

PROYEK AKHIR

**TINJAUAN BIAYA PADA CAMPURAN BETON  
MENGUNAKAN SEMEN PPC  
PRODUK SEMEN GRESIK, BOSOWA DAN KUJANG  
DENGAN MUTU BETON BERVARIASI**



Asst Pembelian  
Pembelian  
Tel. 1 8 0 0 5  
No. Induk 693.1  
HER  
E

Oleh :

**SULEN AGUSTA HERMANASARI**  
001903303052

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

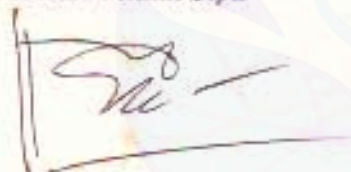
2004

HALAMAN PENGESAHAN

**TINJAUAN BIAYA PADA CAMPURAN BETON  
MENGUNAKAN SEMEN PPC  
PRODUK SEMEN GRESIK, BOSOWA DAN KUJANG  
DENGAN MUTU BETON BERVARIASI**

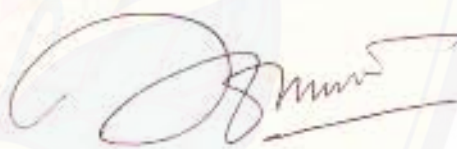
Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Ir. Henu Suyoso**  
NIP. 131 660 768

Ketua Program Studi D III Teknik Sipil



**Sonva Sulistvono, ST.**  
NIP. 132 231 418

Ketua Program Studi Teknik



**Dr. Ir. R. Sudarvanto, DEA**  
NIP. 320 002 358

HALAMAN PENGESAHAN

**TINJAUAN BIAYA PADA CAMPURAN BETON  
MENGUNAKAN SEMEN PPC  
PRODUK SEMEN GRESIK, BOSOWA DAN KUJANG  
DENGAN MUTU BETON BERVARIASI**

Diajukan sebagai Syarat Yudisium pada Program Studi Diploma III  
Jurusan Teknik Sipil – Program Studi Teknik  
Universitas Jember


Oleh :

**SULEN AGUSTA HERMANASARI**  
**001 903 303 052**

Telah Diuji dan Disetujui Oleh


Anik Ratnaningsih, ST. MT

Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang

  
Tanggal: 04-11-2004


Ir. Hernu Suyoso

Dosen Pembimbing II / Sek. Sidang

  
Tanggal

Ir. Entin Hidayah, M. Um

Anggota Sidang

  
Tanggal

Gusfan Halik, ST. MT

Anggota Sidang

  
Tanggal: 09-11-04

Nuning Nuring H, ST

Anggota Sidang

  
Tanggal: 05-11-04

### Motto

*None of us is perfect.  
But if you get into the habit of making decisions,  
experience will develop your judgement to a point where more and more of your  
decisions will be right.  
After all, it is better to be right 51 % of the time and get something done, that it  
is get nothing done because you fear to reach a decision.*

*Tak seorang pun dari kita sempurna.  
Namun jika Anda menjadi terbiasa mengambil keputusan, pengalaman akan  
mengembangkan penilaian Anda sampai pada suatu titik di mana semakin  
banyak keputusan yang Anda buat itu benar.  
Bagaimanapun juga, lebih baik benar 51 % sekali waktu dan berhasil  
menyelesaikan sesuatu, ketimbang tidak menyelesaikan apa pun karena Anda  
takut mencapai keputusan.*

*Take time to deliberate,  
but when the time for action has arrived,  
stop thinking and go ahead.*

*Luangkan waktu untuk mempertimbangkan,  
tetapi bila waktu untuk bertindak telah tiba,  
berhentilah berpikir dan maju terus.*

Dengan hati yang tulus karva ini kupersembahkan kepada :

*Ayahanda dan Ibunda, bahwasanya karya ini hanyalah setitik air yang tak berarti yang kuhaturkan sebagai baktiku atas lautan kasih sayang dan cinta yang kuterima selama ini.*

*Kakanda Sulen Maret Herdianto, Ayunda Sulen Febra Herdayanti serta Adinda Sulen Oktav Herminsetyorika dan Sulen Arieck Herminsetioningsih, aku sayang kalian semua.*

*Zacky Aliffian Yustaghfar, terima kasih telah setia menemaniku baik suka maupun duka.*

*Takkan pernah kulupa dan kusangikan untuk selalu bersyukur atas karunia ALLAH SWT yang tiada terbatas nikmatnya. Demi segala keindahan Asma'ul Husna ALLAH SWT, kemuliaan Hadits Nabi Muhammad SAW, kesucian Al-Qur'an, kemurnian Islam, dan kesempurnaan ciptaan-Nya, semoga karya ini berguna bagi diriku, negaraku dan agamaku.*

## ABSTRAK

Oleh : Sulek Agusla Hermanasari  
Program Studi Diploma III Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas  
Jember.

Salah satu yang mempengaruhi kekuatan beton adalah jenis/mutu semen. Semen yang sering dimanfaatkan untuk bahan bangunan adalah semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*). Di pasaran, harga untuk tiap produk semen tersebut tidak sama. Sedangkan dalam pembuatan beton, bahan-bahan beton harus dipilih dan sesuai serta pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi standar. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui tinjauan biaya terhadap bahan dari adukan beton yang diuji secara teknik di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Semen yang digunakan yaitu produk semen Gresik, Bosowa dan Kujang dengan menggunakan proporsi campuran untuk mutu beton K-225, K-275 dan K-300. Perencanaan adukan beton menggunakan metode DOE (*Department of Environmental*). Proporsi campuran yang didapatkan untuk K-225 (1 sm : 1,80 psr : 3,26 krl) ; K-275 (1 sm : 1,65 psr : 3,11 krl) dan K-300 (1 sm : 1,50 psr : 2,97 krl). Dari hasil pengujian, kuat tekan karakteristik untuk mutu beton K-225 yaitu 266 kg/cm<sup>2</sup> (G), 242 kg/cm<sup>2</sup> (B) dan 234 kg/cm<sup>2</sup> (K). Untuk mutu beton K-275 yaitu 322 kg/cm<sup>2</sup> (G), 313 kg/cm<sup>2</sup> dan 297 kg/cm<sup>2</sup> (K). Sedangkan kuat tekan karakteristik untuk mutu beton K-300 yaitu 358 kg/cm<sup>2</sup> (G), 342 kg/cm<sup>2</sup> (B) dan 336 kg/cm<sup>2</sup> (K). Analisa satuan bahan mengacu pada DPU Kabupaten Jember Wilayah Jember Tengah dan Timur Tahun 2003 dan analisa satuan upah mengacu pada BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*). Nilai biaya dari campuran beton K-225 berturut-turut Rp. 296.663,00 (G) ; Rp. 277.168,00 (B) dan Rp. 283.983,00 (K). Nilai biaya dari campuran beton K-275 berturut-turut Rp. 304.162,00 (G) ; Rp. 283.716,00 (B) dan Rp. 290.871,00 (K). Sedangkan nilai biaya dari campuran beton K-300 berturut-turut Rp. 312.755,00 (G) ; Rp. 291.160,00 (B) dan Rp. 298.740,00 (K).

### Kata kunci

Tinjauan biaya, Semen Gresik, Semen Bosowa, Semen Kujang

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas petunjuk, bimbingan dan rahmat-Nya, maka laporan proyek akhir ini dengan judul "Tinjauan Biaya Pada Campuran Beton Menggunakan Semen PPC Produk Semen Gresik, Bosowa dan Kujang dengan Mutu Beton yang Bervariasi" dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan Proyek Akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum yang ditetapkan, dimana setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi pada jurusan Teknik Sipil, Program Studi Diploma III Teknik

Dalam penyelesaian laporan proyek akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Sudaryanto, DEA. selaku Ketua Program Studi Teknik.
2. Ir. Henu Suyoso, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing II dalam penyelesaian Proyek Akhir.
3. Sonya Sulistiyono, ST. selaku Ketua PS Diploma III Teknik Sipil
4. Anik Ratnaningsih, ST. MT, selaku Pembimbing I dalam penyelesaian Proyek Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bekal ilmu dan petuahnya.
6. Anak-anak D III Teknik Sipil Angkatan '00.
7. Dan semua pihak yang telah membantu kami atas terselesainya Proyek Akhir ini.

Sangat disadari bahwa tiada satupun hasil jerih payah manusia yang sempurna, begitu juga tulisan ini tidak lepas dari kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membantu kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penyusun mohon maaf apabila ada kesalahan. Semoga Proyek Akhir ini berguna bagi kita semua, Amin.

Jember, Juli 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Semen.....	3
2.1.1 Sifat-sifat Semen Portland.....	4
2.2 Agregat.....	5
2.2.1 Agregat Halus.....	5
2.2.2 Agregat Kasar.....	5
2.2.3 Sifat-sifat Agregat.....	6
2.3 Air.....	7
2.4 Rancangan Campuran Beton ( <i>Concrete Mix Desain</i> ).....	7
2.5 Kekuatan Beton.....	7
2.6 Estimasi Biaya.....	9
2.7 Uji Statistik.....	9



**BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Studi Literatur .....	11
3.2	Konsultasi .....	11
3.3	Pengumpulan Data .....	11
3.4	Penelitian Awal .....	12
3.4.1	Semen .....	12
3.4.2	Pasir .....	14
3.4.3	Kerikil .....	16
3.5	Mix Desain .....	17
3.6	Perawatan .....	17
3.7	Tes Tekan .....	17
3.8	Analisa Penyimpangan Kuat Tekan Beton $\pm 5\%$ .....	18
3.9	Tinjauan Biaya .....	18
3.10	Kesimpulan .....	18

**BAB IV. PEMBAHASAN**

4.1	Pengujian Semen .....	20
4.2	Pengujian Agregat Halus (Pasir) .....	24
4.3	Pengujian Agregat Kasar (Kerikil) .....	27
4.4	Tahapan-tahapan Dalam Perencanaan Campuran Adukan Beton ( <i>Mix Desain</i> ) .....	29
4.5	Pengujian Beton	
4.5.1	Slump Tes .....	42
4.5.2	Kuat Tekan .....	43
4.6	Estimasi Biaya .....	46

**BAB V. PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	51

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

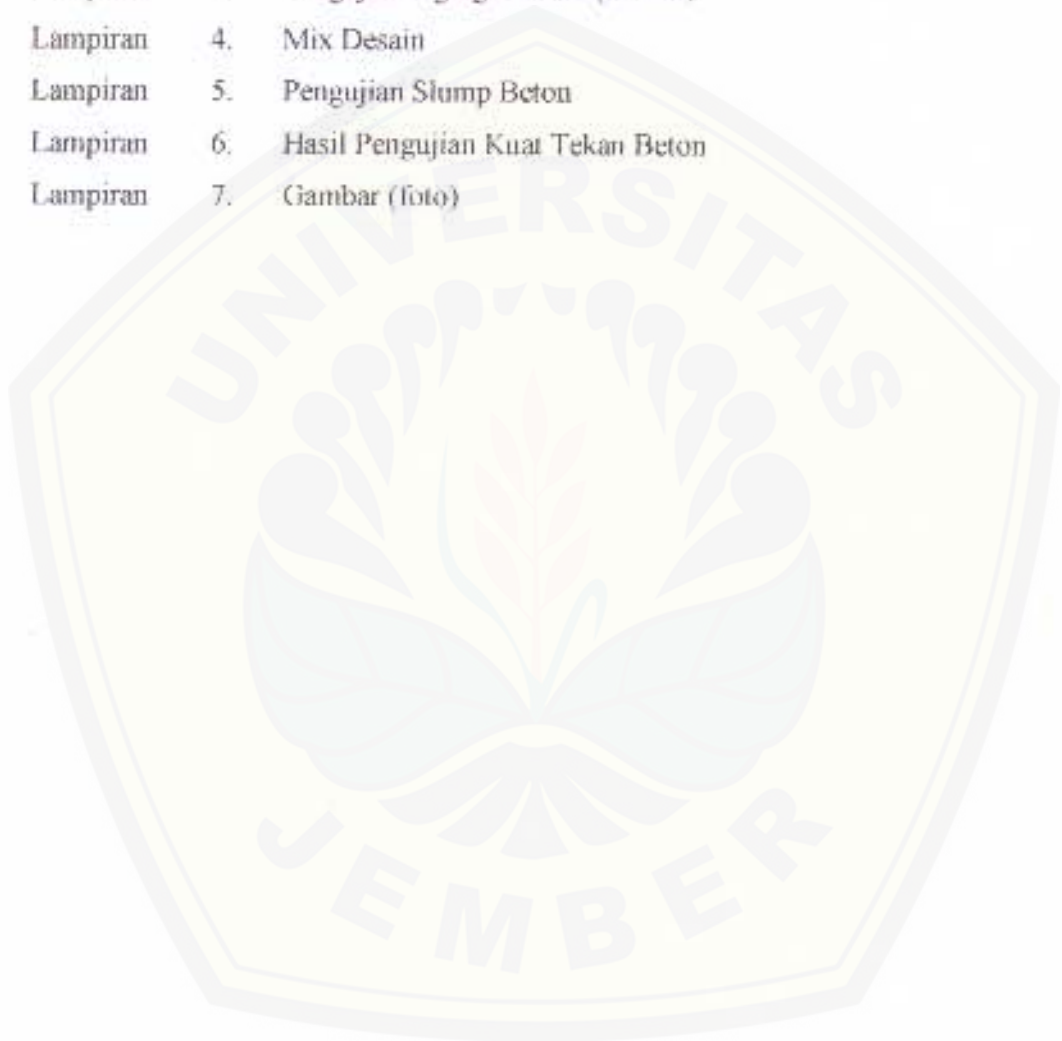
Gambar 1.	Diagram alir pelaksanaan proyek akhir.....	19
Gambar 2.	Grafik konsistensi normal semen portland.....	20
Gambar 3.	Grafik waktu mengikat dan mengeras semen portland.....	21
Gambar 4.	Grafik daerah gradasi (zone) I pasir.....	24
Gambar 5.	Grafik daerah gradasi (zone) II pasir.....	24
Gambar 6.	Grafik daerah gradasi (zone) III pasir.....	25
Gambar 7.	Grafik daerah gradasi (zone) IV pasir.....	25
Gambar 8.	Gradasi agregat kasar besar butir maksimum 38 mm.....	27
Gambar 9.	Grafik faktor air semen.....	31
Gambar 10.	Grafik prosentase pasir ukuran butir maksimum 10.....	34
Gambar 11.	Grafik prosentase pasir ukuran butir maksimum 20.....	35
Gambar 12.	Grafik prosentase pasir ukuran butir maksimum 40.....	35
Gambar 13.	Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.....	37
Gambar 14.	Grafik kuat tekan karakteristik K-225 beton umur 14 dan 28 hari untuk semen Gresik, Bosowa dan Kujang.....	43
Gambar 15.	Grafik kuat tekan karakteristik K-275 beton umur 14 dan 28 hari untuk semen Gresik, Bosowa dan Kujang.....	44
Gambar 16.	Grafik kuat tekan karakteristik K-300 beton umur 14 dan 28 hari untuk semen Gresik, Bosowa dan Kujang.....	45
Gambar 17.	Grafik harga beton tiap produk semen per- $m^3$ .....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	1.	Komponen Bahan Semen Portland.....	3
Tabel	2.	Analisa Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	20
Tabel	3.	Analisa Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen.....	21
Tabel	4.	Analisa Pengujian Berat Jenis Semen.....	22
Tabel	5.	Analisa Pengujian Berat Volume Semen.....	22
Tabel	6.	Analisa Pengujian Kehalusan Semen.....	23
Tabel	7.	Analisa Pengujian Kekekalan Semen.....	23
Tabel	8.	Analisa Pengujian Saringan Pasir.....	24
Tabel	9.	Analisa Pengujian Pasir.....	25
Tabel	10.	Analisa Pengujian Saringan Kerikil.....	27
Tabel	11.	Analisa Pengujian Kerikil.....	28
Tabel	12.	Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan f.a.s 0,50.....	30
Tabel	13.	Persyaratan Faktor Air Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.....	31
Tabel	14.	Penetapan Nilai Slump.....	32
Tabel	15.	Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton.....	32
Tabel	16.	Kebutuhan Semen Minimal Untuk Berbagai Pembetonan.....	33
Tabel	17.	Batas Gradasi Pasir.....	34
Tabel	18.	Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-225.....	42
Tabel	19.	Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-275.....	42
Tabel	20.	Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-300.....	42
Tabel	21.	Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-225.....	43
Tabel	22.	Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-275.....	44
Tabel	23.	Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-300.....	45
Tabel	24.	Daftar Harga Satuan Bahan Kabupaten Jember Tahun Anggaran 2003 Wilayah Jember Timur dan Tengah.....	46
Tabel	25.	Daftar Harga Satuan Upah Kabupaten Jember Tahun Anggaran 2003 Wilayah Jember Timur Dan Tengah.....	46
Tabel	26.	Harga Satuan Pekerjaan.....	46

**DAFTAR LAMPIRAN**

- |          |    |                                   |
|----------|----|-----------------------------------|
| Lampiran | 1. | Pengujian Semen                   |
| Lampiran | 2. | Pengujian Agregat Halus (pasir)   |
| Lampiran | 3. | Pengujian Agregat Kasar (kerikil) |
| Lampiran | 4. | Mix Desain                        |
| Lampiran | 5. | Pengujian Slump Beton             |
| Lampiran | 6. | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton  |
| Lampiran | 7. | Gambar (foto)                     |





## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu material yang sangat umum digunakan dalam pembangunan terutama pada kegiatan konstruksi adalah beton. Hampir setiap kegiatan konstruksi tidak terlepas dari material beton baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai contoh jalan, jembatan, break water (pemecah gelombang), dam, gedung bertingkat, pelabuhan dan lain-lain.

Beton terdiri dari campuran semen, agregat dan air. Agregat berupa batuan, pasir, kerikil dan lain-lain. Pada dasarnya bahan-bahan tersebut harus dipilih dan sesuai serta pelaksanaan pekerjaan harus memenuhi standart. Salah satu yang mempengaruhi kekuatan beton adalah jenis/motu semen. Sedangkan semen yang sering dimanfaatkan untuk bahan bangunan adalah semen PPC.

Di pasaran, harga untuk tiap produk semen tersebut tidak sama. Beberapa produk semen khususnya di Jember antara lain Gresik, Bosowa, Tiga Roda, Kujang dan Nusantara.

Untuk membuktikan secara teknik tinjauan biaya pada campuran beton dengan menggunakan semen tersebut maka dilakukan pengujian beton. Namun dalam pengujian ini hanya menggunakan tiga merk semen saja diantaranya semen Gresik, Bosowa dan Kujang. Mutu beton yang akan digunakan bervariasi dengan harapan dapat diperoleh tinjauan biaya dari masing-masing campuran tersebut.

### 1.2 Rumusan Masalah

Di dalam pengujian kuat tekan beton ini menggunakan tiga macam produk semen yaitu semen Gresik, Bosowa dan Kujang. Ketiganya menggunakan proporsi campuran untuk mutu beton K-225, K-275, K-300. Rumusan masalah yang akan diteliti adalah berapakah nilai biaya dari masing-masing campuran beton.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Proporsi campuran untuk mutu beton K-225, K-275 dan K-300.
2. Semen menggunakan PPC produk semen Gresik, Bosowa dan Kujang.
3. Material batu pecah dan pasir berasal dari daerah Mayang Jember.
4. Dilakukan pengujian material dengan menggunakan standar yang berlaku di Indonesia (SNI) dan ASTM.
  - a. Semen (Konsistensi normal semen, waktu mengikat dan mengeras, berat jenis, berat volume, kehalusan semen dan kekekalan semen).
  - b. Agregat halus (Analisa saringan, berat jenis, air resapan, berat volume, kelembaban, kebersihan terhadap lumpur dan bahan organik).
  - c. Agregat kasar (Analisa saringan, berat jenis, air resapan, berat volume, kelembaban, kebersihan terhadap lumpur dan ketahanan agregat).
5. Air yang digunakan berasal dari PDAM Jember.
6. Analisa mix desain menggunakan cara DOE.
7. Pengujian dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari.
8. Jumlah benda uji untuk tiap perlakuan sebanyak 10 buah, sehingga total semua benda uji sebanyak 20 buah dari masing-masing produk semen.
9. Analisa satuan bahan menggunakan campuran beton.
10. Analisa satuan upah menggunakan BOW.
11. Daftar harga satuan mengacu pada DPU Kabupaten Jember untuk Wilayah Jember Timur dan Jember Tengah, Tahun 2003.

### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu membuat mix desain untuk campuran beton K-225, K-275 dan K-300.
2. Mampu melakukan pengujian kuat tekan untuk masing-masing campuran K-225, K-275 dan K-300.
3. Mampu menganalisa harga satuan pekerjaan beton untuk masing-masing mutu beton K-225, K-275 dan K-300.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Semen

Semen portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Secara garis besar semen dapat dibagi menjadi 2 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 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 kita jumpai dipasaran adalah gypsum, kapur keras/gamping.

Adapun komponen bahan semen portland dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Komponen bahan semen portland

Jenis Bahan	Persen (%)
Batu kapur (CaO)	60 - 65
Pasir silikat (SiO <sub>2</sub> )	17 - 25
Tanah liat (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 - 8
Bijih besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 - 6
Magnesia (MgO)	0,5 - 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1-2
Soda/potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5 - 1

Sumber : Teknologi Beton (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001)



### 2.1.1 Sifat-sifat Semen Portland

Semen portland memiliki beberapa sifat antara lain :

#### 1. Kehalusan Butir

Pada umumnya semen memiliki kehalusan sedemikian rupa. Makin halus butirannya makin cepat persenyawaannya sehingga luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar. Makin besar luas permukaan butir ini, makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Untuk menentukan kehalusan butir semen ialah dengan mengayaknya.

#### 2. Berat Jenis Semen

Berat jenis semen pada umumnya berkisar antara 3,10 sampai 3,30 dan rata-rata berat jenis ditentukan 3,15. Untuk mengukur baik tidaknya atau tercampur tidaknya suatu bubuk semen dengan bahan lain, dipakai angka berat jenis 3,00. Jika kita memiliki semen dan hasilnya menunjukkan bahwa berat jenisnya kurang dari 3,00 kemungkinan semen itu telah mengeras.

#### 3. Waktu Pengerasan Semen

Waktu pengerasan semen dilakukan dengan menentukan waktu pengikatan awal dan waktu pengikatan akhir. Waktu pengikatan awal yaitu saat semen mulai terkena air hingga mulai terjadi pengikatan (pengerasan). Waktu pengikatan akhir yaitu saat semen tidak mengalami penurunan lagi.

#### 4. Kekekalan Bentuk

Kekekalan bentuk adalah sifat dari bubur semen yang telah mengeras, dimana bila adukan semen dibuat suatu bentuk tertentu bentuk itu tidak berubah. Apabila benda menunjukkan adanya cacat (retak, melengkung, membesar, atau menyusut) berarti semen itu tidak baik atau tidak memiliki sifat tetap bentuk (Samekto dan Rahmadiyahanto, 2001).



## 2.2 Agregat

Berdasarkan ukurannya ada dua jenis agregat yang digunakan untuk pembuatan beton, antara lain :

### 2.2.1 Agregat Halus

Yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat yang semua butirannya lolos saringan ukurannya 4,75 mm.

Syarat-syarat agregat halus menurut PBI'71 sebagai berikut :

1. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (dihitung terhadap berat), apabila lumpurnya lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
2. Tidak boleh mengandung bahan organis (sisa-sisa hewan, tumbuhan terlalu banyak)
3. Pasir harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam, dan apabila diayak dengan susunan ayakan 4 mm ; 2 mm ; 1 mm ; 0,5 mm ; 0,25 mm (ayakan ISO) harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  - a. Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 2 % berat total.
  - b. Sisa diatas ayakan 1 mm minimum 10 % berat total.
  - c. Sisa diatas ayakan 0,25 mm minimum 80 % - 90 % berat total.
4. Pasir harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras.

### 2.2.2 Agregat Kasar

Yang dimaksud agregat kasar adalah agregat yang butirannya lebih besar dari 4,75 mm (No. 4).

Syarat-syarat agregat kasar menurut PBI'71 sebagai berikut :

1. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat).
2. Agregat kasar tak boleh berpori dan terdiri atas batuan yang keras dan harus bersifat kekal artinya tak pecah atau hancur oleh pengaruh tarik matahari atau hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh terjadi kehilangan berat (pembubukan) lebih dari 50 %.

4. Agregat harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam, dan apabila diayak dengan susunan ayakan 31,5 mm ; 16 mm ; 8 mm ; 4 mm ; 1 mm; 0,5 mm ; 0,25 mm (ayakan ISO) harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm minimum 0 % berat total.
  - b. Sisa diatas ayakan 4 mm minimum 90 % - 98 % berat total.
  - c. Selisih sisa di atas 2 ayakan maksimum 60 % berat dan minimum 10 %.

### 2.2.3 Sifat-sifat Agregat

#### 1. Tanah liat, lumpur dan debu

Tanah liat dan lumpur biasanya tercampur pada kerikil dan pasir. Dalam jumlah yang cukup banyak dapat mengurangi kekuatan beton, karena dapat mengganggu ikatan antara agregat dengan pasta serta dapat menambah kebutuhan air dalam campuran sehingga harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

#### 2. Bahan organik

Bahan organik seperti bagian tanaman, humus, berisi asam-asam organik dapat menghambat hidrasi semen. Oleh karena itu dapat memperlama pengerasan dan mengurangi kekuatan beton.

#### 3. Daya serap dan kadar air permukaan

Persentase air yang mampu diserap oleh agregat, jika agregat direndam dalam air sampai jenuh (SSD) disebut daya serap air pada agregat. Banyaknya air yang diserap dipengaruhi oleh banyaknya pori-pori yang ada dalam butir agregat itu. Sedangkan air permukaan atau air yang mengisi seluruh permukaan agregat SSD disebut air bebas. Air bebas ini akan mempengaruhi faktor air semen dari beton yang dibuat. Dalam pembuatan beton air yang diserap agregat akan tetap berada dalam agregat, sedang air bebas akan bercampur dengan semen dan berfungsi sebagai pembentuk pasta semen.

#### 4. Ketahanan agregat

Ketahanan atau kekekalan dalam agregat sangat diperlukan karena pada saat pencampuran (di dalam molen), pengecoran dan pemadatan akan mengalami gerakan-gerakan yang keras (Ratnaningsih A, 1999).

### 2.3 Air

Persyaratan air menurut PBI'71 sebagai berikut :

1. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
2. Apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan untuk ditest.
3. Apabila pemeriksaan ke lembaga tersebut tidak dapat dilakukan, maka air dapat dipakai asalkan campuran semen + air yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan tekan paling sedikit 90 % dari kekuatan tekan semen + air yang memakai air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

### 2.4 Rancangan Campuran Beton (*Concrete Mix Desain*)

Perencanaan aduk beton (*Concrete Mix Desain*) dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain untuk mendapatkan :

1. Kuat desak yang tinggi sesuai perencanaan.
2. Mudah dikerjakan.
3. Tahan lama (awet).
4. Murah.

Dalam penelitian yang dilakukan, perencanaan adukan beton digunakan metode yang dikembangkan oleh *Departement of Environmental* dari kerajaan Inggris yang dikenal dengan metode DOE. Cara DOE ini merupakan cara yang paling sering digunakan di Indonesia.

### 2.5 Kekuatan Beton

Sifat ini merupakan sifat utama yang umumnya harus dimiliki beton, sebab beton yang tidak cukup kekuatannya menurut kebutuhannya menjadi tidak berguna.

Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat atau mesin penguji beton (*Compression Strength*). Benda uji beton akan diberi tekanan sampai mengalami kehancuran fisik. Alat pengukur pada mesin penguji kuat tekan beton

akan menunjukkan seberapa besar kuat tekan benda uji saat mengalami kehancuran fisik tersebut.

Yang dimaksud dengan kuat tekan karakteristik adalah kekuatan tekan, dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan benda uji kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang daripada itu terbatas sampai 5 persen.

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

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

dimana :

$f_{cr}'$  = Kekuatan beton rata-rata (Mpa)

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

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

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

dimana :  $\delta$  = Standart deviasi

Dengan menganggap bahwa nilai-nilai hasil pengujian tersebut terdistribusi normal, perhitungan statistik dapat dilakukan. Dengan distribusi semacam itu kekuatan rata-rata  $f_{cr}'$  dan deviasi standart  $\delta$  berlaku hubungan :

$$f_c' = f_{cr}' - 1.64 \delta$$

dimana :

$f_c'$  = Kuat tekan benda uji beton karakteristik (Mpa)

$\delta$  = Standart deviasi.

## 2.6 Estimasi Biaya

Anggaran biaya adalah banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan.

Yang dimaksud harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Analisa harga satuan mengacu pada DPU Kabupaten Jember untuk Wilayah Jember Timur dan Jember Tengah, tahun 2003.

Ada tiga istilah yang harus dibedakan dalam menyusun anggaran biaya bangunan yaitu : harga satuan bahan, harga satuan upah dan harga satuan pekerjaan. Sumber harga satuan bahan dan harga satuan upah didapat di pasaran, tempat lokasi pekerjaan yang akan dilaksanakan. Sedangkan harga satuan pekerjaan didapat dari analisa bahan dan upah.

Analisa upah suatu pekerjaan yaitu menghitung banyaknya tenaga pekerjaan yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. Sedangkan analisa bahan yaitu menghitung banyaknya volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan (Ibrahim H Bachtiar, 2001).

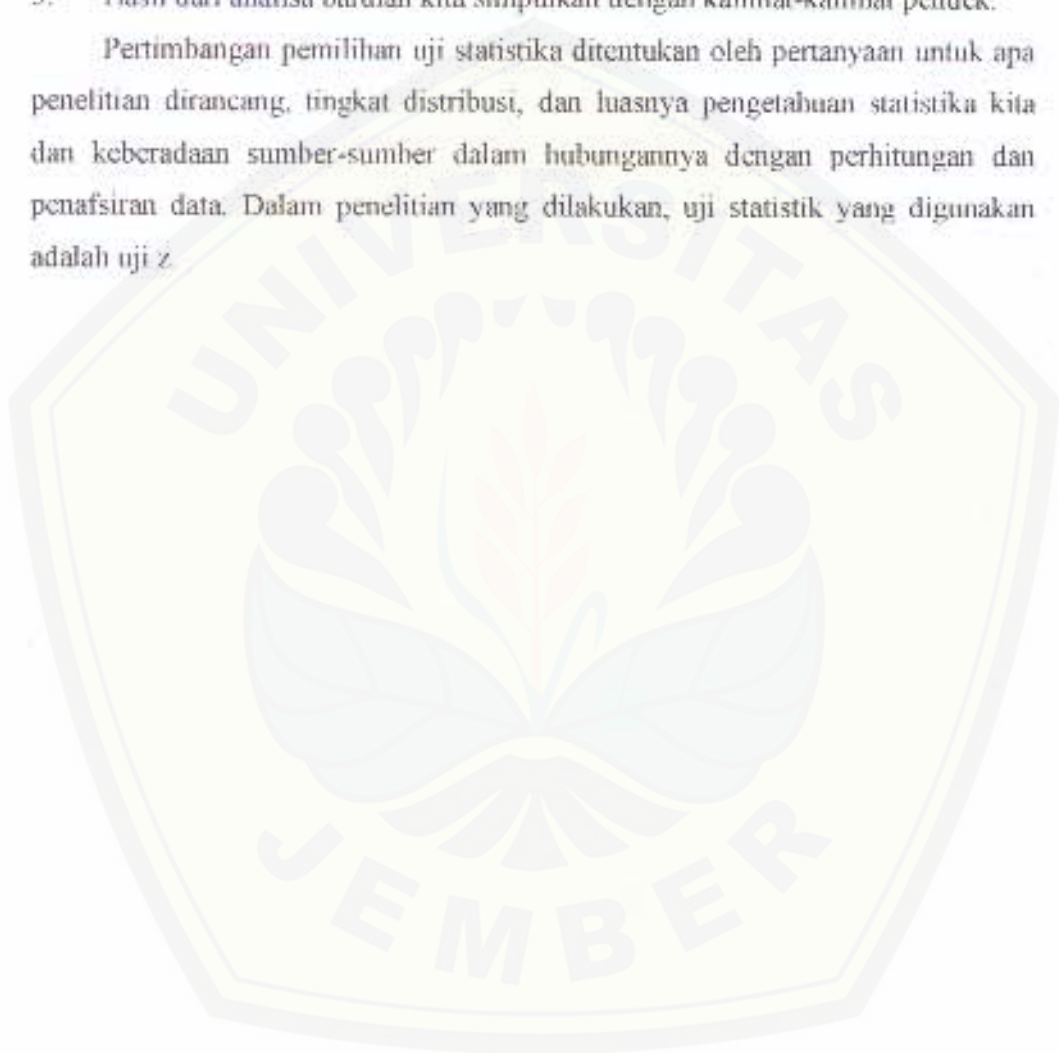
## 2.7 Uji Statistik

Dari hasil penelitian maupun pengamatan baik yang dilakukan khusus ataupun berbentuk laporan, sering diminta atau diinginkan suatu uraian, penjelasan atau kesimpulan tentang yang diteliti. Sebelum kesimpulan dibuat, keterangan atau data yang telah terkumpul itu terlebih dahulu dipelajari, dianalisis atau diolah dan berdasarkan pengolahan inilah baru kesimpulan dibuat. Jadi statistik adalah suatu alat, suatu teknik ; untuk mengumpulkan, mengolah dan menganalisa bahan-bahan berupa data serta mengambil kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap data tersebut (Sudjana, 1996)

Langkah-langkah dalam analisa statistik sebagai berikut :

1. Pengumpulan data merupakan langkah pertama yang harus kita tempuh. Untuk mengolah data, syaratnya data itu sendiri harus ada, sudah terkumpul.
2. Data yang sudah ada diolah dan dianalisa lebih lanjut dengan teknik tertentu.
3. Hasil dari analisa barulah kita simpulkan dengan kalimat-kalimat pendek.

Pertimbangan pemilihan uji statistika ditentukan oleh pertanyaan untuk apa penelitian dirancang, tingkat distribusi, dan luasnya pengetahuan statistika kita dan keberadaan sumber-sumber dalam hubungannya dengan perhitungan dan penafsiran data. Dalam penelitian yang dilakukan, uji statistik yang digunakan adalah uji z.





## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Studi Literatur

Dilakukan guna memperoleh data-data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, yang merupakan hasil dari penyelidikan terdahulu atau Buku Petunjuk Praktikum yang ada dan literatur-literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian proyek akhir. Studi literatur ini nantinya akan dipakai sebagai landasan atau dasar penelitian proyek akhir.

### 3.2 Konsultasi

Konsultasi akan dilakukan dengan Dosen Pembimbing proyek akhir guna pencapaian hasil yang sempurna, baik tentang proses kegiatan penelitian maupun penyusunan laporan proyek akhir yang berjudul " Tinjauan Biaya Pada Campuran Beton Menggunakan Semen PPC Produk Semen Gresik, Bosowa dan Kujang dengan Mutu Beton yang Bervariasi".

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember, sedangkan pelaksanaannya dilakukan pada bulan Juni sampai dengan September 2003.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain :

#### 1. Alat

- a. Satu set ayakan
- b. Timbangan dengan ketentuan 1 gram dan 10 gram
- c. Oven dengan kemampuan maksimal 200 ° C
- d. Seperangkat alat vicat
- e. Gelas ukur 200 cc
- f. Solet perata, corong, cawan aluminium
- g. Stop watch
- h. Picnometer 100 cc
- i. Takaran berbentuk silinder dengan volume 3 liter dan 10 liter

- j. Alat perojok besi dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm
  - k. Mesin pengaduk beton (molen)
  - l. Cetakan kubus 15 x 15 x 15 cm
  - m. Kerucut Abrams
  - n. Mesin uji kuat tekan beton dengan kemampuan 2500 KW.
2. Bahan
- a. Semen PPC yaitu produk semen Gresik, Bosowa dan Kujang
  - b. Agregat kasar berupa batu pecah
  - c. Agregat halus berupa pasir alami
  - d. Air PDAM
  - e. Larutan NaOH
  - f. Minyak tanah
  - g. Air suling

### 3.4 Penelitian Awal

Penelitian awal meliputi pengujian semen, agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir).

#### 3.4.1 Semen

Dalam pengujian semen dilakukan beberapa pengujian, meliputi :

1. Konsistensi normal semen
  - a. Konsistensi normal semen dilakukan dengan maksud untuk mengukur kadar air normal yang digunakan untuk mengikat dan mengeringnya semen portland.
  - b. Prinsip pengujiannya adalah semen dicampur air suling 25 % (75 CC) selama 3 menit sampai rata, bentuk bola dan lempar sebanyak 6 kali dengan jarak  $\pm 15$  cm. Masukkan ke dalam cincin konik dan ratakan. Kemudian kontakkan jarum vicat ke bagian tengah dan jatuhkan jarum sambil dicatat penurunan yang berlangsung selama 30 detik. Ulangi dengan air suling minimal 20 % dari berat benda uji sampai mencapai batas konsistensi normal.



2. Waktu mengikat dan mengeras semen portland
  - a. Maksud pengujian tersebut adalah untuk mengukur waktu yang dibutuhkan semen untuk mengikat sampai mengeras.
  - b. Prinsip pengujiannya adalah sama seperti pengujian konsistensi normal semen tetapi menggunakan air suling sebanyak yang diperlukan untuk konsistensi normal dan pembacaan dilakukan pada penurunan yang berlangsung selama 30 detik setiap 15 menit sampai jarum vicat tidak mengalami penurunan.
3. Berat jenis semen
  - a. Maksud pengujian berat jenis semen adalah untuk mengukur besarnya berat jenis semen.
  - b. Prinsip pengujiannya adalah masukkan semen ke dalam picnometer dan isi dengan minyak tanah lalu ditimbang. Bersihkan picno dari semen dan minyak tersebut. Isikan picno dengan minyak tanah hingga batas dan ditimbang.
4. Berat volume semen
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya berat volume/isi semen, yaitu perbandingan berat semen dengan volume cetakan.
  - b. Prinsip pengujian, ada 2 macam cara :
    - Tanpa rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya.
    - Dengan rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dalam 3 lapis, setiap lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
5. Kehalusan semen
  - a. Maksud pengujian kehalusan semen adalah untuk membuktikan bahwa semen portland memiliki kehalusan.
  - b. Prinsip pengujiannya adalah masukkan semen ke dalam saringan paling besar di atas dan digetarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit secara perlahan dan timbang beratnya.

6. Kekekalan semen
  - a. Maksud pengujian kekekalan semen adalah untuk mengetahui bahwa semen mempunyai sifat tetap/kekal bentuk.
  - b. Prinsip pengujian adalah campurkan semen dengan air suling yang dipakai untuk mencapai konsistensi normal hingga terbentuk pasta, lalu bentuk pasta seperti kue dengan diameter 12 cm dan tinggi dibagian tengah 13 mm dengan mengecil tebalnya dibagian tepi, diamkan diruang lembab selama 24 jam, selanjutnya rebus selama 3 jam ke dalam air mendidih.

### 3.4.2 Pasir

Dalam pengujian agregat dilakukan beberapa jenis pengujian yaitu :

1. Analisa saringan pasir
  - a. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keanekaragaman butiran (gradasi) pasir dan modulus kehalusan pasir.
  - b. Prinsip pengujian adalah masukkan pasir ke dalam saringan dengan ukuran paling besar diatas dan getarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit. Setelah itu pasir yang tertahan dalam masing-masing saringan ditimbang beratnya dan akan diketahui prosentase kelolosannya.
2. Berat jenis pasir
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur berat jenis pasir dalam kondisi SSD (kering permukaan).
  - b. Prinsip pengujian adalah pasir kondisi SSD, masukkan ke dalam picnometer dan isi dengan air lalu timbang.
3. Air resapan pasir
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur kemampuan menyerap air dari pasir (absorpsi).
  - b. Prinsip pengujian adalah pasir kondisi SSD ditimbang dan oven selama 24 jam, setelah dingin timbang beratnya.

4. Berat volume pasir
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya berat volume/isi pasir, yaitu perbandingan berat pasir dengan volume cetakan.
  - b. Prinsip pengujian, ada 2 macam cara :
    - Tanpa rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya.
    - Dengan rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dalam 3 lapis, setiap lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
5. Kelembaban pasir
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air pasir dengan cara kering.
  - b. Prinsip pengujian adalah pasir ditimbang lalu masukkan ke dalam oven selama 24 jam. Keluarkan pasir dalam oven dan timbang beratnya setelah dingin.
6. Kebersihan pasir terhadap lumpur dengan cara kering dan basah
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar lumpur dalam pasir (ditentukan terhadap berat kering).
  - b. Prinsip pengujian :
    - Cara kering : pasir lalu dicuci bersih sampai air cucian tampak bening, kemudian dioven dan ditimbang beratnya.
    - Cara basah : masukkan pasir ke dalam gelas ukur setinggi 16 cm, isikan air hingga penuh dan tutup lalu dikocok. Diamkan selama 24 jam dan ukur tinggi masing-masing endapan lumpur dan pasir.
7. Kebersihan pasir terhadap bahan organik
  - a. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur kebersihan pasir terhadap pasir terhadap bahan-bahan organik.
  - b. Prinsip pengujian adalah masukkan pasir ke dalam botol dan isikan NaOH, kocok dan diamkan selama 24 jam, lalu perhatikan warnanya.

### 3.4.3 Kerikil

Dalam pengujian agregat kasar ini dilakukan beberapa jenis pengujian antara lain :

1. Analisa saringan
  - a. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keanekaragaman butiran (gradasi)
  - b. Prinsip pengujian adalah memasukkan kerikil ke dalam saringan dengan ukuran paling besar diatas dan getarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit. Setelah itu pasir yang tertahan dalam masing-masing saringan ditimbang beratnya dan akan diketahui prosentase kelolosannya.
2. Berat jenis kerikil
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur berat jenis kerikil dalam kondisi SSD (kering permukaan).
  - b. Prinsip pengujian adalah kerikil kondisi SSD ditimbang, setelah itu ditimbang pula beratnya di dalam air dengan menggunakan keranjang kawat kapasitas 5 kg.
3. Air resapan kerikil
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur kemampuan menyerap air dari kerikil (absorpsi).
  - b. Prinsip pengujian adalah timbang kerikil kondisi SSD dan dioven selama 24 jam, setelah itu timbang kerikil dalam keadaan dingin.
4. Berat volume kerikil
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya berat volume/isi kerikil, yaitu perbandingan berat kerikil dengan volume cetakan.
  - b. Prinsip pengujian, ada 2 macam cara :
    - Tanpa rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dan ratakan dengan sendok perata lalu hitung beratnya.
    - Dengan rojokan : benda uji dimasukkan ke dalam cetakan silinder dalam 3 lapis, setiap lapis dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali

5. Kelembaban kerikil
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air kerikil dengan cara kering.
  - b. Prinsip pengujian adalah kerikil ditimbang lalu masukkan ke dalam oven selama 24 jam, keluarkan kerikil dan timbang beratnya setelah dingin.
6. Kebersihan kerikil terhadap lumpur dengan cara kering
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar lumpur dalam kerikil (ditentukan terhadap berat kering).
  - b. Prinsip pengujian adalah kerikil ditimbang lalu dicuci bersih sampai air cucian tampak bening, kemudian dioven dan diimbang beratnya.
7. Ketahanan agregat
  - a. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan agregat yang mengalami beban kejut, yaitu tingkat kehancuran agregat.
  - b. Prinsip pengujian adalah kerikil lolos saringan  $\frac{1}{2}$ " dan  $\frac{3}{8}$ " dalam keadaan SSD dan isikan dalam tabung penakar setinggi  $\frac{1}{3}$  bagian dan rojok sebanyak 25 kali. Ulangi pengujian untuk lapisan 2 dan 3.

### 3.5 Mix Desain

Mix desain yang digunakan adalah cara DOE (*Departement of Environment*) berdasarkan SK SNI T-15-1990-03. Mix desain tersebut dilakukan guna mencampur material beton secara tepat sehingga menghasilkan beton yang diinginkan. Mutu beton yang digunakan antara lain K-225, K-275 dan K-300.

### 3.6 Perawatan

Perawatan dilakukan dengan cara perendaman benda uji beton sesuai dengan umur beton yang diinginkan (14 dan 28 hari). Perendaman dilakukan guna mencapai beton lebih kuat dan awet.

### 3.7 Tes Tekan

Tes tekan dilakukan untuk mengetahui besar nilai kuat tekan masing-masing benda uji beton pada mesin uji kuat tekan hingga benda uji hancur.

### 3.8 Analisa Penyimpangan Kuat Tekan Beton $\pm 5\%$

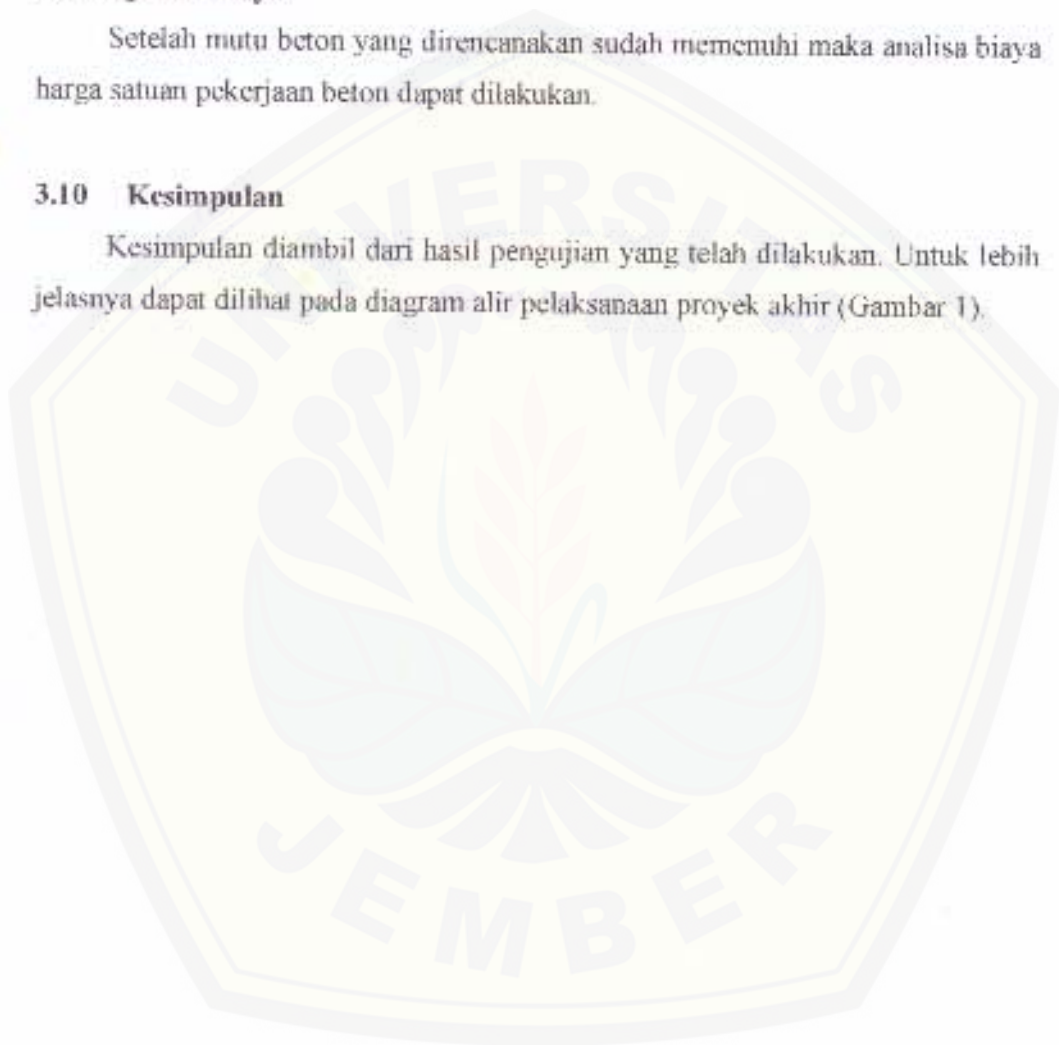
Hasil dari tes tekan dianalisa untuk mengetahui apakah kuat tekan benda uji beton tersebut sudah memenuhi atau tidak menurut mutu beton yang direncanakan (K-225, K-275 dan K-300). Dimana penyimpangannya sebesar  $\pm 5\%$ .

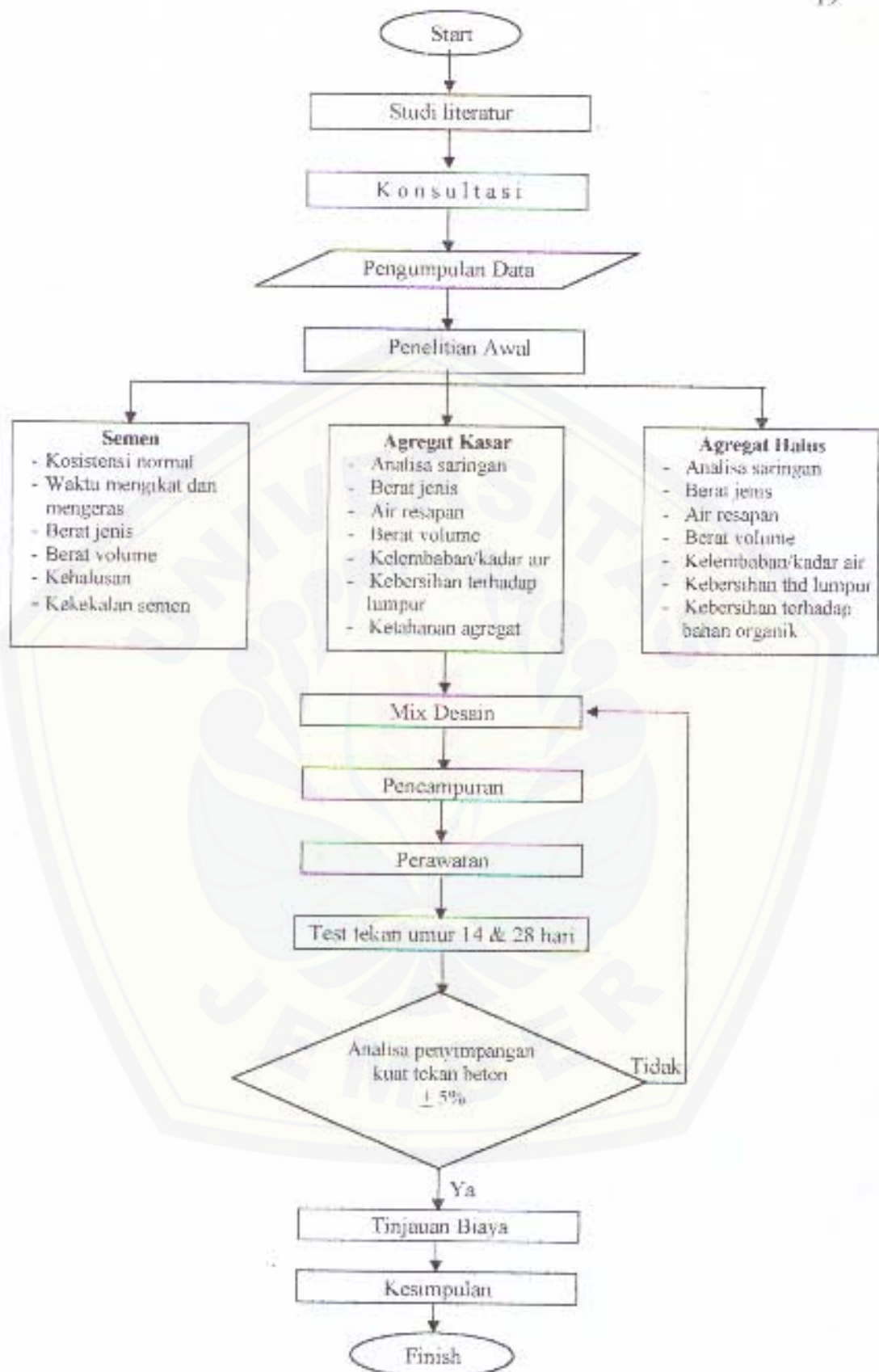
### 3.9 Tinjauan Biaya

Setelah mutu beton yang direncanakan sudah memenuhi maka analisa biaya harga satuan pekerjaan beton dapat dilakukan.

### 3.10 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir pelaksanaan proyek akhir (Gambar 1).





Gambar 1, Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir



## BAB IV PEMBAHASAN

Data-data didapatkan dari hasil pengujian untuk diolah. Pengolahan data-data tersebut dilakukan untuk menganalisa hasil pengujian yang telah dilaksanakan dan membuat kesimpulan yang dapat diambil. Untuk lebih jelasnya data hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 sampai lampiran 6.

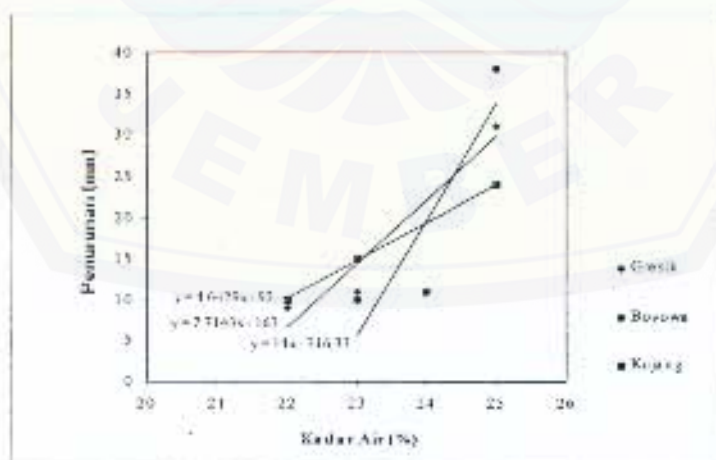
### 4.1 SEMEN

#### (1) Konsistensi Normal Semen

Tabel 2. Analisa Pengujian Konsistensi Normal Semen

Semen	No. Pengujian	Konsistensi (%)	Penurunan (mm)
Gresik (G)	1	25	31
	2	23	11
	3	22	9
Bosowa (B)	1	25	38
	2	24	11
	3	23	10
Kujang (K)	1	25	24
	2	23	15
	3	22	10

Sumber : Hasil Uji Laboratorium



Gambar 2. Grafik Konsistensi Normal Semen Portland.



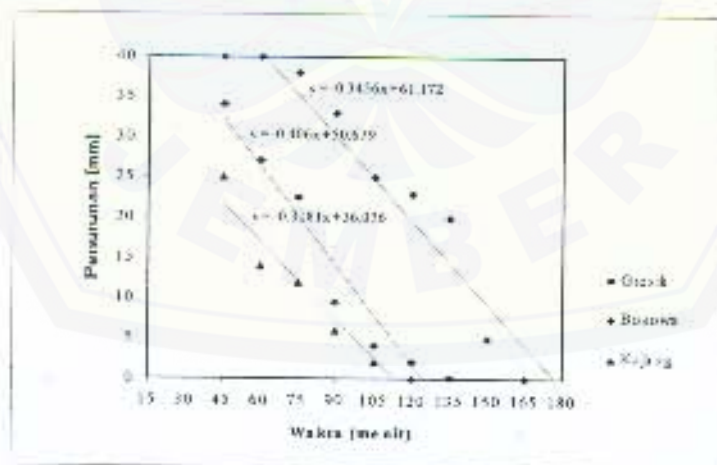
Menurut standar SNI PA-0103-76, bahwa konsistensi normal didapat pada penurunan ( $10 \pm 1$ ) mm, dengan mengabaikan pengaruh suhu udara, air pencampur, dan kelembaban ruangan. Dari hasil pengujian didapatkan penurunan dan konsistensi normal semen berturut-turut 11 mm ; 23 % (G), 11 mm ; 24 % (B) dan 10 mm ; 22 % (K) (lihat tabel 2 dan gambar 2). Ketiga merk semen di atas sudah memenuhi persyaratan yang ada.

## (2) Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

Tabel 3. Analisa Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

Nomor	Waktu penurunan (menit)	Penurunan (mm)		
		Gresik (G)	Bosowa (B)	Kujang (K)
1	45	34	40	25
2	60	27	40	14
3	75	22,5	38	12
4	90	9,5	33	6
5	105	4	25	2
6	120	2	23	0
7	135	0	20	
8	150		5	
9	165		0	

Sumber : Hasil Uji Laboratorium



Gambar 3. Grafik Waktu Mengikat dan Mengeras Semen.

Waktu mengikat awal didapat pada penurunan 25 mm, dimana paling cepat 45 menit dan paling lambat 10 jam. Waktu mengikat akhir adalah waktu dimana pasta sudah mengalami pengerasan yang ditunjukkan dengan nilai penurunan vicat nol (SNI PA-0104-76). Dari hasil pengujian, waktu mengikat semen diperoleh 93,25 menit (G), 134,66 menit (B) dan 64,82 menit (K) (lihat tabel 3 dan gambar 3). Dari hasil pengujian didapatkan waktu waktu mengeras semen sebesar 154,83 menit (G), 207 menit (B) dan 143,41 menit (K) (lihat tabel 3 dan gambar 3). Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa semen tersebut memenuhi standar.

### (3) Berat jenis semen

Tabel 4. Analisa Pengujian Berat Jenis Semen

Semen	Berat jenis			Rata-rata
	I	II	III	
Gresik (G)	3,15	3,16	3,15	3,15
Bosowa (B)	3,13	3,12	3,12	3,12
Kujang (K)	3,00	3,00	3,00	3,00

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Menurut standar SNI PA-0101-76, bahwa nilai berat jenis sampai dua angka dibelakang koma yaitu sekitar 3,15. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat jenis semen sebesar 3,15 (G), 3,12 (B) dan 3,00 (K) (lihat tabel 4). Untuk semen Gresik sudah memenuhi sedangkan semen Bosowa dan Kujang dianggap memenuhi karena mendekati.

### (4) Berat volume semen

Tabel 5. Analisa Pengujian Berat Volume Semen

Semen	Berat volume	
	Taapa Rojokan	Dengan Rojokan
Gresik	1,099	1,342
Bosowa	1,101	1,380
Kujang	1,097	1,345

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat volume rata-rata tanpa rojokan 1,099 (G), 1,101 (B) dan 1,097 (K). Sedangkan rata-rata berat volume dengan rojokan adalah 1,342 (G), 1,380 (B) dan 1,345 (K)  $\text{gr}/\text{cm}^3$  (lihat tabel 5).

#### (5) Kehalusan semen

Tabel 6. Analisa Pengujian Kehalusan Semen

No. Saringan	Kehalusan semen (%)		
	Gresik (G)	Bosowa (B)	Kujang (K)
No. 100	0,07	0,47	0,68
No. 200	4,34	4,5	12,21

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Semen dapat dikatakan memenuhi kehalusan jika 0 % berat tertahan No. 100 dan maksimal 22 % tertahan disaringan No. 200 (SNI PA-0102-76). Sedangkan dari pengujian didapatkan kehalusan semen pada saringan No. 100 sebesar 0,07 % (G); 0,47 % (B) dan 0,68 % (K) (lihat tabel 5) sehingga dianggap memenuhi. Kehalusan semen pada saringan No. 200 sebesar 4,34 % (G); 4,5 % (B) dan 12,21 % (K) (memenuhi).

#### (6) Kekekalan semen

Tabel 7. Analisa Pengujian Kekekalan Semen

Semen	Benda uji			
	1	2	3	4
Gresik (G)	TR	TR	TR	TR
Bosowa (B)	TR	TR	TR	TR
Kujang (K)	TR	TR	TR	TR

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Keterangan : TR = Tidak retak

Kekekalan dilihat secara fisiknya saja, apakah ada keretakan atau tidak. Dari percobaan menunjukkan bahwa seluruh benda uji ketiga semen portland tidak retak artinya ketiga semen portland tersebut dinyatakan kekal.

## 4.2 AGREGAT HALUS (PASIR)

### (1) Analisa Saringan Pasir

Tabel 8. Analisa Pengujian Saringan Pasir

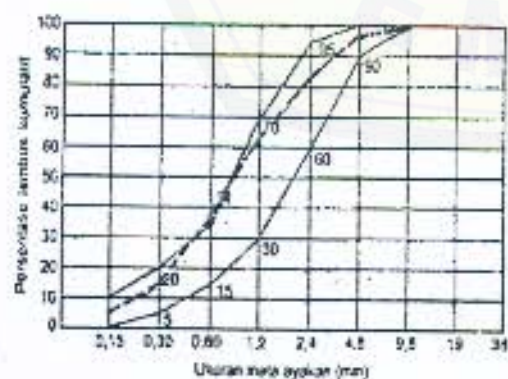
Saringan No	Diameter (mm)	Kumulatif tertinggal (%)
3/8"	9,8	0
4"	4,76	3,6
8"	2,38	17,4
16"	1,19	36,7
30"	0,59	65
50"	0,297	85,7
100"	0,149	95
200"	0,075	99,6
Pan	0,00	100

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan pasir} &= \frac{0 + 3,6 + 17,4 + 36,7 + 65 + 85,7 + 95}{100} \\ &= 3,034 \end{aligned}$$

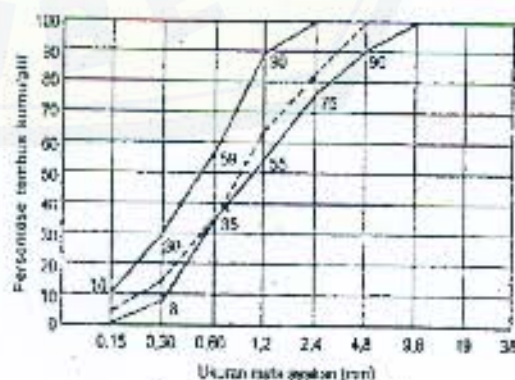
Modulus kehalusan (Fineness modulus) agregat halus diperoleh dengan menjumlahkan prosentase yang tertinggal pada masing-masing ayakan : 3/8" (9,5 mm); No. 4 (4,75 mm); 8" (2,38 mm); 16" (1,19 mm); No. 50 (0,297 mm) dan No. 100 (0,149 mm) dibagi 100 (ASTM C 33-78). Modulus kehalusan agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8 (SII 0052-80), jika nilai modulus kehalusannya makin besar artinya pasir tersebut makin kasar.

Dari hasil pengujian modulus kehalusan pasir adalah 3,034 (memenuhi standar). Daerah gradasi (zone) pasir dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



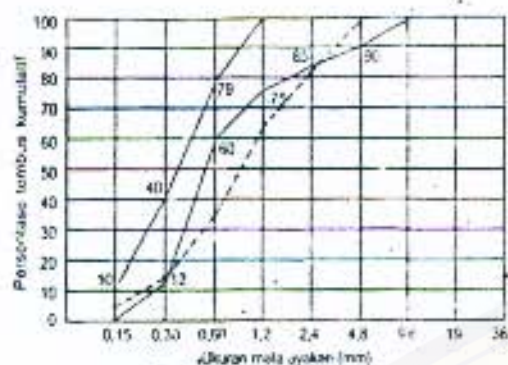
Sumber : BS 882-73

Gambar 4. Zone 1



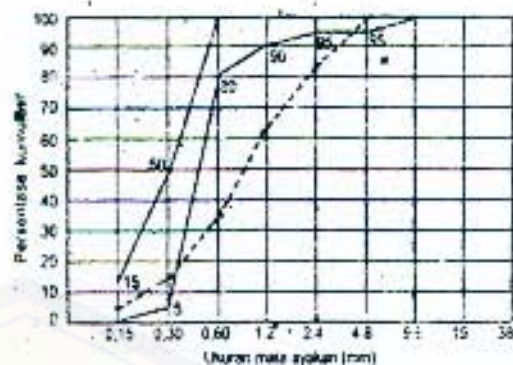
Sumber : BS 882-73

Gambar 5. Zone 2



Sumber : BS 882-73

Gambar 6. Zone 3



Sumber : BS 882-73

Gambar 7. Zone 4

Dari gambar 5, didapatkan bahwa pasir masuk pada zone 2, artinya pasir tergolong agak kasar.

(2) Analisa pengujian agregat halus (pasir) lainnya sebagai berikut :

Tabel 9. Analisa Pengujian Pasir

Jenis pengujian	No. Pengujian			Rata-rata
	I	II	III	
a. Berat jenis	2,537	2,533	2,543	2,538
b. Penyerapan air (%)	8,413	8,272	8,342	8,342
c. Berat volume				
- Tanpa rojokan	1,228	1,246	1,238	1,237
- Dengan rojokan	1,454	1,438	1,431	1,441
d. Kadar air (%)	4,602	5,042	4,822	4,822
e. Kadar lumpur (%)				
- Cara basah	0,03	0,03	0,05	0,037
- Cara kering	0,027	0,016	0,027	0,023
f. Kebersihan bahan organik	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Keterangan :

a. Berat jenis pasir

Berat jenis yang baik sebesar 2,60 (SNI PB-0203-76). Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat jenis pasir sebesar 2,538 (lihat tabel 8) sehingga pasir tersebut sudah memenuhi standar yang ada.

b. Air resapan pasir

Besarnya penyerapan agregat tergantung dari banyaknya pori-pori yang ada dalam butir agregat itu (SNI PB-0203-76). Dari pengujian didapatkan rata-rata air resapan pasir sebesar 8,342 % (lihat tabel 8).

c. Berat volume pasir

Bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan (SNI PB-0204-76). Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat volume tanpa rojokan  $1,237 \text{ gr/cm}^3$  dan rata-rata berat volume dengan rojokan adalah  $1,441 \text{ gr/cm}^3$  (lihat tabel 8).

d. Kadar air pasir

Kadar air (kelembaban) agregat dipengaruhi oleh kondisi agregat, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat (SNI PB-0210-76). Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata kadar air agregat kasar sebesar 4,822 % (lihat tabel 8).

e. Kebersihan pasir terhadap lumpur

Agregat halus yang baik tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % dihitung terhadap berat (SNI PB-0208-76). Dari pengujian (lihat tabel 8) diperoleh kadar lumpur pasir dengan cara basah sebesar 0,037 % dan kadar lumpur pasir dengan cara kering sebesar 0,023 %. Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa pasir tersebut sedikit mengandung kadar lumpur sehingga pasir tidak perlu dicuci.

f. Kebersihan pasir terhadap bahan organik

Pasir tidak boleh mengandung bahan organik, jika diuji dengan NaOH tidak berwarna lebih tua dari warna standar (SNI PB-0207-76). Dari hasil pengujian menandakan bahwa pasir tersebut mempunyai warna yang lebih muda dari warna standar. Hal ini berarti pasir tidak mengandung bahan organik sehingga layak digunakan sebagai bahan campuran beton yang baik.

### 4.3 AGREGAT KASAR (KERIKIL)

#### (1) Analisa Saringan Kerikil

Tabel 10. Analisa Pengujian Saringan Kerikil

Saringan No	Diameter (mm)	Kumulatif tertinggal (%)
3	76,2	0
2	50,8	0
1 ½	38,1	1,17
1	25,4	29,78
¾	19,1	47,89
½	12,5	69,14
3/8	9,5	81,95
4	4,75	100
Pan	0,00	0

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan kerikil} &= \frac{1,17 + 47,89 + 81,95 + 100 + 0 + 400}{100} \\ &= 6,310 \end{aligned}$$

Modulus kehalusan agregat kasar diperoleh dengan menjumlahkan persen kumulatif yang tertinggal pada ayakan  $\phi$  38 mm;  $\phi$  19 mm;  $\phi$  9,5 mm;  $\phi$  4,75 mm;  $\phi$  2,36 mm lalu ditambahkan angka 400, semuanya dibagi 100. Angka 400 diperoleh dari ayakan yang ukurannya merupakan kelipatan setengah dari ayakan  $\phi$  2,36 mm yaitu  $\phi$  1,18 mm,  $\phi$  0,6 mm, 0,3 mm,  $\phi$  0,15 mm yang tidak kita pakai dikalikan 100 % (ASTM C 33-78). Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan modulus kehalusannya antara 6 – 7,1 (SII 0052-80). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, modulus kehalusan agregat kasar sebesar 6,310 (memenuhi standar).

Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber : BS 882

Gambar 8. Gradasi Agregat Kasar Besar Butir Maks 38 Mm

Dari gambar 8 didapatkan bahwa agregat kasar mempunyai gradasi maksimal 38 mm.

(2) Analisa pengujian kerikil yang lain sebagai berikut :

Tabel 11. Analisa Pengujian Kerikil

Jenis Pengujian	No. Pengujian			Rata-rata
	I	II	III	
a. Berat jenis	2,613	2,597	2,606	2,606
b. Penyerapan air (%)	1,833	1,010	0,806	1,217
c. Berat volume				
- Tanpa rojokan	1,395	1,395	1,394	1,395
- Dengan rojokan	1,506	1,506	1,505	1,506
d. Kadar air (%)	3,093	2,669	2,459	2,740
e. Kadar lumpur cara kering (%)	0,806	0,000	0,402	1,506
f. Ketahanan agregat (%)	15,30	15,60	13,30	14,73

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Keterangan :

a. Berat jenis kerikil

Menurut standar SNI PB-0202-76 berat jenis agregat kasar berkisar antara 2,55 - 2,65. Dari hasil pengujian didapatkan berat jenis agregat kasar rata-rata adalah 2,606 (lihat tabel 10), sehingga berat jenis agregat kasar sudah memenuhi standar yang ada.

b. Air resapan kerikil

Besarnya penyerapan agregat tergantung dari banyaknya pori-pori yang ada dalam butir agregat itu (SNI PB-0202-76). Dari pengujian didapatkan air resapan kerikil rata-rata sebesar 1,217 % (lihat tabel 10).

c. Berat volume kerikil

Bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan (SNI PB-0204-76). Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata berat volume tanpa rojokan  $1,395 \text{ gr/cm}^3$  dan rata-rata berat volume dengan rojokan adalah  $1,506 \text{ gr/cm}^3$  (lihat tabel 10).

d. Kadar air kerikil

Kadar air (kelembaban) agregat dipengaruhi oleh kondisi agregat, besar pori, daya hisap, gradasi dan jenis agregat (SNI PB-0210-76). Dari hasil



pengujian didapatkan rata-rata kadar air agregat kasar sebesar 2,740 % (lihat tabel 10).

- e. Kebersihan kerikil terhadap lumpur cara kering  
Menurut SNI PB-0208-76, kerikil yang baik harus mengandung lumpur maksimal 1 % (ditentukan terhadap berat). Dari hasil pengujian (lihat tabel 10) didapatkan kadar lumpur kerikil sebesar 0,043 %. Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa kerikil tersebut baik sebagai campuran dan tidak perlu dicuci sebelum digunakan.
- f. Ketahanan agregat  
Menurut PBI'71 prosentase maksimal lingkak kehancuran adalah 50 % ditentukan terhadap berat. Hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata kehancuran adalah 14,73 % (lihat tabel 10). Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa agregat memenuhi standar.

#### 4.4 Tahapan-tahapan dalam Perencanaan Campuran Adukan Beton (Mix Desain) K-225, K-275 dan K-300.

1. Penetapan kuat beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur tertentu. Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan :
  - a. **K-225**, ( $f_c'$ ) = 225 kg/cm<sup>2</sup> yang diperkirakan pada umur beton 28 hari.
  - b. **K-275**, ( $f_c'$ ) = 275 kg/cm<sup>2</sup> yang diperkirakan pada umur beton 28 hari.
  - c. **K-300**, ( $f_c'$ ) = 300 kg/cm<sup>2</sup> yang diperkirakan pada umur beton 28 hari.
2. Standar deviasi rencana  
Standar yang direncanakan adalah 70 kg/cm<sup>2</sup> dengan faktor pengali (K) = 1,64.
3. Perhitungan nilai tambah (margin)  
Nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standart (S) dengan rumus :  

$$M = K \times S ; \text{ dengan } M = \text{nilai tambah (kg/cm}^2\text{)}$$

$$K = \text{konstanta (ditetapkan 1,64)}$$

$$S = \text{Deviasi standart (kg/cm}^2\text{)}$$
 Maka :  $M = 1,64 \times 70 = 115 \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 11,5 \text{ MPa.}$

4. Penetapan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f_{cr}' = f_c' + M ; \text{ dengan } f_{cr}' = \text{kuat tekan rata-rata (kg/cm}^2\text{)}$$

$$f_c' = \text{kuat tekan yang disyaratkan (kg/cm}^2\text{)}$$

$$M = \text{nilai tambah (kg/cm}^2\text{)}$$

Maka kuat tekan rata-rata yang direncanakan untuk :

- a. **K-225**

$$(f_{cr}') = 225 + 115 = 340 \text{ Kg/cm}^2 = 34 \text{ MPa}$$

- b. **K-275**

$$(f_{cr}') = 275 + 115 = 390 \text{ Kg/cm}^2 = 39 \text{ MPa}$$

- c. **K-300**

$$(f_{cr}') = 300 + 115 = 415 \text{ Kg/cm}^2 = 41,5 \text{ Mpa}$$

5. Penetapan jenis semen portland

Semen yang digunakan semen PPC produk semen Gresik, Bosowa dan Kujang.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang ditetapkan yaitu : agregat kasar jenis batu pecah, agregat halus jenis pasir alami.

7. Penetapan faktor air semen

Penetapan faktor air semen dilakukan berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar dan kuat tekan rata-rata yang direncanakan pada umur 28 hari.

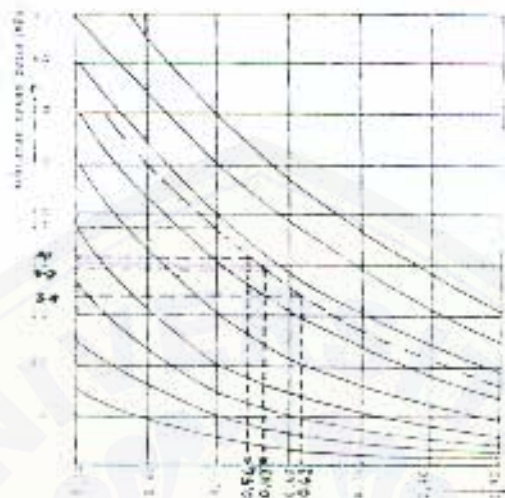
- a. Dengan tabel di bawah ini ditetapkan kuat tekan beton memakai f.a.s = 0,50.

Tabel 12. Perkiraan Kuat Tekan Beton (Mpa) dengan f.a.s 0,50.

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kuat tekan beton (MPa)			
		3	7	28	91
Tipe I	Koral	18	27	40	48
	Split	23	33	47	55
Tipe III	Koral	25	34	6	53
	Split	30	40	53	60

Dari tabel di atas kuat tekan beton pada 47 Mpa untuk nilai f.a.s 0,50

- b. Dengan grafik di bawah ini, diletakkan dengan nilai f.a.s = 0,50 (absis) dan kuat tekan yang diperoleh (ordinat). Dari nilai kuat tekan rencana ( $f_{cr}'$ ) diperoleh nilai f.a.s.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville.

Gambar 9. Grafik Faktor Air Semen

Dari grafik di atas diperoleh f.a.s untuk :

- a. **K-225** = 0,62
  - b. **K-275** = 0,57
  - c. **K-300** = 0,54
8. Penetapan faktor air semen maksimum

Faktor air semen ditetapkan untuk beton di dalam ruang bangunan keadaan keliling non korosif.

Tabel 13. Persyaratan Faktor Air Semen Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.

Jenis pembetonan	f.a.s maks
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.52
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. Mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	0.52
Beton selalu berhubungan dengan air tawar atau payau atau laut.	0.52 – 0.75

Sumber : Diambil dari Tabel 4.3.4 PBI 1971.

Ditetapkan f.a.s maksimum dari tabel 12 adalah  $f.a.s_{\max} = 0,60$ .

9. Penetapan nilai slump

Nilai slump yang digunakan dalam pengujian ditetapkan untuk pembetonan masal.

Tabel 14. Penetapan nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : SK. SNI. T-15-1990-03.

Ditetapkan : Nilai slump = 30 - 60 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Ditetapkan besar butir agregat maksimum = 40 mm.

11. Penetapan jumlah air yang diperlukan permeter kubik beton.

Ditetapkan jumlah air per meter kubik campuran beton untuk agregat jenis split dan besar butir 40 mm dengan nilai slump 30 - 60 mm.

Tabel 15. Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton ( $\text{kg/m}^3$ ).

Besarnya ukuran maks kerikil (mm)	Jenis bahan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 80
10	Koral	150	180	205	225
	Split	180	205	230	250
20	Koral	135	160	180	195
	Split	170	190	210	225
40	Koral	115	140	160	175
	Split	155	175	190	205

Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Diperoleh jumlah air yang dibutuhkan adalah  $170 \text{ Kg/m}^3$ .

12. Berat semen yang dibutuhkan :

a. K-225

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Jumlah air}}{\text{Faktor air semen}} = \frac{170}{0,60} = 283,3 \text{ Kg/m}^3.$$

b. K-275

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Jumlah air}}{\text{Faktor air semen}} = \frac{170}{0,57} = 298,2 \text{ Kg/m}^3.$$

c. **K-300**

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Jumlah air}}{\text{Faktor air semen}} = \frac{170}{0,54} = 315,0 \text{ Kg/m}^3.$$

## 13. Kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan untuk beton di dalam ruang bangunan dengan keadaan keliling non korosif.

Tabel 16. Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.

Jenis pembetonan	Semen minimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif.	275
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung.	325
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung.	275

Sumber : SK. SNI. T-15-1990-03.

Ditetapkan kebutuhan semen<sub>min</sub> = 275 kg.

## 14. Penyesuaian kebutuhan semen

Kebutuhan semen yang diperoleh ternyata lebih banyak dari pada kebutuhan semen minimum maka kebutuhan semen harus pakai yang maksimum (yang lebih besar).

Selanjutnya ditetapkan kebutuhan semen untuk :

- K-225** = 283,3 Kg.
- K-275** = 298,2 Kg.
- K-300** = 315,0 Kg.

## 15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen (f.a.s).

Hal ini dilakukan jika kebutuhan air lebih kecil dari kebutuhan air minimum yang disyaratkan.

Dalam hal ini dapat dilakukan dengan :

## a. Cara 1

Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum (akan menurunkan faktor air semen).

## b. Cara 2

Jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan f.a.s, (akan menaikkan jumlah air yang diperlukan).

## 16. Penentuan daerah gradasi agregat halus.

Diperoleh dari hasil analisa ayakan yang dilakukan di laboratorium. Daerah gradasi dapat dikelompokkan menjadi 4, sesuai dengan tabel di bawah ini.

Tabel 17. Batas Gradasi Pasir

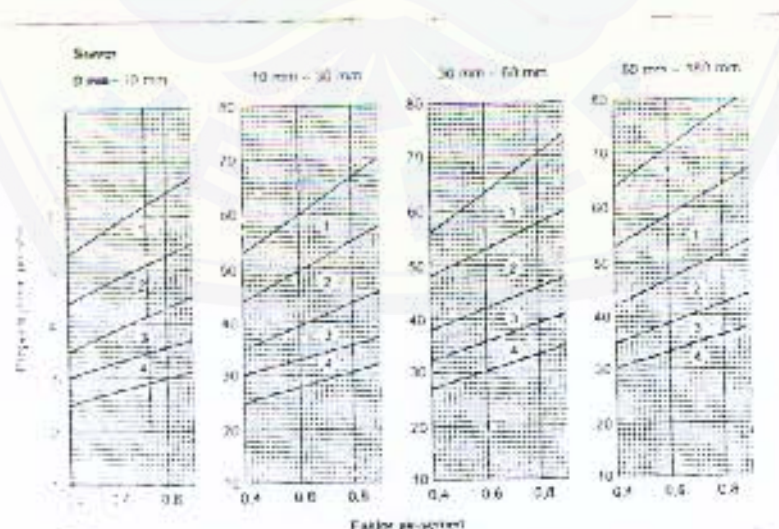
Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90 - 100	95-100
2.4	60-95	75-100	85 - 100	95-100
1.2	30-70	55-90	75 - 100	90-100
0.6	15-34	35-59	60 - 79	15-50
0.3	5-20	8-30	12 - 40	0-15
0.15	0-20	0-10	0-10	0-15

Sumber: British Standart BS 882-73.

Ditetapkan agregat halus termasuk dalam daerah gradasi Zone II.

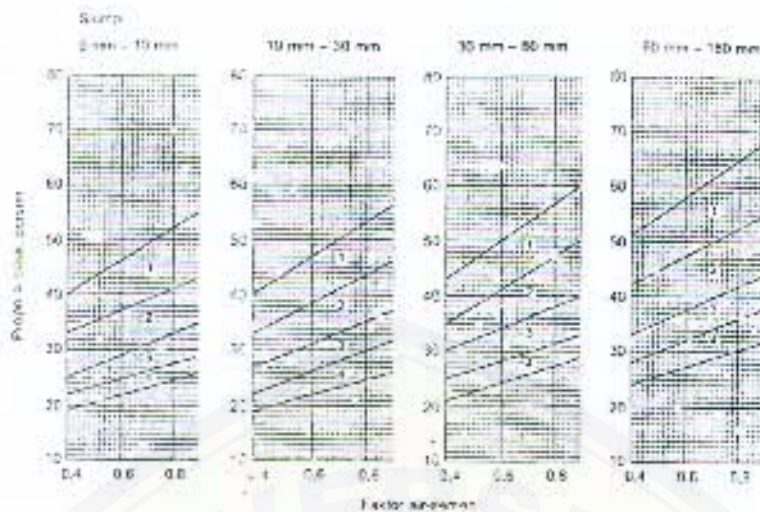
## 17. Prosentase agregat halus.

Prosentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran dapat dilihat pada grafik berikut :



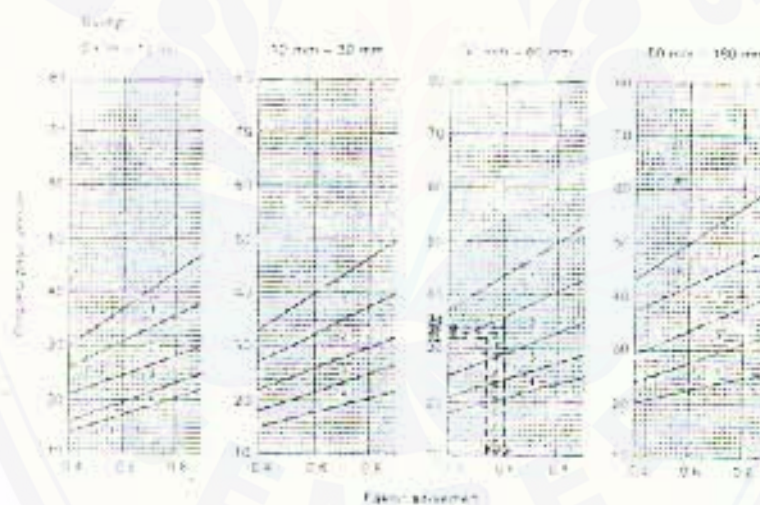
Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Gambar 10. Grafik Prosentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran Untuk Ukuran Butir Maks 10 Mm.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Gambar 11. Grafik Prosentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran Untuk Ukuran Butir Maks 20 Mm.



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville

Gambar 12. Grafik Prosentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran Untuk Ukuran Butir Maks 40 Mm.

Dari gambar 11, diperoleh prosentase berat agregat halus terhadap agregat campuran sebagai berikut :

- Untuk K-225 = 34 %.
- Untuk K-275 = 33 %.
- Untuk K-300 = 32 %.

## 18. Berat jenis relatif agregat campuran.

Berat jenis agregat dapat dihitung dengan rumus :

$$BJ \text{ camp} = \left[ \frac{P}{100} \times BJ.P \right] + \left[ \frac{K}{100} \times BJ.K \right]$$

Dimana :

BJ Camp = berat jenis agregat campuran.

BJ.P = berat jenis agregat halus.

BJ.K = berat jenis agregat kasar.

P = prosentase agregat halus terhadap agregat campuran.

K = prosentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

Sehingga :

## a. K-225

$$BJ \text{ camp} = \left[ \frac{34}{100} \times 2,538 \right] + \left[ \frac{66}{100} \times 2,606 \right] = 2,58 \text{ Kg/m}^3.$$

## b. K-275

$$BJ \text{ camp} = \left[ \frac{33}{100} \times 2,538 \right] + \left[ \frac{67}{100} \times 2,606 \right] = 2,58 \text{ Kg/m}^3.$$

## c. K-300

$$BJ \text{ camp} = \left[ \frac{32}{100} \times 2,538 \right] + \left[ \frac{68}{100} \times 2,606 \right] = 2,58 \text{ Kg/m}^3.$$

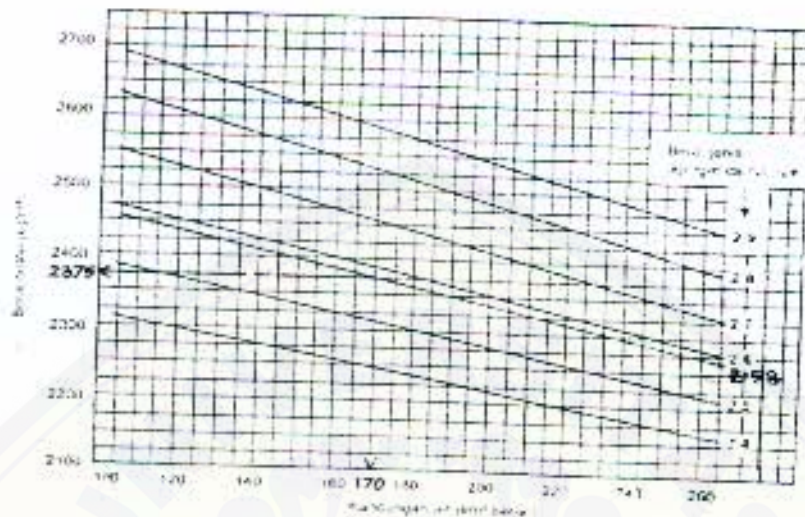
## 19. Penentuan berat jenis beton.

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh :

- Berat jenis agregat campuran = 2.58 kg/m<sup>3</sup>.
- Kebutuhan air = 170 kg/m<sup>3</sup>.



Sehingga berat jenis beton dapat diperkirakan dengan menggunakan grafik dibawah ini :



Sumber : "Properties of Concrete" by AM. Neville.

Gambar 13. Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Beton.

Diperoleh berat jenis beton =  $2375 \text{ kg/m}^3$

20. Kebutuhan agregat campuran

a. K-225

$$\begin{aligned} \text{Agregat campuran} &= \text{berat beton per m}^3 - (\text{kebutuhan air} + \text{semen}) \\ &= 2375 - (170 + 283,3) \\ &= 1921,7 \text{ kg.} \end{aligned}$$

b. K-275

$$\begin{aligned} \text{Agregat campuran} &= \text{berat beton per m}^3 - (\text{kebutuhan air} + \text{semen}) \\ &= 2375 - (170 + 298,2) \\ &= 1906,8 \text{ kg.} \end{aligned}$$

c. K-300

$$\begin{aligned} \text{Agregat campuran} &= \text{berat beton per m}^3 - (\text{kebutuhan air} + \text{semen}) \\ &= 2375 - (170 + 314,8) \\ &= 1890,2 \text{ kg.} \end{aligned}$$

## 21. Kebutuhan agregat halus

## a. K-225

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= \text{agregat campuran} \times \text{prosentase agregat halus terhadap} \\ &\quad \text{agregat campuran.} \\ &= 1921,7 \times 34 \% \\ &= 653,4 \text{ kg.}\end{aligned}$$

## b. K-275

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= \text{agregat campuran} \times \text{prosentase agregat halus terhadap} \\ &\quad \text{agregat campuran.} \\ &= 1906,8 \times 33 \% \\ &= 629,2 \text{ kg.}\end{aligned}$$

## c. K-300

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= \text{agregat campuran} \times \text{prosentase agregat halus terhadap} \\ &\quad \text{agregat campuran.} \\ &= 1890,2 \times 32 \% \\ &= 604,9 \text{ kg.}\end{aligned}$$

## 22. Kebutuhan agregat kasar

## a. K-225

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat kasar} &= \text{agregat campuran} - \text{agregat halus} \\ &= 1921,7 - 653,4 \\ &= 1268,3 \text{ kg.}\end{aligned}$$

## b. K-275

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat kasar} &= \text{agregat campuran} - \text{agregat halus} \\ &= 1906,8 - 629,2 \\ &= 1277,5 \text{ kg.}\end{aligned}$$

## c. K-300

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan agregat kasar} &= \text{agregat campuran} - \text{agregat halus} \\ &= 1890,2 - 604,9 \\ &= 1285,3 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Resume:

• Untuk K-225

1. Untuk  $1 \text{ m}^3$  beton (berat betonnya kg) dibutuhkan:

- a. Air = 170 kg
- b. Agregat halus = 653,4 kg
- c. Agregat kasar = 1268,3 kg
- d. Semen = 283,3 kg

2. Koreksi terhadap kadar air:

- a. Semen = 283,3 kg
- b. Pasir = kadar pasir - {(resapan - kadar air) x kadar pasir}  
 $= 653,4 - \{(8,342\% - 4,822\%) \times 653,4\}$   
 $= 630,4 \text{ kg}$
- c. Kerikil = kadar kerikil + {(kadar air - resapan) x kadar kerikil}  
 $= 1268,3 + \{(2,740\% - 1,217\%) \times 1268,3\}$   
 $= 1287,6 \text{ kg}$
- d. Air =  $170 + \{(8,342\% - 4,822\%) \times 653,4\} - \{(2,740\% - 1,217\%$   
 $\%) \times 1268,3\}$   
 $= 173,7$

3. Banyaknya bahan ditimbang (tiap campuran uji  $0,05 \text{ m}^3$ ):

- a. Semen =  $283,3 \times 0,05 = 14,17 \text{ kg}$
- b. Pasir =  $653,4 \times 0,05 = 31,52 \text{ kg}$
- c. Kerikil =  $1287,6 \times 0,05 = 64,38 \text{ kg}$
- d. Air =  $173,7 \times 0,05 = 8,68 \text{ kg}$

4. Perbandingan campuran dalam berat (kg)

$$\begin{array}{cccc} \text{S} & : & \text{A} & : & \text{P} & : & \text{K} \\ 1 & : & 0,61 & : & 2,22 & : & 4,54 \end{array}$$

5. Perbandingan campuran dalam volume ( $\text{m}^3$ )

$$\begin{array}{cccc} \text{S} & : & \text{A} & : & \text{P} & : & \text{K} \\ 1 & : & 0,61 & : & 1,80 & : & 3,26 \end{array}$$

• Untuk K-275

1. Untuk 1 m<sup>3</sup> beton (berat betonnya kg) dibutuhkan:

- a. Air = 170 kg
- b. Agregat halus = 629,2 kg
- c. Agregat kasar = 1277,5 kg
- d. Semen = 298,2 kg

2. Koreksi terhadap kadar air :

- a. Semen = 298,2 kg
- b. Pasir = kadar pasir - {(resapan - kadar air) x kadar pasir}  
= 629,2 - {(8,342 % - 4,822 %) x 629,2}  
= 607 kg
- c. Kerikil = kadar kerikil + {(kadar air - resapan) x kadar kerikil}  
= 1277,6 + {(2,740 % - 1,217 %) x 1277,6}  
= 1297,1 kg
- d. Air = 170 + {(8,342 % - 4,822 %) x 629,2} - {(2,740 % - 1,217 %)  
x 1277,6}  
= 172,7

3. Banyaknya bahan ditimbang (tiap campuran uji 0,05 m<sup>3</sup>):

- a. Semen = 298,2 x 0,05 = 14,91 kg
- b. Pasir = 607 x 0,05 = 30,35 kg
- c. Kerikil = 1297,1 x 0,05 = 64,85 kg
- d. Air = 172,7 x 0,05 = 8,63 kg

4. Perbandingan campuran dalam berat (kg)

$$S : A : P : K \\ 1 : 0,58 : 2,04 : 4,35$$

5. Perbandingan campuran dalam volume (m<sup>3</sup>)

$$S : A : P : K \\ 1 : 0,58 : 1,65 : 3,11$$

- Untuk K-300

1. Untuk  $1 \text{ m}^3$  beton (berat betonnya kg) dibutuhkan:

- a. Air = 170 kg
- b. Agregat halus = 604,9 kg
- c. Agregat kasar = 1285,3 kg
- d. Semen = 315 kg

2. Koreksi terhadap kadar air :

- a. Semen = 315 kg
- b. Pasir = kadar pasir - {(resapan - kadar air) x kadar pasir}  
=  $604,9 - \{(8,342\% - 4,822\%) \times 604,9\}$   
= 583,6 kg
- c. Kerikil = kadar kerikil + {(kadar air - resapan) x kadar kerikil}  
=  $1285,3 + \{(2,740\% - 1,217\%) \times 1285,3\}$   
= 1304,9 kg
- d. Air =  $170 + \{(8,342\% - 4,822\%) \times 604,9\} - \{(2,740\% - 1,217\%) \times 1285,3\}$   
= 171,7

3. Banyaknya bahan ditimbang (tiap campuran uji  $0,05 \text{ m}^3$ ):

- a. Semen =  $315,0 \times 0,05 = 15,75 \text{ kg}$
- b. Pasir =  $583,57 \times 0,05 = 29,18 \text{ kg}$
- c. Kerikil =  $1304,9 \times 0,05 = 65,25 \text{ kg}$
- d. Air =  $171,7 \times 0,05 = 8,59 \text{ kg}$

4. Perbandingan campuran dalam berat (kg)

$$S : A : P : K \\ 1 : 0,55 : 1,85 : 4,14$$

5. Perbandingan campuran dalam volume ( $\text{m}^3$ )

$$S : A : P : K \\ 1 : 0,55 : 1,50 : 2,97$$

## 4.5 Pengujian Beton

### 4.5.1 Slump Test

Tabel 18. Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-225

Semen	Besar slump (cm)			Rata-rata
	I	II	III	
Gresik	5,5	5	4,5	5
Bosowa	6	5	4,5	5,2
Kujang	5	4,5	4	4,5

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Tabel 19. Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-275

Semen	Besar slump (cm)			Rata-rata
	I	II	III	
Gresik	4,6	4,8	5	4,8
Bosowa	5,5	6	5	5,5
Kujang	4,8	4,2	4,5	4,5

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Tabel 20. Pengujian Slump Untuk Mutu Beton K-300

Semen	Besar slump (cm)			Rata-rata
	I	II	III	
Gresik	4,6	4,8	5	4,8
Bosowa	5	5	5,5	5,0
Kujang	4,4	4,2	4,0	4,2

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

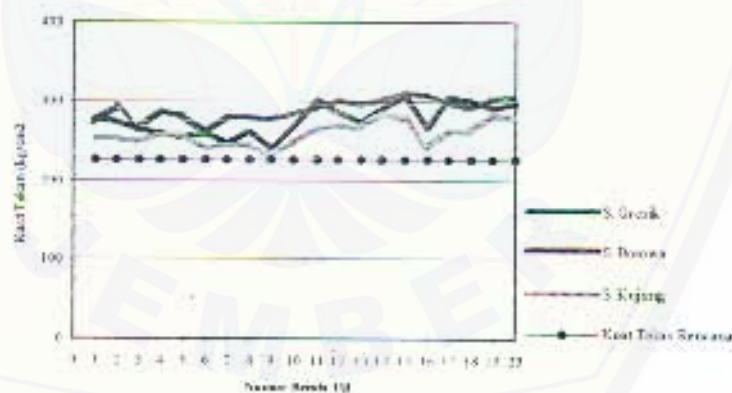
Dari pengujian slump beton di atas menunjukkan bahwa nilai slumpnya memenuhi slump rencana, yaitu sebesar 30 – 60 mm sehingga ukuran kekentalan muda dianggap memenuhi syarat.

## 4.5.2 Kuat tekan

Tabel 21. Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-225

No	Umur beton (hari)	Gresik		Bosowa		Kujang	
		$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	14 hari	273	290	278	276	253	259
2	14 hari	293	290	273	276	253	259
3	14 hari	263	290	263	276	250	259
4	14 hari	288	290	258	276	258	259
5	14 hari	283	290	253	276	258	259
6	14 hari	258	290	258	276	240	259
7	14 hari	280	290	247	276	247	259
8	14 hari	280	290	260	276	245	259
9	14 hari	278	290	240	276	232	259
10	14 hari	285	290	268	276	250	259
11	28 hari	293	290	302	276	267	259
12	28 hari	302	290	284	276	271	259
13	28 hari	298	290	273	276	267	259
14	28 hari	302	290	289	276	284	259
15	28 hari	311	290	307	276	278	259
16	28 hari	309	290	267	276	240	259
17	28 hari	300	290	304	276	264	259
18	28 hari	293	290	300	276	260	259
19	28 hari	304	290	291	276	282	259
20	28 hari	307	290	298	276	280	259

Sumber : Hasil Uji Laboratorium



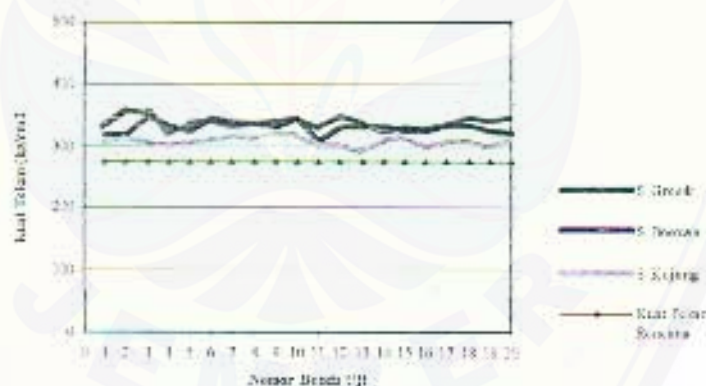
Gambar 14. Grafik Kuat Tekan Beton K-225 Umur 14 dan 28 Hari Untuk Semen Gresik, Bosowa dan Kujang

Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan beton telah memenuhi standar kuat tekan beton yang direncanakan yaitu  $225 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabel 22. Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-275

No	Umur beton (hari)	Gresik		Bosowa		Kujang	
		$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_b'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$f_{cr}'$ ( $\text{kg/cm}^2$ )
1	14 hari	328	339	318	329	308	309
2	14 hari	359	339	318	329	313	309
3	14 hari	354	339	348	329	308	309
4	14 hari	321	339	333	329	303	309
5	14 hari	338	339	323	329	308	309
6	14 hari	343	339	346	329	311	309
7	14 hari	333	339	338	329	316	309
8	14 hari	338	339	336	329	313	309
9	14 hari	341	339	328	329	323	309
10	14 hari	348	339	343	329	321	309
11	28 hari	329	339	309	329	302	309
12	28 hari	351	339	329	329	302	309
13	28 hari	338	339	329	329	293	309
14	28 hari	324	339	333	329	311	309
15	28 hari	333	339	324	329	316	309
16	28 hari	329	339	322	329	300	309
17	28 hari	336	339	331	329	307	309
18	28 hari	347	339	333	329	311	309
19	28 hari	342	339	324	329	298	309
20	28 hari	347	339	320	329	313	309

Sumber : Hasil Uji Laboratorium



Gambar 15. Grafik Kuat Tekan Beton K-275 Umur 14 dan 28 Hari Untuk Semen Gresik, Bosowa dan Kujang

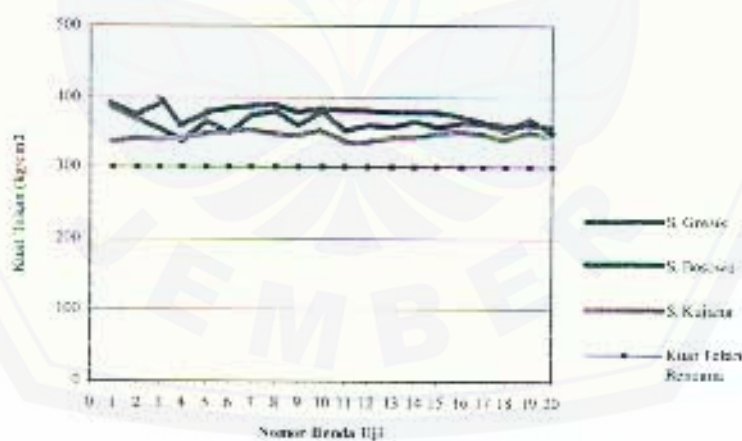
Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan beton telah memenuhi standar kuat tekan beton yang direncanakan yaitu  $275 \text{ kg/cm}^2$ .



Tabel 23. Kuat Tekan Beton Untuk Mutu Beton K-300

No	Umur beton (hari)	Gresik		Bosowa		Kujang	
		$f_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{cr}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{cr}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{cr}'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
1	14 hari	394	377	384	361	338	345
2	14 hari	374	377	369	361	343	345
3	14 hari	394	377	354	361	341	345
4	14 hari	359	377	338	361	343	345
5	14 hari	379	377	364	361	348	345
6	14 hari	384	377	348	361	351	345
7	14 hari	389	377	374	361	354	345
8	14 hari	391	377	379	361	348	345
9	14 hari	379	377	359	361	346	345
10	14 hari	386	377	379	361	354	345
11	28 hari	382	377	351	361	338	345
12	28 hari	382	377	360	361	336	345
13	28 hari	378	377	356	361	342	345
14	28 hari	378	377	364	361	342	345
15	28 hari	380	377	358	361	349	345
16	28 hari	373	377	362	361	351	345
17	28 hari	364	377	362	361	347	345
18	28 hari	360	377	351	361	340	345
19	28 hari	362	377	369	361	351	345
20	28 hari	356	377	347	361	344	345

Sumber : Hasil Uji Laboratorium



Gambar 16. Grafik Kuat Tekan Beton K-300 Umur 14 dan 28 Hari Untuk Semen Gresik, Bosowa dan Kujang

Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan beton telah memenuhi standar kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 300 kg/cm<sup>2</sup>.

## 4.6 Estimasi biaya

Tabel 24. Daftar Harga Satuan Bahan Kabupaten Jember Tahun Anggaran 2003 Wilayah Jember Timur dan Wilayah Jember Tengah :

No.	Jenis bahan	Satuan	Harga satuan bahan (Rp)
1	Semen Gresik isi 40 kg	Zak	23.000
2	Semen Bosowa isi 40 kg	Zak	20.000
3	Semen Kujang isi 40 kg	Zak	21.000
4	Batu pecah/kerikil beton 2-3 cm	M <sup>3</sup>	72.000
5	Pasir pasang/cor (m <sup>3</sup> )	M <sup>3</sup>	36.000

Tabel 25. Daftar Harga Satuan Upah Kabupaten Jember Tahun Anggaran 2003 Wilayah Jember Timur dan Wilayah Jember Tengah :

No	Jenis bahan	Satuan	Harga satuan upah (Rp)
1	Pekerja	Orang/hari	18.000
2	Tukang batu	Orang/hari	24.000
3	Mandor	Orang/hari	30.000

Tabel 26. Harga Satuan Pekerjaan

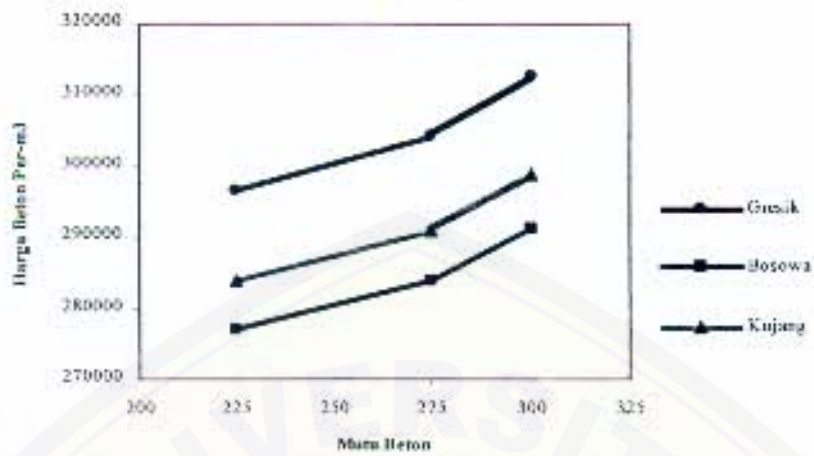
No	Jenis Pekerjaan	Jumlah (Rp)	Total (Rp)
1	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-225 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,80 Ps : 3,26 Krl		
	Bahan		
	6,445 zak PPC Gresik	Rp 23000,00	148.235,00
	0,297 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.692,00
	0,538 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	38.736,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
2	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-225 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,80 Ps : 3,26 Krl		
	Bahan		
	6,437 zak PPC Bosowa	Rp 20000,00	128.740,00
	0,301 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.692,00
	0,546 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	38.736,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah (Rp)	Total (Rp)
3	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-225 tanpa tulangan cp 1 sm : 1,80 Ps : 3,26 Krl		
	Bahan		
	6,455 zak PPC Kujang	Rp 21000,00	135.555,00
	0,297 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.692,00
	0,538 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	38.736,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
			283.983,00
4	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-275 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,65 Ps : 3,11 Krl		
	Bahan		
	6,782 zak PPC Gresik	Rp 23000,00	155.986,00
	0,286 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.296,00
	0,540 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	38.880,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
			304.162,00
5	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-275 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,65 Ps : 3,11 Krl		
	Bahan		
	6,777 zak PPC Bosowa	Rp 20000,00	135.540,00
	0,286 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.296,00
	0,540 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	38.880,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
			283.716,00
6	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-275 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,65 Ps : 3,11 Krl		
	Bahan		
	6,795 zak PPC Kujang	Rp 21000,00	142.695,00
	0,286 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	10.296,00
	0,540 m kerikil beton	Rp 72000,00	38.880,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
			290.871,00

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah (Rp)	Total (Rp)
7	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-300 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,50 Ps : 2,97 Krl		
	Bahan		
	7,165 zak PPC Gresik	Rp 23000,00	164.795,00
	0,274 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	9.864,00
	0,543 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	39.096,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
8	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-300 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,50 Ps : 2,97 Krl		
	Bahan		
	7,160 zak PPC Bosowa	Rp 20000,00	143.200,00
	0,274 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	9.864,00
	0,543 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	39.096,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00
9	1 m <sup>3</sup> Beton struktur K-300 tanpa tulangan cp. 1 sm : 1,50 Ps : 2,97 Krl		
	Bahan		
	7,180 zak PPC Kujang	Rp 21000,00	150.780,00
	0,274 m <sup>3</sup> Pasir cor/pasang	Rp 36000,00	9.864,00
	0,543 m <sup>3</sup> kerikil beton	Rp 72000,00	39.096,00
	Upah		
	3,6 Pekerja	Rp 18000,00	64800,00
	1,2 Tukang batu	Rp 24000,00	28800,00
	0,18 Mandor	Rp 30000,00	5400,00

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 17. Grafik Harga Beton Tiap Produk Semen Per-m<sup>3</sup>


**BAB V PENUTUP**
**5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil mix desain didapatkan proporsi campuran 1 Sm : 1,80 Psr : 3,26 Krl : 0,61 Air (K-225) ; 1 Sm : 1,65 Psr : 3,11 Krl : 0,58 Air (K-275); dan 1 Sm : 1,50 Psr : 2,97 Krl : 0,55 Air (K-300).
2. Waktu mengikat semen diperoleh 93,25 menit (G), 134,66 menit (B) dan 64,82 menit (K). Sedangkan waktu mengeras semen diperoleh 154,83 menit (G), 207 menit (B) dan 207 menit (K), sehingga semen Kujang lebih cepat mengeras dibanding dengan semen Gresik dan Bosowa. Hasil pengujian kuat tekan beton didapatkan kuat tekan karakteristik ( $f_c'$ ) untuk mutu beton K-225 yaitu  $266 \text{ kg/cm}^2$  (G),  $242 \text{ kg/cm}^2$  (B) dan  $234 \text{ kg/cm}^2$  (K). Untuk mutu beton K-275 yaitu  $322 \text{ kg/cm}^2$  (G),  $313 \text{ kg/cm}^2$  (B) dan  $297 \text{ kg/cm}^2$  (K). Sedangkan kuat tekan karakteristik untuk mutu beton K-300 yaitu  $358 \text{ kg/cm}^2$  (G),  $342 \text{ kg/cm}^2$  (B) dan  $336 \text{ kg/cm}^2$  (K). Dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton memenuhi kuat tekan karakteristik rencana (lihat lampiran 5).
3. Nilai biaya dari masing-masing campuran beton adalah sebagai berikut :
  - a. K-225 dengan semen Gresik sebesar Rp. 296.663,00 ; dengan semen Bosowa sebesar Rp. 277.168,00 dan dengan menggunakan semen Kujang sebesar Rp. 283.983,00.
  - b. K-275 dengan semen Gresik sebesar Rp. 304.162,00 ; dengan semen Bosowa sebesar Rp. 283.716,00 dan dengan menggunakan semen Kujang sebesar Rp. 290.871,00.
  - c. K-300 dengan semen Gresik sebesar Rp. 312.755,00 ; dengan semen Bosowa sebesar Rp. 291.160,00 dan dengan menggunakan semen Kujang sebesar Rp. 298.740,00.

Dari hasil perhitungan, nilai biaya campuran beton menggunakan semen Bosowa lebih murah dibanding campuran beton menggunakan semen Gresik atau Kujang.

## 5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih sempurna sebaiknya dilakukan pengujian secara menyeluruh untuk setiap material yang akan digunakan, termasuk masing-masing type semen demikian juga material yang lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, *Peraturan Beton Indonesia*, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2003, *Daftar Harga Satuan Bahan dan Upah Kabupaten Jember Tahun Anggaran 2003 Wilayah Jember Timur dan Wilayah Jember Tengah*, CV. RESMA, Jember.
- Gunawan. T. Ir, Margaret. S. Ir, 1987, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Beton I Jilid I*, Delta Teknik Group, Jakarta.
- Ibrahim H Bachtiar, 2001, *Rencana dan Estimate Real of Corst*, PT. Bumi Angkasa, Jakarta.
- Kristianto. F. A, Suhariyanto. A, 2001, *Proyek Akhir "Pengaruh Batu Kapur Terhadap Kuat Tekan Beton"*, Universitas Jember, Jember.
- Pasaribu, A, Prof. Dr. M. Sc., Ph. D., 1984, *Pengantar Statistika*, Penerbit Ghalia Indonesia, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Ratnaningsih. A, dkk, 1999, *Bahan Bangunan (Buku Ajar Edisi Kesatu)*, Jurusan Teknik Sipil, Jember.
- Samekto. W, Rahmadiyanto. C, 2001, *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sudjana. Prof. Dr, 1996, *Metoda Statistika Edisi 6*, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Tamamy. A. K. K. dan Wuriyani. N. H., 2002, *"Perbedaan Waktu Pengikatan Truss-Kapur dan Semen sebagai Alternatif untuk Bahan Pembentuk Beton"* Proyek Akhir, Universitas Jember, Jember.



000.001 Perustakaan  
UNIVERSITAS JEMBER



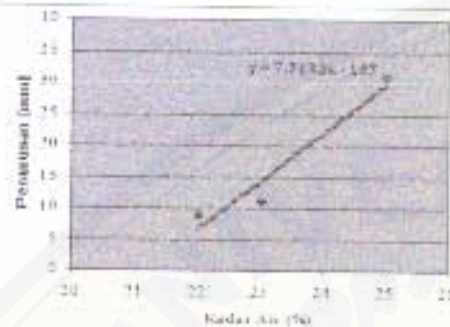


LAMPIRAN I PENGUJIAN SEMEN

Pengujian Konsistensi Normal Semen Gresik (ASTM C 187 - 79)

Tanggal : 19 Juni 2003

No. Percobaan	1	2	3
Berat semen	300	300	300
Berat air	75	69	66
Penurunan (mm)	31	11	9
Konsistensi (%)	25	23	22



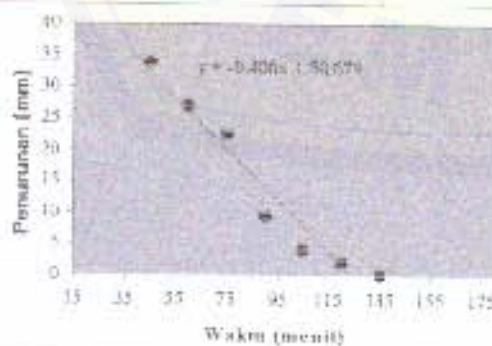
FAKULTAS PERTANAKAN  
UNIVERSITAS JEMBER

Konsistensi normal semen Gresik terjadi pada penurunan 11 mm = 23 %

Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen Gresik (ASTM C 191-71)

Tanggal : 19 Juni 2003

Nomor	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	34
2	60	27
3	75	22.5
4	90	9.5
5	105	4
6	120	2
7	135	0
8	150	0



Waktu mengikat semen Gresik pada penurunan 25 mm = 63.25 menit  
Waktu mengeras semen Gresik pada penurunan 0 mm = 124.83 menit



**Pengujian Berat Jenis Semen Gresik (ASTM C 188-78)**

Tanggal : 16 Juni 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat erwan	W1	50	50	50
Berat semen + minyak + pnenometer	W2	148,32	148,45	148,39
Berat pnenometer + minyak	W3	111,02	111,12	111,09
Berat jenis = $(0,8 \times W1) / (W1 - W2 + W3)$		3,15	3,16	3,15
Berat jenis semen rata-rata		3,15		

**Berat Volume Semen Gresik (ASTM C 29-78)**

Tanggal : 11 Juni 2003

Percobaan no		Tanpa rojokan		Dengan rojokan	
		1	2	1	2
Berat silinder	W1	6900	6900	6900	6900
Berat silinder + semen	W2	10270	10280	11057	11010
Berat semen	(W2-W1)	3370	3380	4157	4110
Volume silinder	V	3070,68	3070,68	3070,68	3070,68
Berat volume	(W2-W1)/V	1,097	1,101	1,338	1,345
Berat volume rata-rata		1,099		1,342	

**Pengujian Kehalusan Semen Gresik**

Tanggal : 16 Juni 2003

Ulangan	No Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Benda Uji (gram)	Berat Benda Uji Terahan (gram)	Kehalusan (%)
1	No. 100	398	398,2	0,2	0,4
2	No. 100	398	398,27	0,27	0,54
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 100 = 0,47					
1	No. 200	388	390	2	4
2	No. 200	388	390,5	2,5	5
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 200 = 4,5					

**Pengujian Kekakuan Semen Gresik**

Tanggal : 11 Juni 2003

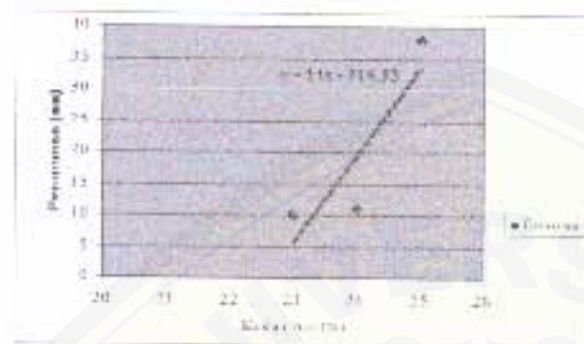
Benda Uji	Retak	Tidak Retak	Kesimpulan
1		x	Tidak retak
2		x	Tidak retak
3		x	Tidak retak
4		x	Tidak retak



### Pengujian Konsistensi Normal Semen Bosowa (ASTM C 187 - 79)

Tanggal : 18 Juni 2003

No. Percobaan	1	2	3
Berat semen	300	300	300
Berat air	75	72	69
Penurunan (mm)	15	11	4
Konsistensi (%)	25	24	23

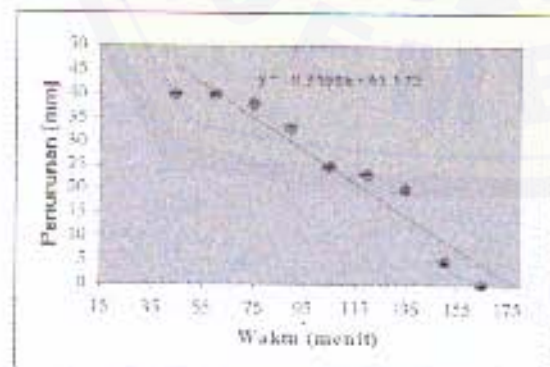


Konsistensi normal semen Bosowa terjadi pada penurunan 11 mm = 23 %

### Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen Bosowa (ASTM C 191-71)

Tanggal : 18 Juni 2003

Nomor	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	40
2	60	40
3	75	38
4	90	33
5	105	25
6	120	23
7	135	20
8	150	5
9	165	0
10	180	0



Waktu mengikat semen Bosowa pada penurunan 25 mm = 104.66 menit.

Waktu mengeras semen Bosowa pada penurunan 0 mm = 177.081 menit.



### Pengujian Berat Jenis Semen Bosowa (ASTM C 188-78)

Tanggal : 14 Juni 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat cawan	W1	50	50	50
Berat semen + minyak - pycnometer	W2	148,22	148,17	148,09
Berat pycnometer + minyak	W3	111,02	110,98	110,92
Berat jenis = $(0,8 \times W1) / (W1 - W2 + W3)$		3,13	3,12	3,12
Berat jenis semen rata-rata		3,12		

### Berat Volume Semen Bosowa (ASTM C 28-78)

Tanggal : 10 Juni 2003

Percobaan no.		Tanpa rojokan		Dengan rojokan	
		1	2	1	2
Berat silinder	W1	6900	6900	6900	6900
Berat silinder - semen	W2	10310	10250	11065	11210
Berat semen	(W2-W1)	3410	3350	4165	4310
Volume silinder	V	3070,68	3070,68	3070,68	3070,68
Berat volume	(W2-W1)/V	1,110	1,091	1,358	1,401
Berat volume rata-rata		1,100		1,380	

### Pengujian Kehalusan Semen Bosowa

Tanggal : 14 Juni 2003

Ulangan	No Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Benda Uji (gram)	Berat Benda Uji Tertahan (gram)	Kehalusan (%)
1	No. 100	398	398,2	0,2	0,4
2	No. 100	398	398,27	0,27	0,54
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 100 = 0,47					
1	No. 200	388	390	2	4
2	No. 200	388	390,5	2,5	5
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 200 = 4,5					

### Pengujian Kekakuan Semen Bosowa

Tanggal : 10 Juni 2003

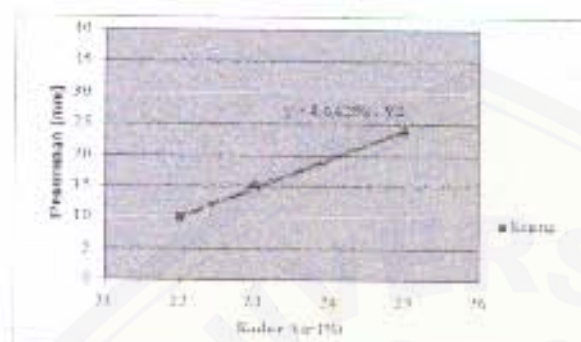
Benda Uji	Retak	Tidak Retak	Kesimpulan
1		x	Tidak Retak
2		x	Tidak Retak
3		x	Tidak Retak
4		x	Tidak Retak



**Pengujian Konsistensi Normal Semen Kujang (ASTM C 187 – 79)**

Tanggal : 17 Juni 2003

Percobaan	1	2	3
Berat semen	300	300	300
Berat air	75	69	66
Penurunan (mm)	38	15	10
Konsistensi (%)	25	23	22

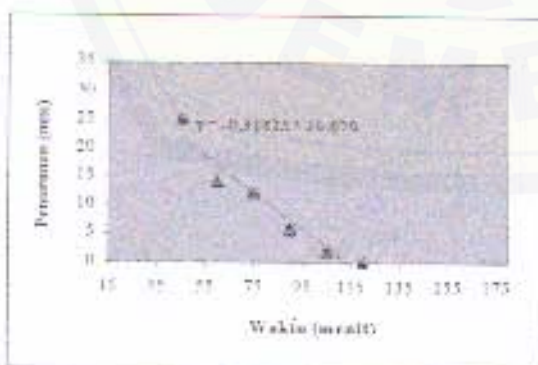


Konsistensi normal semen Kujang terjadi pada penurunan 10 mm = 21 %

**Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen Kujang (ASTM C 191-71)**

Tanggal : 17 Juni 2003

Nomer	Waktu Penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	25
2	60	14
3	75	12
4	90	5
5	105	2
6	120	0
7	135	0
8	150	0
9	165	0
10	180	0



Waktu mengikat semen Kujang pada penurunan 25 mm = 34,82 menit

Waktu mengeras semen Kujang pada penurunan 0 mm = 113,41menit

**Pengujian Berat Jenis Semen Kujang (ASTM C 188-78)**

Tanggal : 13 Juni 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat cawan	W1	50	50	50
Berat semen + minyak + piconometer	W2	147,53	147,6	147,59
Berat piconometer + minyak	W3	110,87	110,95	110,91
Berat jenis = $(0,8 \times W1) / (W2 - W3)$		3,00	3,00	3,00
Berat jenis semen rata-rata		3,00		

**Berat Volume Semen Kujang (ASTM C 28-78)**

Tanggal : 13 Juni 2003

Percobaan no.		Tanpa rojokan		Dengan rojokan	
		1	2	1	2
Berat silinder	W1	6900	6900	6900	6900
Berat silinder + semen	W2	10260	10279	11032	11030
Berat semen	(W2-W1)	3360	3379	4132	4130
Volume silinder	V	3070,68	3070,68	3070,68	3070,68
Berat volume	$(W2-W1)/V$	1,094	1,100	1,346	1,345
Berat volume rata-rata		1,097		1,345	

**Pengujian Kehalusan Semen Kujang**

Tanggal : 13 Juni 2003

Ulangan	No Saringan	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Benda Uji (gram)	Berat Benda Tertahan Uji (gram)	Kehalusan (%)
1	No. 100	398	398,3	0,3	0,6
2	No. 100	398	398,38	0,38	0,76
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 100 = 0,68					
1	No. 200	388	394,25	6,23	12,46
2	No. 200	388	393,98	5,98	11,96
Kehalusan semen rata-rata (F) saringan No. 200 = 12,21					

**Pengujian Keketakan Semen Kujang**

Tanggal : 9 Juni 2003

Benda Uji	Retak	Tidak Retak	Kesimpulan
1		x	Tidak Retak
2		x	Tidak Retak
3		x	Tidak Retak
4		x	Tidak Retak



## LAMPIRAN 2 PENGUJIAN PASIR

### Analisa Saringan Pasir (ASTM C 136-76)

Tanggal : 3 Juli 2003

Saringan		Tinggal Pada Saringan		% Kumulatif	
Nomor	mm	Gram	%	Tinggal	Lolos
4	4.76	36	3.60	3.60	100.00
8	2.38	138	13.80	17.40	82.60
16	1.19	193	19.30	36.70	63.30
30	0.59	283	28.30	65.00	35.00
50	0.297	207	20.70	85.70	14.30
100	0.149	93	9.30	95.00	5.00
200	0.075	46	4.60	99.60	0.40
Pan		4	0.40	100.00	0.00
Jumlah		1000	100		

### Kelembaban Pasir (ASTM C 556-72)

Tanggal : 5 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat pasir asli	W1	250	250	250
Berat pasir oven	W2	239	238	238.5
Kelembaban = $(W1-W2)/W2 \times 100\%$		4.603	5.042	4.822
Kelembaban pasir rata-rata			4.822	

### Berat Jenis Pasir (ASTM C 128-78)

Tanggal : 5 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat picnometer - pasir + air	W1	169.25	169.38	169.32
Berat pasir SSD	W2	50	50	50
Berat picnometer + air	W3	138.96	139.12	138.98
Berat jenis = $W2 / (W2 - W1 + W3)$		2.537	2.533	2.543
Berat jenis pasir rata-rata			2.538	

### Air Resapan Pasir (ASTM C 128)

Tanggal : 5 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat pasir SSD	W1	50	50	50
Berat pasir oven	W2	46.12	46.18	46.15
Kadar air resapan = $(W1-W2)/W2 \times 100\%$		8.413	8.272	8.342
Kadar air resapan rata-rata			8.342	



**Berat Volume Pasir (ASTM C 556-72)**

Tanggal : 3 Juli 2003

Percobaan Nomor	Tanpa Rojokan			Dengan Rojokan		
	1	2	3	1	2	3
Berat silinder W1	7230	7230	7230	7230	7230	7230
Berat silinder + pasir W2	18910	19080	19000	21060	20900	20840
Berat pasir = (W2-W1)	11680	11850	11770	13830	13670	13610
Volume silinder V	9508.85	9508.9	9508.9	9508.85	9508.85	9508.85
Berat volume = (W2 - W1) / V	1.228	1.246	1.238	1.454	1.438	1.431
Berat volume semen rata-rata:	1.237			1.441		

**Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering (ASTM C 117-76)**

Tanggal : 7 Juli 2003

Percobaan Nomor	1	2	3
Berat pasir kering W1	500	500	500
Berat pasir bersih kering W2	487	492	487
Kadar lumpur = (W1-W2) / W2	0.027	0.016	0.027
Kadar lumpur rata-rata	0.023		

**Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah**

Tanggal : 7 Juli 2003

Percobaan Nomor	1	2	3
Tinggi lumpur h	0.2	0.2	0.3
Tinggi pasir H	5.8	5.8	5.7
Kadar lumpur = h/H	0.034	0.034	0.053
Kadar lumpur rata-rata	0.041		

**Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik**

Tanggal : 7 Juli 2003

No. Pengujian	1	2	3	4
Warna larutan pembanding	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
Warna larutan agregat halus	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda	Kuning muda





## LAMPIRAN 3 PENGUJIAN KERIKIL

### Analisa Saringan Kerikil (ASTM C 136-76)

Tanggal : 8 Juli 2003

Saringan		Tinggi Pada Saringan		% Kumulatif	
Nomor	mm	Gram	%	Tinggal	Lolos
3 "	76.2	0	0	0	100
2 "	50.8	0	0	0	100
1 1/2 "	38.1	420	1.17	1.17	98.83
1 "	25.4	10300	28.61	29.78	70.22
3/4 "	19.1	6520	18.11	47.89	52.11
1/2 "	12.5	7650	21.25	69.14	30.86
3/8 "	9.5	4610	12.81	81.94	18.06
4	4.75	6500	18.06	100.00	0
Jumlah		36000	100		

### Kelembaban Kerikil (ASTM C 556-72)

Tanggal : 10 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat kerikil asli	W1	500	500	500
Berat kerikil oven	W2	485	487	488
Kelembaban = $(W1 - W2) / W2 \times 100\%$		3.093	2.669	2.459
Kelembaban kerikil rata-rata		2.740		

### Berat Jenis Kerikil (ASTM C 128-73)

Tanggal : 9 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat kerikil di udara	W1	3000	3000	3000
Berat kerikil di air	W2	1852	1845	1849
Berat jenis = $W1 / (W1 - W2)$		2.613	2.597	2.606
Berat jenis kerikil rata-rata		2.606		

**Air Resapan Kerikil (ASTM C 127-77)**

Tanggal : 9 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat kerikil SSD	W1	500	500	500
Berat kerikil oven	W2	491	495	496
Kadar air resapan = $(W1-W2)/W2 \times 100\%$		1.833	1.010	0.806
Kadar air resapan rata-rata		1.217		

**Berat Volume Kerikil (ASTM C 29-78)**

Tanggal : 10 Juli 2003

Percobaan Nomor		Tanpa Rojokan			Dengan Rojokan		
		1	2	3	1	2	3
Berat silinder	W1	10250	10250	10250	10250	10250	10250
Berat silinder + kerikil	W2	31755	31750	31740	33460	33465	33450
Berat semen = $(W2-W1)$		21505	21500	21490	23210	23215	23200
Volume silinder	V	15414.5	15414.5	15414.5	15414.5	15414.5	15414.5
Berat volume = $(W2 - W1) / V$		1.395	1.395	1.394	1.506	1.506	1.505
Berat volume semen rata-rata		1.395			1.506		

**Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering (ASTM C 117-76)**

Tanggal : 12 Juli 2003

Percobaan Nomor		1	2	3
Berat kerikil kering	W1	500	500	500
Berat kerikil bersih	W2	496	500	498
Kadar lumpur = $(W1-W2)/W1 \times 100\%$		0.800	0.000	0.400
Kadar lumpur rata-rata		0.400		

**Menentukan Ketahanan Agregat (Impact Test)**

Tanggal : 12 Juli 2003

No. Percobaan	1	2	3
Berat tabung penakar (gram)	3000	3000	3000
Berat tabung penakar + agregat (gram)	3641	3637	3607
Berat agregat, A (gram)	641	637	607
Berat saringan No.8 (gram)	468	468	468
Berat saringan + agregat (gram)	1109	1105	1076
Berat agregat yang tertahan saringan, B (gram)	543	537.4	526
Nilai impact agregat = $((A - B) / A) \times 100\%$	15.3	15.6	13.3
Nilai impact agregat rata-rata (%)	14.73		

## LAMPIRAN 4 MIX DESAIN

**Tabel Daftar Isian Rancangan Campuran Beton K 225**

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	22,5 MPa
2	Standar deviasi	Diketahui	7 MPa
3	Nilai tambah (margin)		11,5 MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai	1 + 3	34,0 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Type 1
6	Jenis agregat * Kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Halus	Ditetapkan	Alami
7	Faktor air semen bebas	Ceramik	0,62
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60 (ditambah yang terkecil)
9	Slump	Ditetapkan	30 - 60
10	Ukuran agregat maksimal	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel	170 kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar semen	11 - 8	283,3
13	Kadar semen minimum	Ditetapkan	275
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
15	f <sub>a</sub> yang disarankan	-	-
16	Susunan butir agregat halus	Grafik	Zona 2
17	Persentase bahan lebih halus dari 4,8 mm	Grafik	34,9%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	-	2,58
19	Berat jenis beton	Grafik	2375
20	Kadar agregat gabungan	19 - (2 - 1)	1921,7 kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat halus	17 x 20	653,4 kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat kasar	20 - 21	1268,3 kg/m <sup>3</sup>

**Keterangan :**

Dari langkah-langkah No. 1 - 22, didapatkan dan/atau susunan campuran beton teoritis untuk tiap m<sup>3</sup>, sebagai berikut :

- Semen Portland (Type I) = 283,3 kg
- Air Seluruhnya = 170 kg
- Agregat Halus = 653,4 kg
- Agregat Kasar = 1268,3 kg

Untuk memperhitungkan campuran yang sebenarnya, perlu diperhitungkan faktor kadar air dan air resapan (dari bahan agregat). Dalam mix desain ini, jumlah air dalam pasir dan kerikil sebagai berikut :

- Agregat Halus (Pasir) =  $(8.342 - 4.822) \times (653,4/100) = 23,00$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(2.740 - 1.217) \times (1268,3/100) = 19,32$  kg

Dengan mengurangi/menambahkan hasil perhitungan di atas, maka diperoleh susunan campuran yang seharusnya ditimbang untuk tiap m<sup>3</sup> beton :

- Semen Portland (Type I) = 283,3 - 283,3 kg
- Agregat Halus (Pasir) =  $(653,4 - 23,00) = 630,4$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(1268,3 + 19,32) = 1287,6$  kg
- Air =  $(170 + 23 - 19,32) = 173,7$  kg

Perbandingan campuran dalam berat (kg) :

Semen	Pasir	Kerikil	Air
1	2,22	4,54	0,61

## Daftar Isian Rancangan Campuran Beton K 275

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	27,5 MPa
2	Standart deviasi	Diketahui	7 MPa
3	Nilai tambah (margin)		11,5 MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai	1 + 1	39,0 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Type 1
6	Jenis agregat : Kasar-Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Alami
7	Faktor air semen bebas	Grafik	0,57 (diambil yang terkecil)
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	50 - 60
10	Ukuran agregat maksimal	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel	170 kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar semen	11 - 7	298,2 kg/m <sup>3</sup>
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	278 kg/m <sup>3</sup>
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
15	f.a. : yang disesuaikan	-	-
16	Susunan butir agregat halus	Grafik	Zona 2
17	Persentase bahan lebih halus dari 4,8 mm	Grafik	33 %
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	-	2,58 kg/m <sup>3</sup>
19	Berat jenis beton	Grafik	2375 kg/m <sup>3</sup>
20	Kadar agregat gabungannya	19 - 12 - 11	1906,8 kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat halus	17 & 20	629,2 kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat kasar	20 & 21	1277,5 kg/m <sup>3</sup>

### Keterangan :

Dari langkah-langkah No. 1 - 22, didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m<sup>3</sup> sebagai berikut:

- Semen Portland (Type I) = 298,2 kg.
- Air Seluruhnya = 170 kg.
- Agregat Halus = 629,2 kg.
- Agregat Kasar = 1277,5 kg.

Untuk memperhitungkan campuran yang sebenarnya, perlu diperhitungkan faktor kadar air dari air respun (dari bahan agregat). Dalam mix desain ini, jumlah air dalam pasir dan kerikil sebagai berikut:

- Agregat Halus (Pasir) =  $(8,342 - 1,822) \times (629,2/100) = 22,15$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(2,740 - 1,217) \times (1277,5/100) = 19,46$  kg.

Dengan mengurangi/menambahkan hasil perhitungan di atas, maka diperoleh susunan campuran yang seharusnya ditimbang untuk tiap m<sup>3</sup> beton:

- Semen Portland (Type I) = 298,2 = 298,2 kg
- Agregat Halus (Pasir) =  $(629,2 - 22,15) = 607,1$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(1277,5 - 19,46) = 1257,9$  kg.
- Air =  $(170 + 22,15 + 19,46) = 211,6$  kg.

Perbandingan campuran dalam berat (kg)

Semen	Pasir	Kerikil	Air
1	2,04	4,35	0,58

## Daftar Isian Rancangan Campuran Beton K 300

No	Uraian	Tabel/Grafik	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik	Ditetapkan	30 MPa
2	Standar deviasi	Dikeluarkan	7 MPa
3	Nilai tambah (margin)		11,5 MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai	1 + 1	41,5 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Type I
6	Jenis agregat : Kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Halus	Ditetapkan	Alam
7	Faktor air semen bebas	Grafik	0,54 (diambil yang terkecil)
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	30 - 60
10	Ukuran agregat maksimal	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel	170 kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar semen	11 - 7	314,8 kg/m <sup>3</sup>
13	Kadar semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m <sup>3</sup>
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
15	Pa.s yang disesuaikan	-	-
16	Susunan butir agregat halus	Grafik	Zona 1
17	Persentase bagian lebih halus dari 4,8 mm	Grafik	32 %
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	-	2,58 kg/m <sup>3</sup>
19	Berat jenis beton	Grafik	2375 kg/m <sup>3</sup>
20	Kadar agregat mubangan	19 - 12 - 11	1890,2 kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat halus	17 & 20	604,9 kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat kasar	30 - 21	1285,3 kg/m <sup>3</sup>

### Keterangan :

Dari langkah langkah No. 1 - 22, didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m<sup>3</sup> sebagai berikut :

- Semen Portland (Type I) = 314,8 kg
- Air Seluruhnya = 170 kg
- Agregat Halus = 604,9 kg
- Agregat Kasar = 1285,3 kg

Untuk memperhitungkan campuran yang sebenarnya, perlu diperhitungkan faktor kadar air dan air resapan (dari bahan agregat). Dalam mix design ini, jumlah air dalam pasir dan kerikil sebagai berikut :

- Agregat Halus (Pasir) =  $(8,342 - 4,822) \times (604,9/100) = 21,29$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(2,740 - 1,217) \times (1285,3/100) = 19,58$  kg

Dengan mengurangkan/menambahkan hasil perhitungan di atas, maka diperoleh susunan campuran yang seharusnya ditimbang untuk tiap m<sup>3</sup> beton :

- Semen Portland (Type I) = 315 - 315 kg
- Agregat Halus (Pasir) =  $(604,9 - 21,29) = 583,6$  kg
- Agregat Kasar (Kerikil) =  $(1285,3 + 19,58) = 1304,9$  kg
- Air =  $(170 + 21,29 + 19,58) = 171,7$  kg

Perbandingan campuran dalam berat (kg) :

Semen	Pasir	Kerikil	Air
1	1,85	4,14	0,55

LAMPIRAN 5 PENGUJIAN SLUMP

Nilai Slump K-225

Keterangan	Gresik		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	25	25,5	26,0
Besar slump (cm)	5,5	5,0	4,5
Besar slump rata-rata (cm)	5,0		

Keterangan	Bosowa		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	24	25	25,5
Besar slump (cm)	6,0	5,0	4,5
Besar slump rata-rata (cm)	5,5		

Keterangan	Kujang		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	25,5	26	26,3
Besar slump (cm)	5,0	4,5	4,0
Besar slump rata-rata (cm)	4,5		

## Nilai Slump K-275

Keterangan	Gresik		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	25,9	25,7	25,5
Besar slump (cm)	4,6	4,8	5,0
Besar slump rata-rata (cm)	4,8		

Keterangan	Bosowa		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	24,5	25,5	25,7
Besar slump (cm)	5,5	6,0	5,0
Besar slump rata-rata (cm)	5,5		

Keterangan	Kujang		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	26,3	26,3	26,0
Besar slump (cm)	4,8	4,2	4,5
Besar slump rata-rata (cm)	4,5		

## Nilai Slump K-300

Keterangan	Gresik		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	25,9	25,7	25,5
Besar slump (cm)	4,6	4,8	5,0
Besar slump rata-rata (cm)	4,8		

Keterangan	Bosowa		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	26	25,5	25
Besar slump (cm)	5,0	5,0	5,5
Besar slump rata-rata (cm)	5,0		

Keterangan	Kujang		
	I	II	III
Tinggi cetakan (cm)	30,5	30,5	30,5
Tinggi rata-rata benda uji (cm)	26,1	26,3	26,5
Besar slump (cm)	4,4	4,2	4,0
Besar slump rata-rata (cm)	4,2		



LAMPIRAN 5 PENGUJIAN KUAT TEKAN

❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-225) dengan semen Gresik

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi umur	ob' (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	23/07/03	09/08/03	14	7984	540	0.88	273
2	23/07/03	09/08/03	14	7996	580	0.88	293
3	23/07/03	09/08/03	14	7820	520	0.88	263
4	23/07/03	09/08/03	14	7982	570	0.88	288
5	23/07/03	09/08/03	14	7994	560	0.88	283
6	23/07/03	09/08/03	14	7937	510	0.88	258
7	23/07/03	09/08/03	14	7980	555	0.88	280
8	23/07/03	09/08/03	14	7978	555	0.88	280
9	23/07/03	09/08/03	14	7987	550	0.88	278
10	23/07/03	09/08/03	14	7900	565	0.88	285
11	26/07/03	23/08/03	28	7970	660	1	293
12	26/07/03	23/08/03	28	7917	680	1	302
13	26/07/03	23/08/03	28	7762	670	1	298
14	26/07/03	23/08/03	28	7815	680	1	302
15	26/07/03	23/08/03	28	7985	700	1	311
16	26/07/03	23/08/03	28	7987	695	1	309
17	26/07/03	23/08/03	28	7880	675	1	300
18	26/07/03	23/08/03	28	7836	660	1	293
19	26/07/03	23/08/03	28	7934	685	1	304
20	26/07/03	23/08/03	28	7884	690	1	307

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	ob'	ob' - obm	(ob' - obm) <sup>2</sup>
1	258	-32	1024
2	263	-27	729
3	273	-17	289
4	278	-12	144
5	280	-10	100
6	280	-10	100
7	283	-7	49
8	285	-5	25
9	288	-2	4
10	293	3	9
11	293	3	9
12	293	3	9
13	298	8	64
14	300	10	100
15	302	12	144
16	302	12	144
17	304	14	196
18	307	17	289
19	309	19	361
20	311	21	441
	5800		4230

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum ob'}{n} = \frac{5800}{20} = 290 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (ob' - \sigma_{bm})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{4230}{19}} = 14.921$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
=  $290 - (1.64 \times 14.921) = 266 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-225 dengan semen Gresik

$$X = cb^3 = \text{Interval kelas}$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\max - \min}{1 + k \log n} = \frac{311 - 258}{1 + 3,33 \log 20} = 9,94$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

k = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{cb^3 - \text{max}}{s} \right)^2}}{s \sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

e = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

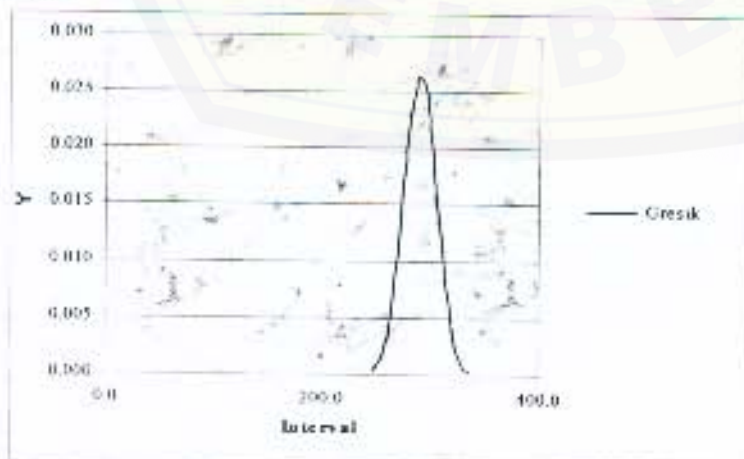
s = standar deviasi = 14,921

cbm = kuat tekan rata-rata = 290

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-225) dengan semen Gresik

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
247.5	-2.85	8.113	-4.057	0.000
255.5	-2.31	5.346	-2.673	0.002
263.5	-1.78	3.154	-1.577	0.006
271.5	-1.24	1.537	-0.769	0.012
279.5	-0.70	0.495	-0.248	0.021
287.5	-0.17	0.028	-0.014	0.026
295.5	0.37	0.136	-0.068	0.025
303.5	0.90	0.819	-0.409	0.018
311.5	1.44	2.076	-1.038	0.009
319.5	1.98	3.909	-1.954	0.004
327.5	2.51	6.316	-3.158	0.001
335.5	3.05	9.299	-4.649	0.000

Kurva



❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-225) dengan semen Bosowa

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi umur	$\sigma_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	24/07/03	07/08/03	14	7992	550	0.88	278
2	24/07/03	07/08/03	14	8075	540	0.88	273
3	24/07/03	07/08/03	14	7900	520	0.88	263
4	24/07/03	07/08/03	14	7940	510	0.88	258
5	24/07/03	07/08/03	14	7930	500	0.88	253
6	24/07/03	07/08/03	14	7842	510	0.88	258
7	24/07/03	07/08/03	14	8025	490	0.88	247
8	24/07/03	07/08/03	14	8010	515	0.88	260
9	24/07/03	07/08/03	14	7800	475	0.88	240
10	24/07/03	07/08/03	14	7920	530	0.88	268
11	27/07/03	24/08/03	28	7802	680	1	302
12	27/07/03	24/08/03	28	7824	640	1	284
13	27/07/03	24/08/03	28	7890	615	1	273
14	27/07/03	24/08/03	28	7782	650	1	289
15	27/07/03	24/08/03	28	7849	690	1	307
16	27/07/03	24/08/03	28	7721	600	1	267
17	27/07/03	24/08/03	28	7875	685	1	304
18	27/07/03	24/08/03	28	8000	675	1	300
19	27/07/03	24/08/03	28	7965	655	1	291
20	27/07/03	24/08/03	28	7930	670	1	298

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	$\sigma_b'$	$\sigma_b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
1	240	-36	1296
2	247	-29	841
3	253	-23	529
4	258	-18	324
5	258	-18	324
6	260	-16	256
7	263	-13	169
8	267	-9	81
9	268	-8	64
10	273	-3	9
11	273	-3	9
12	278	2	4
13	284	8	64
14	289	13	169
15	291	15	225
16	298	22	484
17	300	24	576
18	302	26	676
19	304	28	784
20	307	31	961
	5513		7845

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum \sigma_b'}{n} = \frac{5513}{20} = 276 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7845}{19}} = 20.320$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
=  $276 - (1.64 \times 20.320) = 242 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-225 dengan semen Bosowa

$X = ob' - \text{Interval kelas}$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} = \frac{307 - 240}{1 + 3,33 \log 20} = 12,56$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

K = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x - obm}{s} \right)^2}}{s \sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

E = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

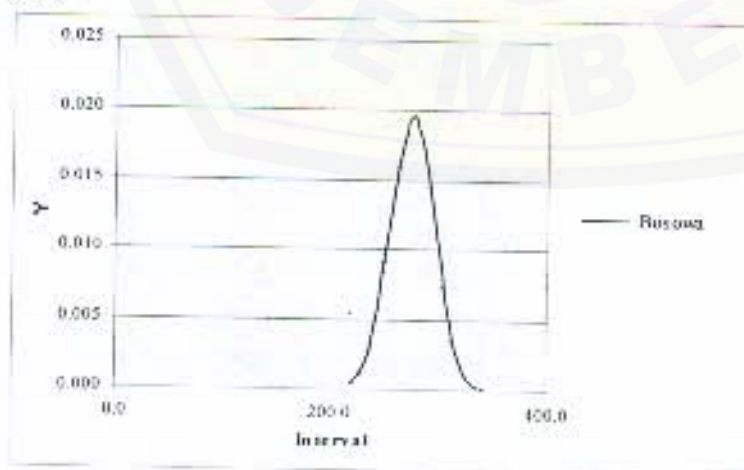
s = standar deviasi = 20,320

obm = kuat tekan rata-rata = 276

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-225) dengan semen Bosowa

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
220	-2.74	7.501	-3.750	0.000
231	-2.20	4.828	-2.414	0.002
242	-1.66	2.742	-1.371	0.005
253	-1.11	1.243	-0.621	0.011
264	-0.57	0.329	-0.164	0.017
275	-0.03	0.001	-0.001	0.020
286	0.51	0.259	-0.130	0.017
297	1.05	1.104	-0.552	0.011
308	1.59	2.535	-1.267	0.006
319	2.13	4.551	-2.276	0.002
330	2.67	7.154	-3.577	0.001
341	3.22	10.343	-5.172	0.000

Kurva



◆ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-225) dengan semen Kujang

W/No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi umur	ob' (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	24/07/03	07/08/03	14	7852	500	0.88	253
2	24/07/03	07/08/03	14	7600	500	0.88	253
3	24/07/03	07/08/03	14	7950	495	0.88	250
4	24/07/03	07/08/03	14	7795	510	0.88	258
5	24/07/03	07/08/03	14	7895	510	0.88	258
6	24/07/03	07/08/03	14	7882	475	0.88	240
7	24/07/03	07/08/03	14	7834	490	0.88	247
8	24/07/03	07/08/03	14	7895	485	0.88	245
9	24/07/03	07/08/03	14	7860	460	0.88	232
10	24/07/03	07/08/03	14	7798	495	0.88	250
11	27/07/03	24/08/03	28	7756	600	1	267
12	27/07/03	24/08/03	28	7851	610	1	271
13	27/07/03	24/08/03	28	7712	600	1	267
14	27/07/03	24/08/03	28	7921	640	1	284
15	27/07/03	24/08/03	28	7892	625	1	278
16	27/07/03	24/08/03	28	7788	540	1	240
17	27/07/03	24/08/03	28	7757	595	1	264
18	27/07/03	24/08/03	28	7823	585	1	260
19	27/07/03	24/08/03	28	7807	635	1	282
20	27/07/03	24/08/03	28	7888	630	1	280

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	ob'	ob' - obm	(ob' - obm) <sup>2</sup>
1	232	-27	729
2	240	-19	361
3	240	-19	361
4	245	-14	196
5	247	-12	144
6	250	-9	81
7	250	-9	81
8	253	-6	36
9	253	-6	36
10	258	-1	1
11	258	-1	1
12	260	1	1
13	264	5	25
14	267	8	64
15	267	8	64
16	271	12	144
17	278	19	361
18	280	21	441
19	282	23	529
20	284	25	625
	5179		4281

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum ob'}{n} = \frac{5179}{20} = 259 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (ob' - obm)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{4281}{19}} = 15.011$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
=  $259 - (1.64 \times 15.011) = 234 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-225 dengan semen Kujang

$X = ob^*$  = Interval kelas

$$\text{Interval kelas} = \frac{\max - \min}{1 + k \log n} = \frac{284 - 232}{1 + 3,33 \log 20} = 9,75$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

K = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-ob^*}{s}\right)^2}}{s\sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

E = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

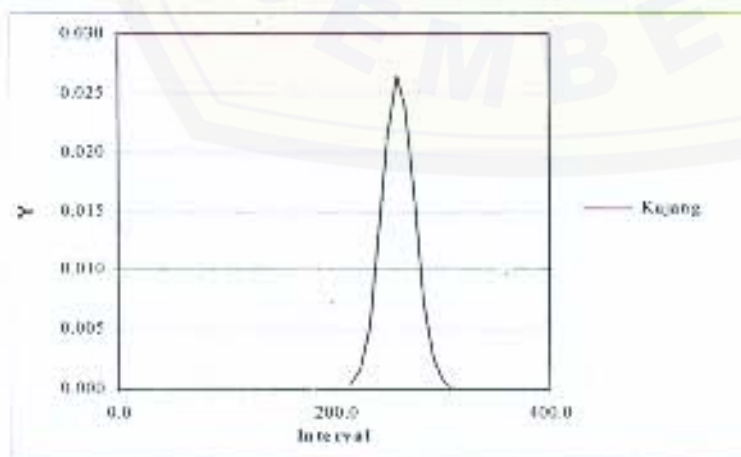
s = standar deviasi = 15,011

obm = kuat tekan rata-rata = 259

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-225) dengan semen Kujang

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
215.0	-2.93	8.573	-4.286	0.000
223.5	-2.36	5.578	-2.789	0.002
232.0	-1.80	3.223	-1.612	0.005
240.5	-1.23	1.511	-0.755	0.012
249.0	-0.66	0.439	-0.220	0.021
257.5	-0.10	0.009	-0.005	0.026
266.0	0.47	0.221	-0.110	0.024
274.5	1.04	1.073	-0.537	0.016
283.0	1.60	2.567	-1.284	0.007
291.5	2.17	4.702	-2.351	0.003
300.0	2.73	7.479	-3.739	0.001
308.5	3.30	10.897	-5.448	0.000

Kurva



❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-275) dengan semen Gresik

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi Umur	fb' (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	04/08/03	18/08/03	14	7898	650	0,88	328
2	04/08/03	18/08/03	14	8015	710	0,88	359
3	04/08/03	18/08/03	14	8010	700	0,88	354
4	04/08/03	18/08/03	14	7935	635	0,88	321
5	04/08/03	18/08/03	14	7927	670	0,88	338
6	04/08/03	18/08/03	14	8000	680	0,88	343
7	04/08/03	18/08/03	14	7992	660	0,88	333
8	04/08/03	18/08/03	14	7992	670	0,88	338
9	04/08/03	18/08/03	14	7880	675	0,88	341
10	04/08/03	18/08/03	14	7920	690	0,88	348
11	05/08/03	02/09/03	28	7885	740	1	329
12	05/08/03	02/09/03	28	7819	790	1	351
13	05/08/03	02/09/03	28	7971	760	1	338
14	05/08/03	02/09/03	28	7831	730	1	324
15	05/08/03	02/09/03	28	7985	750	1	333
16	05/08/03	02/09/03	28	7992	740	1	329
17	05/08/03	02/09/03	28	7917	755	1	336
18	05/08/03	02/09/03	28	7943	780	1	347
19	05/08/03	02/09/03	28	7900	770	1	342
20	05/08/03	02/09/03	28	8012	780	1	347

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	fb'	fb' - fbm	(fb' - fbm) <sup>2</sup>
1	321	-18	322
2	324	-15	224
3	328	-11	120
4	329	-10	99
5	329	-10	99
6	333	-6	35
7	333	-6	35
8	336	-3	9
9	338	-1	1
10	338	-1	1
11	338	-1	1
12	341	2	4
13	342	3	9
14	343	4	16
15	347	8	65
16	347	8	65
17	348	9	82
18	351	12	145
19	354	15	227
20	359	20	402
	6779		1961

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\bar{f}_{bm}$ ) =  $\frac{\sum f_{b'}}{n} = \frac{6779}{20} = 339 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (f_{b'} - \bar{f}_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1961}{19}} = 10,159$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\bar{f}_{bk'}$ ) =  $\bar{f}_{bm} - (1,64 \times s)$   
 $= 339 - (1,64 \times 10,159) = 322 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-275 dengan semen Gresik

$$X = ob^* = \text{Interval kelas}$$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} = \frac{359 - 321}{1 + 3,33 \log 20} = 7,13$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

k = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-obm}{s}\right)^2}}{s\sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

e = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

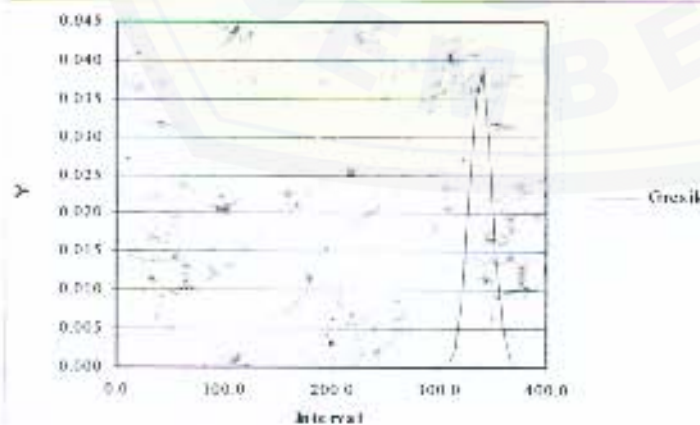
s = standar deviasi = 10,159

obm = kuat tekan rata-rata = 339

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-275) dengan semen Gresik

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z	Y
308.0	-3.05	9.281	-4.641	0.000
314.5	-2.41	5.792	-2.896	0.002
321.0	-1.77	3.122	-1.561	0.008
327.5	-1.13	1.270	-0.635	0.021
334.0	-0.49	0.237	-0.119	0.035
340.5	0.15	0.023	-0.012	0.039
347.0	0.79	0.628	-0.314	0.029
353.5	1.43	2.051	-1.026	0.014
360.0	2.07	4.293	-2.147	0.005
366.5	2.71	7.354	-3.677	0.001
373.0	3.35	11.234	-5.617	0.000

Kurva





❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-275) dengan semen Bosowa

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi Umur	$\sigma_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	06/08/03	20/08/03	14	7914	630	0.88	318
2	06/08/03	20/08/03	14	8072	630	0.88	318
3	06/08/03	20/08/03	14	8065	690	0.88	348
4	06/08/03	20/08/03	14	7986	660	0.88	333
5	06/08/03	20/08/03	14	7965	640	0.88	323
6	06/08/03	20/08/03	14	7990	685	0.88	346
7	06/08/03	20/08/03	14	8042	670	0.88	338
8	06/08/03	20/08/03	14	8039	665	0.88	336
9	06/08/03	20/08/03	14	7864	650	0.88	328
10	06/08/03	20/08/03	14	7888	680	0.88	343
11	07/08/03	04/09/03	28	7727	695	1	309
12	07/08/03	04/09/03	28	7730	740	1	329
13	07/08/03	04/09/03	28	7920	740	1	329
14	07/08/03	04/09/03	28	7826	750	1	333
15	07/08/03	04/09/03	28	7880	730	1	324
16	07/08/03	04/09/03	28	7772	725	1	322
17	07/08/03	04/09/03	28	7800	745	1	331
18	07/08/03	04/09/03	28	7823	750	1	333
19	07/08/03	04/09/03	28	7750	730	1	324
20	07/08/03	04/09/03	28	7889	720	1	320

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	$\sigma_b'$	$\sigma_b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
1	309	-20	400
2	318	-11	121
3	318	-11	121
4	320	-9	81
5	322	-7	49
6	323	-6	36
7	324	-5	25
8	324	-5	25
9	328	-1	1
10	329	0	0
11	329	0	0
12	331	2	4
13	333	4	16
14	333	4	16
15	333	4	16
16	336	7	49
17	338	9	81
18	343	14	196
19	346	17	289
20	348	19	361
	6585		1887

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum \sigma_b'}{n} = \frac{6585}{20} = 329 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1887}{19}} = 9.966$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
 $= 329 - (1.64 \times 9.966) = 313 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-275 dengan semen Bosowa

$X = cb'$  = Interval kelas

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} = \frac{348 - 309}{1 + 3,33 \log 20} = 7,31$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

k = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x - \text{cbm}}{s}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinal lengkung distribusi normal

e = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

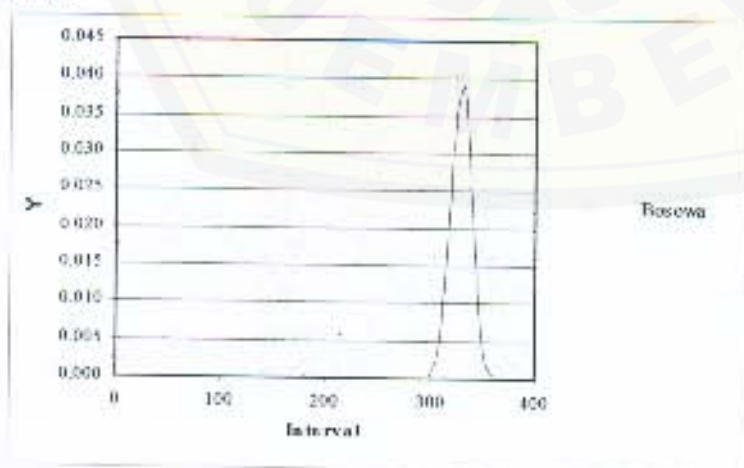
s = standar deviasi = 9,966

cbm = kuat tekan rata-rata = 313

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-275) dengan semen Bosowa

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
299.0	-3.04	9.214	-4.607	0.000
305.5	-2.38	5.679	-2.840	0.002
312.0	-1.73	2.996	-1.498	0.009
318.5	-1.08	1.164	-0.582	0.022
325.0	-0.43	0.182	-0.091	0.037
331.5	0.23	0.051	-0.025	0.039
338.0	0.88	0.771	-0.385	0.027
344.5	1.53	2.342	-1.171	0.012
351.0	2.18	4.763	-2.382	0.004
357.5	2.83	8.036	-4.018	0.001
364.0	3.49	12.159	-6.079	0.000

Kurva



❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-275) dengan semen Kujang

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemin. Dial (KN)	Koreksi Umur	$\sigma_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	11/08/03	25/08/03	14	7860	610	0.88	308
2	11/08/03	25/08/03	14	7714	620	0.88	313
3	11/08/03	25/08/03	14	7824	610	0.88	308
4	11/08/03	25/08/03	14	7833	600	0.88	303
5	11/08/03	25/08/03	14	7610	610	0.88	308
6	11/08/03	25/08/03	14	7838	615	0.88	311
7	11/08/03	25/08/03	14	7872	625	0.88	316
8	11/08/03	25/08/03	14	7798	620	0.88	313
9	11/08/03	25/08/03	14	7710	640	0.88	323
10	11/08/03	25/08/03	14	7810	635	0.88	321
11	12/08/03	09/09/03	28	7880	680	1	302
12	12/08/03	09/09/03	28	7991	680	1	302
13	12/08/03	09/09/03	28	7807	660	1	293
14	12/08/03	09/09/03	28	7773	700	1	311
15	12/08/03	09/09/03	28	7888	710	1	316
16	12/08/03	09/09/03	28	7982	675	1	300
17	12/08/03	09/09/03	28	7895	690	1	307
18	12/08/03	09/09/03	28	7858	700	1	311
19	12/08/03	09/09/03	28	7788	670	1	298
20	12/08/03	09/09/03	28	7930	705	1	313

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	$\sigma_b'$	$\sigma_b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
1	293	-16	256
2	298	-11	121
3	300	-9	81
4	302	-7	49
5	302	-7	49
6	303	-6	36
7	307	-2	4
8	308	-1	1
9	308	-1	1
10	308	-1	1
11	311	2	4
12	311	2	4
13	311	2	4
14	313	4	16
15	313	4	16
16	313	4	16
17	316	7	49
18	316	7	49
19	321	12	144
20	323	14	196
	6177		1097

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum \sigma_b'}{n} = \frac{6177}{20} = 309 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1097}{19}} = 7.598$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
=  $309 - (1.64 \times 7.598) = 297 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-275 dengan semen Kujang

$X - \sigma b^* = \text{Interval kelas}$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\max - \min}{1 + k \log n} = \frac{323 - 293}{1 + 3,33 \log 20} = 5,63$$

Dengan :

X - absis lengkung distribusi normal

k - bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-0,5 \left( \frac{x - \text{rbm}}{s} \right)^2}}{s \sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y - ordinat lengkung distribusi normal

e - bilangan natural = 2,7183

$\pi$  - phi = 3,14

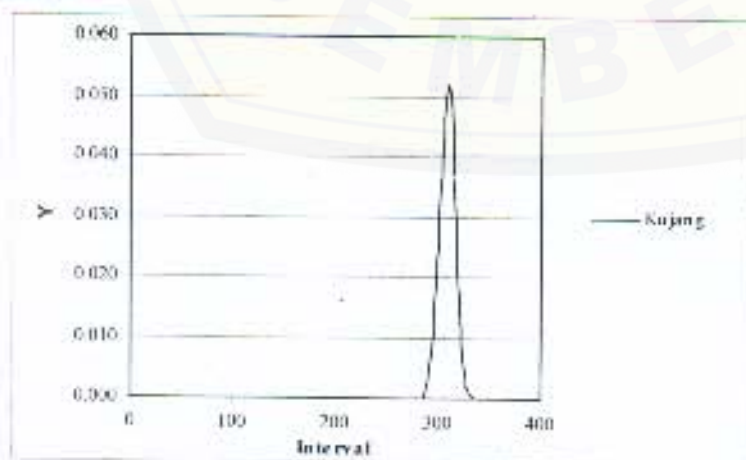
s - standar deviasi = 7,098

rbm - kuat tekan rata-rata = 296

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-275) dengan semen Kujang

Interval	z	z <sup>2</sup>	0,5 z <sup>2</sup>	Y
285,0	-3,14	9,852	-4,926	0,000
289,5	-2,55	6,485	-3,242	0,002
294,0	-1,95	3,819	-1,910	0,008
298,5	-1,36	1,855	-0,928	0,021
303,0	-0,77	0,593	-0,296	0,039
307,5	-0,18	0,032	-0,016	0,052
312,0	0,41	0,172	-0,086	0,048
316,5	1,01	1,014	-0,507	0,032
321,0	1,60	2,557	-1,278	0,015
325,5	2,19	4,801	-2,401	0,005
330,0	2,78	7,748	-3,874	0,001
334,5	3,38	11,395	-5,698	0,000

Kurva



❖ Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-300) dengan semen Gresik

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi Umur	$\sigma_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	13/08/03	27/08/03	14	7760	780	0.88	394
2	13/08/03	27/08/03	14	7780	740	0.88	374
3	13/08/03	27/08/03	14	7910	780	0.88	394
4	13/08/03	27/08/03	14	7600	710	0.88	359
5	13/08/03	27/08/03	14	7803	750	0.88	379
6	13/08/03	27/08/03	14	7665	760	0.88	384
7	13/08/03	27/08/03	14	7560	770	0.88	389
8	13/08/03	27/08/03	14	7665	775	0.88	391
9	13/08/03	27/08/03	14	7846	750	0.88	379
10	13/08/03	27/08/03	14	7640	765	0.88	386
11	14/08/03	11/9/03	28	7860	860	1	382
12	14/08/03	11/9/03	28	7695	860	1	382
13	14/08/03	11/9/03	28	7830	850	1	378
14	14/08/03	11/9/03	28	7841	850	1	378
15	14/08/03	11/9/03	28	7510	855	1	380
16	14/08/03	11/9/03	28	7835	840	1	373
17	14/08/03	11/9/03	28	7665	820	1	364
18	14/08/03	11/9/03	28	7758	810	1	360
19	14/08/03	11/9/03	28	7698	815	1	362
20	14/08/03	11/9/03	28	7734	800	1	356

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	$\sigma_b'$	$\sigma_b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
1	356	-21	441
2	359	-18	324
3	360	-17	289
4	362	-15	225
5	364	-13	169
6	373	-4	16
7	374	-3	9
8	378	1	1
9	378	1	1
10	379	2	4
11	379	2	4
12	380	3	9
13	382	5	25
14	382	5	25
15	384	7	49
16	386	9	81
17	389	12	144
18	391	14	196
19	394	17	289
20	394	17	289
	7544		2590

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum \sigma_b'}{n} = \frac{7544}{20} = 377 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2590}{19}} = 11.675$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
 $= 377 - (1.64 \times 11.675) = 358 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-300 dengan semen Gresik

$X = \sigma b^*$  - Interval kelas

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} = \frac{394 - 356}{1 + 3.33 \log 20} = 7,13$$

Dengan :

X - absis lengkung distribusi normal

k - bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x - \sigma b_m}{s} \right)^2}}{s \sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y - ordinat lengkung distribusi normal

e - bilangan natural = 2,7183

$\pi$  - phi = 3,14

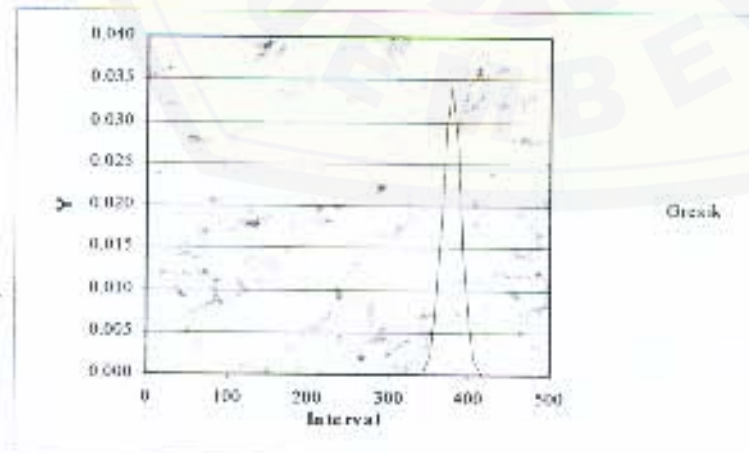
s - standar deviasi = 11,675

$\sigma b_m$  = kuat tekan rata-rata = 377

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-300) dengan semen Gresik

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
343	-2.93	8.580	-4.290	0.000
350	-2.33	5.427	-2.714	0.002
357	-1.73	2.993	-1.497	0.008
364	-1.13	1.278	-0.639	0.018
371	-0.53	0.282	-0.141	0.030
378	0.07	0.005	-0.002	0.034
385	0.67	0.446	-0.223	0.027
392	1.27	1.607	-0.803	0.015
399	1.87	3.486	-1.743	0.006
406	2.47	6.085	-3.042	0.002
413	3.07	9.402	-4.701	0.000

Kurva



❖ **Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-300) dengan semen Bosowa**

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi Umur	rb' (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	18/08/03	01/09/03	14	7635	760	0.88	384
2	18/08/03	01/09/03	14	7853	730	0.88	369
3	18/08/03	01/09/03	14	7667	700	0.88	354
4	18/08/03	01/09/03	14	7670	670	0.88	338
5	18/08/03	01/09/03	14	8000	720	0.88	364
6	18/08/03	01/09/03	14	7803	690	0.88	348
7	18/08/03	01/09/03	14	7800	740	0.88	374
8	18/08/03	01/09/03	14	7910	750	0.88	379
9	18/08/03	01/09/03	14	7790	710	0.88	359
10	18/08/03	01/09/03	14	7780	750	0.88	379
11	19/08/03	16/09/03	28	7769	790	1	351
12	19/08/03	16/09/03	28	7635	810	1	360
13	19/08/03	16/09/03	28	7830	800	1	356
14	19/08/03	16/09/03	28	7841	820	1	364
15	19/08/03	16/09/03	28	7843	805	1	358
16	19/08/03	16/09/03	28	7598	815	1	362
17	19/08/03	16/09/03	28	7903	815	1	362
18	19/08/03	16/09/03	28	7913	790	1	351
19	19/08/03	16/09/03	28	7786	830	1	369
20	19/08/03	16/09/03	28	7864	780	1	347

**Nilai kuat tekan karakteristik**

No.	rb'	rb' - rbm	(rb' - rbm) <sup>2</sup>
1	338	-23	529
2	347	-14	196
3	348	-13	169
4	351	-10	100
5	351	-10	100
6	354	-7	49
7	356	-5	25
8	358	-3	9
9	359	-2	4
10	360	-1	1
11	362	1	1
12	362	1	1
13	364	3	9
14	364	3	9
15	369	8	64
16	369	8	64
17	374	13	169
18	379	18	324
19	379	18	324
20	384	23	529
	7228		2676

Keterangan :

- Kuat tekan rata-rata ( $rbm$ ) =  $\frac{\sum rb'}{n} = \frac{7228}{20} = 361 \text{ kg/cm}^2$
- Standar deviasi ( $s$ ) =  $\sqrt{\frac{\sum (rb' - rbm)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2676}{19}} = 11.868$
- Kuat tekan karakteristik ( $rbk'$ ) =  $rbm - (1.64 \times s)$   
 $= 361 - (1.64 \times 11.868) = 342 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-300 dengan semen Bosowa

$X - cb' = \text{Interval kelas}$

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{max} - \text{min}}{1 + k \log n} = \frac{384 - 338}{1 + 3.33 \log 20} = 8.63$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

k = bilangan tetap = 3,33

$$Y = \frac{e^{-\frac{(x-cb')^2}{s^2}}}{(s \sqrt{2\pi})}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

e = bilangan natural = 2,7183

$\pi$  = phi = 3,14

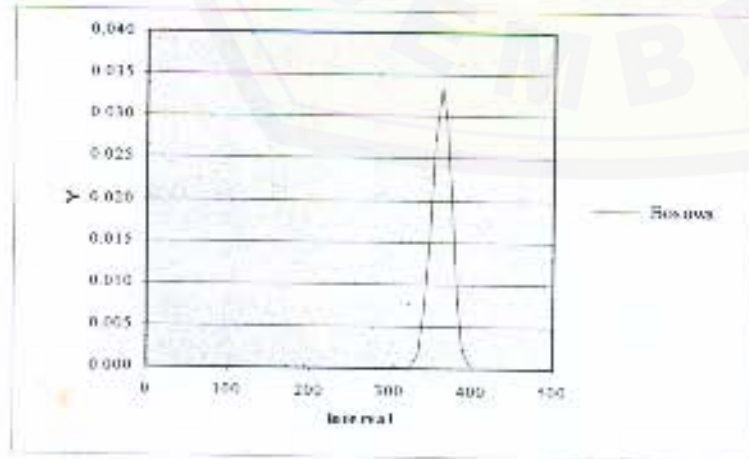
s = standar deviasi = 11.868

cbm = kuat tekan rata-rata = 342

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-300) dengan semen Bosowa

Interval	z	z <sup>2</sup>	0.5 z <sup>2</sup>	Y
325.5	-3.03	9.151	-4.575	0.000
332.5	-2.44	5.930	-2.965	0.002
339.5	-1.85	3.405	-1.703	0.006
346.5	-1.26	1.576	-0.788	0.015
353.5	-0.67	0.443	-0.222	0.027
360.5	-0.08	0.006	-0.003	0.034
367.5	0.51	0.264	-0.132	0.029
374.5	1.10	1.218	-0.609	0.018
381.5	1.69	2.869	-1.434	0.008
388.5	2.28	5.214	-2.607	0.002
395.5	2.87	8.256	-4.128	0.001
402.0	3.42	11.704	-5.852	0.000

Kurva





❖ **Data hasil pengujian kuat tekan beton (K-300) dengan semen KUJANG**

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Pemb. Dial (KN)	Koreksi Umur	$\sigma_b'$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cetak	Test					
1	18/08/03	01/09/03	14	7985	670	0.88	338
2	18/08/03	01/09/03	14	7930	680	0.88	343
3	18/08/03	01/09/03	14	7886	675	0.88	341
4	18/08/03	01/09/03	14	7700	680	0.88	343
5	18/08/03	01/09/03	14	7880	690	0.88	348
6	18/08/03	01/09/03	14	7820	695	0.88	351
7	18/08/03	01/09/03	14	7992	700	0.88	354
8	18/08/03	01/09/03	14	7810	690	0.88	348
9	18/08/03	01/09/03	14	7980	685	0.88	346
10	18/08/03	01/09/03	14	7970	700	0.88	354
11	19/08/03	16/09/03	28	7910	760	1	338
12	19/08/03	16/09/03	28	7762	755	1	336
13	19/08/03	16/09/03	28	7815	770	1	342
14	19/08/03	16/09/03	28	7985	770	1	342
15	19/08/03	16/09/03	28	7762	785	1	349
16	19/08/03	16/09/03	28	7880	790	1	351
17	19/08/03	16/09/03	28	7600	780	1	347
18	19/08/03	16/09/03	28	7845	765	1	340
19	19/08/03	16/09/03	28	7888	790	1	351
20	19/08/03	16/09/03	28	7889	775	1	344

Nilai kuat tekan karakteristik

No.	$\sigma_b'$	$\sigma_b' - \sigma_{bm}$	$(\sigma_b' - \sigma_{bm})^2$
1	336	-9	81
2	338	-7	49
3	338	-7	49
4	340	-5	25
5	341	-4	16
6	342	-3	9
7	342	-3	9
8	343	-2	4
9	343	-2	4
10	344	-1	1
11	346	1	1
12	347	2	4
13	348	3	9
14	348	3	9
15	349	4	16
16	351	6	36
17	351	6	36
18	351	6	36
19	354	9	81
20	354	9	81
	6906		556

Keterangan :

1. Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\frac{\sum \sigma_b'}{n} = \frac{6906}{20} = 345 \text{ kg/cm}^2$
2. Standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{\sum (\sigma_b' - \sigma_{bm})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{556}{19}} = 5.410$
3. Kuat tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}'$ ) =  $\sigma_{bm} - (1.64 \times s)$   
=  $345 - (1.64 \times 5.410) = 336 \text{ kg/cm}^2$

## Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan koordinat lengkung distribusi normal (x,y) beton K-300 dengan semen Kujang

$X = ob' =$  Interval kelas

$$\text{Interval kelas} = \frac{\max - \min}{1 + k \log n} = \frac{354 - 336}{1 + 3,33 \log 20} = 3,38$$

Dengan :

X = absis lengkung distribusi normal

k = bilangan tetap = 3,33

$$Y = e \frac{e^{-\left(\frac{x' - \bar{x}}{s}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}}$$

Dengan :

Y = ordinat lengkung distribusi normal

e = bilangan natural = 2,7183

n = phi = 3,14

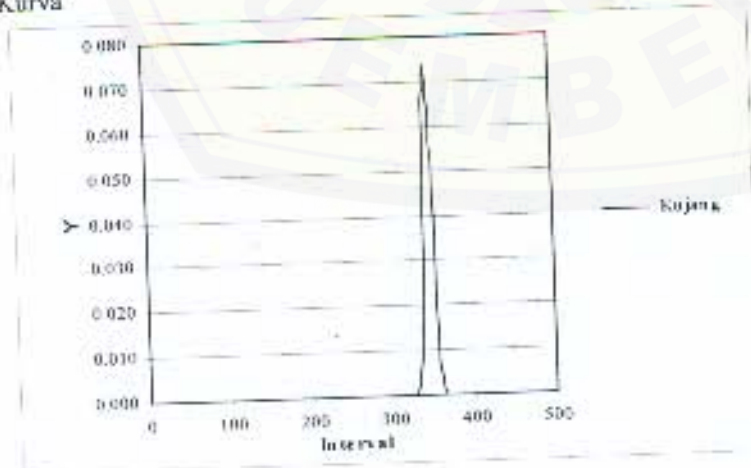
s = standar deviasi = 5,410

σ<sub>bm</sub> = kuat tekan rata-rata = 336

Persamaan lengkung distribusi normal beton (K-300) dengan semen Kujang

Interval	$z$	$z^2$	$0.5 z^2$	Y
328.0	-3.20	10.228	-5.114	0.000
331.5	-2.55	6.508	-3.254	0.003
335.0	-1.90	3.625	-1.813	0.012
338.5	-1.26	1.580	-0.790	0.033
342.0	-0.61	0.372	-0.186	0.061
345.5	0.04	0.001	-0.001	0.074
349.0	0.68	0.468	-0.234	0.058
352.5	1.33	1.772	-0.886	0.030
356.0	1.98	3.912	-1.956	0.010
359.5	2.62	6.891	-3.445	0.002
363.0	3.27	10.706	-5.353	0.000

Kurva



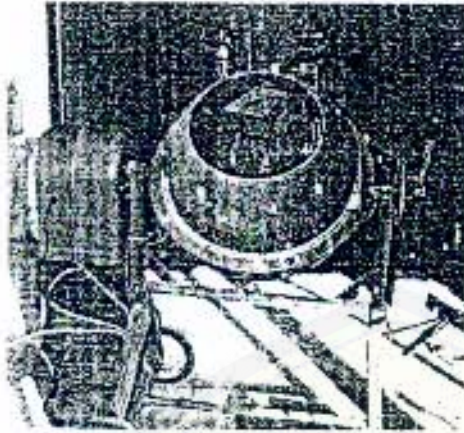
Tabel luas kurva distribusi normal

No	Min	z	$\alpha$	rbk	-z	$\alpha$	rbm	s
1	258	-2.14	1.62 %	266	-1.64	5 %	290	14.921
2	240	-1.75	4.01 %	242	-1.64	5 %	276	20.320
3	232	-1.80	3.59 %	234	-1.64	5 %	259	15.011
4	321	-1.77	3.84 %	322	-1.64	5 %	339	10.159
5	309	-2.03	2.12 %	313	-1.64	5 %	329	9.966
6	293	-2.09	1.83 %	296	-1.64	5 %	309	7.598
7	356	-1.82	3.44 %	358	-1.64	5 %	377	11.675
8	338	-1.97	2.44 %	342	-1.64	5 %	361	11.868
9	336	-1.72	4.27 %	336	-1.64	5 %	345	5.410

Pengujian telah dilaksanakan pada 180 buah benda uji. Dan dari kesembilan jenis benda uji beton telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu kubus yang mengalami kegagalan tidak lebih dari 5 %.



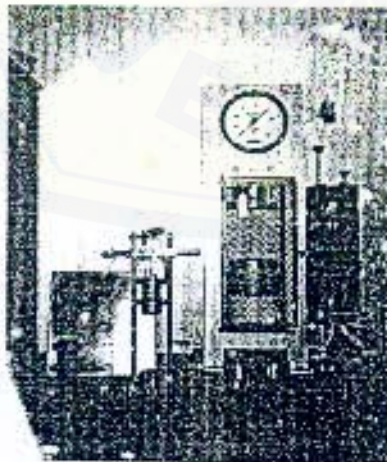
LAMPIRAN 7 GAMBAR PENGUJIAN DI LABORATORIUM



Gambar 1 : Alat Pengaduk Campuran Beton (Molen)



Gambar 2 : Pengujian Slump Beton



Gambar 3 : Mesin Uji Kuat Tekan Beton & Compression Impact