31.69
16	7 hari			28 hari	550	31.13
17	7 hari	11Juni2002	10Juli2002	28 hari	640	36.22
18	7 hari			28 hari	510	28.86
19	7 hari	12Juni2002	11Juli2002	28 hari	560	31.69
20	7 hari				520	29.43
<b><math>\Sigma f_{bi}'</math></b>						<b>610.09</b>



LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl.Slamet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

## DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON PERENDAMAN 14 HARI

No	Lama Perendaman (Hari)	Dibuat (Tanggal)	Ditest (Tanggal)	Umur (Hari)	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	14 hari			28 hari	620	35.09
2	14 hari	6Juni2002	5Juli2002	28 hari	620	35.09
3	14 hari			28 hari	540	30.56
4	14 hari			28 hari	530	29.99
5	14 hari	7Juni2002	6Juli2002	28 hari	580	32.82
6	14 hari			28 hari	520	29.43
7	14 hari			28 hari	530	29.99
8	14 hari	8Juni2002	7Juli2002	28 hari	500	28.3
9	14 hari			28 hari	640	36.22
10	14 hari			28 hari	530	29.99
11	14 hari	9Juni2002	8Juli2002	28 hari	480	27.16
12	14 hari			28 hari	590	33.39
13	14 hari			28 hari	640	36.22
14	14 hari	10Juni2002	9Juli2002	28 hari	530	29.99
15	14 hari			28 hari	550	31.13
16	14 hari			28 hari	620	32.82
17	14 hari	11Juni2002	10Juli2002	28 hari	590	33.39
18	14 hari			28 hari	650	36.79
19	14 hari	12Juni2002	11Juli2002	28 hari	530	29.99
20	14 hari				560	31.69
<b><math>\Sigma f_{bi}'</math></b>						<b>640.05</b>



LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl.Slamet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

## DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON PERENDAMAN 21 HARI

No	Lama Perendaman (Hari)	Dibuat (Tanggal)	Ditest (Tanggal)	Umur (Hari)	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	21 hari			28 hari	580	32.82
2	21 hari	6Juni2002	5Juli2002	28 hari	610	34.52
3	21 hari			28 hari	460	26.03
4	21 hari			28 hari	630	35.56
5	21 hari	7Juni2002	6Juli2002	28 hari	560	31.69
6	21 hari			28 hari	440	24.9
7	21 hari			28 hari	560	31.69
8	21 hari	8Juni2002	7Juli2002	28 hari	540	30.56
9	21 hari			28 hari	480	27.16
10	21 hari			28 hari	570	32.26
11	21 hari	9Juni2002	8Juli2002	28 hari	590	33.39
12	21 hari			28 hari	630	35.65
13	21 hari			28 hari	600	33.96
14	21 hari	10Juni2002	9Juli2002	28 hari	630	35.65
15	21 hari			28 hari	490	27.73
16	21 hari			28 hari	580	32.82
17	21 hari	11Juni2002	10Juli2002	28 hari	550	31.13
18	21 hari			28 hari	620	35.09
19	21 hari	12Juni2002	11Juli2002	28 hari	590	33.39
20	21 hari				650	36.79
<b><math>\Sigma f_{bl}</math></b>						<b>642.79</b>



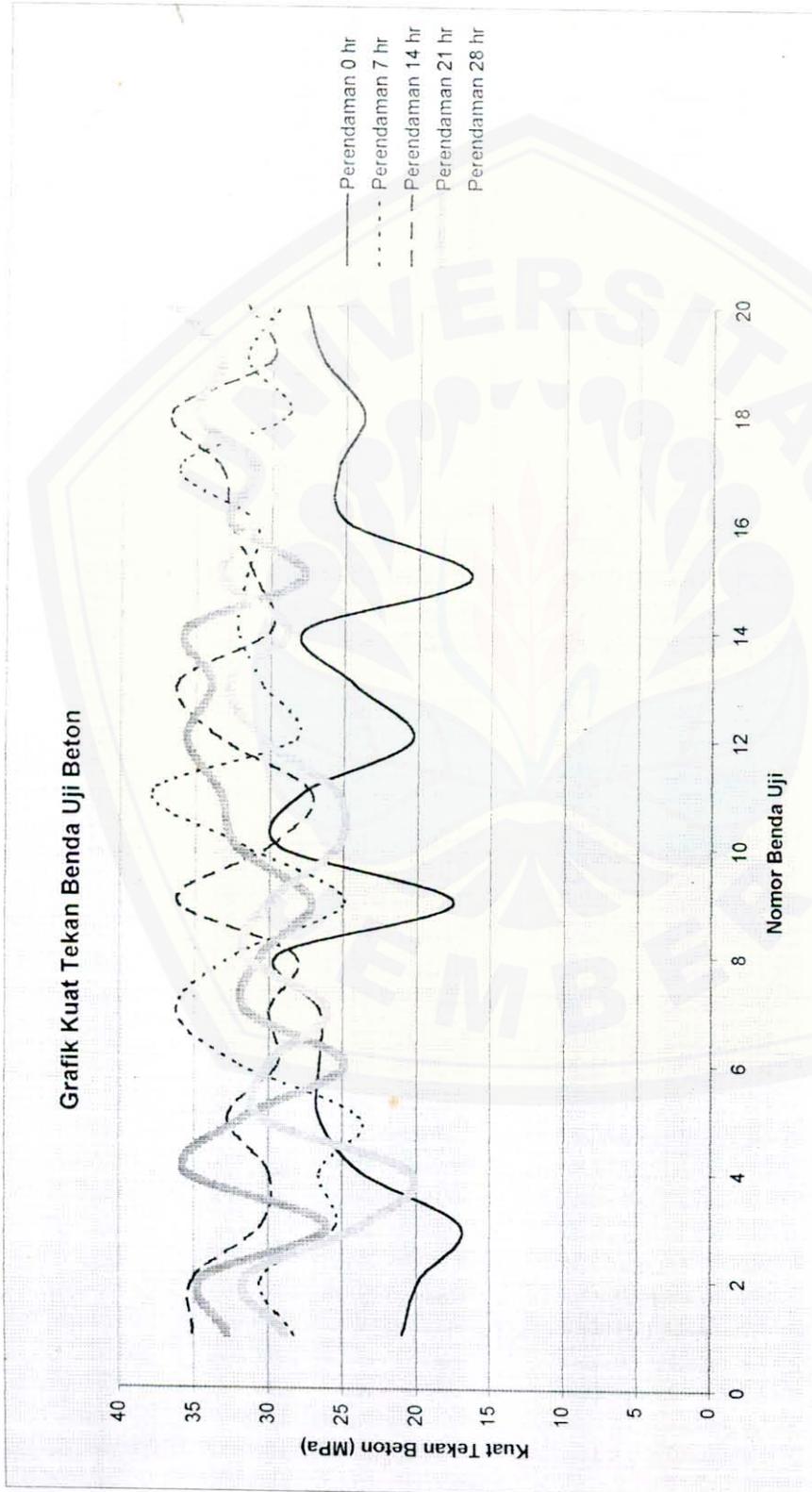
LABORATORIUM KONSTRUKSI DASAR D III TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS JEMBER  
Jl. Sarnet Riyadi 62 Jember

Pengujian : Kuat Tekan  
Luas Benda Uji : 15 cm \* 30 cm  
: 176.70 cm<sup>2</sup>

Penguji : Decky Ari W  
Pangki Agus S

**DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON  
PERENDAMAN 28 HARI**

No	Lama Perendaman (Hari)	Dibuat (Tanggal)	Ditest (Tanggal)	Umur (Hari)	Pembacaan Dial (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
1	28 hari			28 hari	510	28.86
2	28 hari	6Juni2002	5Juli2002	28 hari	560	31.69
3	28 hari			28 hari	420	23.77
4	28 hari			28 hari	360	20.37
5	28 hari	7Juni2002	6Juli2002	28 hari	540	30.56
6	28 hari			28 hari	530	29.99
7	28 hari			28 hari	460	26.03
8	28 hari	8Juni2002	7Juli2002	28 hari	560	31.69
9	28 hari			28 hari	530	29.99
10	28 hari			28 hari	450	25.47
11	28 hari	9Juni2002	8Juli2002	28 hari	450	25.47
12	28 hari			28 hari	540	30.56
13	28 hari			28 hari	580	32.82
14	28 hari	10Juni2002	9Juli2002	28 hari	510	28.86
15	28 hari			28 hari	590	33.39
16	28 hari			28 hari	550	31.13
17	28 hari	11Juni2002	10Juli2002	28 hari	520	29.43
18	28 hari			28 hari	590	33.39
19	28 hari	12Juni2002	11Juli2002	28 hari	480	27.16
20	28 hari			28 hari	590	33.39
<b><math>\Sigma f_{bi}'</math></b>						<b>584.02</b>



Dari grafik Kuat Tekan Benda Uji Beton diatas menunjukkan bahwa dari ke-dua puluh buah benda uji nilai kuat tekannya adalah bervariasi, hal ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan kekuatan rojokan pada saat pembuatan benda uji.

TABEL PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI  
PERENDAMAN 0 HARI

$f_b'$	$f_{cr}'$	$f_b' - f_{cr}'$	$(f_b' - f_{cr}')^2$
20.94	24.14	-3.20	10.24
19.81	24.14	-4.33	18.77
16.98	24.14	-7.16	51.30
23.77	24.14	-0.37	0.14
26.60	24.14	2.46	6.05
26.60	24.14	2.46	6.05
26.60	24.14	2.46	6.05
29.43	24.14	5.29	27.97
17.54	24.14	-6.60	43.51
29.43	24.14	5.29	27.97
27.73	24.14	3.59	12.89
20.37	24.14	-3.77	14.19
24.34	24.14	0.20	0.04
27.73	24.14	3.59	12.89
16.41	24.14	-7.73	59.72
24.90	24.14	0.76	0.58
25.47	24.14	1.33	1.76
23.77	24.14	-0.37	0.14
26.60	24.14	2.46	6.05
27.73	24.14	3.59	12.89
$\Sigma (f_b' - f_{cr}')^2$			<b>319.17</b>

Nilai standar deviasi untuk lama perendaman 0 hari adalah :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b' - f_{cr}')^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{319,17}{19}}$$

$$= 4,10 \text{ Mpa}$$

TABEL PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI  
PERENDAMAN 7 HARI

$f_b'$	$f_{cr}'$	$f_b' - f_{cr}'$	$(f_b' - f_{cr}')^2$
28.30	30.50	-2.20	4.86
30.56	30.50	0.06	0.00
25.47	30.50	-5.03	25.33
26.60	30.50	-3.90	15.22
23.77	30.50	-6.73	45.31
32.26	30.50	1.76	3.09
36.22	30.50	5.72	32.71
32.26	30.50	1.76	3.09
24.90	30.50	-5.60	31.35
31.69	30.50	1.19	1.42
37.92	30.50	7.42	55.02
28.30	30.50	-2.20	4.86
30.56	30.50	0.06	0.00
32.26	30.50	1.76	3.09
31.69	30.50	1.19	1.42
31.13	30.50	0.63	0.39
36.22	30.50	5.72	32.71
28.86	30.50	-1.64	2.68
31.69	30.50	1.19	1.42
29.43	30.50	-1.07	1.15
$\Sigma (f_b' - f_{cr}')^2$			<b>265.13</b>

Nilai standar deviasi untuk lama perendaman 7 hari adalah :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b' - f_{cr}')^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{265,13}{19}}$$

$$= 3,74 \text{ Mpa}$$

TABEL PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI  
PERENDAMAN 14 HARI

$f_b'$	$f_{cr}'$	$f_b' - f_{cr}'$	$(f_b' - f_{cr}')^2$
35.09	32.00	3.09	9.53
35.09	32.00	3.09	9.53
30.56	32.00	-1.44	2.07
29.99	32.00	-2.01	4.02
32.82	32.00	0.82	0.68
29.43	32.00	-2.57	6.61
29.99	32.00	-2.01	4.02
28.30	32.00	-3.70	13.72
36.22	32.00	4.22	17.80
29.99	32.00	-2.01	4.02
27.16	32.00	-4.84	23.38
33.39	32.00	1.39	1.93
36.22	32.00	4.22	17.80
29.99	32.00	-2.01	4.02
31.13	32.00	-0.87	0.76
32.82	32.00	0.82	0.68
33.39	32.00	1.39	1.93
36.79	32.00	4.79	22.90
29.99	32.00	-2.01	4.02
31.69	32.00	-0.31	0.09
$\Sigma (f_b' - f_{cr}')^2$			<b>149.55</b>

Nilai standar deviasi untuk lama perendaman 14 hari adalah :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b' - f_{cr}')^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{149,55}{19}}$$

$$= 2,81 \text{ Mpa}$$

TABEL PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI  
PERENDAMAN 21 HARI

$f_b'$	$f_{cr}'$	$f_b' - f_{cr}'$	$(f_b' - f_{cr}')^2$
32.82	32.14	0.68	0.47
34.52	32.14	2.38	5.67
26.03	32.14	-6.11	37.30
35.65	32.14	3.51	12.35
31.69	32.14	-0.45	0.20
24.90	32.14	-7.24	52.40
31.69	32.14	-0.45	0.20
30.56	32.14	-1.58	2.50
27.16	32.14	-4.98	24.75
32.26	32.14	0.12	0.01
33.39	32.14	1.25	1.56
35.65	32.14	3.51	12.35
33.96	32.14	1.82	3.30
35.65	32.14	3.51	12.35
27.73	32.14	-4.41	19.44
32.82	32.14	0.68	0.47
31.13	32.14	-1.01	1.03
35.09	32.14	2.95	8.69
33.39	32.14	1.25	1.56
36.79	32.14	4.65	21.58
$\Sigma (f_b' - f_{cr}')^2$			<b>218.17</b>

Nilai standar deviasi untuk lama perendaman 21 hari adalah :

$$\delta = \sqrt{\frac{\Sigma(f_b' - f_{cr}')^2}{N-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{218,17}{19}}$$

$$= 3,39 \text{ Mpa}$$

TABEL PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI  
PERENDAMAN 28 HARI

$f_b'$	$f_{cr}'$	$f_b' - f_{cr}'$	$(f_b' - f_{cr}')^2$
28.86	29.20	-0.34	0.11
31.69	29.20	2.49	6.21
23.77	29.20	-5.43	29.49
20.37	29.20	-8.83	77.91
30.56	29.20	1.36	1.85
29.99	29.20	0.79	0.63
26.03	29.20	-3.17	10.03
31.69	29.20	2.49	6.21
29.99	29.20	0.79	0.63
25.47	29.20	-3.73	13.94
25.47	29.20	-3.73	13.94
30.56	29.20	1.36	1.85
32.82	29.20	3.62	13.13
28.86	29.20	-0.34	0.11
33.39	29.20	4.19	17.56
31.13	29.20	1.93	3.71
29.43	29.20	0.23	0.05
33.39	29.20	4.19	17.56
27.16	29.20	-2.04	4.14
33.39	29.20	4.19	17.56
$\Sigma (f_b' - f_{cr}')^2$			<b>236.62</b>

Nilai standar deviasi untuk lama perendaman 28 hari adalah :

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{\frac{\Sigma(f_b' - f_{cr}')^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{236,62}{19}} \\ &= 3,53 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

