

**TUGAS AKHIR**  
**Uji Laboratorium**  
**Tinjauan Pemakaian *Superplasticizer* pada Beton**  
**Mutu Tinggi terhadap Kuat Desak dan Kadar**  
**Optimum**



Oleh :

Nama : Fitria Hariny  
No. Mhs. : 97 511 262  
Nama : Asna Luthfah  
No. Mhs. : 98 511 110

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

2003

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum wr.wb*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan semoga salawat beserta salam selalu terlimpah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, Nabi akhir jaman, penutup risalah yang sempurna.

Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Penyusun menyadari bahwa baik isi maupun susunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan yang ada pada penulis, namun demikian penulis telah berusaha dengan segala kemampuan yang ada. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran demi perbaikan dalam Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku dosen pembimbing.
4. Bapak Zaenal Arifin, ST, MT, selaku dosen pembimbing.

5. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, PhD, selaku dosen penguji.
6. Pimpinan serta staf Laboratorium BKT Universitas Islam Indonesia yang telah bersedia memberi ijin dan membantu kepada penulis untuk pengambilan data.
7. Bapak dan ibu serta keluarga yang telah memberikan dorongan moril dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharap kiranya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jogjakarta, Oktober 2003

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iii
<b>DAFTAR ISI</b>	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xii
<b>ABSTRAKSI</b>	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Beton Mutu Tinggi	5
2.2 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan	7
2.2.1 Arif dan Anton (2000)	7
2.2.2 Sapartono (1991)	7

2.2.3 Richard G., dkk (1996)	8
2.3 Penelitian yang akan Dilakukan	8
<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>
3.1 Umum	9
3.2 Material Penyusun Beton	
3.2.1 Semen	10
3.2.2 Agregat	12
3.2.3 Air	14
3.2.4 Bahan Tambah	15
3.2.4.1 <i>Superplasticizer</i>	16
3.2.4.2 Keistimewaan <i>Superplasticizer</i>	18
3.3 Faktor Air Semen	21
3.4 Slump	21
3.5 Workabilitas	22
3.6 Peningkatan Umur Beton	22
3.7 Perencanaan Campuran Beton	23
3.8 Perawatan	29
3.9 Kekuatan desak	29
<b>BAB IV</b>	<b>PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN</b>
4.1 Pelaksanaan penelitian	34
4.1.1 Pemeriksaan Bahan	34
4.1.2 Perancangan Campuran Beton	37

4.1.2.1	Perencanaan Campuran 1 m <sup>3</sup>	38
4.1.2.2	Proporsi campuran tiap Variasi	44
4.1.3	Komposisi Benda Uji	47
4.1.4	Pembuatan Adukan Beton	48
4.1.5	Pengujian Slump	49
4.1.6	Pencetakan Beton	50
4.1.7	Rawatan Beton	51
4.1.8	Pengujian Kuat desak Beton	52
4.2	Hasil Penelitian	53
4.2.1	Hasil Pengujian Bahan	53
4.2.2	Hasil Pengujian Slump	57
4.2.3	Hasil Pengujian Kuat Desak	58
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN</b>	
5.1	Evaluasi Pekerjaan Beton	66
5.2	Kuat Desak Kubus Beton	69
5.3	Pengaruh Umur terhadap Laju Kenaikan Kuat desak rata-rata	78
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1	Kesimpulan	89
6.2	Saran	89
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

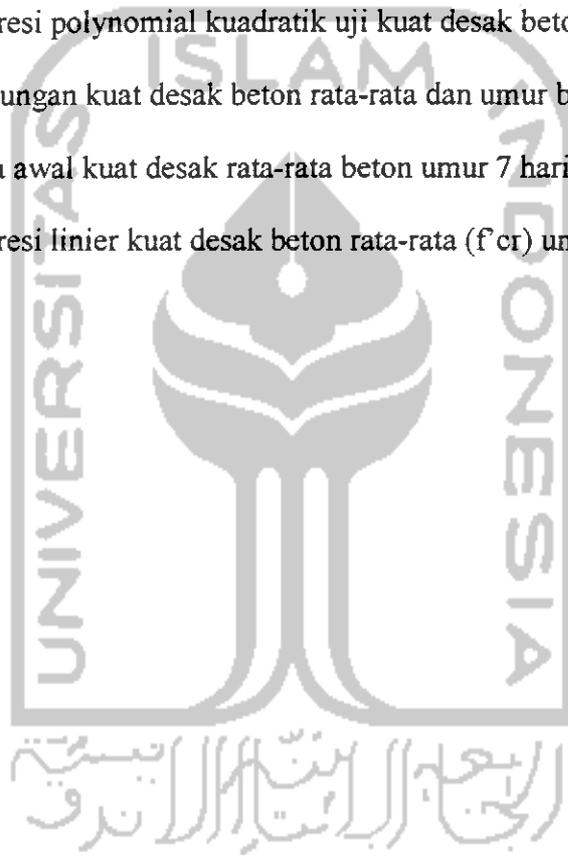
- Gambar 3.1 Mekanisme dispersi *superplasticizer*
- Gambar 4.1 Grafik hasil gradasi
- Gambar 5.1 Grafik nilai rata-rata dari dua hasil uji
- Gambar 5.2 Grafik nilai rata-rata dari empat hasil uji
- Gambar 5.3 Grafik hasil regresi polynomial kuadrat hubungan kuat desak dan dosis *superplasticizer*
- Gambar 5.4 Grafik hasil regresi polynomial kuadrat dengan perpendekan interval
- Gambar 5.5 Grafik laju peningkatan kuat desak beton (%) terhadap pengaruh umur yang dinormalisasikan terhadap kuat desak beton umur 28 hari
- Gambar 5.6 Grafik laju peningkatan kuat desak beton pada semua variasi penambahan *superplasticizer*
- Gambar 5.7 Grafik hasil regresi linier hubungan kuat desak rata-rata umur 7 hari dengan dosis *superplasticizer*

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Susunan unsur-unsur semen
Tabel 4.1	Perencanaan campuran untuk 1 m <sup>3</sup>
Tabel 4.2	Kebutuhan <i>superplasticizer</i> dan kebutuhan air untuk 10 sempel pengujian
Tabel 4.3	Komposisi benda uji
Tabel 4.4	Pengujian modulus halus butir pasir
Tabel 4.5	Pemeriksaan berat jenis agregat halus
Tabel 4.6	Pengujian kadar air dan serapan air agregat halus
Tabel 4.7	Pemeriksaan berat jenis agregat kasar
Tabel 4.8	Pengujian berat volume
Tabel 4.9	Pengujian kadar air dan serapan air agregat kasar
Tabel 4.10	Hasil pengujian slump
Tabel 4.11	Hasil uji kuat desak beton normal umur 7 hari
Tabel 4.12	Hasil uji kuat desak beton normal umur 28 hari
Tabel 4.13	Hasil uji kuat desak beton dengan 0,4 % <i>superplasticizer</i> umur 7 hari
Tabel 4.14	Hasil uji kuat desak beton dengan 0,4 % <i>superplasticizer</i> umur 28 hari
Tabel 4.15	Hasil uji kuat desak beton dengan 0,6 % <i>superplasticizer</i> umur 7 hari

- Tabel 4.16 Hasil uji kuat desak beton dengan 0,6 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 4.17 Hasil uji kuat desak beton dengan 0,8 % *superplasticizer* umur 7 hari
- Tabel 4.18 Hasil uji kuat desak beton dengan 0,8 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 4.19 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,0 % *superplasticizer* umur 7 hari
- Tabel 4.20 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,0 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 4.21 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,2 % *superplasticizer* umur 7 hari
- Tabel 4.22 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,2 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 4.23 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,4 % *superplasticizer* umur 7 hari
- Tabel 4.24 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,4 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 4.25 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,6 % *superplasticizer* umur 7 hari
- Tabel 4.26 Hasil uji kuat desak beton dengan 1,6 % *superplasticizer* umur 28 hari
- Tabel 5.1 Nilai rata-rata beton campuran dasar

- Tabel 5.2 Rekapitulasi nilai rata-rata benda uji
- Tabel 5.3 Perhitungan kuat desak rata-rata beton campuran dasar
- Tabel 5.4 Hasil uji kuat desak aktual umur 28 hari
- Tabel 5.5 Data awal perhitungan numerik
- Tabel 5.6 Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton terhadap prosentase penambahan *superplasticizer*
- Tabel 5.7 Regresi polynomial kuadratik uji kuat desak beton
- Tabel 5.8 Hubungan kuat desak beton rata-rata dan umur beton
- Tabel 5.9 Data awal kuat desak rata-rata beton umur 7 hari
- Tabel 5.10 Regresi linier kuat desak beton rata-rata ( $f'_{cr}$ ) umur 7 hari



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Perencanaan campuran beton
- Lampiran B Data Pengujian Laboratorium
- Lampiran C Nilai Rata-rata Benda Uji Beton
- Lampiran D Kuat Desak Aktual Beton



## ABSTRAKSI

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat desak lebih dari 41 MPa. Untuk meningkatkan mutu dan kinerja beton dilakukan beberapa cara antara lain dengan meningkatkan mutu material pembentuk beton dan penggunaan bahan tambah (*admixtures*), salah satunya dengan penggunaan *superplasticizer* yang berfungsi untuk mengurangi pemakaian air dan mempertinggi kelecakan dalam campuran adukan beton. Penggunaan *superplasticizer* berpengaruh terhadap kuat desak beton, yaitu dapat meningkatkan kuat desaknya. Namun pemakaian yang berlebihan akan menyebabkan kuat desak menjadi turun. Sehingga muncul permasalahan, berapa besar pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton dan berapa dosis optimum yang dapat digunakan dalam perencanaan beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kuat desak beton dan mengetahui dosis optimumnya. Sehingga didapatkan komposisi bahan tambah *superplasticizer* yang tepat sesuai kondisi lapangan.

Perencanaan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode DOE (*Development of Environment*). Adukan beton dibuat dengan dosis *superplasticizer* yang telah ditentukan sesuai dengan perencanaan, pada penelitian ini digunakan penambahan dosis *superplasticizer* dengan variasi konsentrasi 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% terhadap berat semen. Untuk perawatan beton dilakukan dengan cara merendam beton dalam air. Uji kuat desak beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan menggunakan benda uji kubus dengan sisi 15 cm.

Dari hasil pembahasan didapatkan data evaluasi pekerjaan beton dan data analisis kuat desak beton. Kadar optimum pemakaian *superplasticizer* pada perencanaan campuran beton mutu K-500 tercapai pada dosis 1,219% dengan kuat desak beton sebesar 54,246MPa. pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton menunjukkan hubungan yang signifikan dengan nilai korelasi  $r = 0,722$ .

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton sudah sejak lama dipakai sebagai bahan konstruksi karena mempunyai kekuatan tekan yang memadai, mudah dibentuk, mudah diproduksi secara lokal dan ekonomis. Dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan bangunan-bangunan massal lainnya dibutuhkan beton dengan kekuatan tinggi. Beton mutu tinggi merupakan pilihan yang tepat.

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan silinder melebihi 41 MPa. Upaya untuk mendapatkan beton mutu tinggi yaitu dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, misalnya kekerasan agregat dan kehalusan butir semen. Selain itu dalam perkembangan teknologi telah berhasil digunakan berbagai jenis bahan tambahan (*admixtures*) campuran beton guna meningkatkan mutu dan kinerja beton. Dengan ditemukannya bahan-bahan tersebut terjadi kemajuan pesat dalam produksi beton mutu tinggi (*high strength concrete*) bahkan beton mutu sangat tinggi (*ultra high strength concrete*). Untuk pembuatan beton mutu tinggi dikenal bahan tambah untuk merekayasa kekuatan beton, diantaranya *superplasticizer*.

Bahan campuran beton yang dikenal sebagai *superplasticizer* telah dikembangkan dan sekarang telah meluas penggunaannya. *Superplasticizer* mempunyai pengaruh dalam peningkatan workabilitas pekerjaan yang cukup

besar, dan dapat meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama. Penggunaan *superplasticizer* membutuhkan tingkatan kontrol yang sangat tinggi terhadap penakaran bahan beton terutama air. Kontrol terhadap dosis atau takaran *superplasticizer* juga penting karena kelebihan dosis akan menjadikan beton encer sehingga terjadi pemisahan butir (segregasi) yang cukup besar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan, timbul pertanyaan berapa besar pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap peningkatan kekuatan beton dan berapa besar dosis optimum *superplasticizer* yang dibutuhkan?. Oleh karena itu diperlukan studi yang membandingkan penggunaan dosis *superplasticizer* yang tepat pada pembuatan beton mutu tinggi.

Dalam membandingkan penggunaan dosis atau takaran bahan tambah *superplasticizer* dibuat benda uji dengan variasi substitusi bahan tambah tersebut sebesar 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% dari berat semen. Kemudian dilakukan uji kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton.
2. Untuk mendapatkan dosis optimum dari variasi penambahan *superplasticizer* pada nilai kuat tekan beton yang diinginkan yaitu mutu K-500.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan menghasilkan rekomendasi-rekomendasi yang bermanfaat dalam pembuatan beton mutu tinggi sebagai berikut :

1. Pemilihan komposisi bahan-tambah *superplastisizer* yang tepat sesuai kondisi lapangan.
2. Hasil dari penelitian diharapkan dapat digunakan untuk mendesain suatu struktur yang menggunakan beton mutu tinggi K-500.

#### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dilaksanakan sesuai dengan tujuannya sehingga perlu diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian eksperimental dengan maksud mencari dosis optimum penambahan *superplasticizer* dari karakteristik kuat tekan beton yang direncanakan yaitu 500 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 7 dan 28 hari.
2. Bahan untuk pembuatan beton: Semen Gresik Tipe I, agregat halus dari Kaliurang, agregat kasar dari sungai Krasak, air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII, *superplasticizer* yang dipakai Kao Mighty 150' s dari PT. KAO.
3. Rencana campuran benda uji dengan metode DOE (*Department of Environment*).
4. Variasi substitusi campuran *superplasticizer* pada campuran beton yaitu 0,4%-1,6% berat semen dengan interval 0,2%.

5. Benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak beton adalah kubus dengan ukuran sisi 15 cm dengan jumlah sampel 10 buah pada masing-masing variasi.
6. Rawatan benda uji dengan cara merendam dalam air.
7. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
8. Penelitian dilakukan di Lab. BKT, FTSP UII.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian beton mutu tinggi

Beton terbuat dari bahan semen portland, air, agregat (agregat kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah pembentuk massa padat (SK-SNI T-15-03, 1991).

Beton mutu tinggi didefinisikan sebagai beton dengan kuat tekan melebihi 41 MPa. Jenis material dasar yang digunakan untuk menghasilkan beton mutu tinggi ini pada prinsipnya tidak banyak berbeda dengan jenis material dasar yang digunakan untuk memproduksi beton mutu normal. Pada dasarnya beton merupakan material komposit yang bersifat sangat heterogen yang terdiri atas unsur-unsur seperti pasta semen, agregat, zona kontak antara pasta semen-agregat, rongga-rongga kosong (*void*). Oleh karena itu, perilaku mekanik beton, seperti kekuatan tekannya, tentunya akan dipengaruhi oleh karakteristik unsur-unsur penyusunnya (Suhud, 1999).

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk dapat meningkatkan mutu beton tinggi. Teknik-teknik yang digunakan tersebut pada dasarnya bertujuan untuk memperbaiki dan menyempurnakan salah satu komponen/material dasar pembentuk beton. Dengan memanfaatkan teknik-teknik tertentu, beton dengan kekuatan 80-100 MPa dapat dengan mudah dihasilkan.

Penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton ‘mengalir’ tanpa terjadinya pemisahan yang tak diinginkan, dan umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (L.J. Murdock & Brook,1991).

Pori-pori mempunyai peranan yang penting pada beton, kuat tekan beton sangat tergantung pada pori-pori. Misalnya, jika pori-pori kurang dari 2 persen, kuat tekan beton dapat mencapai lebih dari 600 kg/cm<sup>2</sup>. Volume pori-pori dapat diturunkan dengan menurunkan rasio air semen dan pemakaian air pada beton, misalnya dengan pemakaian *superplasticizer*, sehingga memungkinkan untuk membuat beton mutu tinggi.

Secara umum partikel semen dalam air cenderung untuk berkohesi satu sama lain sehingga partikel semen akan menggumpal. Dengan menambahkan bahan tambah *superplasticizer* partikel semen akan saling melepaskan diri dan terdispersi dan pada akhirnya dapat menurunkan viskositas semen (KAO Indonesia Chemicals,2002).

Tujuan dari penambahan kimia adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton lunak dan keras. Takaran bahan tambahan kimia ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama, bahan kimia tambahan tidak dapat mengoreksi komposisi spesi beton yang buruk. Karenanya harus diusahakan

komposisi beton seoptimal mungkin dengan bahan-bahan dasar yang cocok (Gideon Kusuma,1994).

## 2.2 Hasil penelitian yang pernah dilakukan

### 2.2.1 Arif dan Anton (2000)

Arif dan Anton menyampaikan hasil test percobaan di laboratorium atas sampel beton mutu 55 MPa dengan *superplasticizer* untuk bahan tambah kimia, *silica fume* dan *fly ash* sebagai bahan tambah mineral, percobaan dilakukan dengan sampel berbentuk silinder dengan jumlah sampel 140 buah, menghasilkan kuat tekan yang diperoleh melebihi 55 MPa. Tetapi penelitian terbatas pada penambahan konsentrasi *silica fume* dan *fly ash* dengan penambahan *superplasticizer* yang tidak ditentukan dosisnya (coba-coba).

### 2.2.2 Sapartono (1991)

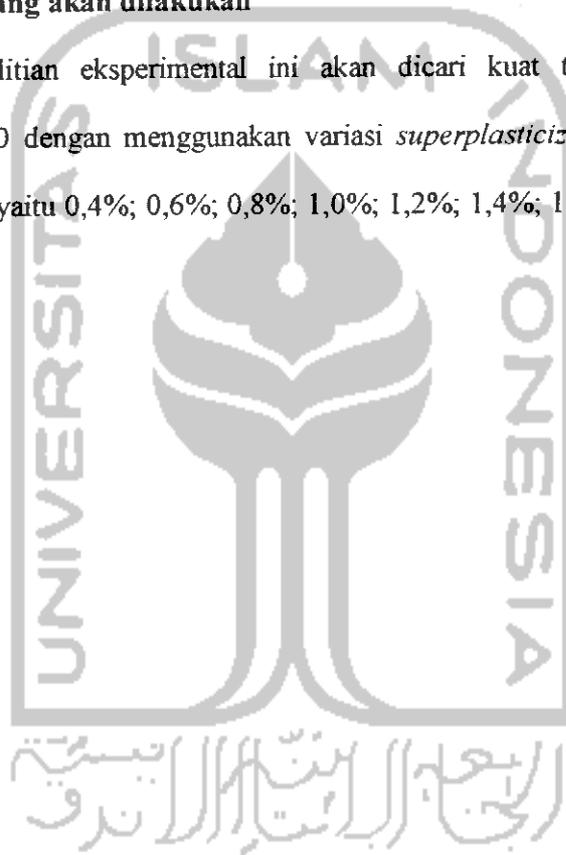
Penelitian ini telah menghasilkan beton bermutu tinggi dengan kadar semen 480 kg/m<sup>3</sup> dan w/c=0,32 mencapai kuat tekan rata-rata 85 MPa dengan benda uji berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 28 hari dengan bahan tambah *superplasticizer*. Dari peneliti yang sama, penggunaan *superplasticizer* mampu meningkatkan *slump* pada kondisi w/c yang sangat rendah (w/c= 0,28 dan nilai *slump* awal = 1,5 cm), yaitu mencapai nilai *slump* 9,5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 1,25, nilai *slump* 12,5 cm pada penambahan *superrplasticizer* dengan dosis 1,5%, dan nilai *slump* 18,5 pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 2%.

### 2.2.3 Richard G., dkk (1996)

Richard G, dkk menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa penambahan *superplastisizer* antara 0,9 % sampai 1,14 % berat semen berpengaruh pada peningkatan nilai *slump* antara 80-240 mm dan dapat meningkatkan *workabilitas*, kuat tekan yang dihasilkan mencapai 60 – 100 MPa atau setara dengan 600 - 1000 kg/cm<sup>2</sup>

### 2.3 Penelitian yang akan dilakukan

Pada penelitian eksperimental ini akan dicari kuat tekan beton yang memenuhi K-500 dengan menggunakan variasi *superplasticizer* dan dosis yang telah ditentukan yaitu 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% terhadap berat semen.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Salah satu material bangunan yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton didapat dari campuran semen portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, nilai perbandingan bahan-bahan penyusun, cara pengadukan, penguangan, pemadatan dan perawatan selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain *workability*, *placeability*, *strength*, *durability*, *permeability*, *corrosivity* dan lain-lain.

Sejak tahun 70-an beton mutu tinggi mulai diproduksi sebagai bahan konstruksi dan digunakan di beberapa negara. Cara yang ditempuh untuk mendapatkan beton mutu tinggi adalah dengan memperbaiki mutu material pembentuk beton yaitu agregat halus (bentuk, tekstur, modulus kehalusan, kebersihan dan gradasi) dan agregat kasar ( bentuk, ukuran maksimum, kebersihan, kuat hancur dan gradasi) dan semen (kekuatan dan kehalusan butiran). Selain itu perlu diperhatikan perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton, sehingga diperlukan ketelitian untuk menentukan komposisi bahan penyusun beton. Hal itu karena beton mutu tinggi membutuhkan perbandingan air dan bahan

ikat yang kecil antara 0,3-0,4. Selain itu produksi beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan. Sedangkan untuk meningkatkan kemudahan pekerjaan akibat kecilnya rasio air dan bahan ikat digunakan bahan tambah *superplasticizer*.

Beton mutu tinggi yang menggunakan *superplasticizer* akan memiliki faktor air semen yang rendah, padat, akan menjadi *water proof*, tahan terhadap abrasi, awet dan tahan terhadap serangan bahan kimia. Oleh karena itu beton mutu tinggi ini banyak digunakan untuk bangunan-bangunan: *spun pile* (RC= tiang pancang beton bertulang, PC= tiang pancang beton prategang, dan AC= autoclave tiang pancang beton prategang), tiang listrik beton, jembatan beton prategang dan precast, bantalan jalan rel.

## 3.2 Material Penyusun Beton

### 3.2.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Salmon, 1994). Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan, suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung *calcium carbonat* atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung *alumina*) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya, kandungan semen portland ialah: kapur, silica, dan alumina. Ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 1550 derajat celcius dan menjadi klinker. Kemudian dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gips atau *calcium sulfat* sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan (Kardiono, 1995).

Dalam penelitian ini dipakai semen portland tipe I dari PT Semen Gresik. Semen tipe ini dapat dikatakan yang paling banyak dimanfaatkan untuk bangunan, dan tidak membutuhkan persyaratan khusus. Suatu semen jika diaduk dengan air akan membentuk adukan pasta semen, sedang jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Adapun komposisi kimia semen tercantum pada Tabel 3.1 (Kardiono, 1995).

**Tabel 3.1** Susunan unsur-unsur semen

OKSIDA	%
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17-25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
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/potas (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	0,5-1

Ada empat macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat semen yaitu sifat ikatan dan sifat pengeras semen adalah :

1. *Tricalcium silikat* (C<sub>3</sub>S) atau 3CaO·SiO<sub>2</sub>
2. *Dicalcium silikat* (C<sub>2</sub>S) atau 2CaO·SiO<sub>2</sub>

3. *Tricalcium aluminat* ( $C_3A$ ) atau  $2CaAl_2O_3$
4. *Tetracalcium aluminoforit* ( $C_4AF$ ) atau  $4CaOAl_2O_3Fe_2O_3$ .

Semen Portland dibedakan menjadi 5 menurut jenisnya, yaitu :

1. Jenis I : semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus,
2. Jenis II : semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang,
3. Jenis III: semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi,
4. Jenis IV: semen Portland dengan panas hidrasi rendah,
5. Jenis V : semen Portland dengan ketahanan sulfat sangat tinggi.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah (Kardiono, 1995):

1. Kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya,
2. Jumlah air, pengikatan semen akan cepat bila jumlah air berkurang,
3. Temperatur, waktu pengikatan akan semakin cepat bila suhu udara disekelilingnya semakin tinggi,
4. Penambahan zat kimia tertentu.

### 3.2.2 Agregat

Dalam SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granuler, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-

sama dengan media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan.

Berdasarkan ukurannya agregat dibedakan menjadi:

1. Agregat halus diameter 0-5 mm disebut pasir yang dapat dibedakan lagi menjadi:
  - a. pasir halus:  $\varnothing$  0-1 mm
  - b. pasir kasar:  $\varnothing$  1-5 mm
2. Agregat kasar diameter  $\geq$  5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm, disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu.

Agregat untuk beton harus memenuhi ketentuan dan persyaratan mutu sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya boleh dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak lebih 20% dari berat agregat seluruhnya,
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% ( ditentukan terhadap berat kering),
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya,
4. Besar agregat maksimum tidak melebihi:
  - a.  $1/5$  jarak terkecil antara bidang samping dari cetakan.
  - b.  $1/3$  dari tebal plat.
  - c.  $3/4$  jarak bersih minimum antara batang tulangan atau tendon prategang (selongsong).

Menilai jenis agregat yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton tergantung pada:

1. Mutu bahan,
2. Tersedianya bahan ditempat tersebut,
3. Harga bahan tersebut,
4. Jenis konstruksi yang akan menggunakan bahan tersebut.

### 3.2.3 Air

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pembentukan pasta semen yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan mortalnya.

Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (Kardiono, 1995) :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr. lt,
2. Tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak beton (asam zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gr/lt,
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt.

Air selain digunakan untuk pengikatan beton, digunakan juga untuk perawatan sesudah beton dituang, yaitu untuk merendam atau membasahi beton. Air yang digunakan untuk bereaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 20-30 % jumlah air dari berat semen. Kelebihan air pada campuran beton akan menurunkan kekuatan beton karena meninggalkan pori-pori yang mengurangi kepadatan beton.

Jumlah air optimum dalam suatu rancangan campuran beton ditentukan dari kemudahan pekerjaan yang dapat dicapai. Jumlah air optimum dikatakan tercapai apabila kemudahan pekerjaan pengecoran sesuai dengan tuntutan ( dinyatakan dengan uji *slump*). Penyimpangan jumlah air dapat berakibat:

1. Bila air terlalu sedikit
  - a. Dalam batas tertentu kekuatan tekan beton bisa naik,
  - b. Pekerjaan pengecoran menjadi lebih sulit karena air yang juga berfungsi sebagai pelumas, berkurang,
  - c. *Loss of slump* beton menjadi lebih singkat sehingga proses pengecoran dituntut lebih cepat,
  - d. Diperlukan sistim pemadatan extra agar didapat beton yang padat, bila tidak kemungkinan besar beton akan menjadi keropos.
2. Bila air terlalu banyak
  - a. Kekuatan tekan beton turun,
  - b. Pekerjaan pengecoran lebih mudah,
  - c. *Loss of slump* beton lebih lama, proses pengecoran lebih lama,
  - d. Terjadi segregasi (pemisahan butiran) dalam campuran sehingga kuat tekan beton turun,
  - e. Terjadi penyusutan karena air kelebihan yang mengisi pori-pori beton, suatu saat akan menguap meninggalkan pori-pori dalam beton.

#### 3.2.4 Bahan Tambah

Di samping semen , agregat kasar dan halus, dan air, bahan-bahan lain yang dikenal sebagai bahan campuran (*admixtures*) dapat ditambahkan pada campuran

beton segera sebelum atau ketika sedang mencampur. Campuran dapat dipakai untuk mengubah sifat dari beton agar dapat berfungsi lebih baik atau lebih ekonomis. Sifat-sifat beton yang diubah itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu ikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air.

Menurut PUBI 1982 bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis :

1. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air atau yang lebih banyak dikenal sebagai *superplasticizer*. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan beton dengan faktor air semen yang lebih rendah pada nilai *slump* yang sama,
2. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,
3. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton,
4. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,
5. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

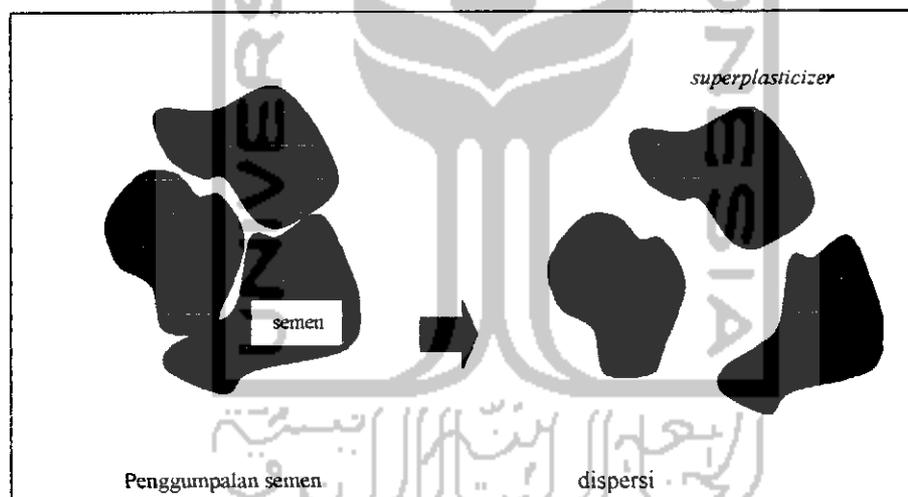
Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah jenis pertama yaitu *superplasticizer*.

#### 3.2.4.1 *Superplasticizer*

*Superplasticizer* adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk

meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama (Murdock and Brook, 1991).

Secara umum, partikel semen dalam air cenderung untuk berkolesi satu sama lain dan partikel semen akan menggumpal. Dengan menambahkan *superplasticizer*, partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi. Dengan kata lain, *superplasticizer* mempunyai dua fungsi yaitu, mendispersikan partikel semen dari gumpalan partikel dan mencegah kolesi antar semen. Fenomena dispersi partikel semen dengan penambahan *superplasticizer* dapat menurunkan viskositas pasta semen, sehingga pasta semen lebih fluid/alir. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan air dapat diturunkan dengan penambahan *superplasticizer*.



Gambar 3.1 Mekanisme dispersi

Pada tahun 1918 , Abrams telah memperkenalkan teori atas faktor air semen: kekuatan beton mengalami kenaikan jika faktor air semennya dikurangi sepanjang beton tersebut masih dapat dikerjakan. Di sisi lain, telah kita ketahui bahwa, jika faktor air semennya dikurangi sampai lebih kecil dari 30 %, campuran tersebut akan sulit untuk dikerjakan, dan juga sangat sulit untuk dipadatkan didalam cetakan. Sehingga hasilnya, kekuatan akan turun seiring terbentuknya ruang kosong didalam beton (*void*). Dengan penggunaan *superplasticizer* akan membuat beton baik (*workable*) yang memiliki faktor air semen kurang dari 30 %. Seperti contoh, campuran beton yang hanya berisi 26 % air, dimana secara teori sangat kecil untuk proses hidrasi, tetapi dengan penggunaan *superplasticizer* masih dapat dihasilkan beton yang masih dapat dikerjakan dan dipadatkan tanpa adanya kesulitan.

#### 3.2.4.2 Keistimewaan *Superplasticizer*

Keistimewaan penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pasta semen maupun campuran beton antara lain:

1. Sangat efektif untuk mendispersikan semen
2. Tidak adanya udara yang masuk

penambahan 1 % udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurangan *strength* rata-rata 6 %. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi, diharapkan dapat menjaga *air content* didalam beton serendah mungkin. Penggunaan *superplasticizer* menyebabkan sedikit bahkan tidak ada udara masuk kedalam beton.

3. Sedikit masalah terhadap sifat retardasi

Adanya retardasi terhadap *dispersing agent* adalah hal yang tidak diinginkan, karena hal itu berarti panjangnya waktu untuk menunggu campuran beton untuk mencapai pengerasan.

4. Tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan

*superplasticizer* formulasinya tidak berisi chlorida yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan beton.

Penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dan tanpa bahan tambah dapat dilihat pada skema dibawah ini:





### 3.3 Faktor air semen

Faktor air semen (fas) sangat mempengaruhi kekuatan beton, faktor air semen (fas) merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan beton. Kenaikan fas mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (Murdock and Brook, 1986). Hubungan antara faktor air semen dan kuat desak beton secara umum dapat ditulis dengan persamaan Duff Abrams (1919)

$$f'c = \frac{A}{B \cdot X^x} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan  $f'c$  = kuat desak beton  
 $A, B$  = konstanta  
 $X$  = faktor air semen

Dengan demikian semakin besar faktor air semen maka semakin rendah kuat desak betonnya. Walaupun bila dilihat dari persamaan tersebut terlihat bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat desak beton, tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat (Kardiono, 1995)

### 3.4 Slump

Pengujian *slump* dirancang di Amerika dan dipakai secara luas sebagai alat pemeriksa konsistensi beton di lapangan. Pengujian *slump* menggunakan alat berupa corong dengan tinggi 300 mm, diameter dasar 200mm dan diameter atas 100 mm. benda uji dimasukkan dan dipadatkan kedalam corong secara bertahap,

kemudian dicatat penurunannya setelah corong diangkat. *Slump* merupakan pedoman untuk mengetahui tingkat kelecakan (keenceran) suatu adukan beton. Makin besar nilai *slump* berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan betonnya makin mudah dikerjakan. Nilai *slump* lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai *slump* sama akan tetapi nilai *fas* berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi. (Kardiono,1995)

### 3.5 Workabilitas

Istilah workabilitas sulit untuk didefinisikan dengan tepat, workabilitas terdiri dari tiga hal yang terpisah (Murdock & Brook, 1991)

1. Kompaktibilitas atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan,
2. Mobilitas, atau kemudahan beton dapat mengalir kedalam cetakan,
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan butiran dari bahan lainnya.

### 3.6 Peningkatan Umur Beton

Beton mengalami peningkatan seiring dengan waktu. Pada proses pembuatan beton telah dikenal reaksi hidrasi antara semen dan air. Reaksi ini membutuhkan waktu sampai tercapai kekuatan tertinggi yang bisa dicapai. Reaksi hidrasi akan terhenti bila tidak ada lagi tersedia semen dan atau air yang memungkinkan terjadinya reaksi.

Perhitungan struktur mensyaratkan kekuatan beton berdasarkan pada kekuatan yang dicapai beton pada umur 28 hari. Karena kekuatan beton meningkat seiring dengan waktu maka dapat diperhitungkan kekuatan beton pada umur 28 hari berdasarkan kekuatan beton pada umur yang lebih awal.

### 3.7 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian ini perencanaan campuran beton menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*) atau lebih dikenal dengan cara Inggris. Perencanaan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dimuat dalam buku standar SK SNI T-15-1990-03. Dalam perencanaan cara ini digunakan tabel-tabel dan grafik.

Langkah-langkah pokok cara Inggris ini ialah :

1. Menetapkan kuat desak beton yang disyaratkan ( $f'c$ ) pada umur tertentu.
2. Menentukan nilai deviasi standar ( $s$ )

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton, dapat dilihat pada Tabel I lampiran A.

3. perhitungan nilai tambah (margin)

jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 12 MPa maka langsung ke langkah (4). Jika nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar  $S_d$  maka dilakukan dengan rumus berikut :

$$M = k \times S_d$$

Dengan  $m$  = nilai tambah, MPa  
 $K$  = 1,64  
 $S_d$  = deviasi standar, MPa

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan. Dapat diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dengan  $f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata, MPa  
 $f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan, MPa  
 $M$  = nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen portland

Pada langkah ini ditetapkan apakah memakai semen biasa atau semen yang cepat mengeras.

6. Penetapan jenis agregat

- a. agregat halus (pasir) alami (pasir kali)
- b. agregat kasar berupa batu pecah

7. Menetapkan faktor air semen

Dari Tabel 2 dan Gambar 1 pada Lampiran A, dengan data  $f'_{cr}$  dapat dibaca nilai faktor air semennya.

8. Penetapan faktor air semen maksimum

Ditetapkan berdasarkan jenis pembebanan dan keadaan di lapangan yang diinginkan. Dapat dilihat pada Tabel 3 Lampiran A.

9. Penetapan nilai *slump*

10. Penetapan besar butir agregat maksimum

### 11. Penetapan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton

Berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan nilai *slump* yang diinginkan, Dapat ditetapkan dengan Tabel 4 Lampiran A. Apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan) maka jumlah air yang diperlukan:

$$W_a = 2/3 W_{ah} + 1/3 W_{ak}$$

Dengan:  $W_a$  = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m<sup>3</sup>

$W_{ah}$  = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

$W_{ak}$  = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

Apabila digunakan *superplasticizer*, maka nilai  $W_a$  harus dikoreksi atau dikurangi.

### 12. Hitung berat semen yang diperlukan

### 13. Kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan, dapat dilihat pada Tabel 3 Lampiran A.

### 14. Penyesuaian kebutuhan semen

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari (12) ternyata lebih sedikit dari kebutuhan semen minimum (13) maka kebutuhan semen harus dipakai yang minimum (yang nilainya lebih besar).

### 15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah (14) maka faktor air semen berubah.

16. Penentuan daerah gradasi agregat halus, didasarkan atas Gambar 2 Lampiran A yang menunjukkan grafik zona susunan butir.

17. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Pada langkah ini dicari nilai banding antara berat agregat halus dan berat agregat campuran. Penetapan dilakukan dengan memperhatikan butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan Gambar 3 Lampiran A dapat diperoleh prosentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran.

18. Berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = \left\{ \left( \frac{P}{100} \right) \times B_j \text{ pasir} \right\} + \left\{ \left( \frac{K}{100} \right) \times B_j \text{ kerikil} \right\}$$

Dimana : P = prosentase agregat halus terhadap agregat campuran

K = prosentase agregat kasar terhadap agregat campuran

19. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (18) dan kebutuhan air tiap meter kubik beton maka dengan Gambar 4 Lampiran A dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

20. Kebutuhan agregat campuran

Dihitung dengan cara mengurangi berat jenis beton per meter kubik dikurangi kebutuhan air dan semen.

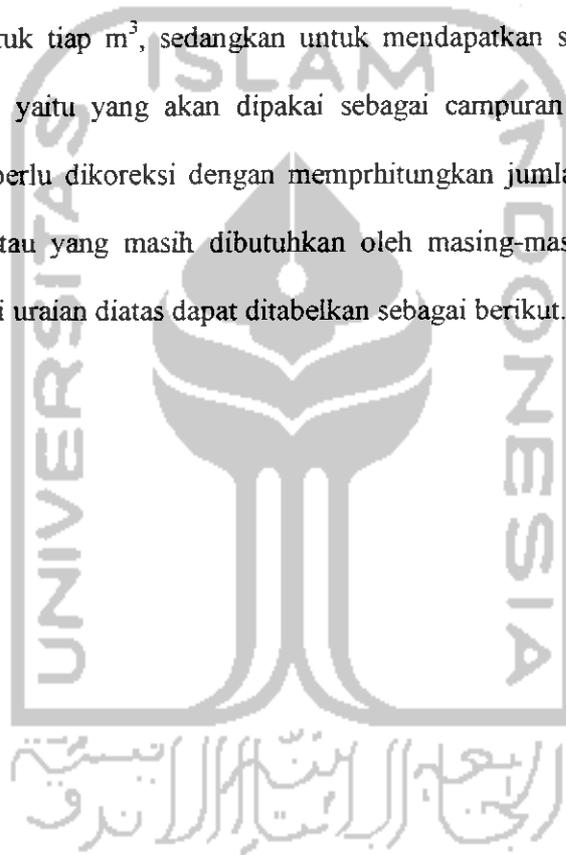
21. Hitung berat agregat halus yang dibutuhkan, berdasarkan hasil langkah (17) dan (20).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat halusnya.

22. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan berdasarkan hasil langkah (20) dan (21).

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan agregat halus.

Dari langkah-langkah no.1 hingga no.22, didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap  $m^3$ , sedangkan untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dikoreksi dengan memprhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dari uraian diatas dapat ditabelkan sebagai berikut.



## Formulir perencanaan adukan beton

No	Uraian	
1.	Kuat tekan yang disyaratkan, pada umur ... hari	.....MPa
2.	Deviasi standar (s)	.....MPa
3.	Nilai tambah (m)	.....MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f'_{cr}$ )	.....MPa
5.	Jenis semen	.....
6.	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	.....
	Jenis agregat kasar (alami/pecahan)	.....
7.	Faktor air semen	.....
8.	Faktor air semen maksimum (dipakai faktor air semen yang rendah)	.....
9.	nilai <i>slump</i>	.....cm
10.	ukuran maksimum agregat kasar	.....mm
11.	kebutuhan air	.....ltr
12.	kebutuhan semen portland	.....kg
13.	kebutuhan semen portland minimum	.....kg
14.	dipakai kebutuhan semen	.....kg
15.	penyesuaian jumlah air atau fas	.....
16.	daerah gradasi agregat halus	.....
17.	persen berat agregat halus terhadap campuran	.....%
18.	berat jenis agregat campuran	.....
19.	berat jenis beton	.....kg/m <sup>3</sup>
20.	kebutuhan agregat	.....kg/m <sup>3</sup>
21.	kebutuhan agregat halus	.....kg/m <sup>3</sup>
22.	kebutuhan agregat kasar	.....kg/m <sup>3</sup>
Kesimpulan:		
Volume	berat total	air      semen      ag. halus      ag. kasar
1 m <sup>3</sup>	.....kg	.....kg    .....kg    .....kg    .....kg
1 adukan	.....kg	.....kg    .....kg    .....kg    .....kg

### 3.8 Perawatan

Perawatan adalah suatu usaha mencegah pengeringan yang terlalu cepat pada beton yang baru dicor, yang diakibatkan oleh penguapan secara langsung. Dengan merawat beton, partikel-partikel semen tidak akan kehilangan pasangannya berupa partikel-partikel air untuk melaksanakan proses hidrasi.

Jenis perawatan beton antara lain:

1. perawatan dengan air
2. perawatan dengan pasir
3. perawatan dengan karung yang dibasahi
4. perawatan dengan bahan kimia
5. perawatan dengan uap / lingkungan yang lembab

Dalam percobaan ini digunakan perawatan dengan air, fungsi dari perawatan dengan air adalah mencegah terjadinya penguapan air didalam beton secara cepat, dengan menciptakan kondisi lingkungan yang lembab dan basah sehingga air yang ada dalam beton yang diperlukan untuk proses hidrasi maupun *hardening* tidak terganggu (tidak menguap). Apabila proses tersebut terganggu kemungkinan besar produk beton akan keropos (mempunyai porositas yang tinggi) sehingga mutu beton akan turun.

### 3.9 Kekuatan Desak

Kekuatan desak beton dapat dicapai sampai  $1000 \text{ kg/cm}^2$  atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan desak beton yang paling umum digunakan adalah sekitar  $200 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $500 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian

standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm). Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39 atau menurut yang disyaratkan PB'89. Di Indonesia dengan mengingat pertimbangan teknis dan ekonomis masih diperbolehkan menggunakan benda uji kubus umumnya bersisi 150 mm ataupun 200 mm sebagai alternatif dari bentuk silinder. Dengan demikian dibutuhkan nilai konversi yaitu kuat desak silinder ukuran 150 mm x 300 mm dengan kubus ukuran 150 mm x 150 mm adalah 83 %, sedangkan kuat desak silinder 150 mm x 300 mm dengan kubus 200 mm x 200 mm adalah 87 %. Kekuatan beton rata-rata yang harus direncanakan harus melebihi  $f_c$ .

Kekuatan suatu beton dikatakan memuaskan bila memenuhi syarat yaitu nilai rata-rata dari empat hasil uji kuat desak tidak kurang dari  $f_c + 0,82$  sd dan tidak satupun dari uji kuat desak (rata-rata dari dua benda uji) mempunyai nilai dibawah  $0,85 f_c$ . Bila ada hasil uji kuat desak yang tidak memenuhi syarat harus diambil langkah untuk meningkatkan kekuatan misalnya dengan pengambilan uji bor inti (*core drilled*) (PB'89).

Rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan dan analisis statistik regresi dan korelasi antara lain:

1. Rumus menghitung kuat desak

$$f_c = \frac{P_{mak}}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^N f_{c_{28}}}{N} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f_{c_{28}} - f'_{cr})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$m = k * Sd \dots\dots\dots (3.4)$$

$$f_c = f'_{cr} - m \dots\dots\dots (3.5)$$

keterangan :

$P_{mak}$  = beban maksimum (kN), (1 kN = 101,9 kg)

A = luas bidang desak (cm<sup>2</sup>)

$f_c$  = kuat desak beton dari masing-masing benda uji (MPa)

$f'_{cr}$  = kuat desak beton rata-rata (MPa)

$f_{c_{28}}$  = kuat desak beton yang dikonversikan ke umur 28 hari  
(MPa)

N = jumlah benda uji

Sd = standar deviasi (MPa)

m = nilai margin (MPa)

k = faktor pengali (k = 1,64)

$f'_c$  = kuat desak karakteristik beton (MPa)

2. Rumus analisis statistik regresi dan korelasi

a. Rumus regresi polinomial orde 2

Persamaan simultan dengan 3 bilangan tidak diketahui :

$$\sum Y_i = na + b \sum X_i + c \sum X_i^2 \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\sum X_i Y_i = a \sum X_i + b \sum X_i^2 + c \sum X_i^3 \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\sum X_i^2 Y_i = a \sum X_i^2 + b \sum X_i^3 + c \sum X_i^4 \dots\dots\dots(3.8)$$

Persamaan polinomial orde 2 mempunyai bentuk :

$$g(x) = a + bx + cx^2$$

$$E_i = y_i - g(x)$$

$$E_i^2 = \sum (y_i - a - bx - cx^2)^2 \longrightarrow D^2 = \sum E_i^2$$

Untuk polinomial orde 2, differensial dari  $D^2$  terhadap tiap koefisien dari polinomial menghasilkan bentuk :

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a \\ b \\ c \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \end{Bmatrix}$$

Dengan menggunakan metode Cramer didapat :

$$D = \begin{bmatrix} n & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix}$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} \sum y_i & \sum x_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i y_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 y_i & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \end{bmatrix}$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} n & \sum y_i & \sum x_i^2 \\ \sum x_i & \sum x_i y_i & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^2 y_i & \sum x_i^4 \end{bmatrix}$$

## BAB IV

### PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Pelaksanaan Penelitian

##### 4.1.1 Pemeriksaan Bahan

###### 1. Agregat Halus

Pemeriksaan terhadap agregat halus meliputi :

Alat yang digunakan :

###### a. Modulus Halus Butiran (MHB)

Alat yang digunakan :

- 1) Timbangan, merk Ohaus kapasitas 20 kg
- 2) Mesin penggetar/mesin ayak
- 3) Saringan 1 (satu) set (40, 20, 10, 4.8, 2.40, 1.20, 0.6, 0.3, 0.15, pan) mm
- 4) Sikat baja (kasar/halus)
- 5) Kuas, lap kaos
- 6) Piring, serok.

Cara pemeriksaan :

- 1) Menimbang pasir yang sudah dicuci dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam sebanyak kira-kira 2000 gram.
- 2) Memasukkan ke dalam 1 set saringan dan pasang pada alat penggetar selama 15 menit.

- 3) Setelah 15 menit timbang berat pasir tertinggal pada tiap sarigan, keluarkan pasir yang menempel pada saringan dengan sikat baja,
- 4) Menghitung berapa persen berat pasir tertinggal tiap saringan dan hitung pula kumulatif persen berat pasir tertinggal lalu menjumlahkannya,
- 5) Melakukan prosedur yang sama kemudian cari rata-ratanya dan dibagi 100

b. Berat Jenis

Alat yang digunakan :

- 1) Gelas ukur kapasitas 1000cc
- 2) Timbangan, merk Ohaus ketelitian 0,01 gram
- 3) Piring, sekop kecil.

Cara pemeriksaan :

- 1) Menimbang pasir yang telah dicuci dan dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram ( $W$ ),
- 2) Menakar air dengan gelas ukur sebanyak 500 cc ( $V_1$ ),
- 3) Memasukkan air yang telah ditimbang kedalam gelas ukur berisi air 500cc ( $V_2$ ),
- 4) Mencatat kenaikan ketinggian air pada gelas ukur,
- 5) Menghitung berat jenis, Berat Jenis =  $W / (V_2 - V_1)$ .

**2. Agregat Kasar**

Pemeriksaan agregat kasar meliputi :

a. Berat Jenis

Alat yang digunakan:

- 1) Gelas ukur 1000 cc,
- 2) Timbangan ketelitian 0,01 gram,
- 3) Piring, sekop.

Cara pemeriksaan :

- 1) menimbang agregat kasar kering sebanyak 2 x 500 gram ( $W$ ),
- 2) menakar air dalam gelas ukur sebanyak 500 cc ( $V_1$ ),
- 3) memasukkan agregat ke dalam gelas ukur dan amati volume air + agregat ( $V_2$ ),
- 4) menghitung berat jenis : Berat Jenis =  $W / (V_2 - V_1)$ .

b. Berat Volume

Alat yang digunakan :

- 1) Timbangan kapasitas minimal 20 kg
- 2) Cetakan silinder (15 x 30) cm
- 3) Tongkat penumbuk diameter 16 mm panjang 60 cm
- 4) Serok/cetok.

Cara pemeriksaan :

- 1) menimbang berat cetakan silinder ( $W_1$ ),
- 2) memasukkan agregat ke dalam cetakan dan dipadatkan dengan tongkat penumbuk,
- 3) menimbang cetakan berisi agregat yang sudah dipadatkan ( $W_2$ ),
- 4) menghitung volume cetakan ( $V$ ),
- 5) menghitung berat agregat ( $W_2 - W_1$ ),
- 6) menghitung berat volume agregat : Berat Volume =  $(W_2 - W_1) / V$ .

c. Kadar air dan serapan atau *Absorpsi*

Alat yang digunakan :

- 1) oven
- 2) timbangan
- 3) piring, sendok pasir
- 4) air

Cara pengujian :

- 1) menimbang piring kosong ( $W_1$ )
- 2) menimbang sejumlah kerikil / pasir (agregat) pada piring ( $W_2$ )
- 3) mengeringkan (agregat) tersebut selama 24 jam menggunakan oven
- 4) menimbang (agregat) pada kondisi kering ( $W_3$ )
- 5) merendam (agregat) dalam air selama 24 jam agar seluruh pori kerikil menyerap air dan atur sampai kondisi jenuh kering permukaan/SSD (*Saturated Surface Dry*)
- 6) menimbang (agregat) pada kondisi SSD ( $W_4$ )
- 7) menghitung kadar air : 
$$\frac{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \times 100\%$$
- 8) Kadar air = menghitung serapan :

$$\text{Serapan} = \frac{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \times 100\%$$

#### 4.1.2 Perancangan Campuran Beton

Benda uji menggunakan kubus berukuran 150x 150x 150 mm. Jumlah benda uji 80 buah dengan rincian campuran dasar dan 7 variasi kandungan *superplasticizer* masing-masing 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% .

Metode perancangan campuran adukan beton menggunakan metode DOE (*Development of Environment*) yang digunakan sebagai Standar Nasional Indonesia untuk perancangan campuran adukan beton dan kriteria menurut PBBI 1971 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia).

Campuran adukan beton dibuat dari bahan sebagai berikut :

Pasir: dari Gunung Merapi  
 MHB = 1,9323  
 Berat Jenis = 2,778

Batu pecah: asal Clereng, Kulon Progo  
 Ukuran maksimum 20mm  
 Berat Jenis = 2,631

Semen: Tipe I, merk Semen Gresik  
 BJ = 3,15

*Superplasticizer*: Merk KAO Mighty 150's  
 Produksi PT KAO Indonesia Chemical

#### 4.1.2.1 Perencanaan campuran ( untuk 1 m<sup>3</sup> )

1. Kuat tekan karakteristik ( $f_c$ ) ditentukan yaitu: 500 kg/cm<sup>2</sup>
2. Deviasi standar diketahui dari besarnya jumlah (volume) pembebanan yang akan dibuat, dalam hal ini dianggap untuk pembuatan 1000 m<sup>3</sup> beton sehingga nilai  $S = 70$  kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 1 Lampiran A) atau tergantung dari derajat kontrol yang ditetapkan.
3. Nilai tambah (margin)

$$m = k \times S$$

$$m = 1.64 \times 70 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 114.8 \text{ kg/cm}^2$$

4. Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$= 500 + 114.8 = 614.8 \text{ kg/cm}^2$$

5. Jenis semen, ditetapkan tipe I

6. Agregat halus (pasir) alami

7. Agregat kasar berupa batu pecah

8. Faktor air semen bebas

faktor air semen didapatkan dari Tabel 2 dan Gambar 1 Lampiran A, yaitu

0.39

9. Faktor air semen maksimum dapat dilihat pada Tabel 3 Lampiran A, ditetapkan 0.39

10. *Slump*, ditetapkan setinggi  $70 \pm 10$  mm

11. Ukuran agregat maksimum, ditetapkan 20 mm

12. Kadar air bebas: untuk mendapatkannya nilai kadar air bebas, periksa Tabel 4 Lampiran A, yang dibuat untuk agregat gabungan alami dan batu pecah. Maka jumlah air yang diperlukan:

$$w_a = \frac{2}{3} w_{ah} + \frac{1}{3} w_{ak}$$

$$w_a = \frac{2}{3} \cdot 190 + \frac{1}{3} \cdot 225$$

$$w_a = 201.667 \text{ kg/m}^3 \approx 201 \text{ kg/m}^3$$

13. Kadar semen,  $c = w/fas$

$$c = 201.667/0.39 = 517.09 \text{ kg} \approx 517 \text{ kg}$$

14. Kadar semen minimum, ditetapkan 275 kg (lihat Tabel 3 Lampiran A)

15. Kadar air semen maksimum, ditetapkan 517 kg

16. Faktor air semen disesuaikan, dalam hal ini dapat diabaikan karena syarat minimum kadar air semen sudah terpenuhi.

17. Susunan besar butir agregat halus, dari Gambar 2 Lampiran A gradasi agregat halus masuk zona 2.

18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm, didapatkan hasil dari Gambar 3 Lampiran A, sebesar 41 %

19. Berat jenis agregat halus, dari data pengujian laboratorium didapatkan hasil  $2778 \text{ kg/m}^3$

20. Berat jenis agregat kasar, dari data pengujian laboratorium didapatkan hasil  $2631 \text{ kg/m}^3$

21. Berat jenis relatif gabungan, didapatkan dari hasil perhitungan:

$$bj \text{ gab} = (41\% \times bj \text{ agregat halus}) + (39\% \times bj \text{ agregat kasar})$$

$$bj \text{ gab} = (0.41 \times 2778) + (0.39 \times 2631)$$

$$bj \text{ gab} = 2691.3 \text{ kg/m}^3$$

22. Berat jenis beton, dari Gambar 4 Lampiran A didapatkan nilai  $2410 \text{ kg/m}^3$

23. Kadar agregat gabungan adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air =  $2410 - 517 - 201$

$$= 1692 \text{ kg/m}^3$$

24. Kadar agregat halus, didapatkan dari:  $1692 \times 0.41 = 693.72 \text{ kg}$

25. Kadar agregat kasar, didapatkan dari:  $1692 - 693.72 = 997.83$  kg

Dari langkah-langkah no.1 hingga no. 25, didapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap  $m^3$ , sebagai berikut:

- a. Semen portland tipe I = 517 kg
- b. Agregat halus = 693.72 kg
- c. Agregat kasar = 998.28 kg
- d. Kebutuhan air = 201 kg

Sedangkan untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis diatas dikoreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai.

- a. Jumlah air yang terdapat dalam pasir

$$(6.53 - 6.0185) \times 693.72/100 = 3.548 \text{ kg}$$

- b. Kerikil masih membutuhkan sejumlah air untuk kapasitas penyerapan yaitu:

$$(1.8575 - 1.2285) \times 998.28/100 = 6.2789 \text{ kg}$$

Dengan mengurangi atau menambahkan hasil-hasil perhitungan ini, dapat diperoleh susunan campuran riil, untuk tiap  $m^3$  beton

- a. Semen portland tipe I = 517 kg
- b. Agregat halus =  $693.72 + 3.548$   
= 697.268 kg
- c. Agregat kasar =  $998.28 - 6.2798$   
= 992 kg

$$\begin{aligned} \text{d. Kebutuhan air} &= 201.667 + 3.548 - 6.2798 \\ &= 198.9352 \text{ kg} \end{aligned}$$

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah kubus sisi 15 cm dengan jumlah sempel sebanyak 80 buah, maka volume untuk campuran adalah  $0.27 \text{ m}^3$ . Susunan campuran untuk  $0.27 \text{ m}^3$  adalah:

$$\begin{aligned} \text{a. Semen portland tipe I} &= 139.59 \text{ kg} \\ \text{b. Agregat halus} &= 188.244 \text{ kg} \\ \text{c. Agregat kasar} &= 267.84 \text{ kg} \\ \text{d. Kebutuhan air} &= 59.083 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perencanaan campuran untuk  $1 \text{ m}^3$  beton disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :



Tabel 4.1 perencanaan campuran untuk 1 m<sup>3</sup>

Uraian	Tabel/Grafik	nilai	satuan	keterangan
1. Kuat tekan karakteristik	ditentukan	500	kg/cm <sup>2</sup>	
2. standar deviasi	ditetapkan	70	kg/cm <sup>2</sup>	
3. nilai tambah (margin)		114,8	kg/cm <sup>2</sup>	
4. kuat tekan rata-rata	I + 3	614,8	kg/cm <sup>2</sup>	
5. Jenis agregat kasar	ditetapkan			batu pecah / split
6. Jenis agregat halus	ditetapkan			pasir alami
7. Jenis semen	ditetapkan			tipe I
8. Faktor air semen bebas (FAS)	Grafik 1, tabel 2	0,39		
9. Faktor air semen maksimum	tabel 3	0,6		diambil yg terendah=0.39
10. Slump	ditetapkan	7 +/- 1	cm	
11. Ukuran agregat maksimum	ditetapkan	20	mm	
12. Kadar air bebas	tabel 4	201,67	Kg	
13. Kadar semen	12 / 9	517,09	Kg	
14. Kadar semen minimum	tabel 3	275	kg	
15. Kadar semen maksimum	ditetapkan	517,09	Kg	diambil yang terbesar
16. FAS yang disesuaikan		0,39		
17. Susunan besar butir agregat halus	grafik 2			daerah (zona) II data dari hasil pengujian
18. Persen bahan lebih halus dari 4.8	Grafik 3	41%		data dari hasil pengujian
19. Berat jenis agregat halus	diketahui	2778	Kg/m <sup>3</sup>	data dari hasil pengujian
20. Berat jenis agregat kasar	diketahui	2631	Kg/m <sup>3</sup>	data dari hasil pengujian
21. Berat jenis relatif gabungan	diketahui	2691,3	Kg/m <sup>3</sup>	41%*BJhalus+59%*BJkasar
22. Berat jenis beton	grafik 4	2410	kg/m <sup>3</sup>	
23. Kadar agregat gabungan	22-13-12	1691,2	kg	
24. Kadar agregat halus	23*18	693,41	kg	
25. Kadar agregat kasar	23-24	997,83	kg	
<b>Banyaknya bahan</b>	semen	pasir	kerikil	Air
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
* tiap m <sup>3</sup> (teoritis)	517	693,72	998,28	201
* tiap m <sup>3</sup> (riil)	517	697,2	992	198,935
* tiap 0.27 m <sup>3</sup> (riil)	139.59	188.24	267.84	53.712

#### 4.1.2.2 Proporsi campuran tiap variasi

##### 1. Proporsi campuran dasar tanpa penambahan *superplasticizer*

Kebutuhan untuk 10 sampel dengan volume = 0.003375 untuk campuran dasar tanpa penambahan *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg
- b. Agregat halus = 23.53 kg
- c. Agregat kasar = 33.48 kg
- d. Kebutuhan air = 6.714 kg

##### 2. Proporsi campuran 0.4 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 0.4 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg
- b. Agregat halus = 23.53 kg
- c. Agregat kasar = 33.48 kg
- d. Pengurangan air =  $0.4 \times 0.15 \times 6.714 = 0.403$  kg
- kebutuhan air =  $6.714 - 0.403 = 6.311$  kg
- e. *Superplasticizer* = 0.4 % x berat semen  
=  $0.4 \% \times 17.45 = 0.069$  kg

##### 3. Proporsi campuran 0.6 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 0.6 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg
- b. Agregat halus = 23.53 kg
- c. Agregat kasar = 33.48 kg

- d. Pengurangan air =  $0.6 \times 0.15 \times 6.714 = 0.604$  kg  
kebutuhan air =  $6.714 - 0.604 = 6.11$  kg
- e. *Superplasticizer* =  $0.6 \% \times$  berat semen  
=  $0.6 \% \times 17.45 = 0.104$  kg

#### 4. Proporsi campuran 0.8 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 0.8 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg
- b. Agregat halus = 23.53 kg
- c. Agregat kasar = 33.48 kg
- d. Pengurangan air =  $0.8 \times 0.15 \times 6.714 = 0.805$  kg  
kebutuhan air =  $6.714 - 0.805 = 5.909$  kg
- e. *Superplasticizer* =  $0.8 \% \times$  berat semen  
=  $0.8 \% \times 17.45 = 0.139$  kg

#### 5. Proporsi campuran 1.0 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 1.0 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg
- b. Agregat halus = 23.53 kg
- c. Agregat kasar = 33.48 kg
- d. Pengurangan air =  $1.0 \times 0.15 \times 6.714 = 1.007$  kg  
kebutuhan air =  $6.714 - 1.007 = 5.707$  kg
- e. *Superplasticizer* =  $1.0 \% \times$  berat semen  
=  $1.0 \% \times 17.45 = 0.174$  kg



6. Proporsi campuran 1.2 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 1.2 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg  
 b. Agregat halus = 23.53 kg  
 c. Agregat kasar = 33.48 kg  
 d. Pengurangan air =  $1.2 \times 0.15 \times 6.714 = 1.208$  kg  
 kebutuhan air =  $6.714 - 1.208 = 5.506$  kg  
 e. *Superplasticizer* = 1.2 % x berat semen  
 =  $1.2 \% \times 17.45 = 0.209$  kg

7. Proporsi campuran 1.4 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 1.4 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg  
 b. Agregat halus = 23.53 kg  
 c. Agregat kasar = 33.48 kg  
 d. Pengurangan air =  $1.4 \times 0.15 \times 6.714 = 1.410$  kg  
 kebutuhan air =  $6.714 - 1.410 = 5.304$  kg  
 e. *Superplasticizer* = 1.4 % x berat semen  
 =  $1.4 \% \times 17.45 = 0.244$  kg

8. Proporsi campuran 1.6 % *superplasticizer*

Kebutuhan bahan pada penambahan dosis 1.6 % *superplasticizer* adalah:

- a. Semen portland tipe I = 17.45 kg  
 b. Agregat halus = 23.53 kg

- c. Agregat kasar = 33.48 kg
- d. Pengurangan air =  $1.6 \times 0.15 \times 6.714 = 1.611$  kg  
kebutuhan air =  $6.714 - 1.611 = 5.103$  kg
- e. *Superplasticizer* = 1.6 % x berat semen  
=  $1.6 \% \times 17.45 = 0.279$  kg

Kebutuhan *superplasticizer* dan jumlah kebutuhan air untuk setiap 10 sampel pengujian, volume =  $0.03375 \text{ m}^3$  disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kebutuhan *superplasticizer* dan air

No.	Dosis <i>superplasticizer</i> terhadap berat semen	Berat sp (gram)	Berat air (gram)
1.	0 %	0	6714
2.	0.4 %	69	6311
3.	0.6 %	104	6110
4.	0.8 %	139	5909
5.	1.0 %	174	5707
6.	1.2 %	209	5506
7.	1.4 %	244	5304
8.	1.6 %	279	5103

#### 4.1.3 Komposisi Benda Uji

Pada penelitian ini benda uji terdiri dari campuran dasar untuk beton normal dan 7 variasi campuran dengan penambahan 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% *superplasticizer* terhadap berat semen. Setiap variasi terdiri dari 10 benda uji yang masing-masing akan diuji kuat desaknya pada umur 7 dan 28 hari. Pada setiap pengujian berdasarkan umur yang ditentukan diuji 5 benda uji pada setiap variasi. Komposisi benda uji ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.3 Komposisi benda uji

Jenis campuran	Diuji umur		Jenis campuran	Diuji umur	
	7 hari	28 hari		7 hari	28 hari
Campuran dasar	NK7-1	NK28-1	1,0 % <i>superplasticizer</i>	1.0K7-1	1.0K28-1
	NK7-2	NK28-2		1.0K7-2	1.0K28-2
	NK7-3	NK28-3		1.0K7-3	1.0K28-3
	NK7-4	NK28-4		1.0K7-4	1.0K28-4
	NK7-5	NK28-5		1.0K7-5	1.0K28-5
0,4 % <i>superplasticizer</i>	0.4K7-1	0.4K28-1	1,2 % <i>superplasticizer</i>	1.2K7-1	1.2K28-1
	0.4K7-2	0.4K28-2		1.2K7-2	1.2K28-2
	0.4K7-3	0.4K28-3		1.2K7-3	1.2K28-3
	0.4K7-4	0.4K28-4		1.2K7-4	1.2K28-4
	0.4K7-5	0.4K28-5		1.2K7-5	1.2K28-5
0,6 % <i>superplasticizer</i>	0.6K7-1	0.6K28-1	1,4 % <i>superplasticizer</i>	1.4K7-1	1.4K28-1
	0.6K7-2	0.6K28-2		1.4K7-2	1.4K28-2
	0.6K7-3	0.6K28-3		1.4K7-3	1.4K28-3
	0.6K7-4	0.6K28-4		1.4K7-4	1.4K28-4
	0.6K7-5	0.6K28-5		1.4K7-5	1.4K28-5
0,8 % <i>superplasticizer</i>	0.8K7-1	0.8K28-1	1,6 % <i>superplasticizer</i>	1.6K7-1	1.6K28-1
	0.8K7-2	0.8K28-2		1.6K7-2	1.6K28-2
	0.8K7-3	0.8K28-3		1.6K7-3	1.6K28-3
	0.8K7-4	0.8K28-4		1.6K7-4	1.6K28-4
	0.8K7-5	0.8K28-5		1.6K7-5	1.6K28-5

#### 4.1.1 Pembuatan Adukan Beton

Adukan beton dibuat sesuai dengan rancangan adukan beton yang telah dibuat dengan dosis *superplasticizer* yang telah ditentukan.

1. Alat yang digunakan
  - a. Timbangan
  - b. Alat pencampur (molen)

- c. Sekop, cetok, ember
  - d. Kerucut Abrams, penumbuk mistar
2. Cara pembuatan adukan beton :
- a. Menimbang semua bahan yang dibutuhkan,
  - b. Mempersiapkan molen,
  - c. Mengaduk semua bahan kering sampai berwarna homogen,
  - d. Masukkan *superplasticizer* yang sudah dicampur air (separuh dari jumlah air yang dibutuhkan dalam perencanaan) ke dalam adukan bahan kering sedikit demi sedikit sampai terpakai semuanya,
  - e. Masukkan air sedikit demi sedikit (pemakaian air dihentikan ketika nilai slump telah terpenuhi),
  - f. Melakukan pengujian *slump*.

#### 4.1.5 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengontrol workabilitas yang diinginkan berdasarkan nilai *slump* yang telah ditentukan yaitu  $7 \pm 1$  cm.

1. Alat yang digunakan :
- a. Kerucut Abrams berukuran tinggi 300 mm, diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm.
  - b. Penumbuk dengan diameter 16 mm
  - c. Mistar
  - d. Timbangan
  - e. Tempat mengaduk beton
  - f. Cetok, sekop

## 2. Cara Pengujian

- a. Keluarkan adukan dari molen,
- b. Masukkan adukan beton ke dalam kerucut abrams sepertiga tinggi, lalu tumbuk sebanyak 25 kali, masukkan lagi adukan beton setinggi  $\frac{2}{3}$  kerucut Abrams tumbuk lagi dengan menggunakan penubuk sebanyak 25 kali, kemudian masukkan adukan sampai penuh dan ulangi tumbukan dengan jumlah yang sama,
- c. Diamkan sebentar, lalu angkat kerucut Abrams dengan arah tegak lurus bidang datar dan letakkan disebelah adukan yang telah dicetak tadi,
- d. Ukur slump dengan memakai mistar dari permukaan adukan yang paling tinggi sampai sejajar tinggi kerucut Abrams,
- e. Lakukan sampai tercapai nilai slump yang diinginkan.

### 4.1.6 Pencetakan Beton

Pencetakan beton dilakukan setelah adukan tercampur rata sesuai kondisi yang diinginkan.

1. Alat yang digunakan :
  - a. Cetakan kubus ukuran 150 x 150 x 150 mm,
  - b. Sekop, cetok,
  - c. Penumbuk.
2. Cara pencetakan beton :
  - a. Membersihkan permukaan cetakan sisi dalam dan diolesi oli agar beton yang dicetak mudah dilepas dari cetakan setelah mengeras,

- b. Menuangkan adukan beton ke dalam cetakan sebanyak kira-kira setengah tinggi dari cetakan kubus beton dan ditumbuk dengan tongkat penumbuk, merata sebanyak 25 kali, kemudian ratakan keempat sisi kubus dengan mengetuk-ketuk sisi-sisinya menggunakan cetok.
- c. Tambahkan adukan sampai memenuhi cetakan kemudian lakukan hal yang sama seperti point b, kemudian ratakan permukaan beton segar dengan menggunakan cetok.
- d. Meletakkan cetakan berisi beton segar tersebut pada tempat yang rata untuk menghindari miringnya permukaan beton,
- e. Setelah kira-kira satu jam, ratakan kembali permukaan beton tadi dengan menggunakan cetok agar menghasilkan permukaan beton yang halus dan rata,
- f. Membuka dan mengeluarkan beton dari cetakan setelah 24 jam.

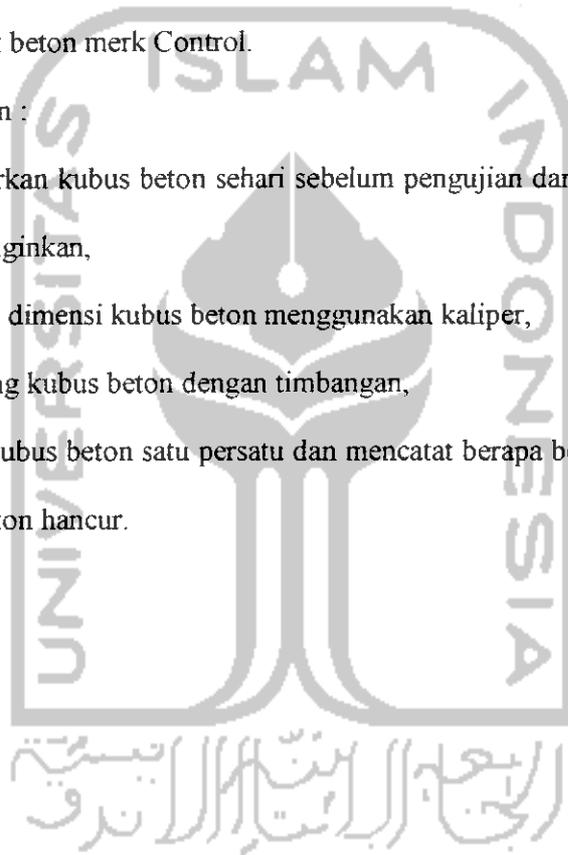
#### **4.1.7 Rawatan Beton**

Rawatan beton dilakukan segera setelah beton dibuka dari cetakan sampai 1 hari sebelum beton diuji. Rawatan dilakukan dengan cara merendam beton dalam air. Bila keadaan tidak memungkinkan seluruh permukaan beton terendam air, sebagai alternatif dapat digunakan karung basah yang ditumpukkan pada permukaan beton.

#### 4.1.7 Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur beton yang telah ditentukan yaitu 7 dan 28 hari untuk tiap variasi adukan, masing-masing 5 kubus beton.

1. Alat yang digunakan :
  - a. Timbangan merk Ohaus kapasitas 20 kg,
  - b. Kaliper,
  - c. Alat desak beton merk Control.
2. Cara pengujian :
  - a. Mengeluarkan kubus beton sehari sebelum pengujian dari rendaman untuk diangin-anginkan,
  - b. Mengukur dimensi kubus beton menggunakan kaliper,
  - c. Menimbang kubus beton dengan timbangan,
  - d. Menguji kubus beton satu persatu dan mencatat berapa beban yang terbaca sampai beton hancur.



## 4.2 Hasil penelitian

### 4.2.1 Hasil pengujian bahan

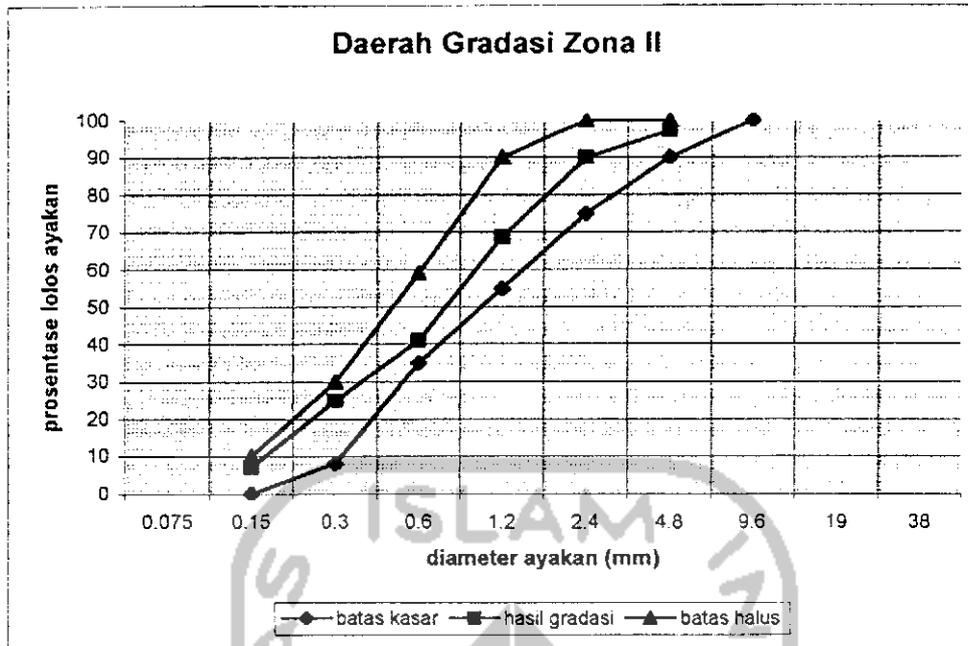
#### 1. Agregat halus

**Tabel 4.4** Pengujian modulus halus butir pasir

Diameter saringan(mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat kumulatif Tertinggal(%)	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke						
40	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
4,75	52,875	56,75	2,73	2,85	2,73	2,85
2,36	144,275	142,40	7,45	7,15	10,18	10,00
1,18	405,275	423,95	20,91	21,30	31,09	31,30
0,60	506,175	548,65	26,12	27,57	57,21	58,87
0,15	622,375	677,15	32,12	34,03	89,33	92,90
PAN	206,775	141,05	10,67	7,10	-	-
Jumlah	1937,75	1989,95	100	100	190,54	195,92
Rata-rata					193,23	

$$\text{Modulus halus butir (MHB)} = \frac{193,23}{100} = 1,9323$$

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan gradasi masuk zona 2, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Grafik hasil gradasi

**Tabel 4.5** Pemeriksaan berat jenis agregat halus

	Benda uji I	Benda uji II
Berat agregat ( $W$ ), gram	500	500
Gelas ukur+air ( $V_1$ ),cc	500	500
Gelas ukur+air+agregat ( $V_2$ ),cc	680	680
Berat jenis ( $W/(V_2-V_1)$ )	2,778	2,778
Berat jenis rata-rata	2,778	

**Tabel 4.6** Pengujian kadar air dan serapan air agregat halus

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat piring kosong ( $W_1$ )	149	gr	150	gr
Berat kerikil + piring ( $W_2$ )	653	gr	646,3	gr
Berat kerikil kering + piring ( $W_3$ )	621,5	gr	620	gr
Berat kerikil SSD + piring ( $W_4$ )	659	gr	649	gr
Kadar air	6,667	%	5,37	%
Kadar air rata-rata	6,0185 %			
Serapan air	6,89 %		6,17 %	
Serapan air rata-rata	6,53 %			

## 2. Agregat kasar

pengujian untuk agregat kasar didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Pemeriksaan berat jenis agregat kasar

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat agregat ( $W$ ), gram	500		500	
Gelas ukur+air ( $V_1$ ),cc	500		500	
Gelas ukur+air+agregat ( $V_2$ ),cc	690		690	
Berat jenis ( $W/(V_2-V_1)$ )	2,6316		2,6316	
Berat jenis rata-rata	2,6316			

**Tabel 4. 8** Pengujian berat volume

	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder ( $W_1$ )	6,4 kg	5,7 kg
Berat cetakan + agregat ( $W_2$ )	14,25 kg	13,45 kg
Volume silinder	0,0053 m <sup>3</sup>	0,0053 m <sup>3</sup>
Berat volume agregat ( $W_2 - W_1$ )/ $V$	1481,1 kg/m <sup>3</sup>	1462,26 kg/m <sup>3</sup>
Berat volume rata-rata	1471,68 kg/m <sup>3</sup>	

**Tabel 4.9** Pengujian kadar air dan serapan air agregat kasar

	Benda uji I	Benda uji II
Berat piring kosong ( $W_1$ )	149 gr	149 gr
Berat kerikil + piring ( $W_2$ )	950 gr	955 gr
Berat kerikil kering + piring ( $W_3$ )	939,5 gr	946 gr
Berat kerikil SSD + piring ( $W_4$ )	953 gr	962 gr
Kadar air	1,328 %	1,129 %
Kadar air rata-rata	1.2285 %	
Serapan air	1.708 %	2.007 %
Serapan air rata-rata	1.8575 %	

#### 4.2.2 Hasil pengujian *slump*

Dalam pengujian ini ditetapkan nilai *slump*  $\pm 70$  mm, dengan penambahan dosis *superplasticizer* di dapatkan nilai pengurangan air sebagai berikut:

**Tabel 4.10** Hasil pengujian *slump*

No	Campuran	<i>Slump</i> (mm)	Pengurangan air (%)
1	Tanpa <i>superplasticizer</i>	40	0 %
2	0,4 % <i>superplasticizer</i>	60	6 %
3	0,6 % <i>superplasticizer</i>	75	8.8 %
4	0,8 % <i>superplasticizer</i>	71	12 %
5	1,0 % <i>superplasticizer</i>	80	15 %
6	1,2 % <i>superplasticizer</i>	79,5	18 %
7	1,4 % <i>superplasticizer</i>	80,5	21 %
8	1,6 % <i>superplasticizer</i>	79	24 %

### 4.2.3 Hasil pengujian kuat desak beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari pada tiap variasi campuran beton.

**Tabel 4.11** Hasil uji kuat desak beton normal umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
NK 7-1	151.55	152.35	151.25	8.2	800	23088.6425	34.65
NK 7-2	152.7	151.4	145.2	7.8	770	23118.78	33.31
NK 7-3	150.55	147.7	150.9	8	780	22236.235	35.08
NK 7-4	152.1	151	150.9	8.1	840	22967.1	36.57
NK 7-5	151.25	149.1	150	7.9	770	22551.375	34.14

**Tabel 4.12** Hasil uji kuat desak beton normal umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
NK 28-1	152.5	151	152.1	8.344	1045	23027.5	45.38
NK 28-2	151.2	152.5	152.6	8.38	1240	23508	53.78
NK 28-3	149.51	149.11	151.7	8.4	915	22293.43	40.04
NK 28-4	149.01	150.31	149.71	8.08	1045	22397.69	46.66
NK 28-5	153.52	149.82	153.72	8.48	1155	23000.36	50.22

**Tabel 4.13** Hasil uji kuat desak dengan 0.4 % *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.4K 7-1	153.28	151.51	153.77	8.43	1035	23223.45	44.57
0.4K 7-2	150.25	151.76	154.51	8.42	955	22801.94	41.88
0.4K 7-3	150.75	153.29	150.79	8.32	1175	23108.46	50.85
0.4K 7-4	148.51	151.78	151.77	8.03	1010	22540.84	44.81
0.4K 7-5	149.5	153.8	156.28	8.46	720	22993.1	31.31

**Tabel 4.14** Hasil uji kuat desak beton dengan 0.4 % *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.4K 28-1	147.75	150.25	153.55	8.25	1115	22199.43	50.23
0.4K 28-2	151.35	148.55	152	8.16	1165	22483.04	51.82
0.4K 28-3	151.25	149.2	151.3	8.18	1115	22566.5	49.41
0.4K 28-4	149.85	152.7	154.15	8.45	1345	22882.09	58.78
0.4K 28-5	150.25	153	153.2	8.45	1190	22988.25	51.77

**Tabel 4.15** Hasil uji kuat desak beton dengan 0.6 % *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.6K 7-1	148.5	150.5	149.31	7.94	935	22349.25	41.84
0.6K 7-2	150.2	147.6	153.6	8.12	810	22169.52	36.54
0.6K 7-3	149.4	152	150.4	8.22	855	22708.8	37.65
0.6K 7-4	151.21	152.83	152.8	8.39	920	23109.42	39.81
0.6K 7-5	1511.32	151	151.41	8.26	785	22849.32	34.36

**Tabel 4.16** Hasil uji kuat desak beton dengan 0.6% *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.6K 28-1	152.62	152	149.662	8.44	1285	23198.24	55.39
0.6K 28-2	152.3	151.06	151.64	8.34	1345	23006.43	58.46
0.6K 28-3	150.5	148.34	150	8.17	1295	22325.17	58.01
0.6K 28-4	148.14	150.8	150.6	8.18	1080	22339.51	48.34
0.6K 28-5	152.3	150.22	152.1	8.44	1275	22878.50	55.73

**Tabel 4.17** Hasil uji kuat desak beton dengan 0,8% *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.8K 7-1	150.5	153.2	151.4	8.41	1195	23056.6	51.83
0.8K 7-2	148.663	150.31	151.02	8.09	1355	22340.57	60.65
0.8K 7-3	151.1	151.4	150.4	860	1140	22876.54	49.83
0.8K 7-4	148.62	149.9	150.8	8.14	1150	22278.13	51.62
0.8K 7-5	149	150.84	150.21	8.14	1160	22475.16	51.61

**Tabel 4.18** Hasil uji kuat desak beton dengan 0.8% *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
0.8K 28-1	151.34	149.64	152.41	8.4	1495	22646.51	65.01
0.8K 28-2	152.33	151.4	151.64	8.34	1500	23062.76	65.04
0.8K 28-3	147.44	149.61	151.74	8.11	1405	22058.49	63.71
0.8K 28-4	152	151.1	152.5	8.39	1355	22967.2	59.00
0.8K 28-5	152.43	150.74	151.44	8.45	1650	22977.29	71.81

**Tabel 4.19** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.0% *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.0K 7-1	148.5	152.5	150.4	8.1	1165	22646.25	51.49
1.0K 7-2	152.13	150.1	154.3	8.47	1175	22834.71	51.46
1.0K 7-3	151.31	149.12	152.27	8.25	1080	22563.34	47.87
1.0K 7-4	152.13	153.4	152.13	8.37	1285	23366.74	55.06
1.0K 7-5	151.74	151.8	151.54	8.4	1060	23034.13	46.02

**Tabel 4.20** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.0% *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.0K 28-1	152.55	152.8	151.1	8.4	1530	23309.64	65.64
1.0K 28-2	149.5	149.4	151.6	8.11	1450	22335.3	64.92
1.0K 28-3	151.85	152.1	153.1	8.49	1440	23096.38	62.35
1.0K 28-4	150.6	153.3	150.4	8.40	1560	23086.98	67.57
1.0K 28-5	151.85	149.65	152	8.16	1285	22724.35	56.55

**Tabel 4.21** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.2% *superplasticizer* 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.2K 7-1	149.8	150.74	149.44	8.14	1150	22580.58	50.93
1.2K 7-2	151.74	150.21	151	8.43	1185	22792.86	51.99
1.2K 7-3	151	151.31	150.1	8.48	1225	22847.81	53.62
1.2K 7-4	151.84	151.83	149.04	8.09	1115	23053.86	48.37
1.2K 7-5	153.1	152.13	151.21	8.58	1215	23291.10	52.17

**Tabel 4.22** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.2% *superplastisizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.2K 28-1	152.26	150.32	154.08	8.445	1520	22887.72	66.41
1.2K 28-2	150	148.9	151.9	8.20	1250	22335	55.97
1.2K 28-3	151	152.46	151.68	8.62	950	23021.46	41.27
1.2K 28-4	1148.92	150.46	149.9	8.16	1645	22406.5	73.42
1.2K 28-5	152.1	151.52	151.88	8.47	1650	23406.19	71.60

**Tabel 4.23** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.4% *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.4K 7-1	151,34	152,14	148,80	8,40	1225	23024.87	53.20
1.4K 7-2	151,54	150,10	155,14	8,48	1450	22746.15	63.75
1.4K 7-3	152,54	149,80	151,33	8,52	1550	22850.49	67.83
1.4K 7-4	150,41	149,10	152,34	8,24	1620	22426.13	72.24
1.4K 7-5	150,25	152,70	151,06	8,15	1320	22943.18	57.43

**Tabel 4.24** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.4% *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.4K 28-1	151,53	149,60	149,41	8,63	1620	22668.89	71.46
1.4K 28-2	151,33	151,44	151,14	8,15	1600	22917.42	69.82
1.4K 28-3	151,24	159,43	151,14	8,45	1705	24112.19	70.71
1.4K 28-4	152,31	150,41	152,54	8,25	1850	22908.95	76.39
1.4K 28-5	151,74	151,04	151,94	8,40	1780	22918.81	77.67

**Tabel 4.25** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.6% *superplasticizer* umur 7 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.6K 7-1	150.75	152.5	149.5	8.45	1620	22989.37	70.47
1.6K 7-2	150.5	152.5	149.5	8.36	1380	22951.25	60.03
1.6K 7-3	149.25	150.755	150.25	8.18	1580	22499.4	70.22
1.6K 7-4	153	151.75	150.25	8.33	1430	23217.75	61.59
1.6K 7-5	151.52	151.25	145.75	8.16	1310	22917.4	57.16

**Tabel 4.26** Hasil uji kuat desak beton dengan 1.6% *superplasticizer* umur 28 hari

Benda uji	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Tegangan (Mpa)
1.6K 28-1	151.98	149.86	150.72	8.43	1790	22775.72	78.59
1.6K 28-2	148.72	151.38	148.6	8.15	1510	22513.23	67.07
1.6K 28-3	150.3	148.6	149.1	8.18	1325	22340.59	59.31
1.6K 28-4	151.8	152.32	152.94	8.54	1680	23122.17	72.66
1.6K 28-5	147.36	150.78	149.3	8.13	1100	22218.94	49.51

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Analisis dan pembahasan pada hasil uji kuat desak beton mengacu pada tujuan penelitian dengan menggunakan metode penelitian seperti yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya, yaitu meliputi evaluasi pekerjaan beton dan analisis kuat desaknya.

#### 5.1 Evaluasi Pekerjaan Beton

Evaluasi pekerjaan beton dilakukan dengan cara membuat diagram hasil uji kuat desak beton dari benda-benda uji. Sebelum ditampilkan diagram hasil uji kuat desak beton terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari dua benda uji dan nilai rata-rata empat benda uji berurutan. Untuk memudahkan perhitungan maka dibuat tabel seperti Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Nilai rata-rata beton campuran dasar

Benda uji	$f_c$ (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (MPa)
NK7-1	53.31		
NK7-2	51.24	52.28	
NK7-3	53.97		
NK7-4	56.27	55.12	53.6975
NK7-5	52.53		53.5025
NK28-1	45.38	48.96	52.0375
NK28-2	53.78		51.99
NK28-3	41.04	47.41	48.1825
NK28-4	46.66		46.715
NK28-5	50.22	48.44	47.925

Keterangan:

- a. Nilai rata-rata dua benda uji yang berurutan  $> 0,85 f_c = 0,85 \times 50 \text{ MPa} = 42,5 \text{ MPa}$
- b. Nilai rata-rata empat benda uji (diambil yang terkecil)  $= 46.715 \text{ MPa} < f_c + 0,82 \text{ sd} = 50 + 0,82 \cdot 4,704 = 53,8573 \text{ MPa}$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan untuk beton dengan variasi penambahan *superplasticizer* disajikan secara lengkap pada Tabel 1 sampai Tabel 8 lampiran C, kemudian hasil rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi nilai rata-rata benda uji

Kandungan sp (%)	$f_c$ rencana (MPa)	$f_{c1}$ (MPa)	$f_{c2}$ (MPa)
0	50	47.41	46.715
0.4	50	49.1735	49.89425
0.6	50	52.035	55.05
0.8	50	64.375	63.44
1.0	50	62.06	62.8475
1.2	50	48.62	59.2675
1.4	50	70.265	72.095
1.6	50	61.085	62.1375

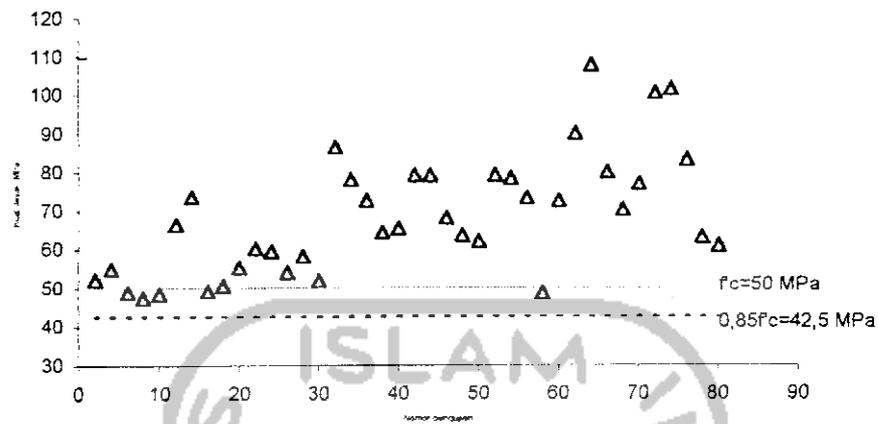
Keterangan:

$f_{c1}$  : Rata-rata dua benda uji, memenuhi syarat bila  $> 0,85 f_c = 42,5 \text{ MPa}$

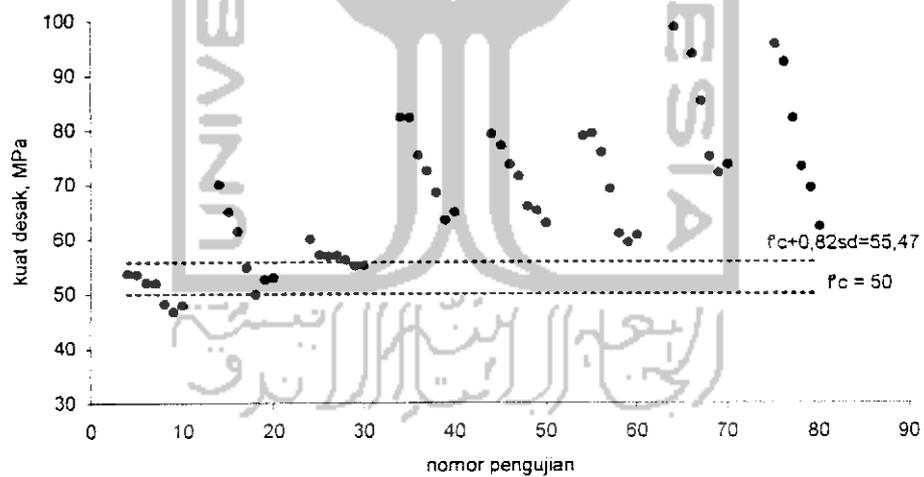
$f_{c2}$  : Rata-rata empat benda uji berurutan,

memenuhi syarat bila  $> f_c + (0,82 \times \text{sd}) = 55,74 \text{ MPa}$

Hasil uji rata-rata dua benda uji dan empat benda uji kemudian diplotkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5.1 Nilai rata-rata dari dua benda uji



Gambar 5.2 Nilai rata-rata dari empat hasil uji

1. Tidak satupun nilai rata-rata dua hasil uji yang kurang dari  $0,85 f_c = 0,85 \cdot 50 = 42,5$  MPa,
2. Nilai rata-rata dari empat hasil uji yang berurutan ada yang kurang dari  $f_c + 0,82 \cdot s_d = 55,74$  MPa.

Beton yang dibuat dikatakan memenuhi syarat (mutunya tercapai) jika kedua persyaratan terpenuhi. Pada hasil plotting data terlihat pada persyaratan kedua ada sebagian yang tidak memenuhi syarat. Oleh karena itu disarankan mengubah proporsi campuran untuk meningkatkan kuat desak rata-rata beton.

Dalam penelitian ini persyaratan yang pertama (tidak satupun nilai rata-rata dua hasil uji kurang dari  $0,85 f_c$ ) terpenuhi. Jika syarat pertama tidak terpenuhi maka hal yang perlu dilakukan selain memperbaiki mutu adukan beton berikutnya, maka harus pula dilakukan langkah-langkah antara lain:

1. Uji tidak merusak (*non destructive test*), misalnya dengan Schmidt Rebound Hammer (*Hammer Test*), Pull Out Test, Ultrasonic pulse velocity test.
2. *semi destructive test* yaitu uji bor inti.

Pengendalian mutu beton perlu dilakukan karena kekuatan beton yang diproduksi di lapangan mempunyai kecenderungan untuk bervariasi dari adukan ke adukan. Besar variasi tergantung pada variasi mutu bahan, variasi cara pengadukan dan stabilitas pekerja.

## 5.2 Kuat Desak Kubus Beton

Pengujian kuat desak beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Analisis dan pembahasan hasil penelitian dilaksanakan setelah dilakukan uji desak beton pada benda uji kubus. Analisis kuat desak dilakukan untuk mendapatkan kuat desak rata-rata pada tiap umur beton yang diamati, angka konversi kekuatan beton, dan kuat desak aktual pada umur 28 hari.

Pokok pembahasan pada penelitian ini mengenai hasil analisis kuat desak beton yang meliputi pengaruh umur terhadap laju kenaikan kuat desak rata-rata dan peningkatan kuat desak beton pada setiap variasi penambahan dosis *superplasticizer*.

Dalam perhitungan kuat desak karakteristik beton dan menganalisa hubungan kuat desak terhadap pengaruh variasi penambahan *superplasticizer*, digunakan rumus-rumus sebagaimana tercantum dalam bab sebelumnya, selanjutnya contoh hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel seperti tertera dalam Tabel 5.3.

## 1. Analisis kuat desak untuk campuran dasar

Tabel 5.3 Perhitungan kuat desak rata-rata beton campuran dasar

Benda uji	P	A	P/A	f'cr	konversi	fci28	(fci-fcr) <sup>2</sup>
NK7-1	800000	23088,64	34.65	347.50	0.65	53.31	8.2369
NK7-2	770000	23118,78	33.31			51,24	0.64
NK7-3	780000	22236,24	35.08			53.97	12.4609
NK7-4	840000	22967,1	36.57			56.27	33.9889
NK7-5	770000	22551,38	34.14			52.53	4.3681
NK28-1	1045000	23027,5	45.38	47.41	1	45,38	25.6036
NK28-2	1240000	23058	53.78			53,78	11.1556
NK28-3	915000	22293,44	41.04			41,04	88.36
NK28-4	1045000	22397,69	46.66			46,66	14.2884
NK28-5	1155000	23000,37	50.22			50,22	0.0484
				Σ		504.4	199.1508
				f'cr		50.44	

Standar deviasi dicari dengan rumus :  $s = \sqrt{\frac{\sum(f'ci - f'cr)^2}{n-1}}$

Maka nilai standar deviasi (s) =  $\sqrt{\frac{199,1508}{10-1}} = 4,704$  Mpa.

- $f'cr = f'c + (1,64 \times s)$
- $f'c = f'cr - (1,64 \times s)$
- $f'c = 50,44 - (1,64 \times 4,704)$
- $f'c = 50,44 - 7,7145 = 42,72544$  Mpa.

Dengan cara yang sama hasil perhitungan untuk beton dengan variasi penambahan *superplasticizer* ditampilkan pada tabel berikut dan perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 8 lampiran D.

Ringkasan hasil kuat desak rata-rata ( $f'_{cr}$ ) umur 28 hari dan kuat desak aktual pada masing-masing kandungan *superplasticizer* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Hasil uji desak aktual umur 28 hari

Kandungan <i>superplasticizer</i> (%)	$f'_{cr}$ (MPa)	$f_c$ (MPa)
0	50.44	42.73
0,4	59.03	41.92
0,6	56.85	49.66
0,8	73.41	56.58
1	70.46	56.12
1,2	70.41	49.26
1,4	85.00	60.57
1.6	81.86	49.19

Berdasarkan perolehan data kuat desak rata-rata benda uji kubus pada umur 28 hari dan persentase penambahan *superplasticizer* dilakukan analisis dengan metode numerik yang dapat menggambarkan grafik dengan jarak interval lebih pendek, yaitu menggunakan metode kuadrat terkecil sehingga dapat dihasilkan persamaan kurva polinomial orde dua dengan cara regresi polinomial.

Data awal yang digunakan untuk perhitungan regresi polinomial dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

**Tabel 5.5** Data awal perhitungan numerik

Kandungan Superplasticizer % (Xi)	0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1.6
Kuat desak beton rata-rata, Mpa (Yi)	42,73	41,92	49,66	56,58	56,12	49,26	60,57	49,19

**Tabel 5.6** Hasil perhitungan numerik hubungan kuat desak beton terhadap persentase penambahan *superplasticizer*

No	$X_i$	$Y_i$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
1	0	42.73	0	0	0	0	0
2	0.4	41.92	0.16	0.064	0.0256	16.768	6.7072
3	0.6	49.66	0.36	0.216	0.1296	29.796	17.8776
4	0.8	56.58	0.64	0.512	0.4096	45.264	36.2112
5	1	56.12	1	1	1	56.12	56.12
6	1.2	49.26	1.44	1.728	2.0736	59.112	70.9344
7	1.4	60.57	1.96	2.744	3.8416	84.798	118.7172
8	1.6	49.19	2.56	4.096	6.5536	78.704	125.9264
jml	7	406.03	8.12	10.36	14.0336	370.562	432.494

Dengan melakukan hitungan pada Tabel 5.5 di atas, maka sistem persamaan menjadi :

$$8a + 7b + 8,12c = 406,03$$

$$7a + 8,12b + 10,36c = 370,562$$

$$8,12a + 10,36b + 14,0336c = 432,494$$

Persamaan kurva yang dicari adalah  $Y = a + bx + cx^2$

$$\begin{bmatrix} 8 & 7 & 8,12 \\ 7 & 8,12 & 10,36 \\ 8,12 & 10,36 & 14,0336 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a \\ b \\ c \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 406,03 \\ 370,562 \\ 432,494 \end{Bmatrix}$$

Dengan menggunakan metode Cramer :

$$D = \begin{vmatrix} 8 & 7 & 8,12 \\ 7 & 8,12 & 10,36 \\ 8,12 & 10,36 & 14,336 \end{vmatrix} = 7,6769$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} 406,03 & 7 & 8,12 \\ 370,562 & 8,12 & 10,36 \\ 432,494 & 10,36 & 14,0366 \end{bmatrix} = 308,08935$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} 8 & 406,03 & 8,12 \\ 7 & 370,562 & 10,36 \\ 8,12 & 432,494 & 14,0336 \end{bmatrix} = 177,72791$$

$$D_3 = \begin{bmatrix} 8 & 7 & 406,03 \\ 7 & 8,12 & 370,562 \\ 8,12 & 10,36 & 432,494 \end{bmatrix} = -72,87911$$

$$a = \frac{D_1}{D} = 40,132$$

$$b = \frac{D_2}{D} = 23,151$$

$$c = \frac{D_3}{D} = -9,4933$$

Jadi, persamaan yang dimaksud adalah :

$$Y = -9,4933x^2 + 23,151x + 40,132 \dots\dots\dots(5.1)$$

Dari persamaan kurva regresi polinomial tersebut, dapat dicari koefisien determinan ( $r^2$ ) dan koefisien korelasi ( $r$ ). Data perhitungan untuk koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 5.7

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 رابعة السنة الابتدائية  
 الجامعة الإسلامية

Tabel 5.7 Data perhitungan koefisien korelasi (r)

$X_i$	$Y_i$	$(Y_i - y)^2$	$Y_j$	$(Y_i - Y_j)^2$
0	42.73	64.3805	40.13	6.76
0.4	41.92	78.035	47.87	35.4025
0.6	49.66	1.196	50.61	0.9025
0.8	56.58	33.945	52.58	16
1.0	56.12	28.797	53.79	5.4289
1.2	49.26	2.231	54.24	24.8
1.4	60.57	96.359	53.94	43.95
1.6	49.19	2.445	52.87	13.5424
$\Sigma = 7$	$\Sigma = 406.03$	$\Sigma = 307.313$	$\Sigma = 406.03$	$\Sigma = 146.786$

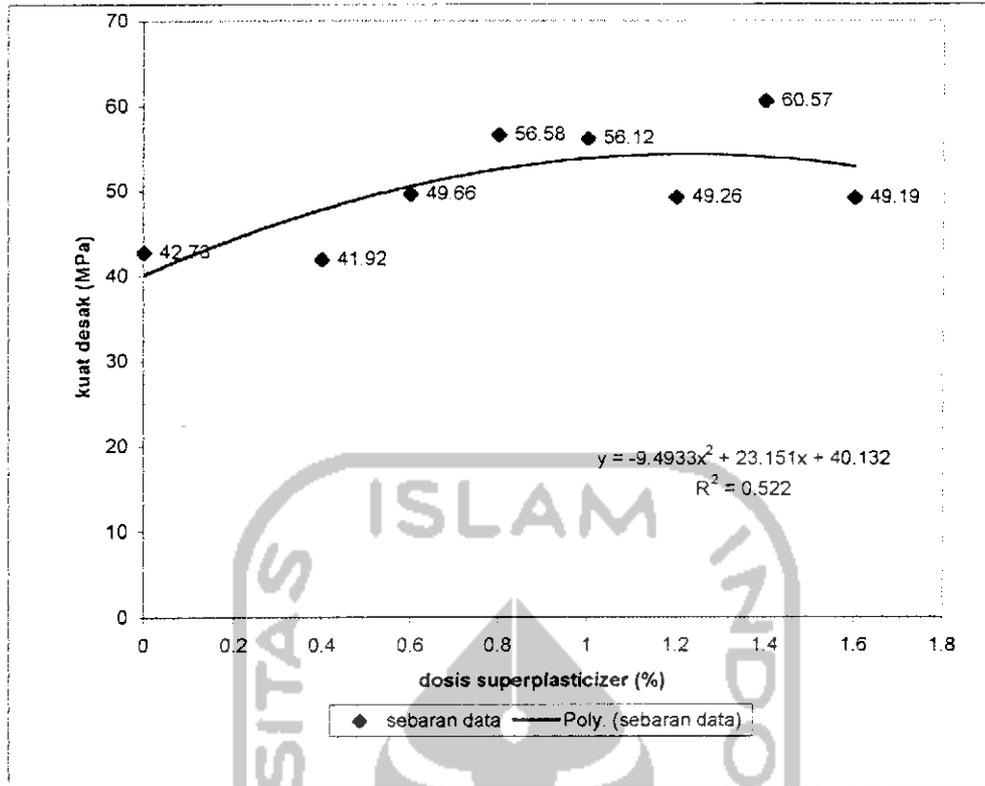
Sehingga koefisien determinan ( $r^2$ ) dan koefisien korelasi (r),

$$r^2 = \frac{\Sigma(Y_i - y)^2 - (\Sigma(Y_i - Y_j))^2}{\Sigma(Y_i - y)^2}$$

$$r^2 = \frac{307.313 - 146.7863}{307.313} = 0.522$$

$$r = \sqrt{0.522} = 0.722$$

Variabel x menunjukkan besarnya persentase penambahan *superplasticizer*, sedang variabel y menunjukkan besarnya kuat desak beton. Dari persamaan 5.1 dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 5.3



**Gambar 5.3** Grafik hasil regresi polinomial kuadrat hubungan kuat desak dan dosis *superplasticizer*

Untuk mendapatkan nilai  $x$  optimum dicari dengan menggunakan persamaan 5.1 yaitu :

$$Y = -9,4933x^2 + 23,151x + 40,132$$

$$Y' = \frac{dy}{dx} = 0 \longrightarrow X_{\text{optimum}}$$

$$Y_{\text{maksimum}} = F(X_{\text{optimum}})$$

$$Y' = -18,9866x + 23,151$$

$$0 = -18,9866x + 23,151$$

$$x = 1,21933 \longrightarrow Y = 54,2464$$

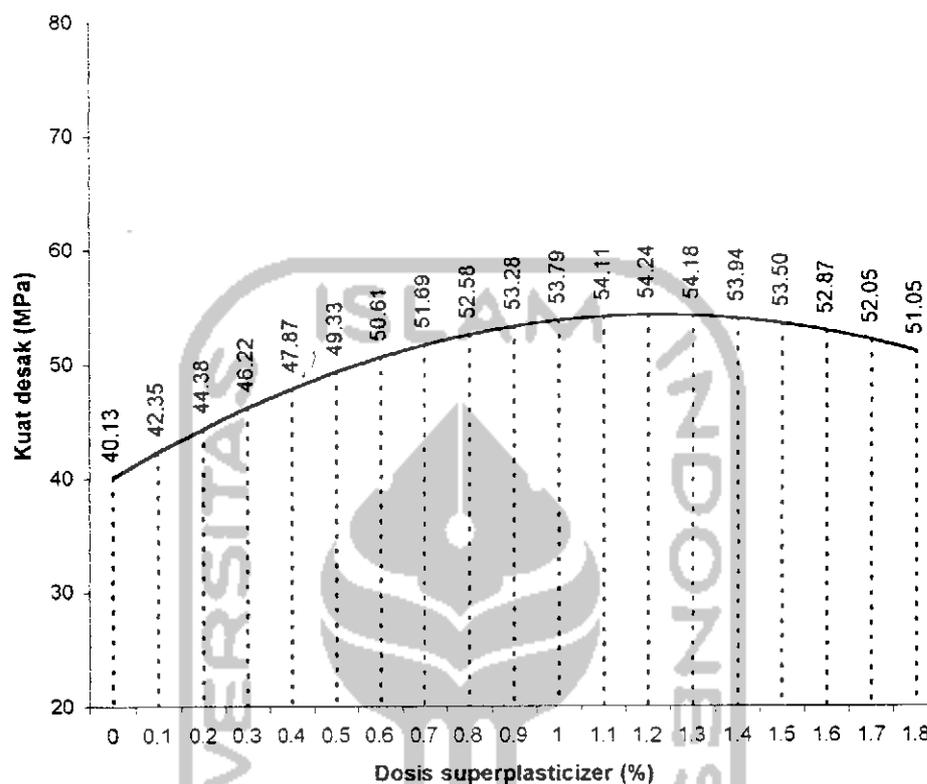
Dari hasil perhitungan didapat nilai dosis optimum (variabel x) sebesar 1,219% dengan nilai kuat desak maksimum (variabel y) yang dihasilkan sebesar 54,2464 MPa.

Substitusi hasil persamaan 5.1 adalah sebagaimana pada Tabel 5.7. Data tersebut merupakan hasil regresi polinomial yang telah mengalami perpendekan interval dari 0,2 menjadi 0,1 % dosis *superplasticizer*. Maksud pendekatan secara numerik ini adalah untuk mempresentasikan *trend* secara umum dari data karena beberapa data mungkin tidak benar, maka kurva tidak dipaksakan melalui setiap titik, namun kurva dibuat mengikuti pola sekelompok titik data seperti terlihat pada Gambar 5.4. Dari *trend* data tersebut diperoleh nilai kuat desak aktual tertinggi yaitu sebesar 54,24 MPa pada penambahan dosis *superplasticizer* 1,2%, tetapi berdasarkan hitungan secara matematis didapat dosis optimum sebesar 1,219% dengan nilai kuat desak sebesar 54,2464 MPa.

Tabel 5.8 Regresi polinomial kuadratik uji desak beton

kandungan <i>superplasticizer</i> (%)	Kuat desak (Mpa)	Kandungan <i>superplasticizer</i> (%)	Kuat desak (Mpa)
0	40.13	1	53.79
0,1	42.35	1,1	54.11
0,2	44.38	1,2	54.24
0,3	46.22	1,3	54.18
0,4	47.87	1,4	53.94
0,5	49.33	1,5	53.50
0,6	50.61	1,6	52.87
0,7	51.69	1,7	52.05
0,8	52.58	1,8	51.05
0,9	53.28	1,9	49.85

Data yang didapat pada Tabel 5.7 dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 5.4



**Gambar 5.4** Grafik regresi polinomial kuadrat dengan perpendekan interval

Dari Gambar 5.4 terlihat bahwa pada beton dengan campuran *superplasticizer* menunjukkan terjadi peningkatan dan penurunan kuat desak aktual pada setiap peningkatan prosentasenya. Peningkatan 0.4% *superplasticizer* menghasilkan kuat desak aktual lebih tinggi 19,287 % lebih tinggi dari beton tanpa campuran *superplasticizer*, pada peningkatan dosis *superplasticizer* 0,6% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual 22,925 %, pada peningkatan dosis

*superplasticizer* 0,8% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual 31,024 %, pada peningkatan dosis *superplasticizer* 1,0% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual 34,039%, pada peningkatan dosis *superplasticizer* 1,2% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual lebih tinggi yaitu 35,160%. Sedangkan pada peningkatan dosis *superplasticizer* 1,4% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual 34,414 %, pada peningkatan dosis *superplasticizer* 1,6% menghasilkan peningkatan kuat desak aktual 31,747 %. Pada dosis *superplasticizer* 1,4% dan 1,6% mengalami penurunan dari dosis *superplasticizer* 1,2%.

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin banyak dosis *superplasticizer* yang dipakai akan menghasilkan kuat desak yang semakin meningkat sampai dosis *superplasticizer* 1,2 %, dengan nilai kuat desak yang dihasilkan sebesar 54,24 MPa, Sedangkan pada campuran beton dengan penambahan dosis *superplasticizer* sebesar 1,4% dan 1,6% terjadi penurunan kuat desak dibanding dengan campuran beton dengan 1,2% *superplasticizer*.

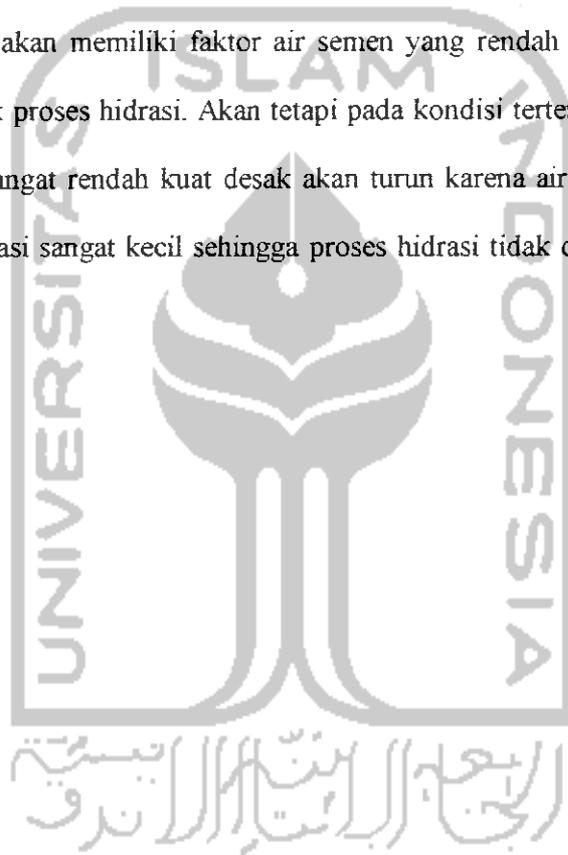
Berdasarkan hasil hitungan regresi didapat nilai koefisien korelasi,  $r = 0,722$ . Analisis korelasi ini digunakan untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel-variabel. Untuk fenomena hubungan kuat desak beton dan penambahan dosis *superplasticizer*, diambil variabel bebas  $X =$  dosis *superplasticizer* dan variabel takbebas  $Y =$  kuat desak beton. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton (seperti disebutkan pada bab sebelumnya).

Dari analisis dan pembahasan kuat desak beton yang merupakan hasil percobaan di Laboratorium ini menunjukkan bahwa pemakaian *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat desak beton rencana. Sehingga memungkinkan untuk membuat beton mutu tinggi. Untuk menaikkan kekuatan beton dapat dicapai dengan menurunkan rasio air-semen, yaitu dengan pemakaian bahan tambah *superplasticizer*, dengan menambahkan *superplasticizer* partikel semen akan saling melepaskan diri dan terdispersi seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Partikel semen dalam air tanpa penambahan *superplasticizer* akan terjadi penggumpalan (*agglutination*) yaitu partikel semen akan berkoheksi satu sama lain. Dengan penambahan *superplasticizer*, *superplasticizer* tersebut akan terserap pada permukaan partikel semen yang memiliki muatan negatif yang mempunyai daya tolak dan membuat partikel semen terdispersi dengan baik yang pada akhirnya dapat menurunkan viskositas pada semen, pasta semen mempunyai sifat fluid/alir yang bagus. Fenomena ini menunjukkan bahwa penggunaan air dapat diturunkan dengan penambahan *superplasticizer*.

Mekanisme dispersi *superplasticizer* disebabkan oleh tolakan elektrikal dari *superplasticizer* yang terabsorpsi pada partikel semen. Dengan penambahan *superplasticizer*, jumlah *superplasticizer* yang terserap pada permukaan semen akan bertambah secara cepat. Pada konsentrasi *superplasticizer* diatas 1,2 % kenaikan jumlah *superplasticizer* yang terabsorpsi akan mengecil, sehingga viskositas pasta semen yang paling optimum dapat dicapai pada dosis 1,2 %.

Pada penelitian ini kuat desak yang dihasilkan pada campuran dasar (tanpa penambahan *superplasticizer*) didapatkan nilai kuat desak sebesar 40,13 MPa. Hasil tersebut dibawah nilai kuat desak rencana yaitu 50 MPa. Dalam perencanaan digunakan nilai faktor air semen sebesar 39 %, campuran tersebut sulit untuk dikerjakan dan juga sangat sulit untuk dipadatkan dalam cetakan. Sehingga hasilnya, kekuatannya akan turun seiring dengan terbentuknya ruang kosong didalam beton (*void*). Dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* akan memiliki faktor air semen yang rendah yang secara teori sangat kecil untuk proses hidrasi. Akan tetapi pada kondisi tertentu dengan faktor air semen yang sangat rendah kuat desak akan turun karena air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi sangat kecil sehingga proses hidrasi tidak dapat berlangsung dengan sempurna.



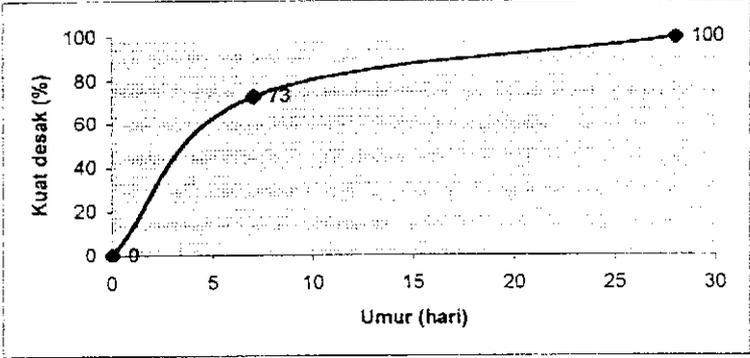
### 5.3' Pengaruh umur terhadap laju kenaikan kuat desak rata-rata ( $f'_{cr}$ )

Pada penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap yaitu pada umur 7 hari dan 28 hari dengan tujuan agar dapat diketahui pengaruh umur terhadap laju kenaikan kuat desak rata-rata. Dari hasil pengujian terlihat bahwa dengan bertambahnya umur beton maka tingkat kekuatan beton atau kuat desaknya juga bertambah. Analisa hasil penelitian, dapat dilihat pada Tabel 5.9

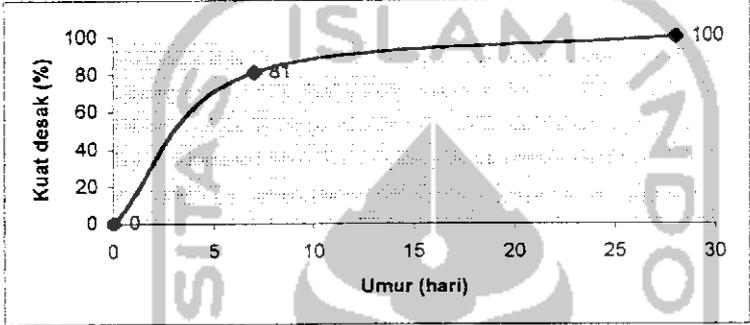
**Tabel 5.9** Hubungan kuat desak beton rata-rata dan umur beton

Umur Hari	Variasi <i>superplasticizer</i> (%)	Kuat desak Rata-rata (MPa)	Kuat desak (%)
7	0	34.7503	73.28.98
	0.4	42.680	81.4578
	0.6	38.04	69.9255
	0.8	53.11	82.5634
	1.0	50.38	79.4557
	1.2	51.41	83.2855
	1.4	62.91	86.9328
	1.6	63.89	97.6569
28	0	47.4149	100
	0.4	52.40	100
	0.6	55.19	100
	0.8	65.11	100
	1.0	63.40	100
	1.2	61.73	100
	1.4	73.21	100
	1.6	65.43	100

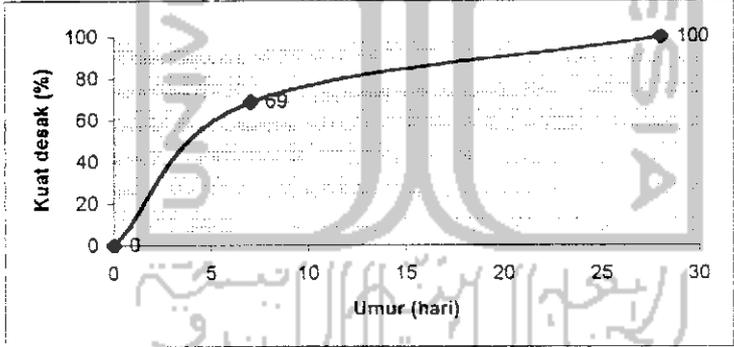
Berdasarkan pada Tabel 5.9, maka hubungan kuat desak beton terhadap umur beton dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 5.5



a. variasi campuran dasar (tanpa *superplasticizer*)

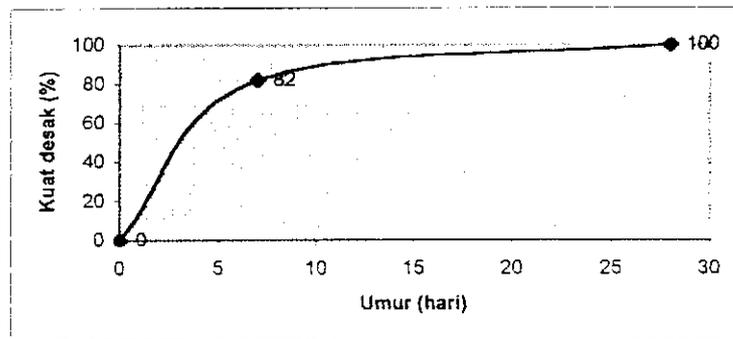


b. Variasi penambahan 0,4% *superplasticizer*

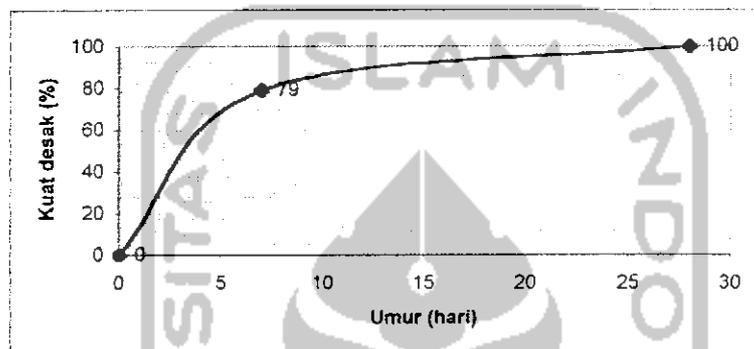


c. variasi penambahan 0,6% *superplasticizer*

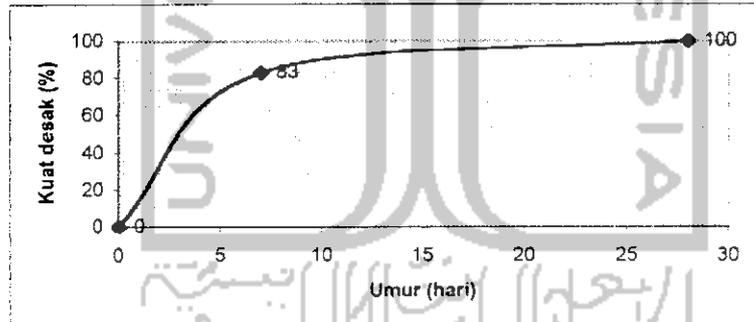
**Gambar 5.5** Grafik laju peningkatan kuat desak beton (%) terhadap pengaruh umur yang dinormalisasikan terhadap kuat desak beton umur 28 hari



d. variasi penambahan 0,8 % *superplasticizer*



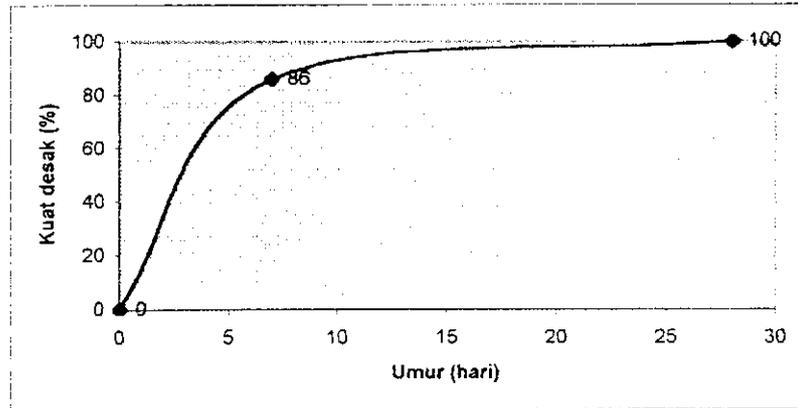
e. variasi penambahan 0,1 % *superplasticizer*



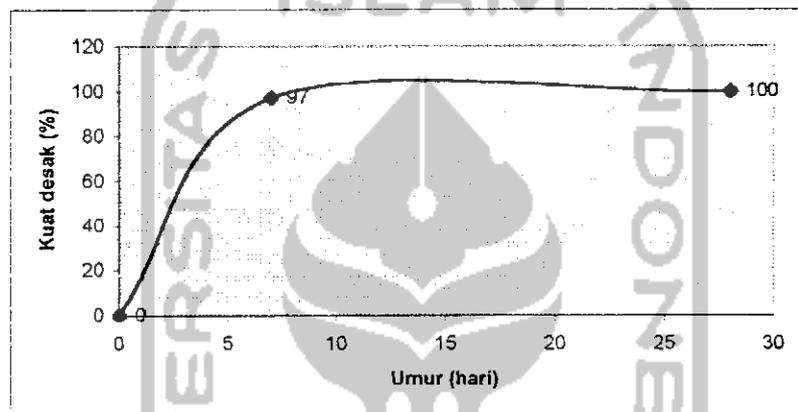
f. variasi penambahan 1,2 % *superplasticizer*

**Gambar 5.5 Lanjutan**

Grafik laju peningkatan kuat desak beton (%) terhadap pengaruh umur yang dinormalisasikan terhadap kuat desak beton umur 28 hari



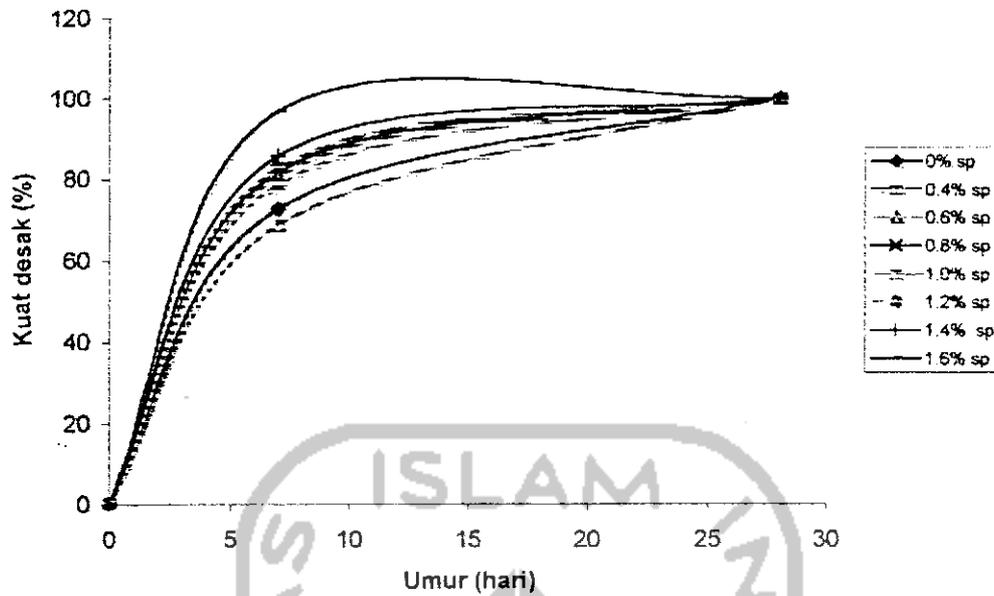
g. variasi penambahan 1,4 % *superplasticizer*



h. variasi penambahan 1,6 % *superplasticizer*

**Gambar 5.5 Lanjutan**

Grafik laju peningkatan kuat desak beton (%) terhadap pengaruh umur yang dinormalisasikan terhadap kuat desak beton umur 28 hari

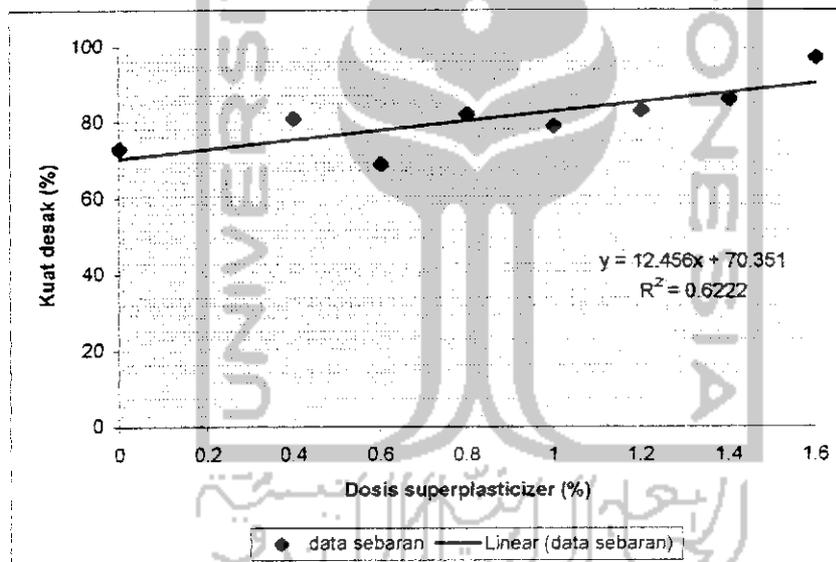


**Gambar 5.6** Grafik laju peningkatan kuat desak beton pada semua variasi penambahan *superplasticizer*

Dari Gambar 5.5 terlihat bahwa semakin bertambahnya umur beton maka kuat desak beton juga mengalami peningkatan. Dalam penelitian terdahulu beton dengan campuran *superplasticizer* menunjukkan bahwa peningkatan kuat desak beton tetap terjadi setelah umur 28 hari. Pada penelitian ini pengamatan hanya sampai umur 28 hari, sehingga diasumsikan pada umur 0 hari, kuat desak beton adalah 0% dan pada umur 28 hari, kuat desak beton mencapai 100%. Berdasarkan perolehan data kuat desak rata-rata benda uji dengan berbagai variasi penambahan dosis *superplasticizer* umur 7 hari dilakukan analisis untuk mendapatkan regresi linier. Data awal kuat desak rata-rata ( $f'_{cr}$ ) umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan hasil regresi linier dapat dilihat pada Gambar 5.7.

**Tabel 5.10** Data awal kuat desak rata-rata beton umur 7 hari

Variasi <i>superplasticizer</i> (%)	$f'_{cr}$ (%)
0	73.28.98
0.4	81.4578
0.6	69.9255
0.8	82.5634
1.0	79.4557
1.2	83.2855
1.4	86.9328
1.6	97.6569



**Gambar 5.7** Grafik hasil regresi linier hubungan kuat desak rata-rata 7 hari dengan dosis *superplasticizer*

Dari grafik hasil regresi linier pada Gambar 5.7 didapatkan data sebagaimana terlihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11** Regresi linier kuat desak beton rata-rata ( $f'_{cr}$ ) umur 7 hari

Variasi <i>superplasticizer</i> (%)	$f'_{cr}$ (%)
0	68.821
0.4	69.9257
0.6	70.4781
0.8	71.0305
1.0	71.5829
1.2	72.1352
1.4	72.6876
1.6	73.24

Dari Tabel 5.11 menunjukkan bahwa kuat desak rata-rata ( $f'_{cr}$ ) pada umur 7 hari semakin meningkat dengan penambahan dosis *superplasticizer*. Kuat desak rata-rata campuran dasar pada umur 7 hari mencapai 68,821% sedangkan kuat desak rata-rata campuran dengan menggunakan 1,6% pada umur 7 hari mencapai 73,24%. Campuran dasar mempunyai peningkatan kuat desak terendah sedangkan campuran 1,6% *superplasticizer* mempunyai peningkatan kuat desak tertinggi.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan :

1. Terdapat hubungan yang cukup signifikan antara penambahan *superplasticizer* dan kuat desak beton ( $r = 0,722$ ). Pada penambahan *superplasticizer* sampai pada dosis 1,2% kuat desaknya semakin meningkat dengan prosentase peningkatan sebesar 35,16%, kemudian mengalami penurunan kuat desak pada penambahan *superplasticizer* 1,4% sebesar 34,414%.
2. Didapat kadar optimum pemakaian *superplasticizer* pada perencanaan campuran adukan beton mutu K-500 yaitu sebesar 1,219%.

#### 6.2 Saran

1. Pada perencanaan beton mutu K-500 disarankan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* dengan dosis diatas 0,6% terhadap berat semen.
2. Karena adanya keterbatasan waktu dalam penelitian ini, maka kami sarankan dilakukan penelitian dengan uji desak beton pada umur beton lebih dari 28 hari, yaitu sampai umur pengujian 29 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, "*Pedoman Beton 1989 (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia)*", Departemen Pekerjaan Umum RI, 1989.
- Chu-kia Wang, Salmon, C.G., 1994, "*Desain Beton Bertulang*", Erlangga, Jakarta.
- Cokrodimulyo, K., 1995, "*Teknologi Beton*", Biro Penerbit, Jogjakarta.
- Kusuma, Gideon dan Andriono, Takim, 1994, "*Pedoman Pengerjaan Beton (berdasarkan SK SNI T-15-1991-03)*", Edisi 2, Erlangga, Jakarta.
- Murdock, L.J., Brook, K.M., 1991, "*Bahan dan Praktek Beton*", Erlangga, Jakarta.
- PT Semen Padang, 1998, "*Teknologi semen*", Padang.
- PT Wijaya Karya, 1998, "*Perencanaan Campuran Beton*", Jakarta
- Sudarmoko, "*A study of Influence of Hardening Accelerator Substances Toward Concrete Mix Workability and Compressive Strength of Concrete*", Media Teknik No. 3 Tahun XXIII Edisi Agustus 2001, Jogjakarta.
- Sudjana, DR, 1984, "*Metoda Statika*", Edisi 3, Penerbit Tarsito, Bandung
- Suhud, R, 1999, "*Beton Kinerja Tinggi Menggunakan Kerikil Alam*", Seminar Beton Mutu Tinggi, BMPTSI dan Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- , 2002, "*Superplastisizer for High Performance Concrete*", PT KAO Indonesia Chemicals, Jakarta.

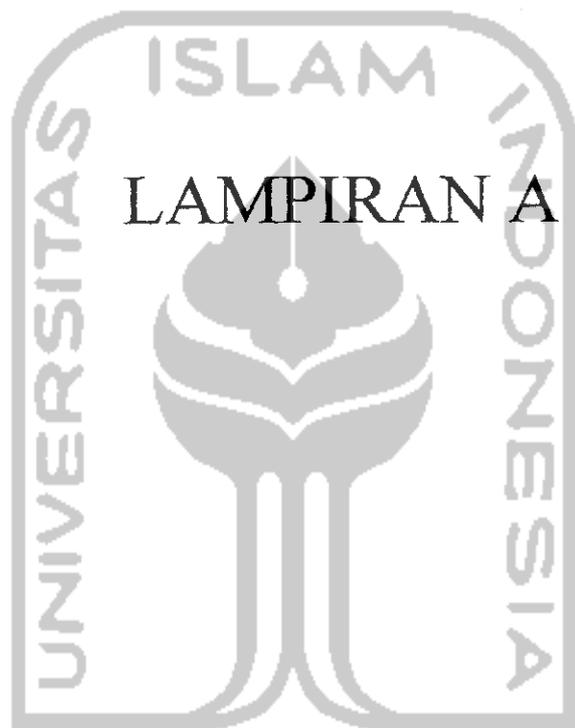
Richart, G, dkk, 1996, *“Effect of Superplasticizer Dosage on Mechanical Properties, Permeability, and Freeze-Thaw Durability of High strength Concretes With and Without Silica Fume”*, ACI Material Journal, Marc-april 1996.

Wibowo, A,S dan Thohari, A, 2000, *“Studi Komparasi Penggunaan Fly Ash dan Silica Fume pada beton Mutu tinggi”*, Penelitian Tugas Akhir FTSP, UII, 2000

Wahyudi.L, Rahim Syahril, *“Struktur Beton Bertulang (Standar Baru SNI T-15-1991-03)”*,

Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, 1979, *“Peraturan Beton Bertulang 1971 NI-2”*, DPMB Departemen Pekerjaan Umum RI





LAMPIRAN A

الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

**Tabel 1**

Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standar (PBI 1971)

Isi pekerjaan		Standar deviasi (S), kg/cm <sup>2</sup>		
sebutann	Jumlah beton (m <sup>3</sup> )	Baik sekali	baik	Dapat diterima
Kecil	1000	45<s<55	55<s<65	65<s<85
Sedang	1000-3000	35<s<45	45<s<55	55<s<75
Besar	3000	25<s<35	35<s<45	45<s<65

**Tabel 2**

Perkiraan kekuatan tekan (N/mm) beton dengan faktor air semen 0,5  
dan jenis semen dan agregat kasar

Jenis semen	Jenis agregat	Kekuatan tekan (N/mm) pada umur (hari)			
		3	7	28	91
Semen Portland (tipe I)	Alami (koral)	20	28	40	48
	Batu pecah	23	32	45	54
Semen Portland (tipe II)	Alami(koral)	13	18	32	40
	Batu pecah	11	26	36	44

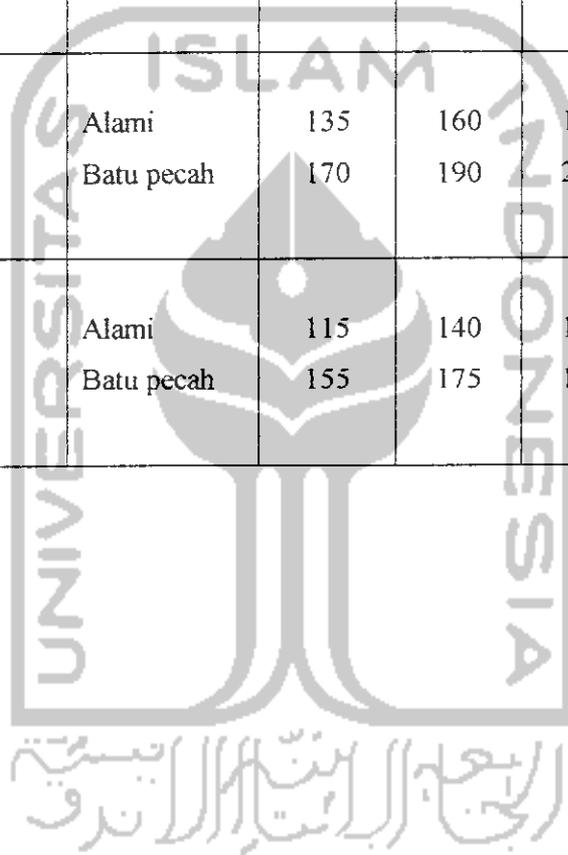
**Tabel 3**

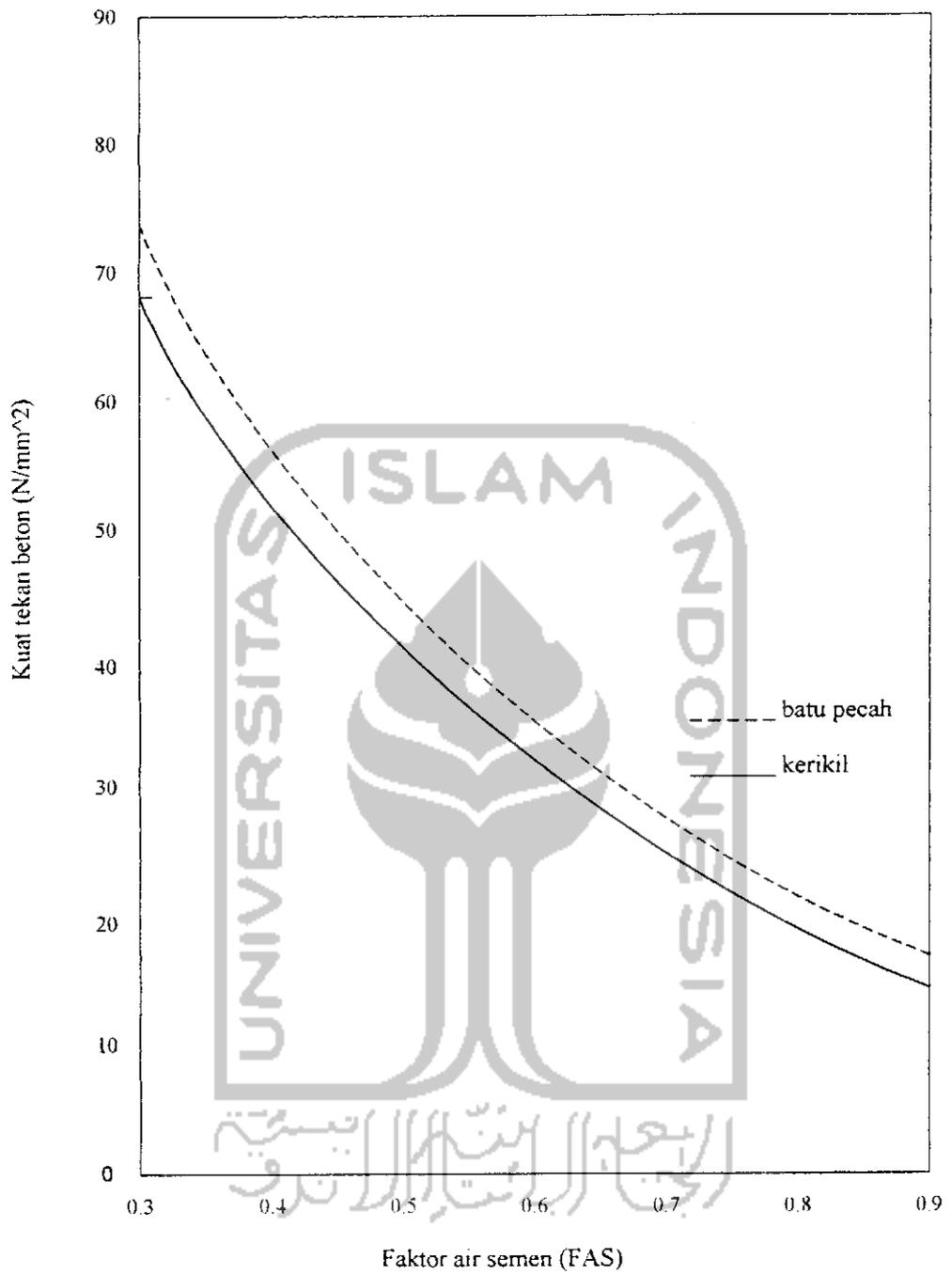
Jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum (PBI 1971)

	Jumlah semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan		
a. keadaan keliling non korosif	275	0.60
b. keadaan keliling non korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0.52
Beton diluar ruang bangunan		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. terlindung dari hujan dan panas matahari langsung	275	0.60
Beton yang masuk dalam tanah		
a. mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	325	0.55
b. mendapat pengaruh sulfat alkali tanah atau air tanah	375	0.52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air:		
a. air tawar	275	0.57
b. air laut	375	0.52

**Tabel 4**  
Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ )

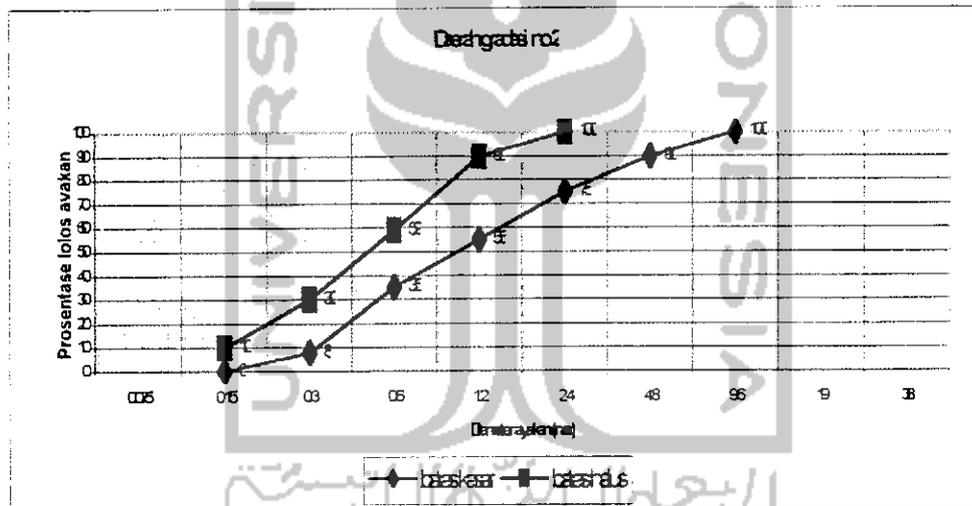
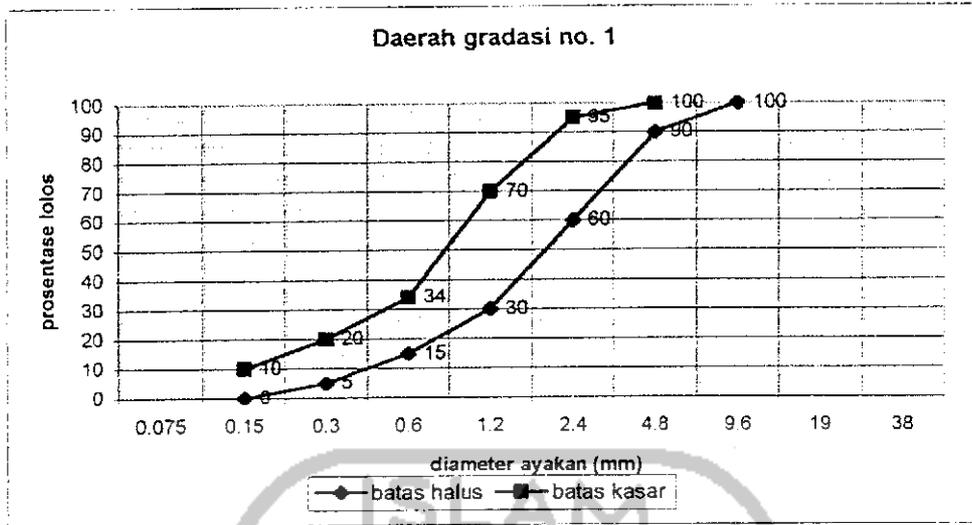
Ukuran berat butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205





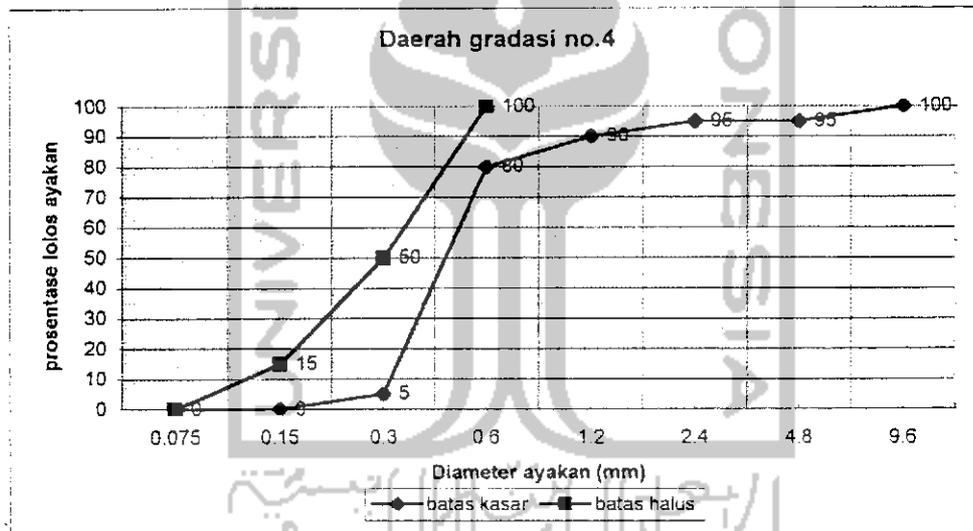
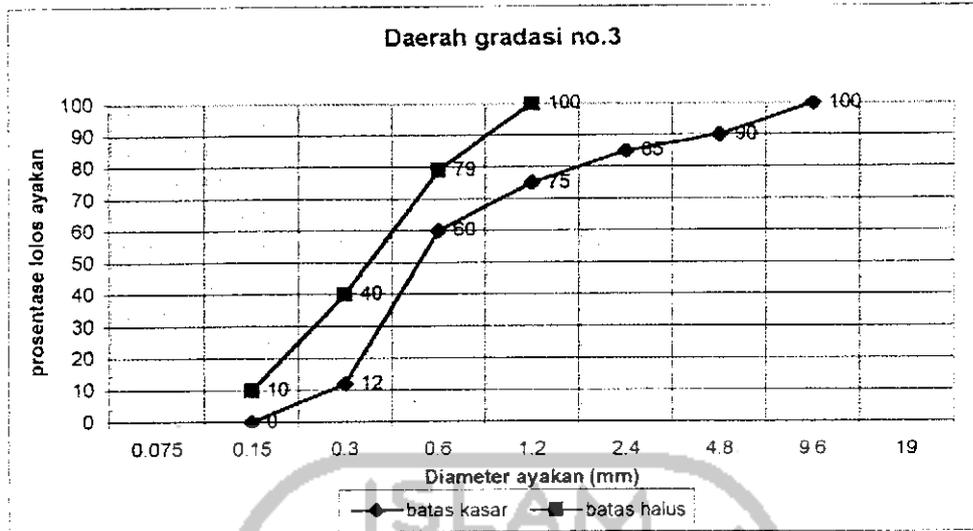
**Gambar 1**

Grafik hub. kuat tekan dan faktor air semen



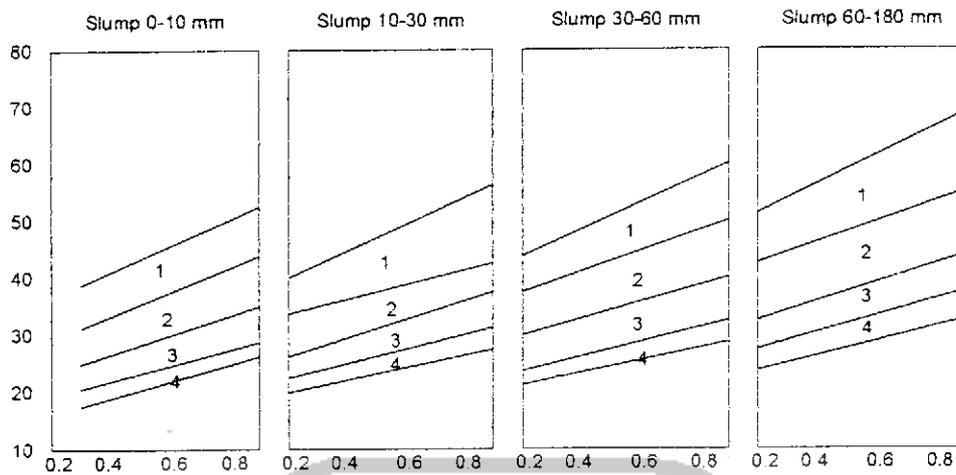
**Gambar 2**

Daerah gradasi agregat halus

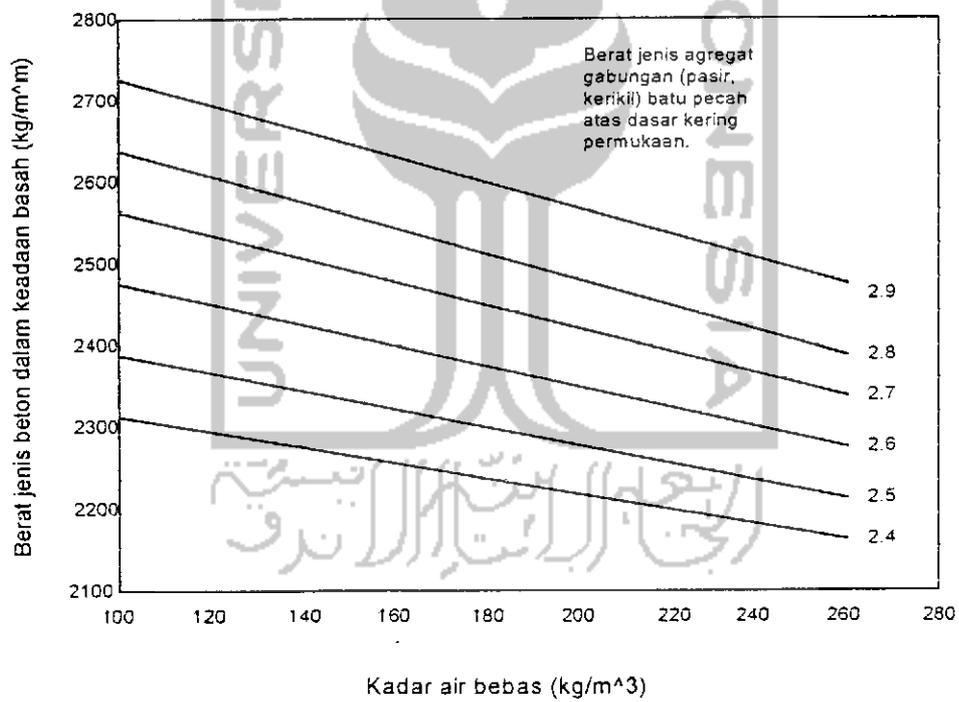


**Gambar 2 lanjutan**

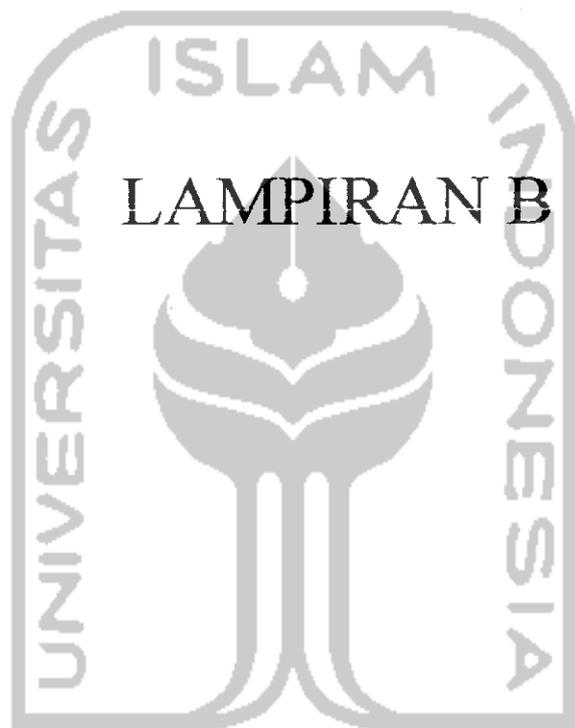
Daerah gradasi agregat halus



**Gambar 3**  
 Prosentase jumlah agregat  
 Ukuran butir agregat maksimum 20 mm



**Gambar 4**  
 Perkiraan berat jenis beton



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية





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

Jl. Kaliurang km.14,4 telp.0274-895707, 895042 Fax. 0274-895330  
Jogjakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR "SSD"

Jenis benda uji : Kubus diperiksa oleh:  
Nama benda uji : 1. Fitria Hariny 97511262  
Asal : Merapi 2. Asna Luthfah 98511110  
Keperluan : Penelitian tugas akhir

Tanggal: 26 april 2003

ALAT-ALAT

1. Tabung silinder ( $\varnothing$  15 x 30) cm
2. timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\varnothing$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll

	Benda uji		Benda uji	
	I		II	
Berat cetakan silinder ( $W_1$ )	6,4	kg	5,7	kg
Berat cetakan + agregat ( $W_2$ )	14,25	kg	13,45	kg
Volume silinder	0,0053	$m^3$	0,0053	$m^3$
Berat volume agregat ( $W_2 - W_1$ )/V	1481,1	$kg/m^3$	1462,26	$kg/m^3$
Berat volume rata-rata	1471,68 $kg/m^3$			

Jogjakarta, 26 april 2003

mengetahui

Labolatorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



DATA PEMERIKSAAN  
KADAR AIR DAN SERAPAN AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Kubus diperiksa oleh:  
Nama benda uji : 1. Fitria Hariny 97511262  
Asal : Merapi 2. Asna Luthfah 98511110  
Keperluan : Penelitian tugas akhir

Tanggal: 26 april 2003

ALT-ALAT

1. Oven
2. Timbangan
3. Piring, sendok pasir

	Benda uji I		Benda uji II	
	Berat piring kosong ( $W_1$ )	149	gr	149
Berat kerikil + piring ( $W_2$ )	950	gr	955	gr
Berat kerikil kering + piring ( $W_3$ )	939,5	gr	946	gr
Berat kerikil SSD + piring ( $W_4$ )	953	gr	962	gr
Kadar air	1,328	%	1,129	%
Kadar air rata-rata	1.2285 %			
Serapan air	1.708 %		2.007 %	
Serapan air rat-rata	1.8575 %			

Jogjakarta, 26 april 2003

mengetahui

Labolatorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII





DATA PEMERIKSAAN  
 MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : Kubus diperiksa oleh:  
 Nama benda uji : 1. Fitria Hariny 97511262  
 Asal : Kali krasak 2. Asna Luthfah 98511110  
 Keperluan : Penelitian tugas akhir

Tanggal: 26 april 2003

Diameter saringan(mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat kumulatif Tertinggal(%)	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke						
40	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
4,75	52,875	56,75	2,73	2,85	2,73	2,85
2,36	144,275	142,40	7,45	7,15	10,18	10,00
1,18	405,275	423,95	20,91	21,30	31,09	31,30
0,60	506,175	548,65	26,12	27,57	57,21	58,87
0,15	622,375	677,15	32,12	34,03	89,33	92,90
PAN	206,775	141,05	10,67	7,10	-	-
Jumlah	1937,75	1989,95	100	100	190,54	195,92
Rata-rata					193,23	

$$\text{Modulus halus butir (MHB)} = \frac{193,23}{100} \times 100\% = 1,9323 \%$$

Jogjakarta, 26 april 2003  
 mengetahui

Labolatorium BKT FTSP UII,

an

LABORATORIUM *[Signature]*  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK UII**



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

Jl. Kaliurang km.14,4 telp.0274-895707, 895042 Fax. 0274-895330  
Jogjakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
KADAR AIR DAN SERAPAN AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Kubus diperiksa oleh:  
Nama benda uji : 1. Fitria Hariny 97511262  
Asal : Kali krasak 2. Asna Luthfah 98511110  
Keperluan : Penelitian tugas akhir

Tanggal: 26 april 2003

ALT-ALAT

4. Oven
5. Timbangan
6. Piring, sendok pasir

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat piring kosong ( $W_1$ )	149	gr	150	gr
Berat kerikil + piring ( $W_2$ )	653	gr	646,3	gr
Berat kerikil kering + piring ( $W_3$ )	621,5	gr	620	gr
Berat kerikil SSD + piring ( $W_4$ )	659	gr	649	gr
Kadar air	6,667	%	5,37	%
Kadar air rata-rata	6,0185 %			
Serapan air	6,89 %		6,17 %	
Serapan air rat-rata	6,53 %			

Jogjakarta, 26 april 2003

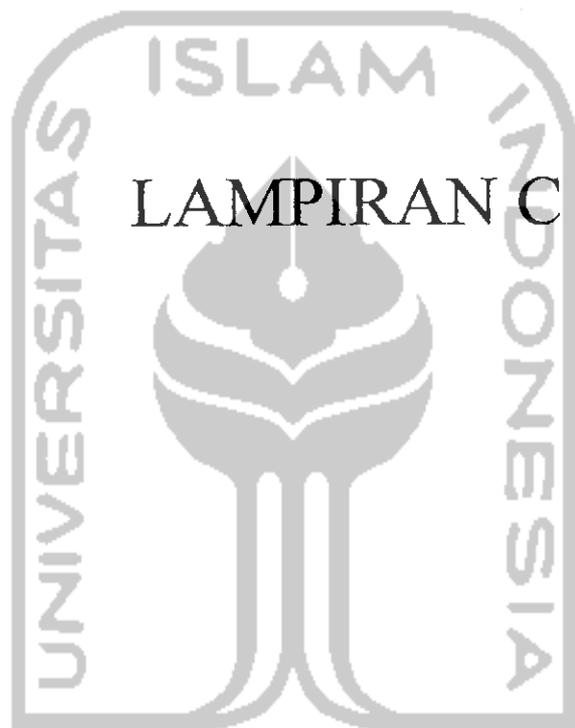
mengetahui

Labolatorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM an

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK *Amesien*

FAKULTAS TEKNIK UII



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

**Tabel 1**

Nilai rata-rata benda uji beton campuran dasar

Benda uji	fc (Mpa)	Rata-rata 2 benda uji (Mpa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
NK7-1	53.31	52.28	
NK7-2	51.24		
NK7-3	53.97	55.12	53.6975
NK7-4	56.27		
NK7-5	52.53		
NK28-1	45.38	48.96	52.0375
NK28-2	53.78	47.41	51.99
NK28-3	41.04		48.1825
NK28-4	46.66		46.715
NK28-5	50.22		47.925

**Tabel 2**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 0,4% *superplasticizer*

Benda uji	fc (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
0,4K7-1	68.56	66.495	
0,4K7-2	64.43		
0,4K7-3	78.23	73.58	70.0375
0,4K7-4	68.93		
0,4K7-5	48.12		
0,4K28-1	50.23	49.1735	61.37675
0,4K28-2	51.82	50.615	54.77425
0,4K28-3	49.41		49.89425
0,4K28-4	58.78	55.275	52.56
0,4K28-5	51.77		52.945

**Tabel 3**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 0,6% *superplasticizer*

Benda uji	$f_c$ (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (MPa)
0,6K7-1	64.36	60.285	
0,6K7-2	56.21		
0,6K7-3	57.92		
0,6K7-4	61.25	59.585	59.935
0,6K7-5	52.85		57.0575
0,6K28-1	55.39	54.12	56.8525
0,6K28-2	58.46	58.235	56.9875
0,6K28-3	58.01		56.1775
0,6K28-4	48.34		55.05
0,6K28-5	55.73	52.035	55.135

**Tabel 4**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 0,8% *superplasticizer*

Benda uji	$f_c$ (Mpa)	Rata-rata 2 benda uji (Mpa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
0,8K7-1	79.74	86.525	
0,8K7-2	93.31		
0,8K7-3	76.67		
0,8K7-4	79.42	78.045	82.285
0,8K7-5	79.40		82.2
0,8K28-1	66.01	72.705	75.375
0,8K28-2	65.04	64.375	72.4675
0,8K28-3	63.71		68.54
0,8K28-4	59.00		63.44
0,8K28-5	71.81	65.405	64.89

**Tabel 5**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 1,0% *superplasticizer*

Benda uji	fc (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
1,0K7-1	79.21	79.185	
1,0K7-2	79.16		
1,0K7-3	73.64		
1,0K7-4	84.71	79.175	79.18
1,0K7-5	70.80		77.0775
1,0K28-1	65.64	68.22	73.6975
1,0K28-2	64.92	63.635	71.5175
1,0K28-3	62.35		65.9275
1,0K28-4	67.57		65.12
1,0K28-5	56.55	62.06	62.8475

**Tabel 6**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 1,2% *superplasticizer*

Benda uji	fc (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
1,2K7-1	78.35	79.165	
1,2K7-2	79.98		
1,2K7-3	82.49		
1,2K7-4	74.41	78.45	78.8075
1,2K7-5	80.26		79.285
1,2K28-1	66.41	73.335	75.8925
1,2K28-2	55.97	48.62	69.2625
1,2K28-3	41.27		60.9775
1,2K28-4	73.42		59.2675
1,2K28-5	71.60	72.51	60.565

**Tabel 7**

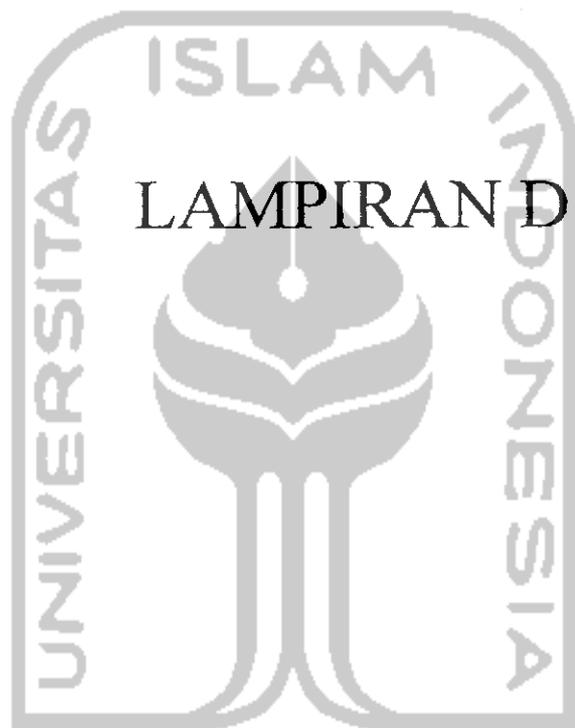
Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 1,4% *superplasticizer*

benda uji	fc (MPa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)
1,4K7-1	81.85	89.96	
1,4K7-2	98.07		
1,4K7-3	104.36		
1,4K7-4	111.13	107.745	98.8525
1,4K7-5	88.51	79.985	100.5175
1,4K28-1	71.46		93.865
1,4K28-2	69.82		85.23
1,4K28-3	70.71		75.125
1,4K28-4	76.39		72.095
1,4K28-5	77.67	77.03	73.6475

**Tabel 8**

Nilai rata-rata benda uji beton dengan campuran 1,6% *superplasticizer*

benda uji	fc (Mpa)	Rata-rata 2 benda uji (MPa)	Rata-rata 4 benda uji berurutan (Mpa)	
1,6K7-1	108.41	100.38		
1,6K7-2	92.35			
1,6K7-3	108.04			
1,6K7-4	94.76	101.4	100.89	
1,6K7-5	87.94	83.265	95.7725	
1,6K28-1	78.59		92.3325	
1,6K28-2	67.07		82.09	
1,6K28-3	59.31		63.19	73.2275
1,6K28-4	72.66		61.085	69.4075
1,6K28-5	49.51	62.1375		



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

**Tabel 1**

Kuat desak aktual beton campuran dasar

Benda uji	Pmaks (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	fc= P/A (Mpa)	fcr (Mpa)	Konversi	fc28 (Mpa)
NK7-1	800	23088.64	34.65		0.65	53.31
NK7-2	770	23118.78	33.31			51.24
NK7-3	780	22236.24	35.08			53.97
NK7-4	840	22967.1	36.57			56.27
NK7-5	770	22551.38	34.14	34.7503		52.53
NK28-1	1045	23027.5	45.38		1	45.38
NK28-2	1240	23058	53.78			53.78
NK28-3	915	22293.44	41.04			41.04
NK28-4	1045	22397.69	46.66			46.66
NK28-5	1155	23000.37	50.22	47.41492		50.22

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari ( $f'c$  28) = 50,44 MPa

Standar deviasi (sd) = 4,70 MPa

Nilai tambah (m) = 7,71 MPa

Kuat desak aktual ( $f'c$ ) = 42,73 MPa

**Tabel 2**

Kuat desak aktual beton dengan campuran 0,4 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	fc= P/A (Mpa)	fcr (Mpa)	Konversi	fc28 (Mpa)
0,4K7-1	1035	23223.45	44.57			68.56
0,4K7-2	955	22801.94	41.88			64.43
0,4K7-3	1175	23108.47	50.85		0.65	78.23
0,4K7-4	1010	22540.85	44.81			68.93
0,4K7-5	720	22993.1	31.31	42.68		48.17
0,4K28-1	1115	22199.44	50.23			50.23
0,4K28-2	1165	22483.04	51.82			51.82
0,4K28-3	1115	22566.5	49.41		1.00	49.41
0,4K28-4	1345	22882.1	58.78			58.78
0,4K28-5	1190	22988.25	51.77	52.40		51.77

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari (f'c 28) = 59,03 MPa

Standar deviasi (sd) = 10,43 MPa

Nilai tambah (m) = 17,11 MPa

Kuat desak aktual (f'c) = 41,92 MPa

**Tabel 3**

Kuat desak aktual beton dengan campuran 0,6 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks	Luas,A (KN)	fc = P/A (Mpa)	fcr (Mpa)	Konversi	fc28 (Mpa)
0,6K7-1	935	22349.25	41.84		0.65	64.36
0,6K7-2	810	22169.52	36.54			56.21
0,6K7-3	855	22708.8	37.65			57.92
0,6K7-4	920	23109.42	39.81			61.25
0,6K7-5	785	22849.32	34.36	38.04		52.85
0,6K28-1	1285	23198.24	55.39		1.00	55.39
0,6K28-2	1345	23006.44	58.46			58.46
0,6K28-3	1295	22325.17	58.01			58.01
0,6K28-4	1080	22339.51	48.34			48.34
0,6K28-5	1275	22878.51	55.73	55.19		55.73

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari ( $f_c 28$ ) = 56,85 MPa

Standar deviasi (sd) = 4,38 MPa

Nilai tambah (m) = 7,19 MPa

Kuat desak aktual ( $f_c$ ) = 49,66 MPa

**Tabel 4**Kuat desak aktual beton dengan campuran 0,8 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	fc = P/A (Mpa)	fcr (Mpa)	Konversi	fc28 (Mpa)
0,8K7-1	1195	23056.6	51.83			79.74
0,8K7-2	1355	22340.58	60.65			93.31
0,8K7-3	1140	22876.54	49.83		0.65	76.67
0,8K7-4	1150	22278.14	51.62			79.42
0,8K7-5	1160	22475.16	51.61	53.11		79.40
0,8K28-1	1495	22646.52	66.01			66.01
0,8K28-2	1500	23062.76	65.04			65.04
0,8K28-3	1405	22053.5	63.71		1.00	63.71
0,8K28-4	1355	22967.2	59.00			59.00
0,8K28-5	1650	22977.3	71.81	65.11		71.81

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari ( $f_c$  28) = 73,41 MPa

Standar deviasi (sd) = 10,26 MPa

Nilai tambah (m) = 16,83 MPa

Kuat desak aktual ( $f_c$ ) = 56,58 MPa

**Tabel 5**

Kuat desak aktual beton dengan campuran 1,0 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	fc = P/A (MPa)	f'cr (MPa)	Konversi	fc28 (MPa)
1,0K7-1	1165	22626.25	51.49			79.21
1,0K7-2	1175	22834.71	51.46			79.16
1,0K7-3	1080	22563.35	47.87		0.65	73.64
1,0K7-4	1285	23336.74	55.06			84.71
1,0K7-5	1060	23034.13	46.02	50.38		70.80
1,0K28-1	1530	23309.64	65.64			65.64
1,0K28-2	1450	22335.3	64.92			64.92
1,0K28-3	1440	23096.39	62.35		1.00	62.35
1,0K28-4	1560	23086.98	67.57			67.57
1,0K28-5	1285	22724.35	56.55	63.40		56.55

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari (f'c 28) = 70,46 MPa

Standar deviasi (sd) = 8,74 MPa

Nilai tambah (m) = 14,33 MPa

Kuat desak aktual (f'c) = 56,12 MPa

**Tabel 6**Kuat desak aktual beton dengan campuran 1,2 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmak (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	fc=P/A (MPa)	f'cr (MPa)	Konversi	fc28 (MPa)
1,2K7-1	1150	22580.85	50.93			78.35
1,2K7-2	1185	22792.86	51.99			79.98
1,2K7-3	1225	22847.81	53.62		0.65	82.49
1,2K7-4	1115	23053.86	48.37			74.41
1,2K7-5	1215	23291.1	52.17	51.41		80.26
1,2K28-1	1520	22887.72	66.41			66.41
1,2K28-2	1250	22335	55.97			55.97
1,2K28-3	950	23021.46	41.27		1.00	41.27
1,2K28-4	1645	22406.5	73.42			73.42
1,2K28-5	1650	23046.19	71.60	61.73		71.60

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari (f'c 28) = 70,41 MPa

Standar deviasi (sd) = 12,90 MPa

Nilai tambah (m) = 21,16 MPa

Kuat desak aktual (f'c) = 49,26 MPa

**Tabel 7**

Kuat desak aktual beton dengan campuran 1,4 % *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks	A	$f_c = P/A$	$f'_{cr}$	konversi	$f_{c28}$
1,4K7-1	1225	23024.87	53.20			81.85
1,4K7-2	1450	22746.15	63.75			98.07
1,4K7-3	1550	22850.49	67.83		0.65	104.36
1,4K7-4	1620	22426.13	72.24			111.13
1,4K7-5	1320	22943.18	57.53	62.91		88.51
1,4K28-1	1620	22668.89	71.46			71.46
1,4K28-2	1600	22917.42	69.82			69.82
1,4K28-3	1705	24112.19	70.71		1.00	70.71
1,4K28-4	1750	22908.95	76.39			76.39
1,4K28-5	1780	22918.81	77.67	73.21		77.67

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari ( $f'_{c28}$ ) = 85,00 MPa

Standar deviasi (sd) = 14,89 MPa

Nilai tambah (m) = 24,43 MPa

Kuat desak aktual ( $f'_c$ ) = 60,57 MPa

**Tabel 8**

Kuat desak aktual beton dengan campuran 1,6% *superplasticizer*

Benda uji	Pmaks (KN)	Luas,A (mm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> = P/A (MPa)	f <sub>cr</sub> (MPa)	Konversi	f <sub>c28</sub> (MPa)
1,6K7-1	1620	22989.38	70.47		0.65	108.41
1,6K7-2	1380	22988.88	60.03			92.35
1,6K7-3	1580	22499.44	70.22			108.04
1,6K7-4	1430	23217.75	61.59			94.76
1,6K7-5	1310	22917.4	57.16	63.89		87.94
1,6K28-1	1790	22775.72	78.59		1.00	78.59
1,6K28-2	1510	22513.23	67.07			67.07
1,6K28-3	1325	22340.59	59.31			59.31
1,6K28-4	1680	23122.18	72.66			72.66
1,6K28-5	1100	22218.94	49.51	65.43		49.51

Keterangan:

Kuat desak rata-rata 28 hari (f<sub>c</sub> 28) = 81,86 MPa

Standar deviasi (sd) = 19,92 MPa

Nilai tambah (m) = 32,68 MPa

Kuat desak aktual (f<sub>c</sub>) = 49,19 MPa

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Asna Luthfah	98511110	Teknik Sipil
2	Fitria Hariny	98511262	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

.....  
*..Optimalisasi biaya dalam penentuan komposisi mutu beton k 500 dengan variasi  
 ..superplastisizer.....*  
 .....

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

**TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	█					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal		█				
4.	Seminar Proposal			█			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.				█		
6.	Sidang-Sidang					█	
7.	Pendadaran.						█

DOSEN PEMBIMBING I  
 DOSEN PEMBIMBING II

..... **Ir. Helmy Akbar Bale, MT.**

..... **Zaenal Arifin, ST, MT.**



Yogyakarta, .... **29 Maret 2003**

a.n. Dekan,

(..... **Ir. H. Munadhir, MS** .....) *[Signature]*

**Catatan.**

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	7/03/03	- simple exercises, totalis waktu / waktu DP II	[Signature]
2	2/5 '03	- simple mix design target: beton normal - foto	[Signature]
3	2/5 '03	pelejan foto DP II 2 → pelayan foto & gambar penerima sampai memuat SKSNI	[Signature]
4	01/7 '03	Analisis foto kuat demi target - simple foto & data bentuk foto	[Signature]
5	layak	perubahan	[Signature]
6	19/8 '03	foto foto by foto bentuk foto → regresi dan gambar grafik SPSS program	[Signature]
7	25/8 '03	Analisis dan tabel & buat rumus semua ada data & penemuan - Taylor polygons & analisis	[Signature]
8	01/9 '03	formulasi penul. tabel & foto gambar & data foto & foto gambar & foto & foto	[Signature]
9	02/9 '03	Geometri - Total Laporan problema foto. kesimpulan → foto & gambar	[Signature]
10	08/9 '03	Analisis foto foto & foto - Analisis foto PBT	[Signature]
	9/9 '03	- isi perubahan, konsultasi atami	[Signature]
	10/9 '03	- simple gambar	[Signature]
	14/9 '03	→ problem. Analisis & kesimpulan 10/03	[Signature]