PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 3 - 12 - 2007
NO. JUDUL : 2649
NO. INDUK : 512000264900 1
002649

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON f'c 30 MPa DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
YOGYAKARTA

Di susun oleh :

Nama : MUHAMMAD ARIEF
No. Mhs : 02 511 133

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGARUH PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON f'c 30 MPa DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*

(Studi Eksperimen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta)

TUGAS AKHIR

oleh:

Nama : **Muhammad Arief.**
No. Mahasiswa : **02 511 133**

Yogyakarta, Mei 2007

Dosen Pembimbing I

Helmy Akbar Bale, Ir, MT

Dosen Pembimbing II

Alkadri Abbe, Ir, H, MT

21/06-2007

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini akan persembahkan untuk.....

Kemajuan dan perkembangan technologi untuk kaum Mu'minin wal mu'minat, Keluargaku tercinta, Ibuku yang kusayangi, Ayahku yang kuhormati, Istriku yang kucintai, Adek adek ku yang kusayangi, Teman temanku sekalian yang mungkin tak akan cukup lembar ini jika mesti kutuliskan.

HALAMAN MOTTO

Katakanlah: "Dia-lah Allah, yang Maha Esa. Allah adalah Tuhan yang bergantung kepada-Nya segala sesuatu. Dia tiada beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak ada seorangpun yang setara dengan Dia."

(Q.S. Al – Ikhlas: 1 – 4)

Sesungguhnya telah ada pada (diri) Rasulullah itu suri teladan yang baik bagimu (yaitu) bagi orang yang mengharap (rahmat) Allah dan (kedatangan) hari kiamat dan Dia banyak menyebut Allah."

(Q.S. Al – Ahzab: 21)

Jalanilah hidup dengan takut dan harapan.

Tak perlu takut akan cerita malam, segala impi akan sirna saat sang surya muncul kehadapan, jangan takut akan cerita suram, kelak pastilah ada jalan penyelesaian.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat kelulusan. Shalawat beserta salam penyusun sampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, semoga mendapatkan syafa'at Beliau di akhirat kelak dan tetap istiqomah dengan ajaran yang telah dibawa Beliau dan para Sahabat.

Penelitian ini dilaksanakan Juli 2006 sampai dengan September 2006. Dalam pelaksanaan penelitian Alhamdulillah peneliti banyak mendapatkan kemudahan, terutama dalam proses pembuatan benda uji hal ini dikarenakan waktu pembuatan yang bertepatan dengan semester pendek dimana pada saat itu tidak ada perkuliahan yang menggunakan LAB sehingga peralatan untuk pembuatan benda uji dan alat pengujian dapat dipergunakan seoptimalnya oleh peneliti, selain itu dalam pengujian juga dibantu oleh assisten LAB sehingga memudahkan dalam pengoprasian alat alat penelitian.

Selama melaksanakan Penelitian dan Penyusunan laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. ALLAH S.W.T yang dengan Rahmat – NYA peneliti diberikan kekuatan untuk dapat menyelesaikan tanpa mengalami hambatan yang berarti, kepada RASUL junjungan, NABI MUHAMMAD S.A.W dimana berkat perjuangan Beliau Islam dapat hadir dan memberikan pemecahan dalam banyak permasalahan hidup bagi umat Muslim yang Bertakwa.
2. Kedua Orang Tua Ananda yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun materil, ibu yang telah memberikan motivasi untuk segera

menyelesaikan study bagi Ananda, ayah yang telah memberikan segala upayanya untuk dapat membantu Ananda menyelesaikan study.

3. Istri Ananda yang bersedia untuk bersabar dan menerima dengan penuh keikhlasan.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE. PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia periode 2002-2006 dan Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS. Selaku Dekan baru FTSP periode 2006-2010.
5. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP.
6. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
8. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT. Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
9. Staf Bagian Pengajaran Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
10. Teman teman seperjuangan **K9,** Firman, Hardiman, Dany, Agung, Wisnu, Sutrisno, Mas Ricky, Mas Ajul. THANKS FOR U ALL.
11. Sahabatku tersayang dari Asrama Al-Zain dan Abu Nawas kost.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih banyak mengandung kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik membangun yang disampaikan kepada penyusun sangat diharapkan dan akan diterima sebagai koreksi kedepannya.

Akhirnya, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan khususnya bagi penyusun pribadi.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Mei 2007

Penyusun

Muhammad Arief

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....i
Halaman Pengesahan.....ii
Halaman Persembahan.....iv
Halaman Motto.....v
Kata Pengantar.....vi
Daftar Isi.....ix
Daftar Simbol.....xii
Daftar Gambar.....xiii
Daftar Tabel.....xiv
Daftar Lampiran.....xv
Abstraksi.....xvi

BAB I. PENDAHULUAN
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

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Umum.....4
2.2 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....6
2.2.1 Pengeruh Bahan Tambah *Superplasticizer* (Sikamen NN) Terhadap Kuat Desak Beton Denagn fc 37 MPa (Chandra Suwardi dan Faisal Sahdi, 2005).....6
2.2.2 Studi Pengaruh *Superplasticizer* (Sikament NN) Terhadap Sifat Kedap Air Beton Dengan fc = 20MPa (Sonny Irawan, 200).....6

2.2.3 Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah *Superplasticizer* Terhadap Kuat Desak Beton (Muzzamil dan Budiono, 1994).....7

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1 Komponen Beton.....8

3.1.1 Semen 8

3.1.2 Air.....10

3.1.3 Agregat.....11

3.1.4 Bahan Tambah.....13

3.2 Faktor Air Semen.....14

3.3 Workability.....15

3.4 Kuat Tekan Beton.....16

3.5 Perencanaan Campuran Beton.....17

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian 30

4.2 Persiapan Bahan dan Alat.....30

4.2.1 Pengadaan Bahan.....30

4.2.2 Pengolahan Bahan.....31

4.2.3 Persiapan Alat.....31

4.3 Benda Uji.....31

4.3.1 Jenis Benda Uji.....32

4.3.2 Jenis Pengujian.....32

4.3.3 Jumlah Benda Uji.....34

4.4 Perawatan Benda Uji.....34

4.5 Analisis Data.....34

4.6 Prosedur Penelitian.....35

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum.....37

5.2 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Workabilitas.....38

5.3 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kuat Tekan Beton.....41

5.4 Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* dengan Kuat Tekan Beton.....51

5.5 Hubungan Umur Beton dengan Kuat Tekan Beton.....63

5.6 Tegangan Regangan.....65

5.7 Modulus Elastisitas.....70

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....73

6.2 Saran.....74

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR SIMBOL

A	=	Luas Penampang
Ao	=	Luas Penampang Awal
E	=	Modulus Elastisitas Beton
ε	=	Regangan Beton
ε'	=	Regangan Koreksi
fas	=	Faktor Air Semen
$f'c$	=	Kuat Tekan Beton
$f'c_b$	=	Kuat Tekan Beton Setelah Dibakar
$f'cr$	=	Kuat Tekan Beton Rata-rata
f	=	Tekanan/Gaya yang Diberikan
h	=	Tinggi
k	=	Angka Koreksi Regangan
Lo	=	Panjang Awal
P	=	Beban yang Bekerja
V	=	Volume Beton
Wc	=	Berat Beton
ΔL	=	Pertambahan Panjang
σ	=	Tegangan
$\emptyset$	=	Diameter

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka diharapkan dapat diperoleh beberapa manfaat atau keuntungan dari penelitian ini, yaitu:

1. Memperoleh beton berkuat tekan tinggi dengan komposisi semen normal, kandungan air yang kecil namun memiliki kelecakan beton yang tinggi.
2. Membantu pengembangan dunia property Indonesia agar tidak perlu takut untuk merancang bangunan yang memerlukan beton mutu tinggi.
3. Menjadi bahan Penelitian berikutnya untuk mengembangkan kemampuan beton normal kinerja tinggi (BNKT).

1.5 Batasan Masalah

Dengan keterbatasan yang dimiliki dan mempertimbangkan luasnya faktor-faktor yang berpengaruh, maka dalam penelitian ini digunakan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Metode disain yang akan dimodifikasi adalah metode DOE,
2. Kuat tekan rencana yang akan diteliti adalah 30 MPa,
3. Nilai slump asal 30–60 mm (sebelum dimodifikasi) akan ditingkatkan menjadi ≥ 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi,
4. Pengurangan air dilakukan secara gradual mulai 5, 10, 15, 20, 25, 30%,
5. Menggunakan semen jenis I (Standar ASTM),
6. Ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dari Celereng, Kulonprogo,
7. Menggunakan *superplasticizer* (SP) *Sikamet NN, superplasticizer* ini termasuk kedalam jenis sulfonat nafthelin formaldehid.
8. Penambahan *superplasticizer* dilakukan sedikit demi sedikit sampai dicapai slump ≥ 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan *segregasi.*
9. Analisa hasil penelitian mencakup Kuat Tekan Beton dan Modulus Elastisitas.

1.2 Rumusan Masalah

"Peningkatan kekuatan beton dengan pengurangan kandungan air adalah hal yang tidak mungkin, sebab akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan", pernyataan itu dapat saja timbul akibat adanya Teori Faktor Air Semen (faktor W/C atau fas). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dikaji bagaimana mendapatkan beton mutu tinggi dengan persentase kandungan air yang kecil, melalui penambahan *superplasticizer*, tanpa harus menambah komposisi semen kedalam campuran.

Teori Faktor Air Semen menyatakan "Kekuatan beton pada umur tertentu tergantung pada perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton, dengan persyaratan bahwa campuaran bersifat plastis, dapat dikerjakan, agregatnya baik, tahan lama, dan bebas material yang merugikan, sementara kekuatan beton tergantung pada faktor air semen, nilai ekonomis tergantung pada persentase agregat yang ada", (*Edward G. Nawy*).

1. Bagaimana memperoleh campuran beton dengan kuat tekan yang tinggi, menggunakan perencanaan beton yang telah ada.
2. Seberapa besar penambahan *superplasticizer* dengan perbandingan penurunan persentase kandungan air untuk memperoleh kelecakan beton yang baik.
3. Berapa perbandingan persentase kandungan *superplasticizer* terhadap berat semen.
4. Bagaimana hubungan antara persentase kandungan air, penambahan *superplasticizer*, dan kelecakan beton berdasarkan nilai *slump*, terhadap kuat tekan beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan kuat tekan beton dengan variasi pengurangan persentase kandungan air dengan penambahan *superplasticizer*.
2. Memperoleh data tegangan-regangan beton dengan variasi pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*.
3. Memperoleh data perbandingan antara modulus elastis beton dengan variasi pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*,

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Concrete is composed mainly of three materials, namely, cement, water, and aggregate, and an additional material, know as an admixture, is sometimes added to modify certain of its properties. Cement is the chemically active constituent but its reactivity is only brought into effect on mixing with water. The aggregate plays no part in chemical reaction but its usefullness arises because it is an economical filler material with good resistence to volume change with take place within the concrete after mixing, and it improves the durability of the concrete (N.Jackson, 1983).

Beton merupakan campuran semen baik semen portland atau semen yang lain,dalam campuran beton terbagi menjadi 2 komponen yaitu bagian yang dilekatkan dan bagian yang melekatkan, bagian yang dilekatkan adalah kerikil, pasir, sementara bagian perekatnya, semen dan air yang membentuk pasta. Pasta ini berfungsi sebagai pengikat dalam proses pengerasan, akibat ikatan ini antara agregat menjadi saling kompak, kuat dan padat (*Triono Budi Astanto, 2001;17*)

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah

1. kualitas semen.
2. proporsi semen terhadap campuran.
3. kekuatan dan kebersihan agregat.
4. interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.
5. pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton.
6. penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
7. perawatan beton, dan.
8. kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos (*Nawy, 1985:24*).

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton, kualitas pekerjaan suatu konsturksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton langsung, seperti disebutkan oleh N. Jackson : *"The quality of the concrete in the structure depends on the workmanship on site"* (*Jackson, 1977:146*).

Setiap komponen pembentuk beton memiliki peranan yang saling terkait contohnya besarnya nilai fas akan memperbesar kemungkinan terjadinya susut dan rangkak, tidak hanya itu semakin banyak agregat yang digunakan akan menurunkan terjadinya susut pada beton, kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisar 60% s/d 70% dari berat campuran beton.(*Tri Mulyono, 2004*). Sifat yang paling penting dari suatu agregat (kerikil, pasir) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (*Murdock dan Brook, 1979*).

Banyak cara untuk meningkatkan kekuatan beton *R. Feret 1897* menyatakan "Kekuatan Mortar akan bertambah jika kandungan pori mortar semakin kecil", selain itu *Profesor Arthur N. Talbot* juga menegaskan bahwa terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat, dapat menyebabkan semakin tinggi angka pori pada dalam beton yang pada akhirnya dapat menyebabkan kekuatan pada beton, dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa pemilihan agregat yang tepat adalah sangat penting dalam perencanaan beton, salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu dengan menggunakan *superplasticizer* atau yang dikenal juga dengan "bahan tambahan kimia pengurang air", zat ini dapat menggantikan fungsi air sekaligus meningkatkan *workability* dilapangan hal ini dapat diketahui melalui meningkatnya nilai *slump* setelah zat kimia ini ditambahkan dalam adukan beton, dosis yang disarankan adalah 1 % hingga 2 % dari berat semen, jika kelebihan dosis dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan beton (*Ir.Tri mulyono, MT*) berdasarkan petunjuk penggunaan untuk *superplasticizer* dengan jenis sikament NN, dosis yang dianjurkan yaitu 0.6% s/d 1.5% dari berat semen.

2.2 Hasil Penilitian yang Pernah dilakukan

2.2.1 Pengaruh BahanTambah *Superplasticizer* (Sikament NN) Terhadap Kuat Desak Beton dengan f'c 37 MPa (*Chandra Suwardani dan Faisal Sahdi, 2005)*

Didalam penelitian ini digunakan bahan tambah *Superplasticizer*, *Superplasticizer* sangat mempengaruhi kuat desak beton. Ini dilihat dari data-data yang ada dimana penambahan *Superplasticizer* pada campuran beton dilakukan sedikit demi sedikit yaitu penambahan *Superplasticizer* sikament NN dengan kadar 0,6%; 1%; 1,5% dengan umur beton yang bervariasi 7, 21, dan 28 hari. Pada umur 7 dan 21 hari terjadi peningkatan kuat desak dibanding dengan beton normal tanpa *Superplasticizer*. Sedangkan pada umur 28 hari terjadi peningkatan dan penurunan kuat desak, peningkatan kuat desak beton terjadi pada penambahan *Superplasticizer* 0,6% sedangkan penurunan kuat desak terjadi pada penambahan *Superplasticizer* 1% dan 1,5% ini disebabkan karena terjadinya bleeding dan segregasi pada campuran beton. (Chandra Suwardani dan Faisal Sahdi, 2005)

2.2.2 Studi Pengaruh *Superplasticizer* (Sikament NN) Terhadap Sifat Kedap Air Beton Dengan f'c = 20 MPa (*Sonny Irawan, 2002*)

Penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh dari Sikament NN terhadap kedap air pada beton. Dengan kadar *Superplasticizer* 1%, 2% dan 3%dan umur perawatan beton 7, 14, 28 hari untuk pengujian kekedapan air, 14 dan 28 hari untuk pengujian kuat tekan. Hasil dari penilitian ini menunjukkan bahwa *Superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan dan semakin kedap air setelah 28 hari. Pada umur perawatan 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 15,5%; 19,35%; 16,1% pada kadar 1%, 2%, 3% *Superplasticizer*. Kadar optimum penggunaan *Superplasticizer* untuk kuat tekan beton pada penelitian ini adalah sebesar 1,82%. Peningkatan permeabilitas air sebesar 18,5%; 35,33%; 21,6% pada kadar 1%, 2%, 3% *Superplasticizer*. Kadar optimum penggunaan *Superplasticizer* untuk kekedapan air pada penelitian ini adalah sebesar 2%. Kadar optimum penggunaan *Superplasticizer* untuk kuat tekan beton dan kekedapan air pada penelitian ini adalah sebesar 1,91%.

2.2.3 Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah *Superplasticizer* terhadap Kuat Desak Beton (*Muzammil dan Budiono, 1994*)

Pada penelitian ini benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran 15 x15 x15 dilakasanakan pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Dalam penelitian ini pemakaian bahan tambah hanya dilakukan pada beton yang berumur 7, 14 dan 28 hari. Pemakaian tambah dengan prosentase 0%; 0,7%; 1%; dan 2,5%. Dari hasil penelitian ini didapat kuat tekan maksimum 368,6033 kg/cm^2 pada prosentase 1% (7, 14, 28 hari).

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Komponen Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) 25%-40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%-75%. Untuk dapat memperoleh kekuatan beton yang baik maka bahan–bahan tersebut harus sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

3.1.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah bercampur dengan air, terdapat beberapa jenis semen yang dapat dipergunakan berdasarkan campurannya terdapat 2 jenis sement, yaitu:

Semen tersusun oleh unsur kimia seperti yang terlihat dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1 Susunan Unsur-unsur Semen

Oksida	Persen
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO_2)	17-25
Alumina (Al_2O_3)	3-8
Besi (Fe_2O_3)	0.5-6
Magnesia (MgO)	0.5-4
Sulfur (SO_3)	1-2
Soda / potash $Na_2O + K_2O$	0.5-1

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Masih ditambah sedikit unsur-unsur lain :

1. trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$.
2. dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$.
3. trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$.
4. tetrakalsium aluminoferit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$.

Beberapa tipe semen berdasarkan pada tempat terjadinya proses pengikatan yaitu:

1. Semen non–hidrolik adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, contohnya seperti kapur, akan tetapi dalam proses pengerasannya akan memakan waktu yang sangat lama sehingga dapat mencapai kekuatan maximum, hal itu di sebabkan untuk dapat mengeras kapur membutuhkan karbon dioksida yang bereaksi secara menyeluruh hingga kedalam daukan kapur tersebut, dapat dilihat dari proses kimianya

   $$Ca(OH)_2 + H_2O \longrightarrow CaCo_3 + H_2O$$

   namun demikian kapur putih dapat juga digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton yaitu dapat meningkatkan kekenyalan pada adukan beton, selain itu cocok untuk menjernihkan plesteran langit–langit, atau untuk membasmi kutu–kutu kandang.(*Ir.Tri Mulyono, MT*)
2. Semen hidrolik adalah semen yang dapat mengikat dan mengeras dialam air, terdapat cukup banyak bahan–bahan yang dapat digolongkan dalam semen hidrolik akan tetapi pada penelitian ini akan digunakan Semen Portland Tipe I, penggunaan semen portland ini disebabkan oleh sifat–sifatnya yang sesuai dengan standard ASTM.
   a). Kehalusan Butir (*Fineness*), salah satu keunggulannya butirannya halus sehingga dapat mempercepat proses hidrasi, kehalusan butir semen dapat mengurangi terjadinya *bleeding*, atau naiknya air kepermukaan, telah ditentukan oleh ASTM bahwa butir semen yang lulus ayakan No.200 harus lebih dari 78%, dan untuk mengukur kehalusan butir semen digunakan alat "*Turbidimeter*" dari Wagner atau "*air Permeability*" dari Blaine.
   b). Kepadatan, disyaratkan oleh ASTM adalah 3.15 Mg/m^3
   c). Konsistensi semen porland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat beton mengeras.
   d). Waktu pengikatan, yaitu pada saat proses pengikatan awal atau yang disebut *initial setting time* berkisar antara 1 s/d 2 jam dan waktu pengikatan akhir atau *final setting time* tidak boleh lebih dari 8 jam.

e).Panas Hidrasi yang juga tergantung pada kehalusan butiran semen dan jenis semen, sebagaimana diatas ukuran butiran dan berat jenis semen telah di tentukan.

3.1.2 Air

Air mempunyai 2 (dua) fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan, air yang digunakan untuk mencampur beton harus bersih, tidak mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya, sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum, banyak zat yang dapat menjadi sumber kerusakan bagi beton salah satunya kadar garam, berikut syarat–syarat yang harus dimiliki air untuk dapat digunakan berdasarkan *British Standard* (BS.3148-80)

1. Garam garam Anorganik, Ion ion utama yang biasa terdapat didalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat dan kadang kadang karbonat. Gabungan ion–ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 2000 mg per liter, hal ini disebabkan garam garam tersebut dapat memperlama waktu pengikatan beton yang dapat menurunkan kekuatan beton hingga 500 ppm *(Part Per Million).(Ir.Trimulyono, MT)*
2. Kadar NaCL (atau yang sering dikenal dengan garam dapur) dalam air.
3. Air Asam dan Air Basa, nilai keasaman yang dimiliki air, air netral biasanya memiliki pH sekitar 7.00, semakin tinggi nilai asam (pH lebih dari 3.00), semakin sulit untuk mengelola pekerjaan beton (*Ir. Trimulyono,MT*)
4. Kendungan gula yang lebih dari 0.25% dari berat semen dapat mempercepat pengikatan akan tetapi dapat menurunkan kekuatan beton pada usia 28 hari.
5. Kandungan minyak.
6. Zat–zat organik, lanau dan bahan bahan terapung.
7. Air yang tencemaran limbah Industri.

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang

dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini yang dipakai sebagai pelumas. Perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu kelebihan air akan bersama sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (*Kardiyono, 1996*).

Didalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama, untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan percetakan *(Murdock dan Brook, 1979)*.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton. Secara umum, air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling. Air yang mengandung kotoran akan memperlambat waktu ikatan awal adukan beton dan mengakibatkan lemahnya kekuatan beton setelah mengeras dan daya tahannya menurun *(Triono Budi Astanto, 2001)*. Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

1. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.(*Kardiyono, 1996*).

3.1.3 Agregat

Agregat adalah Butiran butiran mineral yang dicampur dengan semen portland dan air menghasilkan beton (PPBI, 1971) Agregat merupakan mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton (*Kardiyono, 1996*). Agregat merupakan salah satu bahan pengisi beton yang mengisi hampir 78% persen dari volume beton, selain itu memiliki peranan penting yaitu dapat mengurangi penggunaan semen dan meningkatkan kuat tekan

beton, agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artifical aggregates*), agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus, batasan ukuran antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (Standar ASTM), agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) sementar agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm (4,75 mm), agregat dengan ukuran lebih besar > 4,80 mm dibagi lagi menjadi dua yaitu : yang berdiameter antara 4,80 mm s/d 40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong, atau bendungan dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, spilit, batu pecah, kricak, dan lainnya (*Tri Mulyono, 2004*).

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar, sebagaimana tampak pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Gradasi pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Kardiyono (1996)

Keterangan :

Daerah I = Pasir Kasar

Daerah II = Pasir Agak Kasar

Daerah III = Pasir Agak Halus

Daerah IV = Pasir Halus

Adapun agregat kerikil ditetapkan seperti yang tercantum dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Gradasi Kerikil

Lubang (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan Besar Butir Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Sumber : Kardiyono (1996)

3.1.4 Bahan Tambah

Bahan campuran berkisar pada campuran bahan kima sampai pada penggunaan bahan buangan yang dianggap potensial, bahan tambah di perlukan pada saat adanya sifat yang diinginkan ada pada beton tersebut, sepeti kedap air, tahan terhadap air laut atau mempercepat pengerasan, hingga meningkatkan kekuatan tekan beton itu sendiri, akan tetapi untuk mengetahui seberapa optimalnya pengaruh bahan aktif tersebut diperlukan penelitian terlebih dahulu, bahan campur yang akan digunakan adalah bahan yang dapat meningkatkan workabilitas dengan mengurangi kadar air .

1. ***Superplasticizer***

Superplasticizer adalah zat kimia yang dapat mempermudah pembuatan beton, bahan–bahan ini dapat digolongkan sebagai alat dimana kadar air beton dapat dikurangi tanpa kehilangan *workability* oleh sebab itu bahan ini secara umum disebut sebagai bahan campuran untuk mereduksi air, selain dari pada itu *superplasticizer* memberikan sifat mengalir pada beton sehingga memungkinkan adkukan beton untuk dapat mencapai tempat–tempat yang sulit.

Plasticizer dibagi menjadi tiga jenis *(Nawy, 1985)* :

1. kondensasi sulfonat melamin formaldehid dengan kandungan klorida sebesar 0,005%,
2. sulfonat nafthalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan,

3. modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

Ketiga jenis bahan tambah ini dibuat dari sulfonat organik dan disebut *superplasticizer* karena bahan ini banyak mengurangi air pada campuran beton sementara slump beton bertambah 8 in (208 mm) atau lebih. Dosis yang disarankan adalah 1 sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan pada beton *(Nawy, 1985)*, dalam penelitian ini jenis SP (*Superplasticizer*) yang akan digunakan adalah jenis kedua (2) yaitu sulphonat nafthalin formaldehid.

Menurut *N.Jackson*, "*These are a relatively new category of water reducing admixtures, and most effective in dispersing cement particles, and thus in increasing the concrete fluidity, the Superplasticizers, which are mainly based on sulphonated melamine formaldehyde condensates or sulphonated naphthalene formaldehyde condensates, do not have the problem of retardation and excessive air entraintment associated with high rate of addition of normal plasticizers.*

3.2 Faktor air semen (fas)

Hubungan antara perbandingan air dan semen, yang dikenal dengan faktro air semen, hal merupakan kesimpulan yang berdasarkan dari penelitian–penelitian terdahulu, dimana beton dianggap sempurna jika, sedikitnya jumlah gelembung udara yang terperangkap air pelincir yang menguap, gelembung udara lebih mudah unhtuk dihilangkan dari campuran basah dari pada campuran kering, karena pada campuran kering dibutuhkan banyak usaha untuk membebaskan udara, selanjutnya terdapat pula kadar air optimum dimana volume udara yang terperangkap dan volume air yang dalam rongga minimum, beberapa kesulitannnya timbul dari adanya air dalam takaran beton yang berasal dari tiga sumber *(Murdock dan Brook, 1979)* :

1. air yang diserap dalam agregat (w_a),
2. air permukaan pada agregat (w_s),
3. air yang ditambahkan selama mencampur (w_m).

Dalam suatu pekerjaan beton faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton, hal ini juga telah disimpulakan oleh Profesor Abrams dari

Amerika bahwa jumlah air yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama pencampuran cukup plastis dan dapat dikerjakan, *(L,J Murdok)* kenaikan faktor air semen mempunyai pengaruh sebaliknya terhadap sifat sifat beton, seperti permeabelitas (sifat kedap air), ketahanan gaya frost (pembekuan pada musim dingin, pada Negara negara yang mengalami 4 musim dingin), nilai fas yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai fas minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada fas yang digunakan dan kehalusan butir semennya *(Tri Mulyono, 2004)*.

3.3 Workabilitas (Kelecakan Beton)

Istilah workabilitas sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dan *Newman* (1965) mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah :

1. kompakbilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil,
2. mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali,
3. stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi atau pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

Dalam pelaksanaan dilapangan nilai slump merupakan salah satu cara untuk menunjukan tingkat workabilitas suatu bahan, tingkat workabilitas bahan dan nilai slump yang menjadi acuan dalam hal ini dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Tingkat workabilitas dan kegunaannya

Tingkat Workabilitas	*Nilai slump (mm)*	*Faktor pemadatan*	*kegunaan*
Sangat rendah	0-25	0.8–0.87	Beton yang digetarkan di jalan atau seksi lain yang lebih luas, dimana mesin getar yang kuat dapat digunakan. Tihang yang digetarkan, balok pracetak dan bantalan rel kereta api, dan pekerjaan lain sejenisnya dimana diperlukan kekuatana yang tinggi, misalnya 40 N/mm2 atau lebih pada umur 28 hari
Rendah sampai sedang	25–50	0.87–0.93	Jalan raya dengan bentuk mesin penggetar dan penghalus yang biasa, dengan pemadatan dan penghalus yang dioprasikan dengan tangan biasa untuk sejenis balok yang digetarkan.
Sedang sampai tinggi	50–100	0.93–0.95	Jalan raya dengan pemadatan tangan dengan slump 50–75 mm, Untuk beton bertulang biasa tanpa penggetaran dan bertulang rapat dengan penggetaran dan pompa.
Tinggi	100–175	Lebih dari 0.95	Untuk bagian bagian dengan tulangan rapat. Pekerjaan lain yang sukar pencetakanya. Yang pencetakannya dengan peneumatis dan penggetar. Umumnya tak sesuai untuk digetarkan.

3.4 Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan beton atau Kuat Hancur beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air semen, faktor-faktor lain yang mempengaruhi yaitu :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat, kenyataan menunjukan bahwa penggunaan aggregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun tarik yang lebih besar daripada penggunaan krikil halus dari sungai.

3. Perawatan (*curring*) yaitu kehilangan kekuatan sampai sekitar 40 persen dapat terjadi bila pengeringan daiadakan sebelum waktunya, perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji
4. Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat hancur akan tetap rendah untuk waktu yang lama..
5. Umur, pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnmya semen dengan kadar" alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya pada 24 jam sama dengan portland biasa pada umur 28 hari. Pengerasan berlangsung terus secara lambat sampai beberapa tahun.

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas.

Rumus : $\sigma = \frac{P}{A}$ (3.0)

Keterangan :

σ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maximum

A = Luas permukaan

Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 Part 115; Part 116 pada umur 28 hari. (*Tri Mulyono, 2004*)

3.5 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian kali ini digunakan metode *The British Mix Design Method* atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department Of Environment*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut (*Sumber : Triono Budi Astanto; 2001*) :

A) Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan 28 hari.

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat dilapangan. Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5% dari nilai tersebut.

B) Menetapkan nilai deviasi standar (S_d).

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan dibawah ini.

Tabel 3.5 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan dan standar deviasi

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	S_d (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7
Tanpa Kendali	8,4

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimum 30 silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar deengan suatu faktor pengali.

Tabel 3.6 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Data	30,0	25,00	20,00	15,00	< 15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

Menghitung nilai tambah Margin (**M**)

$$M = K * Sd \quad (3.1)$$

Keterangan :

M = Nilai tambah

K = 1,64

Sd = Standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai N langsung diambil 12 MPa.

Pada penelitian ini jumlah data melebihi 30 maka faktor pengali yang digunakan yaitu "1" dan nilai **Sd** baik (4,2) sehingga nilai **M** diperoleh 6,89.

C). Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Rumusnya :

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (3.2)$$

Keterangan :

Keterangan :

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

Rumus diatas digunakan untuk menentukan kuat tekan rata–rata, yang digunakan untuk memperoleh nilai fas, pada penelitian ini akan digunakan kuat tekan 30 MPa, dan nilai **M** yaitu 6,89 sehingga nilai f'_{cr} (Kuat tekan rata–rata) ialah 36,89 MPa.

D). Menetapkan jenis semen

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 jenis :

1) Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras.
2) Jenis II, yaitu jeis semen yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3) Jenis III, yaitu jenis semen untuk struktur yang menuntut kekuatan yang tinggi atau cepat mengeras.
4) Jenis IV, yaitu jenis semen yang menuntut panas hidrasi yang rendah.
5) Jenis V, yaitu jenis semen yang sangat tahan terhadap sulfat.

E). Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil).

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Adapun jenis agregat kasar (kerikil) dibedakan menjadi dua yaitu : kerikil alami dan kerikil batu pecah. Agregat yang baik butirannya tajam, kuat, bersudut dan tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm yaitu ≤ 5% bagi pembuatan beton 10 MPa, dan untuk di atas 10 MPa atau mutu yang lebih tinggi yaitu tidak mengandung zat organik, kotoran yang lewat ayakan ≤ 2,5%, terjadi variasi butir atau gradasi tidak bersifat kekal, tidak hancur dan tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali. Agregat kasar butir yang pipih dan panjang harus kurang dari 20% berat.

F). Menetapkan faktor air semen (fas)

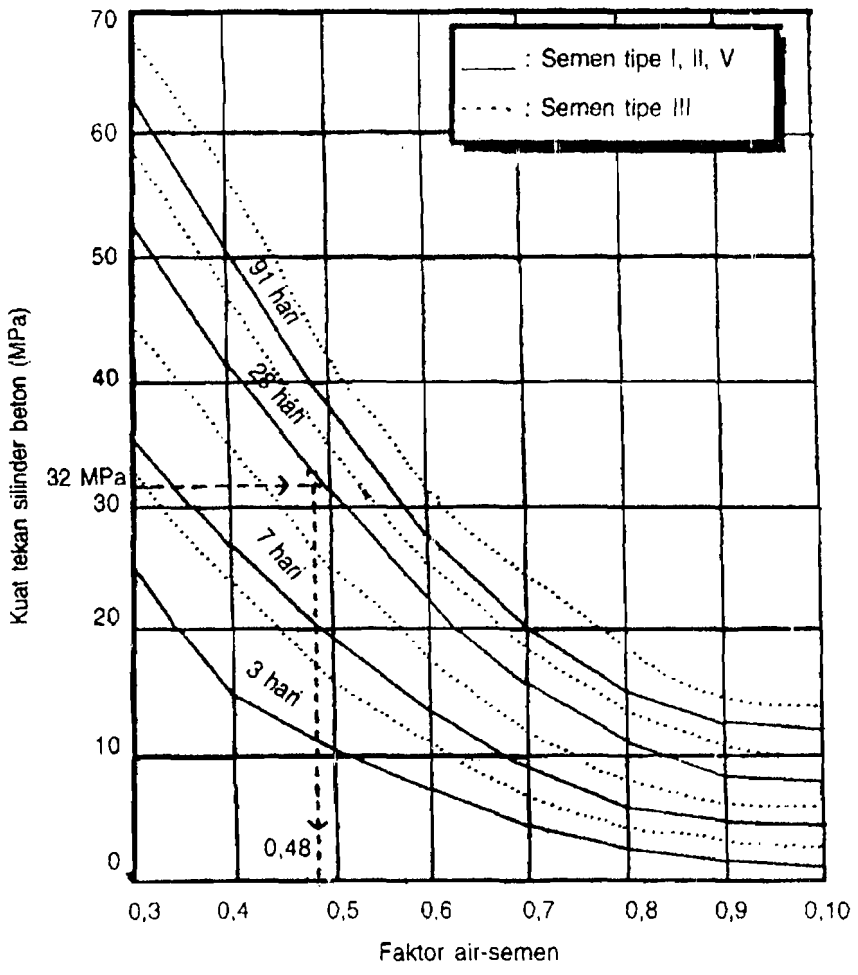
Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah tiga cara.

Cara pertama : Untuk cara pertama menggunakan gambar 3.1, kuat silinder (f'_{cr} = 36,89 MPa) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air-semen, yaitu 0,45. Jadi fas pertama 0,45

Cara kedua : Untuk cara kedua menggunakan gambar 3.2, Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

Dari tabel 3,5 diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah pada umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan f'_{cr} = 37 MPa, gunakan grafik dibawah ini.

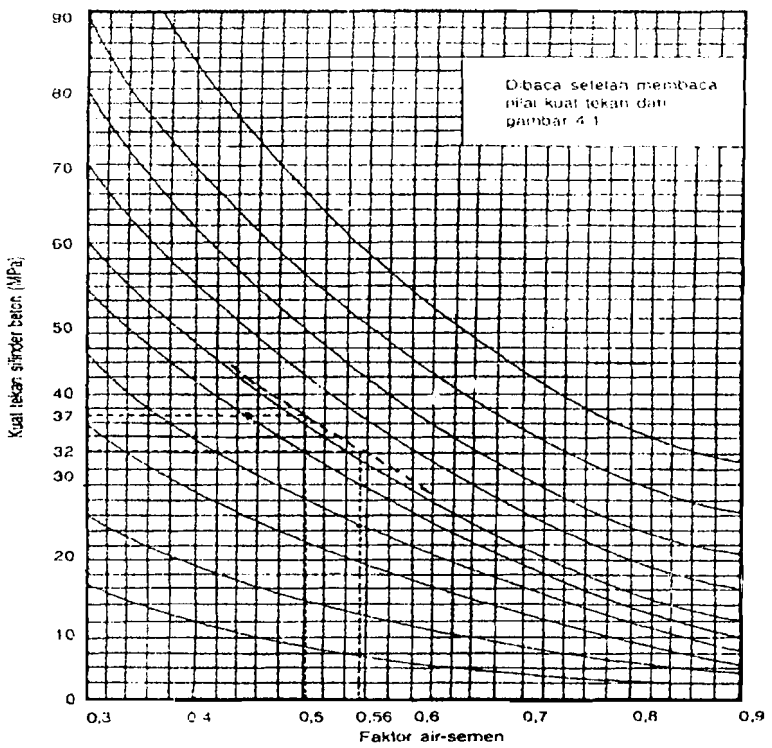
Dari data yang diperoleh pada tabel 3.5, gunakan gambar 3.2 Tarik garis kekanan mendatar 37, kemudian tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya. Sekarang dengan f'_{cr} = 36,89 tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air semen yang baru yaitu = 0,495. Jadi fas kedua = 0,495



Gambar 3.1 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas)

Tabel 3.7 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

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



Gambar 4.2. Grafik mencari faktor air semen.

Gambar 3.2 Grafik Mencari Faktor Air Semen (fas)

Cara Ketiga : Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat untuk beton bertulang terendam air.

Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,6.
2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe 1 tanpa pozolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 s/d 1,2, maka fas yang diperoleh = 0,50.
3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air-semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas diperoleh masing-masing 0,45; 0,495; dan 0,5 diambil harga yang terendah yaitu 0,45 maka diperoleh faktor air semennya = 0,45 dengan menggunakan tabel 3.7 menetapkan fas maksimum 0,6

Tabel 3.8 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus.

Jenis pembetonan	fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
- Keadaan keliling non korosif	0,60
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar bangunan :	0,55
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	
Beton yang masuk kedalam tanah :	
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
- Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Lihat tabel
Beton yang berhubungan dengan air tawar/payau/laut	Lihat tabel

Tabel 3.9 Faktor air semen untuk Beton Bertulang dalam Air

Berhubungan dengan	Tipe semen	fas
Air tawar	Semua tipe I – V	0,50
Air payau	Tipe I + Pozolan (15-40%) atau S.P. Pozolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
Air Laut	Tipe II atau V	0,45

G). Menetapkan nilai Slump

Tabel 3.10 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Maksimal	Minimal
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding		
Pengerasan jalan		
Pembetonan masal	15,0	7,5
	7,5	5,0
	7,5	2,5

H). Menetapkan kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik digunakan tabel dibawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel 3.11 Perkiraan Kebutuhan Air per meter kubik Beton (liter)

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

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0{,}67\ A_h + 0{,}33\ A_k \qquad (3.3)$$

Keterangan :

A = Jumlah air yang dibutuhkan,liter/m^3

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat halusnya

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya

Tabel 3.12 Penentuan Kebutuhan Air Berdasarkan Agregat

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

I). Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{W}{C} \qquad (3.4)$$

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air semen maksimum

J). Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan lewat tabel antara lain untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus misalnya lingkungan korotif, air payau dan air laut, tabel 3.13.

K). Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen (lihat langkah " I" yaitu kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimum) maka yang dipakai harga yang terbesar diantara keduanya yaitu 466,67 kg.

Tabel 3.13. Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	
Beton di dalam ruang bangunan :	
- Keadaan keliling non korosif	275
- Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	
Beton di luar ruang bangunan	
- Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325
- Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah:	
- Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325

L). Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

Dalam SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi 4 daerah yaitu

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

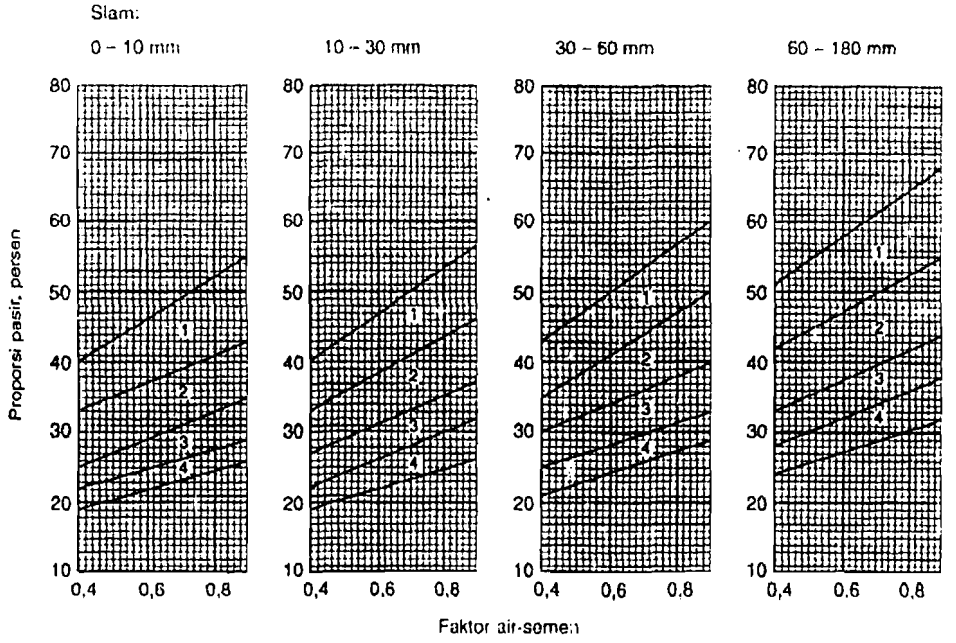
Tabel 3.14 Gradasi Pasir

Lubang ayakan	**Persen berat butir yang lewat ayakan**			
(mm)	**Daerah I**	**Daerah II**	**Daerah III**	**Daerah IV**
10	100	100	100	100
48	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,5	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Pada peneilitian ini digunakan pasir daerah 2 (dua), dikarenakan keterbatasan ekonomi sehingga digunakan pasir yang lebih murah.

M). Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

Untuk menentukan perbandingan pasir dan kerikil dicari dengan bantuan grafik di bawah ini. Dengan melihat nilai slump yang diinginkan, ukuran butir maksimum, zona pasir, faktor air semen.



Gambar 3.3 Grafik Presntase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

dari grafik diperoleh nilai persentase agregat halus yang digunakan yaitu 34 %, dengan nilai slump 30 sampai dengan 60 mm.

N). Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,70. Agregat normal berat jenisnya antara 2,5 s/d 2,7 dan beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis 2,3 dengan berat tekannya 15 s/d 40 MPa. Agregat berat, berat jenisnya lebih dari 2,8, beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sampai dengan 5 dan sangat efektif sebagai pelindung radiasi sinar X. Agregat ringan berat jenisnya kurang dari 2 dan biasanya dipakai untuk non struktural.
2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus

$$\text{Bj campuran} = \frac{P}{100} \text{ x Bj pasir} + \frac{K}{100} \text{ x Bj kerikil} \qquad (3.5)$$

$$\text{Bj campuran yang digunakan} = \frac{34}{100} \text{ x } 2{,}7 + \frac{66}{100} \text{ x } 2{,}6$$

$$= 2{,}635 \text{ t/m}^3$$

Keterangan :

Bj campuran	=	Berat jenis campuran
P	=	Persentase pasir terhadap agregat campuran
K	=	Persentase kerikil terhadap agregat campuran

O). Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran kebutuhan dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan dalam grafik beton yaitu gambar 3.4, diperoleh 2372 kg/m^3.

P). Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

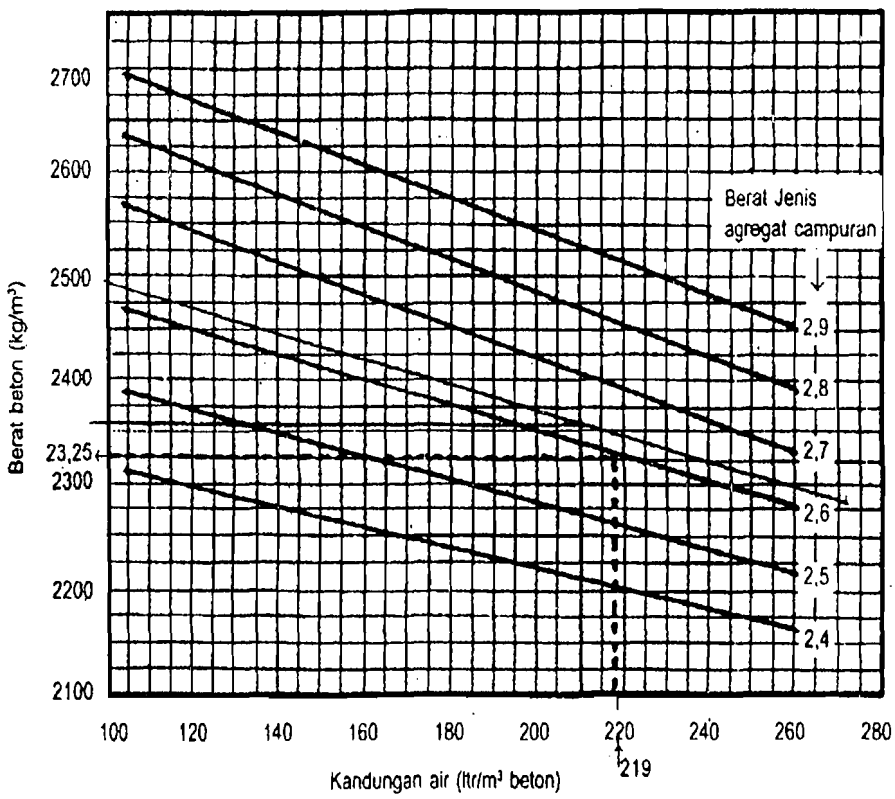
Berat pasir + Berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen, 2372 – 210 – 466,67 = 1695,33 kg/m^3 yang digunakan dalam penelitian ini.

Q). Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = Kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir, kebutuhan pasir untuk penelitian ini = 34 % x 1695,33 = 576,41 kg/m^3 .

R). Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = Kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir, kebutuhan kerikil untuk penelitian ini = 1695,33 – 576,41 = 1118,92 kg/m^3



Gambar 3.4 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

BAB IV
METODE PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian dari pengadaan benda uji hingga pengujian, meliputi waktu dan tempat penelitian, persiapan dan pengadaan bahan, pemeriksaan agregat, merencanakan komposisi bahan campuran beton (menggunakan metode DOE), pengadukan, pengujian beton segar, pengawetan, pengujian benda uji yang terdiri dari uji tekan dan tegangan regangan.

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dimulai bulan Juni 2006 sampai Desember 2006, selama 7 bulan. Rentang waktu tersebut dibagi dalam 4 kelompok waktu kerja, pertama persiapan, pengadaan bahan, dan uji-uji pendahuluan selama 1 bulan. Kedua, pembuatan benda uji dan perawatan benda uji dibutuhkan waktu selama 2 bulan. Ketiga, persiapan pengujian dan pengujian benda-benda uji selama 2 bulan. Keempat, analisis data, pembuatan laporan, dan publikasi/seminar hasil, selama 2 bulan.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Jika alat-alat pengujian tersedia di Laboratorium FTSP UII

4.2 Persiapan Bahan dan Alat

4.2.1 Pengadaan Bahan

Mempersiapkan pengadaan bahan-bahan yang berkaitan dengan semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Semen, digunakan semen jenis I (satu) yang tersedia di pasaran yang komposisinya belum mengalami kombinasi atau penambahan zat aditif lain. Pemilihan jenis ini dilakukan karena paling umum dipakai sebagai bahan campuran beton dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen di tempatkan pada suatu tempat yang kering dan tidak terkena kelembaban air.

2. Pasir, karena lokasi penelitian berada di Yogyakarta, maka pasir yang akan digunakan diambil dari sekitar Yogyakarta.
3. Agregat kasar, sebagaimana pasir, agregat juga digunakan yang berasal dari sekitar Yogyakarta. Agregat kasar dipakai berupa batu pecah (*split*) dengan ukuran maksimum 20 mm.
4. *Superplasticizer* menggunakan yang memiliki sifat meningkatkan kelecakan beton segar yang tersedia di pasaran, yaitu merek Sikament NN, yang diproduksi oleh SIKA.

4.2.2 Pengolahan dan Pemeriksaan Bahan

1. Mencuci pasir dan kerikil untuk menghilangkan debu dan lumpur. Kerikil yang telah diolah dimasukkan ke dalam karung beras plastik, untuk menjaga kelembabannya.
2. Sebelum dimasukkan ke dalam goni, pasir dan kerikil diayak untuk mendapatkan ukuran sesuai peraturan ASTM C 33-92a (1993) dan ASTM C 136-92 (1993), untuk pasir 0-4.75 mm dan untuk kerikil memiliki ukuran 4.75-20 mm.
3. Menguji parameter agregat seperti berat jenis, berat volume, kadar air, penyerapan air dll, bahan pasir dan kerikil tersebut diambil dari dalam goni (yang telah diolah). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data agregat sesuai dengan kondisi yang ada dalam goni.

4.2.3 Persiapan Alat

Persiapan alat perlu dilakukan pada awal penelitian untuk menjaga kelancaran proses pelaksanaan penelitian. Persiapan alat ini meliputi pengecekan ketersedian, kelengkapan dan kelayakan alat terutama alat-alat kerja untuk menghasilkan benda uji. sementara alat-alat berupa timbangan dan mesin, perlu dilakukan pengecekan terhadap kehandalan dan ketelitiannya yang berkaitan dengan kalibrasi alat.

4.3 Benda Uji

Pembuatan benda uji dilaksanakn setelah komposisi dari adukan beton atau mix design telah diperhitungkan, dimana jumlah semen, aggregat, dan air

telah diperoleh dari hasil perhitungan melalui methode DOE seperti yang telah dijelaskan pada Sub Bab 3.5 Perencanaan Campuran Beton.

4.3.1 Jenis Benda Uji

Jenis benda uji yang akan dibuat berkaitan dengan variabel yang ingin dimasukkan pada penelitian ini, yaitu terdiri dari mutu beton, umur beton, persentase pengurangan air, jenis pengujian yang terdiri dari kuat tekan dan diagram tegangan regangan. Jika dirangkum dan disajikan dalam bentuk tabel, terlihat seperti pada **Tabel 4.1**. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui jumlah benda uji dan disusun berdasarkan jenis-jenis pengujian.

Tabel 4.1 Jenis jenis benda uji dan variabel pengujian

No	Variasi	+ % SP dr	Jmlh Bnd Uji Desak Pd Umur				Uji Tegangan
	Pengurng Air	Brt semen	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari	Regangan
1	0%	0,00%	3	3	3	5	1
2	5%	0,41%	3	3	3	5	1
3	10%	0,55%	3	3	3	5	1
4	15%	1,27%	3	3	3	5	1
5	20%	1,10%	3	3	3	5	1
6	25%	1,38%	3	3	3	5	1
7	30%	2,20%	3	3	3	5	1
		Jumlah	21	21	21	35	7

4.3.2 Jenis jenis pengujian

Untuk mendapatkan data yang lengkap dan menyeluruh akan dilakukan berbagai jenis uji terutama pada beton segar dan beton keras. Pengujian beton segar dilakukan untuk mengetahui kelecakannya, uji yang dilakukan berupa uji slump. Untuk pengujian beton keras meliputi pengujian kuat tekan dan tegangan regangan.

1. Pengujian Slump

Kelecakan beton segar pada beton normal baik metode DOE (*development of environmental*) maupun SK SNI T-15-1990-03 (1990) antara 0 sampai 180 mm yang disediakan dalam empat interval, yaitu 0-10 mm, 10–30 mm, 30–60 mm, dan 60–180 mm. Kelecakan dengan nilai slump antara 0–60 mm sangat rendah,

dengan nilai slump sebesar itu memerlukan jumlah air dalam jumlah minimal. Apabila dikehendaki slump lebih besar atau sama dengan 150 mm, maka akan membutuhkan air yang lebih banyak.

Dalam penelitian ini, diambil interval nilai slump yang akan dimodifikasi adalah antara 30–60 mm dengan alasan bahwa nilai slump tersebut berada di tengah-tengah antara slump terendah dan tertinggi yang tersedia pada metode DOE. Pengurangan terhadap air campuran dilakukan secara gradual dengan interval 5% antara 0-30% dan penambahan SP dilakukan sedikit demi sedikit sampai diperoleh nilai slump lebih besar atau sama dengan 150 mm untuk setiap variasi pengurangan air.

2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton yang disyaratkan, yaitu 30 MPa dan kuat tekan beton rencana 36.89 MPa. Para peneliti menggunakan jenis semen yang sama dan ditambah sedikit bahan tambah (*additive*) untuk menghasilkan beton bermutu tinggi. Beton dengan kadar air tinggi menghasilkan beton yang tidak begitu kedap, kandungan porinya tinggi, sehingga keawetannya terbatas. Kekuatan beton bergantung kepada jumlah air yang diberikan pada campuran beton, lebih rendah jumlah air yang dipergunakan akan menghasilkan kekuatan beton yang tinggi. Ini berarti beton normal mutu tinggi dapat dihasilkan dengan menggunakan faktor air semen (fas) yang rendah. Jumlah air rendah pada beton menyebabkan jarak butir-butir halus lebih rapat, maka akan menghasilkan beton yang rapat, akan tetapi dapat menyebabkan *workability* atau tingkat kemudahan pengerjaan beton yang rendah dengan kata lain adukan beton sulit untuk diolah, untuk itu digunakan zat *additive* yaitu *superplastisizer* agar menghasilkan adukan beton yang memiliki nilai workabilitas yang tinggi dengan mempertahankan nilai fas yang rendah sebagai faktor utama yang mempengaruhi kuat tekan beton, dengan penembahan *superplasticizer* beton yang dihasilkan dapat lebih padat tanpa mengalami *bleeding* dan *segregasi*.

Kekuatan beton yang akan diuji meliputi kuat tekan dan tegangan regangan atau elastisitas bahan, uji kuat tekan beton juga dilakukan untuk mendapatkan parameter bahan yang meliputi modulus elastis dan diagram tegangan regangan.

4.3.3 Jumlah benda uji

Jumlah benda uji dibuat sesuai dengan jenis pengujian yang akan dilakukan. Masing-masing jenis pengujian membutuhkan jumlah benda uji yang tertentu. Jenis pengujian dan jumlah benda uji dalam penelitian ini seperti pada tabel 4.1, beton untuk pengujian kuat tekan pada umur 3 hari berjumlah 21 buah, beton uji pada umur 7 hari berjumlah 21 buah, beton uji pada umur 14 hari berjumlah 21 buah, beton uji pada umur 28 hari berjumlah 35 buah, dan beton untuk pengujian tegangan regangan berjumlah 7 buah.

4.4 Perawatan Beton

Perawatan merupakan salah satu bagian dari proses pembuatan benda uji yang standar untuk menghasilkan beton keras yang diharapkan. Perawatan yang dilakukan terhadap beton adalah dalam rangka memberikan kelembaban agar semen dapat meneruskan proses hidrasi. Perawatan yang baik akan menghasilkan beton yang memiliki kualitas tinggi begitu sebaliknya.

Dalam penelitian ini, perawatan beton keras dilakukan mengikuti perawatan standar, yaitu dengan perendaman, dimana benda uji direndam sampai batas umur pengujian. Benda uji dikeluarkan dari perendaman 2 jam sebelum pengujian, hal ini dilakukan agar benda uji tidak dalam keadaan basah ketika diuji.

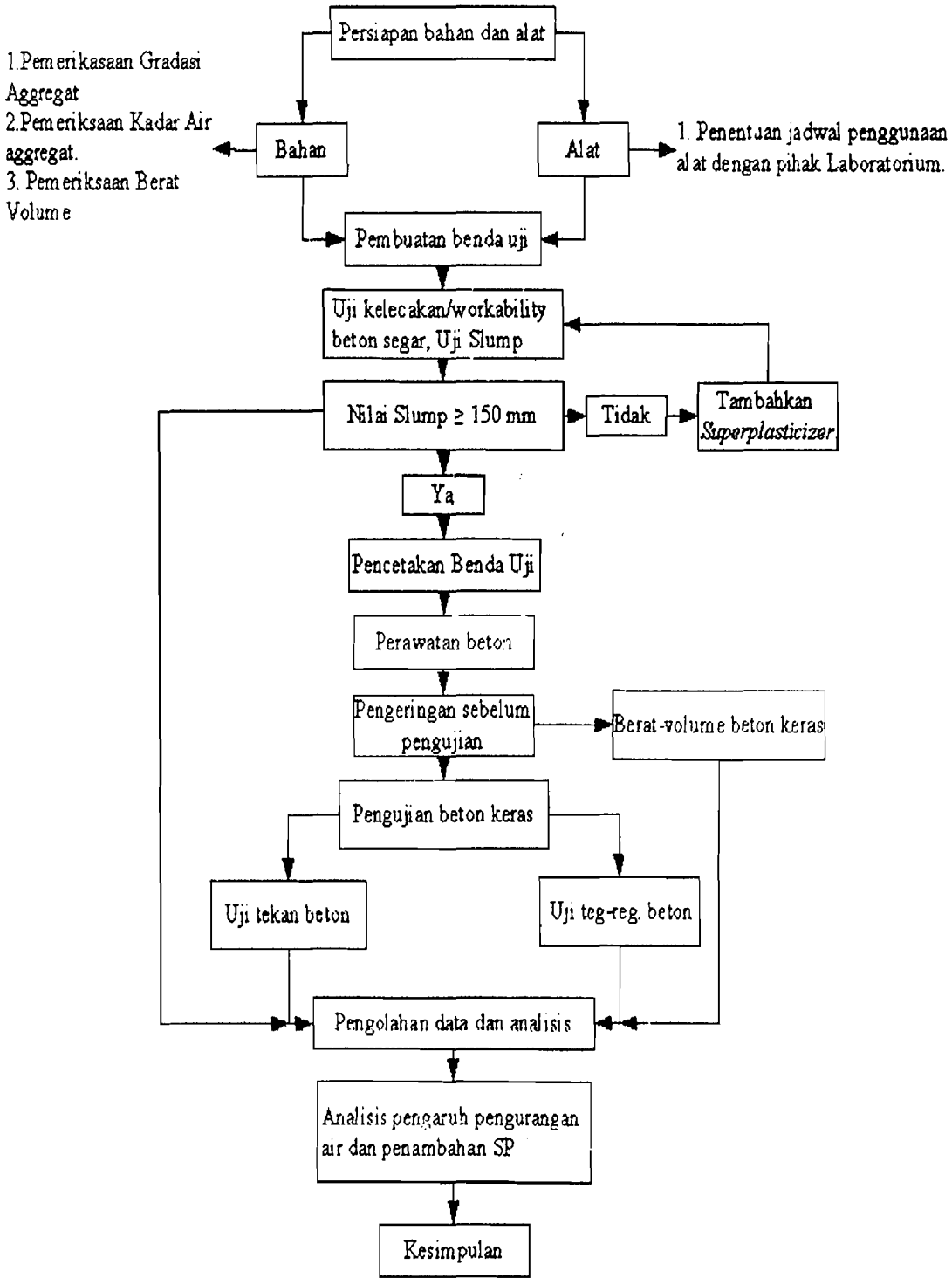
4.5 Analisis data

Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan hasil benda uji beton yang ditambahkan dengan superplasticizer dengan beton normal, lalu dibandingkan dengan perencanaan standart yang telah ada, seperti pada perencanaan mix design banyak grafik yang digunakan sebagai standart acuan dalam memperoleh kuat tekan beton, salah satunya adalah grafik perbandingan kuat tekan beton terhadap nilai fas pada mix design dengan methode DOE, dimana terjadi peningkatan yang tidak linier antara kuat tekan beton terhadap nilai fas dan terjadi perbedaan peningkatan antara umur beton umumnya 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Dalam menganalisis data digunakan referensi–referensi, yang dapat membantu dalam memberikan penjelasan terhadap sifat beton hasil pengujian setelah dibandingkan dengan beton normal dan standart perancangan.

4.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diperlukan untuk menjaga agar jalannya penelitian sesuai dengan yang diharapkan. Langkah-langkah penelitian yang tepat dan sistematis dapat menghasilkan data yang baik dan akurat. Kesalahan yang tidak perlu dapat diminimalisir dengan perencanaan prosedur penelitian yang baik. Adapun langkah-langkah atau prosedur penelitian seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 *Flow Chart* Prosedur Penelitian

BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Bab ini membicarakan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Tehnik dan pembahasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh. Data data penunjang untuk membuat sampel beton meliputi: berat jenis agregat kasar dan halus, gradasi pasir, dan nilai slump sementara itu hasil pengujian dari sampel beton yang diperoleh yaitu kuat desak beton, grafik tegangan regangan.

Pada pengujian agregat, berat jenis agregat kasar diperoleh berat jenis agregat kasar 2.544 gr/cm3, berat jenis agregat halus 2.621 gr/cm3, gradasi pasir diperoleh , lolos lubang ayakan 20 mm; 100%, lolos lubang ayakan 10 mm; 100%, lolos lubang ayakan 4.8 mm; 98.825%, lolos lubang ayakan 2.4 mm; 91.775%, lolos lubang ayakan 1.2 mm; 70.95%; lolos lubang ayakan 0.6 mm; 38.725%, lolos lubang ayakan 0.3 mm; 18.375%, lolos lubang ayakan 0.15 mm; 7.9%, Sisa pasir dinampan terakhir 0%, dari hasil pengujian tergolong kedalam Pasir agak kasar yaitu daerah 2, pada pengujian nilai slump dapat dilihat pada tabel 5.1 dan hasil pengujian kuat desak beton dapat dilihat pada tabel 5.2, formulir hasil hasil pengujian tersedia pada halaman lampiran.

Dalam pelaksanaan pengadukan jumlah sampel beton yang dibuat berjumlah 105 sampel silinder beton, dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan bersamaan dengan peserta penelitian yang lain yang memiliki kesamaan objek yang diteliti dengan perbedaan pada pokok pembuhasan saja, sehingga sampel yang dibuat ditambah 6 buah sampel balok beton pada umur 28 hari pada setiap variasi yang sama dengan variasi silinder pada penelitian ini sehingga penambahan sampel berjumlah 42 buah sampel, maka total sampel yang dibuat adalah 149 buah sampel, oleh karena keterbatasan biaya untuk menyewa alat pengaduk yang besar maka pengadukan sampel beton dengan 1 variasi dilakukan dua kali dengan pembagian pertama, sampel beton pada umur 28 hari yang

berjumlah 6 sampel silinder dan 6 sampel balok, pembagian kedua sampel beton pada umur 3, 7 dan 14 hari berjumlah 9 buah sampel silinder.

Akibat dari adanya 2 kali proses pengadukan kondisi material terutama agregat menjadi berbeda sehingga keadaan ini menyebabkan hasil pengujian pada kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan kuat tekan beton pada umur 3, 7 dan 14 hari tidak dapat dibandingkan secara akurat.

5.2 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan *Superplastisizer* Terhadap Workabilitas

Workabilitas merupakan salah satu kinerja beton segar dan dengan adanya workabilitas yang tinggi pada beton akan memudahkan pekerjaan pada saat proses pengadukan serta penuangan beton kedalam cetakan. Pada saat penuangan dan pemadatan beton segar mudah dilaksanakan maka workabilitas beton tersebut tinggi *(Swamy 1989)*. Pada penelitian ini beton normal dan beton dengan pengurangan kandungan air dan penambahan *superplastisizer* ditetapkan memiliki nilai slump 150 mm s/d 180 mm.

Pengujian nilai slump sebagai indikator tingkat workabilitas beton menurut *N Jackson,1983*. Nilai slump yang tinggi akan menghasilkan aliran slump yang tinggi. Untuk aliran slump juga bisa dijadikan sebagai parameter workbilitas beton, karena memperlihatkan sifat mengalir beton segar.

Data pengujian beton segar berupa nilai slump dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Nilai slump

Variasi Beton	- % Air	Nilai fas	Slump awal (mm)	+ % SP	Slump akhir (mm)
B30 N	0	0.45	165	0,00%	165
B30 – 5 SP	5%	0.43	135	0,41%	173
B30 – 10 SP	10%	0.41	0	0,55%	180
B30 – 15 SP	15%	0.38	0	1,27%	180
B30 – 20 SP	20%	0.36	0	1,10%	160
B30 – 25 SP	25%	0.34	0	1,38%	177.5
B30 – 30 SP	30%	0.32	0	2,20%	180

B30N	= Beton 30 MPa Normal.
B30 – 5 SP	= Beton 30 MPa dengan pengurangan air 5 % dan penambahan *superplasticizer (SP)*.
- % Air	= Persentase Pengurangan Air.
Slump Awal	= Nilai slump yang diperoleh sebelum penambahan *SP* dalam milimeter (mm).
+ % *Sp*	= persentase *SP* terhadap berat semen yang diberikan dalam adukan beton.
Slump Akhir	= Nilai slump yang diperoleh setelah penambahan *SP* dalam milimeter (mm).

Pada hasil pengujian nilai slump B30N terlihat bahwa nilai slump yang dihasilkan jauh dari pada nilai slump rencana yaitu antara 30-60 mm, dan akan dimodifikasi menjadi 150 mm, akan tetapi karena nilai slump yang dihasilkan sebelum penambahan SP telah melebihi 150 mm maka SP tidak perlu ditambahkan, keadaan ini disebabkan saat akan melakukan pengadukan keadaan kandungan air agregat tidak diuji kembali sehingga besar kemungkinan telah terjadi penambahan air oleh agregat terhadap adukan beton yang menyebabkan niai slump melebihi dari nilai yang direncanakan.

Pada pelaksanaan pembuatan beton uji dengan penambahan SP tergantung pada hasil pengujian nilai slump, apabila nilai slump yang diperoleh dari pengadukan belum mencapai ±150 mm maka ditambahkan SP dengan cara sedikit demi sedikit dan kemudian dilakukan pengujian terhadap nilai slump kembali hingga nilai slump dapat mencapai 150 mm atau lebih, hal ini dilakukan untuk dapat memperoleh beton dengan tingkat *workabilitas* yang tinggi.

Dari tabel 5.1 terlihat bahwa beton dengan pengurangan air >5% nilai slump yang diperoleh sebelum penambahan SP mencapai nilai 0 mm, dari hasil perolehan nilai slump dapat diidentifikasikan bahwa semakin besar pengurangan air maka akan semakin turun nilai slump suatu adukan beton, yang menunjukan bahwa tingkat workabilitas beton semakin turun bersamaan dengan berkurangnya kandungan air dalam adukan beton.

Setelah penambahan SP terjadi peningkatan nilai slump dari nilai slump awal, menurut *Murdock dan Brook (1991)* dengan penggunaan SP nilai slump dapat diperoleh antara 15–25 cm. Menurut *Ade Ilham (2003)* Kombinasi nilai fas rendah dan SP yang cukup banyak dapat menghasilkan adukan beton lebih kohesif dan memiliki sifat mengalir lebih baik, kemungkinan *bleeding* dan segregasi semakin kecil, pendapat ini sesuai dengan hasil penelitian dimana

semakin besar pengurangan air dan disertai dengan penambahan SP yang besar pula dapat menghasilkan adukan beton dengan tingkat workabilitas yang saling mendekati sebagaimana hasil pengujian pada tabel 5.1.

Pada benda uji B30N, dilakukan perataan terhadap permukaan benda uji, pada adukan beton 30N (Beton 30 MPa Normal tanpa bahan campuran) memiliki workabilitas yang baik terlihat dari besarnya nilai slump yang diperoleh dari adukan beton 30N yang melebihi nilai slump rencana, kondisi ini disebabkan pada saat akan melakukan proses pengadukan kondisi kelembaban agregat tidak diperiksa ulang hal ini menimbulkan ketidakseragaman kondisi agregat pada setiap pengadukan, kondisi ini menyebabkan terjadinya kelebihan air sehingga terjadi peningkatan nilai fas dari nilai fas sebelum yang telah direncanakan.

Pada benda uji B30-5SP, dilakukan perataan terhadap permukaan benda uji, pada adukan beton B30-5SP memiliki workabilitas yang sama baiknya dengan B30N sebelum penambahan SP, sesudah penambahan SP pada sampel beton B30-5SP sebesar 0.41 % dari berat semen nilai slump meningkat hingga 4,85 % dari nilai slump B30N.

Pada benda Uji B30–10SP, B30–15SP, B30–20SP, B30–25SP, B30–30SP, nilai slump beton yang belum ditambahkan superplasticizer mencapai titik 0 (zero), sehingga diperlukan penambahan SP yang cukup banyak untuk dapat mencapai nilai slump yang telah direncanakan diawal yaitu 150 mm s/d 180 mm, akibat penambahan SP yang cukup besar adukan beton menjadi cepat mengeras, sehingga begitu adukan selesai di campur dengan menggunakan Drum Molen adukan harus segera dimasukan dalam pencetak beton standar pengujian silinder baja dengan dimensi tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, apabila penempatan adukan beton tidak segera dilakukan maka akan sulit untuk membentuk beton yang halus dan padat, sesuai dengan pendapat *Ramachandra (1979)* yang mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah penambahan superplasticizer, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan superplasticizer, kelembaban dan temperatur udara, cara pengadukan dan pemakaian bahan tambah lainya.

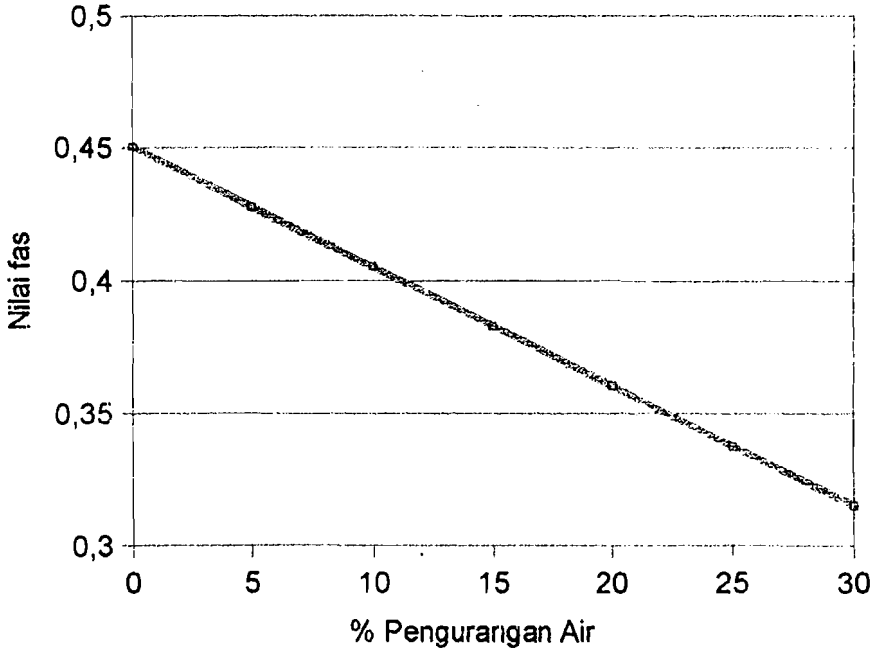
Sebagaimana yang tertuang pada BAB III yaitu penggunaan nilai slump 30–60 mm sebagai nilai slump rencana, hal itu disebabkan karena pada nilai slump 30–60 mm beton sudah cukup *workable* sehingga apabila ditambahkan

dengan SP tidak memerlukan komposisi yang besar untuk memperoleh nilai slump 150 mm, pemilihan nilai slump 150 mm sebagai acuan dari nilai slump adukan beton adalah karena pada nilai slump itu adukan beton sangat mudah untuk dikerjakan dan dapat menghasilkan beton dengan kandungan pori yang kecil atau padat, terlihat pada tabel 3.4, nilai slump antara 100--175 mm memiliki nilai workabilitas yang tinggi, sehingga dalam pemadatannya tidak diharuskan menggunakan alat penggetar.

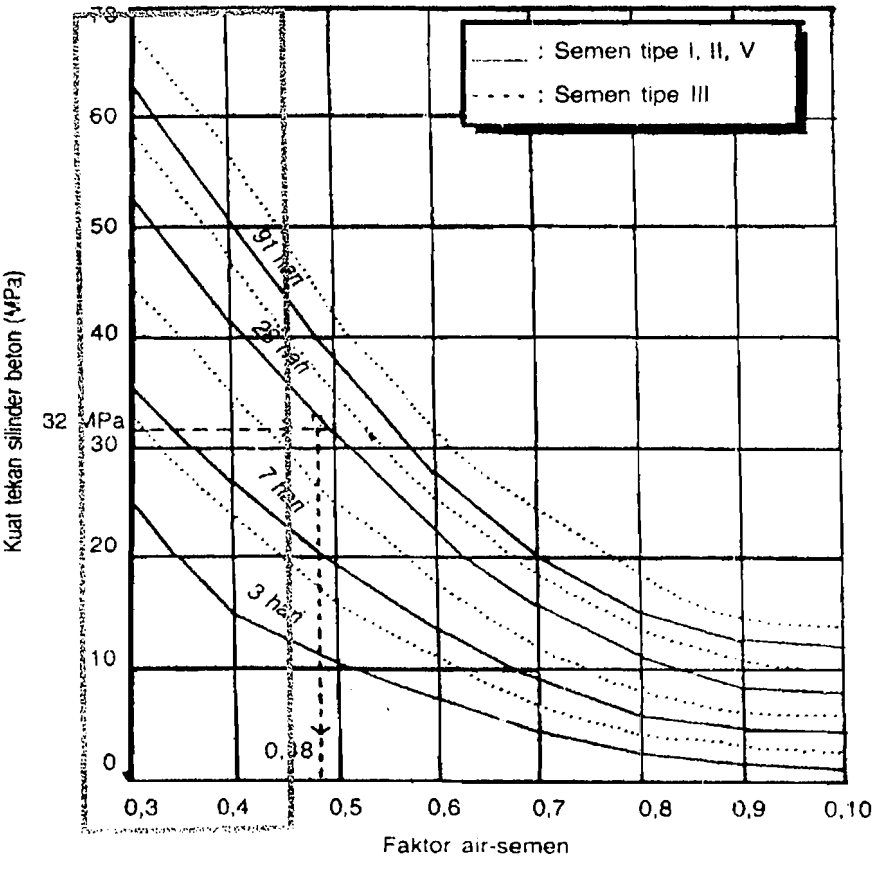
5.3 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kuat Tekan Beton

Secara umum dapat diketahui bahwa kuat tekan beton dapat meningkat dengan pengurangan air pada campuran adukan beton, yang berarti penurunan nilai fas beton, akan tetapi pengurangan persentase air dalam adukan beton yang berlebihan dapat menyebabkan adukan beton yang lengket dan sulit untuk dicetak dan menghasilkan beton yang keropos, disinilah peranan SP sebagai zat kimia yang dapat mengencerkan adukan tanpa menambah persentase air, sehingga nilai fas beton tetap berdasarkan dengan persentase kandungan air yang direncanakan, hubungan nilai fas terhadap kuat tekan beton terlihat pada gambar 5.2 yang merupakan grafik acuan dalam mentapkan nilai kuat tekan rencana yang digunakan didalam methode DOE, untuk hasil pengujian sampel beton setelah pengurangan persentase air, dapat dilihat pada gambar 5.3.

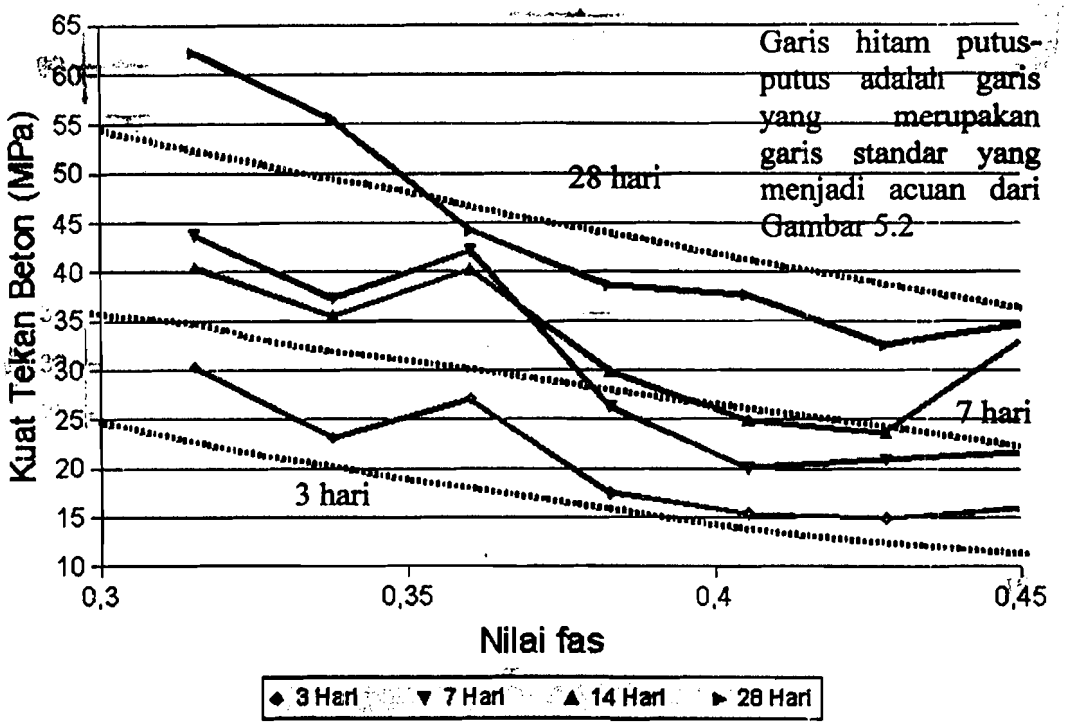
Dari gambar 5.1 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai fas akibat adanya pengurangan persentase kandungan air dari volume air pada *mix design* awal, sementara kuat tekan beton bergantung kepada nilai fas dari adukan beton, menurut *Kong and Even*, "*The nature of strength of concrete is complex and not yet fully understood. However, it can be said that strength is primarily dependent on the free water / cement ratio*". hal ini sesuai dengan gambar 5.2, bahwa semakin kecil nilai fas suatu adukan beton maka akan semakin besar kuat tekan beton yang dihasilkan.



Gambar 5.1 Grafik Hubungan % Pengurangan air Vs Nilai fas



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Nilai fas dengan Kuat Tekan Beton silinder rata rata



Gambar 5.3 Grafik Nilai fas Vs Kuat Tekan Beton hasil pengujian

Tabel 5.2 Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

% Pengurangan Air	+ % SP	Nilai fas	σ Max (MPa) pada umur			
			3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
0	0	0,45	16,04	21,71	33,14	34,73
5	5,00%	0,43	14,93	20,91	23,68	32,56
10	10,00%	0,41	15,42	20,07	24,91	37,64
15	15,00%	0,38	17,53	26,38	29,87	38,67
20	20,00%	0,36	27,13	42,25	40,32	44,27
25	25,00%	0,34	23,2	37,33	35,51	55,62
30	30,00%	0,32	30,37	43,83	40,53	62,24

Dalam penelitian ini tidak dilakukan lagi pengujian kandungan air sebelum pelaksanaan proses pengadukan selain dari pada itu pada saat penyimpanan agregat setelah dibersihkan dimasukan kedalam karung sehingga keadaan kandungan air pada agregat tidak merata, pemeriksaan kandungan air agregat dilakukan hanya sekali yaitu pada waktu pengadaan material bukan sebelum pelaksanaan pengadukan, oleh karena itu tidak dapat dipastikan kandungan air pada agregat pada saat pelaksanaan pengadukan, keadaan ini menyebabkan terjadinya perbedaan volume beton akibat dari perbedaan daya

serap agregat, menurut IR.Kardiyono Keadaan kandungan air didalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu;

1, Kering tungku; Benar benar tidak berair, dan ini berarti dapat secra penuh menyerap air
2, Kering udara; Butir butir agregat kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air didalam porinya. Oleh karena itu pasir dalam tingkat ini masih dapat sedikit menghisap air
3, Jenuh kering muka (SSD); Pada tingkat ini tidak ada air dipermukaan tetapi butir butirnya berisi air sejumlah yang dapat diserap. Dengan demikian butiran butiran agregat pada tahap ini tidak menyerap dan juga tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton.
4, Basah; Pada tingkat ini butir butir mengandung banyak air, baik dipermukaan maupun didalam butiran, sehingga bila dipakai untuk campuran akan memberi air.

Dari keempat keadaan tersebut di atas, hanya dua keadaan yang sering dipakai dalam dasar hitungan, ialah kering tungku dan jenuh kering muka (SSD), karena konstan untuk suatu agregat tertentu. Adapun kering udara dan basah sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh lingkungan, dan merupakan keadaan sebenarnya dilapangan.

Peningkatan kuat tekan beton hasil pengujian pada nila fas 0,45 atau pengurangan 0%, memiliki nilai mendekati nilai kuat tekan beton silinder rata rata hal itu dapat terlihat dari gambar 5.2, yang telah diberi garis merah sebagai batasan pada penelitian ini, dimana pada umur 3 hari dengan nilai fas 0,45 menghasilkan kuat tekan 0,4% dari kuat tekan rencana yaitu 36,89 MPa yaitu 14,56 MPa, sementara dari hasil pengujian diperoleh pada nilai fas 0,45 pada usia 3 hari, beton telah dapat mencapai kuat tekan 16,04 MPa, hal ini disebabkan oleh proses pengikatan beton berjalan dengan baik dimana kondisi agregat yang terkandung didalam sampel beton ini SSD, terlihat dari berat volume beton yang padat sesuai dengan nilai workabilitas yang tinggi yang diperoleh sehingga menghasilkan beton yang lebih padat, menurut *N Jackson, Loss of workablity assumes importance when concrete become so unworkable that is cannot be effectively compacted, with the result that its strenght and other properties*

become adversely affected, dari penjelasan *N Jackson* dapat diketahui bahwa besarnya pengaruh dari workabilitas dalam adukan beton.

Tabel 5.3 Kuat Tekan Beton dan Berat Volume Rata rata

Variasi		Umur Beton	Kuat Tekan	Dimensi Beton			Berat volume
(-) % Air	(+) % SP	Hari	M.Pa	Dmtr (cm)	Tng (cm)	Brt (Kg)	Rata rata (Kg/m3)
0%	0,00%	3	16,04	14,65	29,95	12,85	2545,35
		7	21,71	15,10	29,95	12,65	2358,86
		14	33,14	14,70	30,00	12,75	2504,17
		28	34,73	15,10	30,10	13,03	2417,29
5%	0,41%	3	14,93	14,70	30,00	12,85	2523,81
		7	20,91	14,85	29,90	12,82	2475,68
		14	23,68	15,05	29,50	12,90	2458,87
		28	32,56	15,00	29,94	12,98	2453,38
10%	0,51%	3	15,42	14,85	29,95	12,80	2467,69
		7	20,07	15,00	30,08	12,74	2397,14
		14	24,91	14,90	30,15	12,85	2444,68
		28	37,64	14,93	29,97	13,00	2476,91
15%	1,27%	3	17,53	14,80	30,00	12,95	2509,67
		7	26,38	14,98	30,23	13,07	2452,39
		14	29,87	14,80	30,10	12,90	2491,29
		28	38,67	15,03	30,00	13,07	2453,94
20%	1,10%	3	27,13	15,05	29,50	13,05	2487,32
		7	42,25	14,70	30,00	13,00	2553,27
		14	40,32	15,15	29,85	13,06	2422,57
		28	44,27	15,00	30,00	13,00	2452,81
25%	1,38%	3	23,20	15,16	29,75	12,98	2416,24
		7	37,33	14,70	30,00	12,95	2543,45
		14	35,51	14,90	30,03	13,10	2502,20
		28	55,62	15,00	30,05	13,18	2481,23
30%	2,20%	3	30,37	14,95	30,00	13,10	2487,01
		7	43,83	14,77	30,10	13,30	2579,93
		14	40,53	15,00	30,03	13,23	2492,53
		28	62,24	14,88	30,08	13,28	2540,79

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

Pada usia beton 7 hari dengan variasi pengurangan kandungan air 0%, kuat tekan standart menurut PBBI 1971 yaitu 0,65% dari kuat tekan rencana yaitu sebesar 23,98 MPa, sementara dari hasil pengujian diperoleh 21,71 MPa, rendahnya kuat tekan beton yang dihasilkan dibandingkan dengan kuat tekan beton standart, hal ini disebabkan oleh perbedaan kepadatan pada setiap beton hal ini dikarenakan tidak adanya pengujian ulang kandungan air dalam agregat sebelum pengadukan, terlihat dari berat volume beton yang jika dibandingkan dengan sampel beton B30N pada umur 3 hari lebih kecil, dimungkinkan kondisi agregat yang belum SSD pada saat proses pengikatan beton. Panas hidrasi menyebabkan penguapan air tidak saja pada air yang berfungsi sebagai pelumas adukan beton tapi juga pada air yang terkandung didalam agregat dan yang menyelimuti agregat sehingga terjadi penyusutan berat beton yang berakibat menimbulkan banyak pori pori dalam beton yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Beton uji Pada umur 14 hari dengan variasi pengurangan air 0% menghasilkan kuat tekan beton sebesar 33,14 M.Pa, didalam PBBI 1971 disebutkan bahwa pada umur 14 hari kuat tekan beton akan meningkat sebesar 0,88% dari kuat tekan rencana yaitu 32,46 M.Pa, hal ini menunjukan bahwa B30N pada umur 14 hari sesuai dengan peningkatan kuat tekan beton standar, salah satu faktor penyebab meningkatnya kuat tekan B30N pada umur 14 hari adalah kepadatan beton, menurut *L.J Murdock, K.M. Brook*, bahwa beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat workabilitas yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal.

B30N Pada saat umur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton 34,73 M.Pa, sementara kuat tekan beton rencana adalah 36,89 M.Pa, didalam penjelasan IR.Kardiyono dituliskan 2 persyaratan kuat tekan beton yang berasal dari TPPKB (Tata Cara Perancangan dan Pelaksanaan Konstruksi Beton) 1989, yaitu:

1. Nilai rata rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing masing pasangan terdiri dari tiga hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari f'c + 0,82 Sd.
2. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata rata dari dua silinder/kubus) kurang dari 0,85f'c.

berdasarkan dua persyaratan diatas maka kuat tekan beton B30N pada umur 28 hari telah memenuhi syarat, kondisi agregat yang kurang SSD menjadi salah satu faktor penyebab dari bervariasinya kuat tekan beton yang dihasilkan.

B30-5SP pada umur 3 hari diperoleh kuat tekan beton 14,93 MPa, pengurangan kandungan air sebanyak 5% dari komposisi normal seharusnya menurunkan nilai fas yang menyebabkan peningkatan kuat tekan beton, hal ini menunjukan ada faktor lain yang mempengaruhi kuat tekan beton, dengan mengenyampingkan suhu lingkungan sekitar beton dan berat volume beton maka dapat diketahui bahwa faktor lain yang mempengaruhi kuat tekan beton tersebut adalah penambahan SP, hal itu akan dibahas lebih lanjut pada Sub Bab 5.4

Pada hasil pengujian B30-5SP, B30-10SP, B30-15SP, B30-20SP, B30-25SP, B30-30SP khususnya untuk sampel beton pada umur 3 hari dengan variasi 5% s/d 30%, beton mengalami peningkatan kuat tekan hal ini disebabkan oleh pengaruh dari pengurangan air yang menurunkan nilai fas beton sehingga meningkatkan kuat tekan beton, pada variasi 5% dan 10% (B30-5SP dan B30-10SP) terlihat bahwa kuat tekan beton berada dibawah kuat tekan beton normal B30N hal ini disebabkan oleh penambahan SP yang akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4, kuat tekan beton yang dihasilkan seluruhnya berada diatas garis kuat tekan beton standar pada umur 3 hari, hal itu dapat dilihat dari gambar 5.3, dimana kuat tekan beton terus mengalami peningkatan bahkan pada variasi pengurangan air 20% kuat tekan beton terlihat mengalami kenaikan yang drastis dan terjadi penurunan pada variasi 25% tapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton pada variasi 15% dan kemudian naik lagi pada variasi 30%, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya persentase pengurangan kandungan air dari komposisi normal sehingga terjadi penurunan nilai fas yang mengakibatkan peningkatan kuat tekan beton, dan pada variasi pengurangan air 20% selain disebabkan oleh pengurangan air atau peningkatan nilai fas juga diakibatkan oleh penambahan SP yang tepat hal ini akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4.

Pada hasil pengujian B30-5SP, B30-10SP, B30-15SP, B30-20SP, B30-25SP, B30-30SP khususnya untuk sampel beton pada umur 7 hari dengan variasi 5% s/d 15% kuat tekan beton berada dibawah garis standar kuat tekan beton pada umur 7 hari sementara pada variasi 20% s/d 30% kuat tekan beton berada diatas garis standar kuat tekan beton pada umur 7 hari, meninjau kembali pada

penelitian ini bahwa beton yang diuji adalah beton dengan kuat tekan 30 MPa yang dimodifikasi dengan pengurangan kandungan air sementara garis yang menjadi standar berasal dari garfik kuat tekan beton (gambar 5.2) yang dipergunakan dalam methode DOE untuk menentukan nilai fas yang akan dipakai dalam menentukan komposisi adukan beton, sehingga garfik tersebut tidak tepat jika dijadikan sebagai garis acuan akan tetapi dengan membandingkan hasil pengujian dengan garfik tersebut akan terlihat pengaruh dari modifikasi yang dilakukan.

Melihat pada variasi pengurangan air 5% s/d 30% (umur 7 hari) beton mengalami peningkatan kuat tekan hal ini disebabkan oleh pengaruh dari pengurangan air yang menurunkan nilai fas beton sehingga meningkatkan kuat tekan beton, pada variasi 5% dan 10% terlihat bahwa kuat tekan beton berada dibawah kuat tekan beton normal B30N hal ini disebabkan oleh penambahan SP yang akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4, pada variasi 10% terjadi penurunan kuat tekan beton dibandingkan pada variasi 5% hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan pori didalam beton hal ini terlihat dari tabel 5.4 dan untuk lebih lengkapnya dapat dilihat dari tabel kuat tekan beton umur 7 hari yang terdapat pada lampiran dimana dimensi beton pada variasi 10% sedikit lebih besar sementara berat beton hampir sama yaitu antara 12,73 s/d 12,79 Kg dibandingkan dengan dimensi beton pada variasi 5% dan beratnya antara 12,79 s/d 12,85 Kg keadaan ini disebabkan oleh perbedaan keadaan kandungan air dalam agregat yang pada saat akan melakukan pengadukan tidak dilakukan pengujian ulang sementara itu cara penyimpanan agregat yang ditumpuk dalam karung setelah dilakukannya penyucian mengakibatkan agregat tidak betul betul SSD, selain itu pada variasi pengurangan air 20% kuat tekan beton terlihat mengalami kenaikan yang drastis dan terjadi penurunan pada variasi 25% tapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton pada variasi 15% dan kemudian naik lagi pada variasi 30%, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya persentase pengurangan kandungan air dari komposisi normal sehingga terjadi penurunan nilai fas yang mengakibatkan peningkatan kuat tekan beton, dan pada variasi pengurangan air 20% selain disebabkan oleh pengurangan air atau peningkatan nilai fas juga diakibatkan oleh penambahan SP yang tepat hal ini akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4.

Pada hasil pengujian B30-5SP, B30-10SP, B30-15SP, B30-20SP, B30-25SP, B30-30SP khususnya untuk sampel beton pada umur 14 hari dengan variasi 5% dan 10% kuat tekan beton berada dibawah garis standar kuat tekan beton pada umur 7 hari sementara pada variasi 15% s/d 30% kuat tekan beton berada diatas garis standar kuat tekan beton pada umur 7 hari, keadaan ini terjadi akibat pengaruh dari penambahan SP yang akan dibahas pada Sub Bab 5.4.

Melihat pada variasi pengurangan air 5% s/d 30% (umur 14 hari), beton mengalami peningkatan kuat tekan hal ini disebabkan oleh pengaruh dari pengurangan air yang menurunkan nilai fas beton sehingga meningkatkan kuat tekan beton, pada variasi 5%, 10% dan 15% terlihat bahwa kuat tekan beton berada dibawah kuat tekan beton normal hal ini disebabkan oleh penambahan SP yang akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4, pada variasi pengurangan air 20% kuat tekan beton terlihat mengalami kenaikan yang drastis dan terjadi penurunan pada variasi 25% tapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton pada variasi 15% dan kemudian naik lagi pada variasi 30%, hal ini disebabkan oleh semakin besarnya persentase pengurangan kandungan air dari komposisi normal sehingga terjadi penurunan nilai fas yang mengakibatkan peningkatan kuat tekan beton, dan pada variasi pengurangan air 20% selain disebabkan oleh pengurangan air atau peningkatan nilai fas juga diakibatkan oleh penambahan SP yang tepat hal ini akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4.

Pada hasil pengujian dapat terlihat pada gambar 5.3 bahwa kuat tekan beton pada umur 14 hari pada variasi 20% s/d 30% berada dibawah kuat tekan beton pada umur 7 hari, apabila ditinjau pengurangan airnya maka tidak ada perbedaan diantara kedua sampel, namun jika meninjau dimensi dan berat beton yang ada pada umur 7 hari dengan umur 14 hari, maka beton pada umur 7 hari lebih padat, hal ini disebabkan oleh kondisi agregat yang tidak diuji kembali keadaan kandungan airnya sebelum proses pengadukan, pada beton umur 7 hari khususnya pada variasi 20% s/d 30% dari tabel 5.4 dapat disimpulkan bahwa agregat dalam kondisi kering atau dibawah SSD sehingga terjadi penyerapan air dan pasta semen yang mengakibatkan proses penyusutan namun memiliki berat yang lebih besar.

Pada hasil pengujian B30-5SP, B30-10SP, B30-15SP, B30-20SP, B30-25SP, B30-30SP khususnya untuk sampel beton pada umur 28 hari dengan variasi

5%,10%,15% dan 20% kuat tekan beton berada dibawah garis standar kuat tekan beton pada umur 28 hari sementara pada variasi 25% dan 30% kuat tekan beton berada diatas garis standar kuat tekan beton pada umur 28 hari, meninjau kembali pada penelitian ini bahwa beton yang diuji adalah beton dengan kuat tekan 30 MPa yang dimodifikasi dengan pengurangan kandungan air sementara garis yang menjadi standar berasal dari garfik kuat tekan beton (gambar 5.2) yang dipergunakan dalam methode DOE untuk menentukan nilai fas yang akan dipakai dalam menentukan komposisi adukan beton, sehingga garfik tersebut tidak tepat jika dijadikan sebagai garis acuan akan tetapi dengan membandingkan hasil pengujian dengan garfik tersebut akan terlihat pengaruh dari modifikasi yang dilakukan.

Melihat pada variasi pengurangan air 5% s/d 30% (umur 28 hari), beton mengalami peningkatan kuat tekan hal ini disebabkan oleh pengaruh dari pengurangan air yang menurunkan nilai fas beton sehingga meningkatkan kuat tekan beton, pada variasi 5% terlihat bahwa kuat tekan beton berada dibawah kuat tekan beton normal hal ini disebabkan oleh penambahan SP yang akan dijelaskan pada Sub Bab 5.4.

Menurut *Chu-Kia Wang, Charles G, Salmon, Biksa, menuliskan dalam bukunya "Desain Beton Bertulang"* yaitu Beton merupakan suatu bahan yang kekuatannya dan sifat sifatnya yang lain tidak dapat diramalkan secara tepat. Pada pengujian standar campuran beton yang digunakan adalah selalu bervariasi sesuai dengan perbedaan fas yang diinginkan sehingga komposisi campuran yang ada menjadi berbeda, keadaan inilah yang membentuk garfik pada gambar 5.2 dimana peningkatan kuat tekan beton diikuti oleh perubahan kandungan semen, agregat kasar, agregat halus dan air, pada pengujian dan penelitian ini campuran beton yang digunakan adalah sama yaitu untuk beton dengan fc 30 MPa dengan perbedaan pada kandungan airnya pada setiap variasi, demikian juga pada beton dengan umur 28 hari, hal ini menunjukan potensi dari beton modifikasi dengan pengurangan kandungan air sangatlah besar, sehingga dapat melampaui beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi dari methode pencampuran standar yaitu dalam penelitian ini DOE.

Tabel 5.4 Peningkatan Kuat Tekan Beton uji hasil penelitian

- % Pengr Air	+ % SP	Nilai fas	% Peningkatan Kuat Tekan Beton pada umur			
			3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0	0,00	0,45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	0,41	0,43	-6,87%	-3,71%	-28,55%	-6,24%
10	0,55	0,41	-3,82%	-7,54%	-24,84%	8,39%
15	1,27	0,38	9,32%	21,51%	-9,87%	11,35%
20	1,10	0,36	69,17%	94,59%	21,67%	27,48%
25	1,38	0,34	44,65%	71,95%	7,13%	60,14%
30	2,20	0,32	89,38%	101,90%	22,28%	79,20%

- Tabel ini memperlihatkan besarnya pengaruh pengurangan kandungan air terhadap kuat tekan beton hingga mencapai ± 100 % dari kuat tekan beton terhadap beton dengan variasi pengurangan kandungan air 0 %, nilai minus menunjukan bahwa kuat tekan beton yang diperoleh berada dibawah kuat tekan beton pada variasi pengurangan air 0%.

5.4 Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* Dengan Kuat Tekan Beton

SP merupakan zat kimia atau zat aditif pada adukan beton yang dapat mengurangi kandungan air dan tetap mempertahankan tingkat workabilitas yang ditunjukan oleh pengujian nilai slump, hal ini menunjukan bahwa SP dapat menurunkan nilai fas yang menjadi faktor penentu kuat tekan beton dengan mengurangi kandungan air dan karena salah satu fungsi dari SP adalah untuk meningkatkan workabilitas menurut *L.J.Murdock* dan *K.M Brook* SP mempunyai pengaruh dalam meningkatankan workabilitas beton sampai pada tingkat yang cukup besar, selain itu dikatakan bahwa beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat workabilitas yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal, beton dengan kepadatan yang maksimal menghasilkan kuat tekan yang besar salah satu akibatnya sedikitnya pori pori udara didalam beton, nilai fas berbanding terbalik dengan kuat tekan beton semakin kecil nilai fas yang dipakai maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi (gambar5.2), Sehingga dapat dikatakan bahwa peningkatan kuat tekan beton secara tidak langsung disebabkan oleh penambahan SP sebagai zat aditif yang mampu menjaga tingkat workabilitas, tingkat workabilitas yang tinggi dapat memudahkan dalam pengerjaan adukan beton sehingga dapat membantu mengurangi kandungan *void* atau pori dalam beton.

Penambahan SP memiliki dosis yang jika dilampaui dapat menurunkan kuat tekan beton, berdasarkan dosis yang dianjurkan oleh produsen SP yaitu 0,5% s/d 1,6% dari berat semen, menurut *Ilham (2003)*, beton dengan campuran SP dosis tinggi (> 3%) tidak mengeras dalam 24 jam atau dapat mengeras dalam 24 jam tapi masih terlihat lembab, maka kemungkinan kuat tekan beton rendah, hal itu disebabkan superplasticizer dalam campuran beton melampaui titik jenuh. Penelitian yang dilakukan *Punkki, dkk* (1996) bahwa penambahan SP lebih besar dari 3.1 % dari berat semen akan membuat kekuatan beton berkurang, seberapa jauh pengaruh dari superplasticizer terhadap kuat tekan beton dalam penelitian ini dapat dilihat pada hasil pengujian pada gambar 5.4.

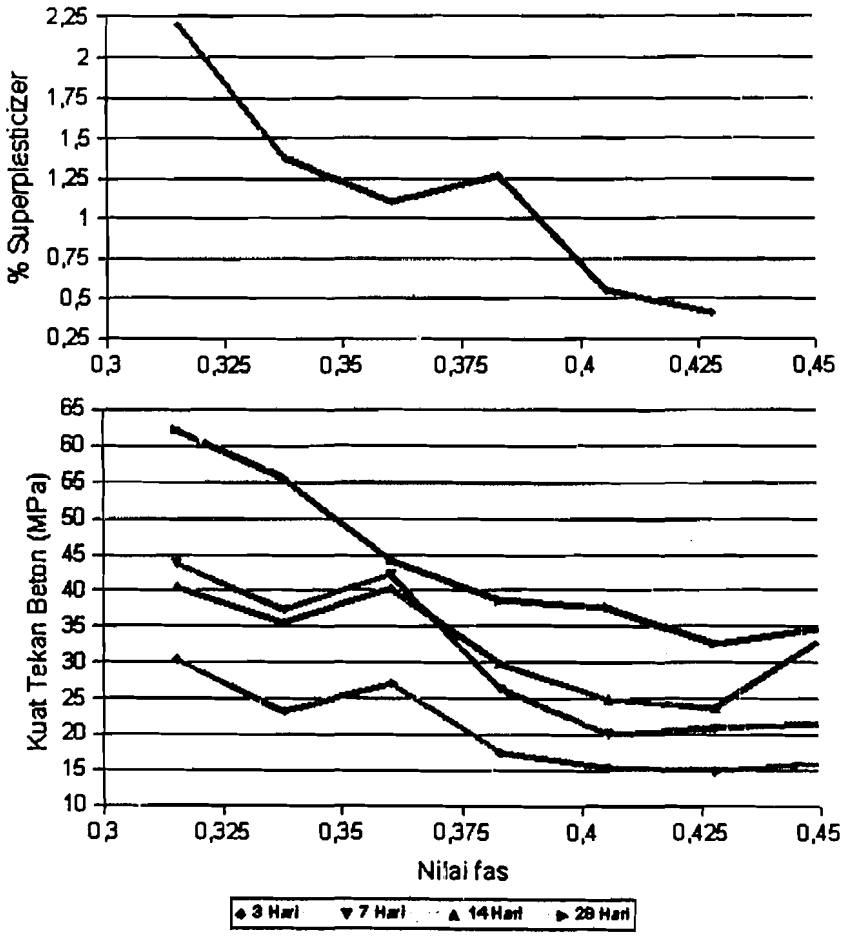
Tabel 5.5 Penambahan *Superplasticizer (SP)*

% pengurangan	Nilai Slump	Jumlah SP		Berat Semen (Kg)		Kebututhan Air
Air	(mm)	(ml)	% brt semen	Kg/m3	Kg/ adukan	Ltr/ adukan
0	165	0	0	466,23	42,52	19,15
5	176	150	0,41			18,19
10	165	200	0,55			17,24
15	170	460	1,27			16,28
20	160	400	1,1			15,32
25	175	500	1,38			14,36
30	170	800	2,2			13,41

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa telah terjadinya penambahan SP secara bertahap sebagaimana pengurangan terhadap persentase kandungan air pada adukan beton, akan tetapi pada pengurangan kandungan air 15% dan 20 % terjadi penurunan penambahan SP hal ini disebabkan oleh keadaan kandungan air pada agregat yang tidak merata sebagaimana yang telah dijelaskan pada permulaan pembahasan Sub Bab 5.3 aliniea ke-3, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kebutuhan SP pada adukan beton pada variasi 20% menurun akibat keadaan kandungan air agregat khususnya pada variasi 20% belum SSD sehingga untuk dapat mencapai nilai slump yang direncanakan hanya membutuhkan SP yang kecil.

Pada B30N tidak dilakukan penambahan SP oleh karena nilai slump yang diperoleh sudah sesuai dengan nilai slump rencana dari penelitian ini yaitu

≥150mm, kondisi ini disebabkan oleh keadaan kandungan air agregat yang belum SSD sehingga menambahkan air didalam adukan dan menyebabkan adukan memiliki nilai slump yang besar melampaui nilai slump rencana *mix design* sehingga tidak ada pembahasan untuk B30N pada Sub Bab ini.



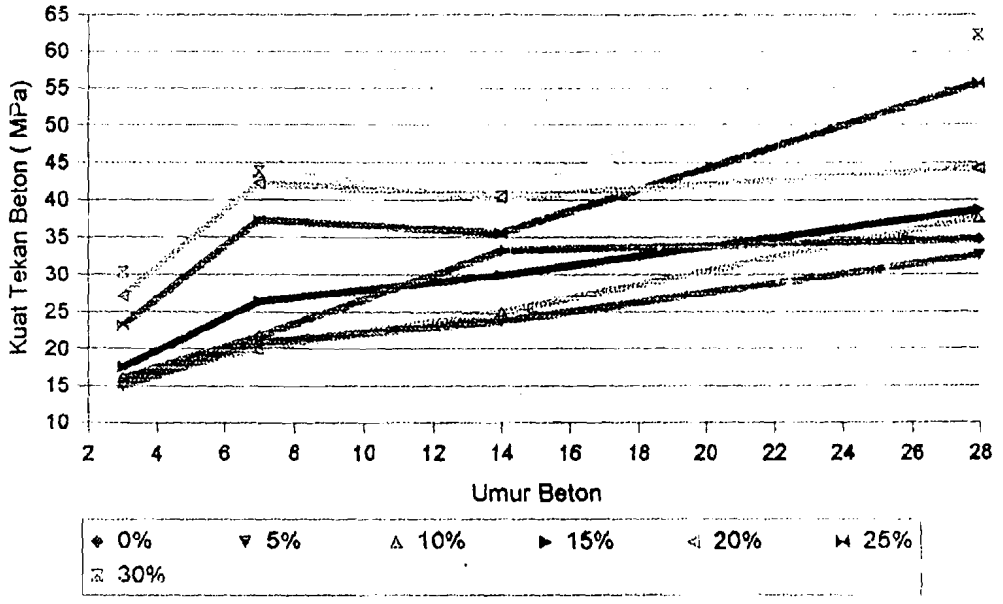
Gambar 5.4 Grafik.1 (atas) Hubungan % Penambahan Superplasticizer Terhadap Nilai fas, Grafik.2 (bawah) Hubungan Kaut Tekan Beton Terhadap Nilai fas

Gambar 5.4 diatas untuk dapat menunjukan hubungan antara kedua hubungan dimana dari kedua grafik atau hubungan diatas dapat terlihat jelas bahwa terjadi peningkatan kuat tekan beton pada seluruh sampel yang ada dimulai dari B30-5SP s/d B30-30SP, dari gambar 5.4 diatas terlihat bahwa kenaikan dari B30-5SP s/d B30-30SP pada umur 3 hari, 7 hari dan 14 hari, memiliki perbedaan dengan kenaikan pada B30-5SP s/d B30-30SP pada umur 28 hari, hal ini disebabkan oleh pada saat pelaksanaan pengadukan sampel beton

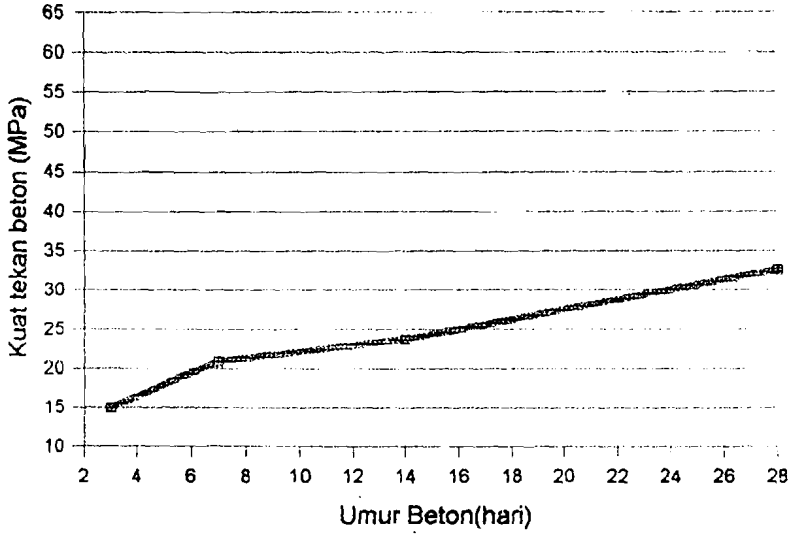
terjadi 2 kali proses pengadukan dimana pada proses pengadukan pertama untuk beton uji pada umur 28 hari terhadap seluruh variasi, sedangkan pada proses pengadukan kedua untuk beton pada umur 3 hari, 7 hari dan 14 hari terhadap seluruh variasi, hal ini menyebabkan hasil pengujian pada umur 28 hari tidak dapat dijadikan acuan akhir dari peningkatan beton pada umur 3 hari, 7 hari dan 14 hari dikarenakan perbedaan keadaan kandungan air agregat, akan tetapi dari hasil pengujian ini dapat dilihat hubungan dari penambahan superplasticizer terhadap kuat tekan beton.

Pada B30-5SP s/d B30-30SP pada umur 28 hari terjadi penurunan kuat tekan beton pada B30-5SP dibandingkan dengan B30N yaitu sebesar 0,06% dari kuat tekan B30N, hal ini menunjukan masih adanya pengaruh dari SP terhadap beton sehingga proses pengikatan menjadi terhambat, menurut R.C Smith dan C.K Andres *Superplasticizer* merupakan zat aditive tambahan yang menaikan nilai slump dengan melapisi partikel cement, kemudian memisahkan dan melepaskan *cement* dari ikatan akibat air, pelapisan ini juga menyebabkan muatan negatif pada partikel *cement*, mengakibatkan adanya gaya tolak menolak antar partikel *cement*, *effect* yang ditimbulkan yaitu tingkat workabilitas meningkat tanpa peningkatan nilai fas atau menimbulkan *bleeding*, penjelasan dari R.C Smith dan C.K Andres adalah untuk beton tanpa adanya pengurangan air dari komposisi adukan, sementara dalam penelitian ini komposisi air juga dikurangi sehingga dapat meningkatkan nilai fas dengan tingkat workabilitas yang tinggi.

Pengaruh dari penambahan SP tidak begitu terlihat jika hanya meninjau dari beton pada umur 28 hari saja, peningkatan kuat tekan yang ektrim dapat terlihat antara umur 14 hari dengan umur 28 hari, hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh hilangnya pengaruh dari superplasticizer, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang drastis.



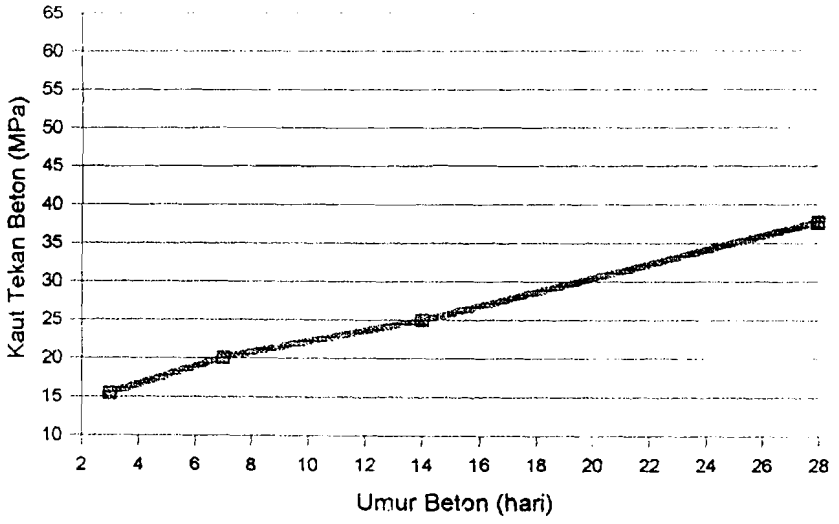
Gambar 5.5 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Umur Beton



Gambar 5.6 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-5SP dengan Umur Beton

Pada B30-5SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami penurunan dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, pengurangan air sebesar 5% pada variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,43, nilai fas sebelumnya 0,45, penurunan nilai fas seharusnya meningkatkan kuat tekan beton jika melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-5SP pada umur 3 hari sebesar 2500 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan yang padat, maka dapat diketahui bahwa

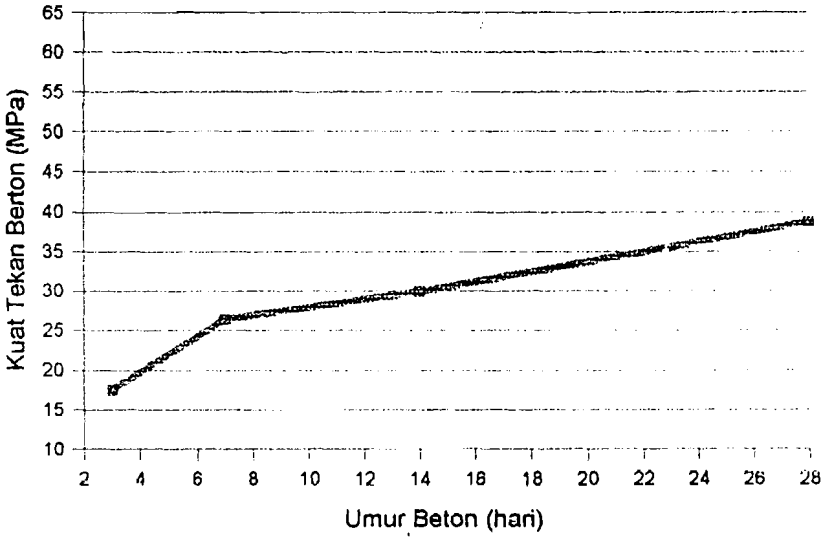
penurunan kuat tekan beton ini disebabkan oleh penambahan SP yaitu sebesar 0,41% dari berat semen, pada B30-5SP umur 7 hari dan 14 kuat tekan beton juga mengalami penurunan dibandingkan B30N sebagaimana penjelasan pada umur 3 hari penurunan kuat tekan beton pada B30-5SP umur 7 hari dan 14 hari juga dipengaruhi oleh penambahan SP, sementara pada umur 28 hari beton mengalami pelonjakan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-5SP pada umur 14 hari hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh semakin hilangnya pengaruh dari superplasticizer, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang drastis, meskipun kuat tekan beton pada umur 28 hari berada dibawah B30N, jika membandingkan kondis B30N dengan B30-5SP pada umur 28 hari, maka B30-5SP terlihat lebih padat (melihat perbandingan dimensi dan berat volume) hal ini membuat peneliti menarik kesimpulan bahwa pengaruh superplasticizer belumlah hilang seluruhnya dan diperkirakan tidak dapat hilang 100% dikarenakan permukaan agregat yang berpori menjadi tempat melekat yang sangat baik dan pada saat terjadinya hidrasi yang dapat menimbulkan panas sehingga mampu menguapkan air yang tersisa didalam beton, SP tidaklah ikut menguap seluruhnya sebagian akan terus melekat didalam beton untuk selamanya.



Gambar 5.7 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-10SP dengan Umur Beton

Pada B30-10SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan dengan B30-5SP, pengurangan air sebesar 10% pada

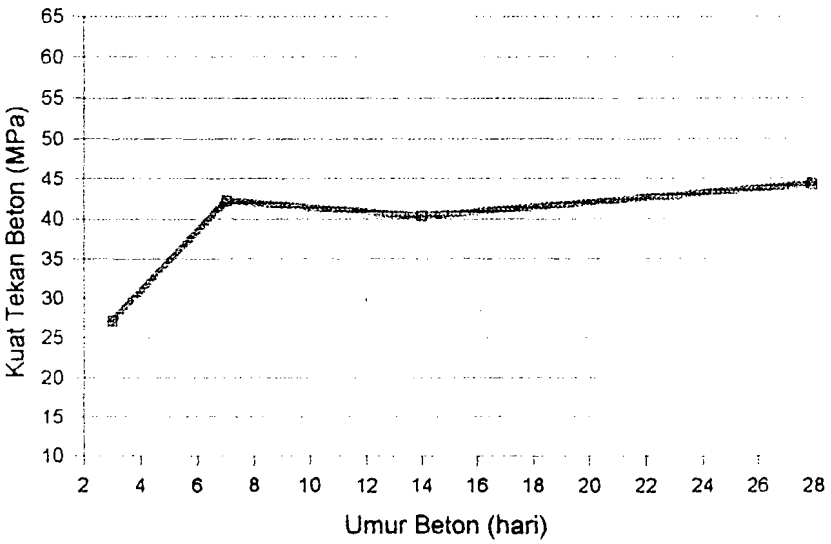
variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,41, nilai fas sebelumnya 0,43, penurunan nilai fas dapat meningkatkan kuat tekan beton, melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-10SP pada umur 3 hari sebesar 2470 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan yang cukup padat, penambahan SP yaitu sebesar 0,55% dari berat semen semakin menghambat proses pengikatan atau hidrasi didalam adukan beton akan tetapi dikarenakan pengurangan air yang cukup besar menyebabkan penurunan nilai fas yang cukup besar pula hal itu berarti meningkatkan kuat tekan beton, kondisi itulah yang menyebabkan kuat tekan B30-10SP pada umur 3 hari lebih besar dibandingkan dengan B30-5SP pada umur 3 hari, pada B30-10SP umur 7 hari dan 14 hari kuat tekan beton juga mengalami penurunan dibandingkan B30N pada umur 7 dan 14 hari, sebagaimana penjelasan pada umur 3 hari penurunan kuat tekan beton pada B30-10SP umur 7 hari dan 14 hari juga dipengaruhi oleh penambahan SP, sementara pada umur 28 hari beton mengalami pelonjakan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-10SP pada umur 14 hari hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh semakin hilangnya pengaruh dari superplasticizer, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang drastis sehingga melampaui B30N pada umur 28 hari, membandingkan kondisi B30-5SP dengan B30-10SP pada umur 28 hari, maka B30-10SP terlihat lebih padat (melihat perbandingan dimensi dan berat volume) hal ini membuat peneliti menarik kesimpulan bahwa pengaruh superplasticizer belumlah hilang seluruhnya dan diperkirakan tidak dapat hilang 100% dikarenakan permukaan agregat yang berpori menjadi tempat melekat yang sangat baik dan pada saat terjadinya hidrasi yang dapat menimbulkan panas sehingga mampu menguapkan air yang tersisa didalam beton SP tidaklah ikut menguap seluruhnya sebagian akan terus melekat didalam beton untuk selamanya.



Gambar 5.8 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-15SP dengan Umur Beton

Pada B30-15SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan dengan B30-10SP, pengurangan air sebesar 15% pada variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,38, nilai fas sebelumnya 0,41, penurunan nilai fas dapat meningkatkan kuat tekan beton, melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-15SP pada umur 3 hari sebesar 2500 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan yang padat, penambahan SP yaitu sebesar 1,27% dari berat semen semakin menghambat proses pengikatan atau hidrasi beton akan tetapi dikarenakan pengurangan air yang cukup besar mengakibatkan penurunan nilai fas yang cukup besar pula hal itu berarti meningkatkan kuat tekan beton, kondisi itulah yang menyebabkan kuat tekan B30-15SP pada umur 3 hari lebih besar dibandingkan dengan B30-10SP pada umur 3 hari, pada B30-15SP umur 7 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan B30N pada umur 7, salah satu penyebabnya adalah semakin besarnya pengurangan air dan tingkat kepadatan beton yang lebih tinggi mengalahkan pengaruh dari SP terhadap adukan beton, pada B30-15SP umur 14 hari kuat tekan beton mengalami penurunan, sebagaimana penjelasan pada umur 3 hari penurunan kuat tekan beton pada B30-15SP umur 14 hari juga dipengaruhi oleh penambahan SP, sementara pada umur 28 hari beton mengalami pelonjakan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-15SP pada umur 14 hari hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan

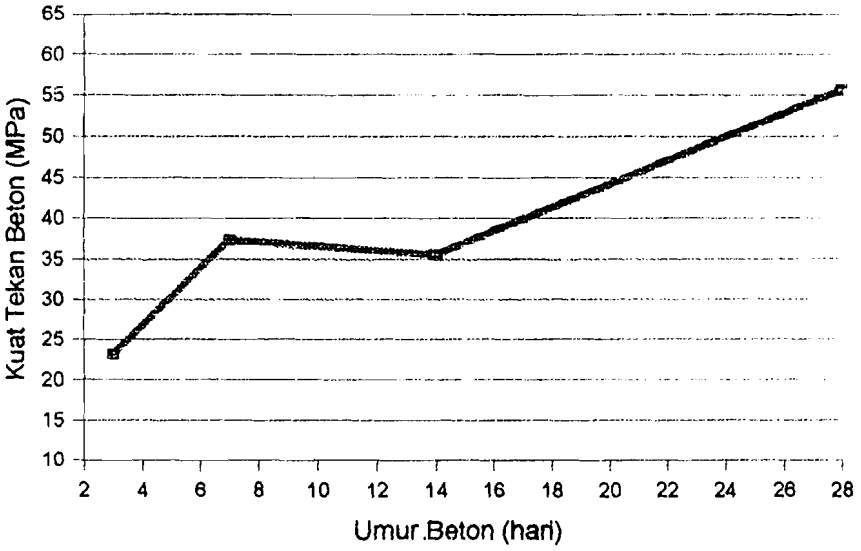
proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh semakin hilangnya pengaruh dari superplasticizer, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang drastis sehingga melampaui B30N pada umur 28 hari, membandingkan kondisi B30-10SP dengan B30-15SP pada umur 28 hari, maka B30-15SP terlihat memiliki kepadatan yang sama (melihat perbandingan dimensi dan berat volume) hal ini membuat peneliti menarik kesimpulan bahwa pengaruh superplasticizer belumlah hilang seluruhnya dan diperkirakan tidak dapat hilang 100% dikarenakan permukaan agregat yang berpori menjadi tempat melekat yang sangat baik dan pada saat terjadinya hidrasi yang dapat menimbulkan panas sehingga mampu menguapkan air yang tersisa didalam beton SP tidaklah ikut menguap seluruhnya sebagian akan terus melekat didalam beton untuk selamanya.



Gambar 5.9 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-20SP dengan Umur Beton

Pada B30-20SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan dengan B30-15SP, pengurangan air sebesar 20% pada variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,36, nilai fas sebelumnya 0,38, penurunan nilai fas dapat meningkatkan kuat tekan beton, melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-20SP pada umur 3 hari sebesar 2490 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan yang padat, penambahan SP yaitu sebesar 1,1% dari berat semen semakin menghambat proses pengikatan kuat tekan beton akan tetapi

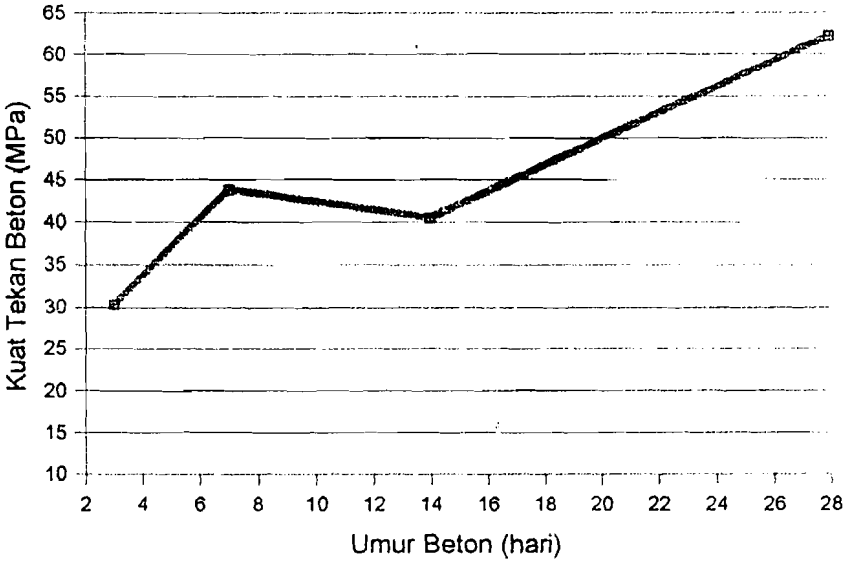
dikarenakan pengurangan air yang cukup besar mengakibatkan penurunan nilai fas yang cukup besar pula hal itu berarti meningkatkan kuat tekan beton, kondisi itulah yang menyebabkan kuat tekan B30-20SP pada umur 3 hari lebih besar dibandingkan dengan B30-15SP pada umur 3 hari, penambahan SP pada B30-20SP lebih kecil dibandingkan dengan B30-15SP hal ini disebabkan oleh perbedaan keadaan kandungan air dalam agregat, jika melihat berat volume B30-15SP pada umur 3, 7 14 dan 28 hari berat volume yang dimiliki lebih seragam dibandingkan dengan B30-20SP pada umur 3, 7 14 dan 28 kondisi ini sekali lagi disebabkan oleh keadaan kandungan air pada agregat yang tidak merata pada B30-20SP, pada B30-20SP umur 7 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang besar dibandingkan B30N pada umur 7 hari bahkan melebihi B30-20SP pada umur 14 hari, peningkatan yang drastis ini selain disebabkan oleh pengurangan air juga disebabkan oleh kepadatan beton pada umur 7 hari lebih tinggi yaitu 2,55 Kg/m3 hal ini merupakan pengaruh dari keadaan kandungan air pada agregat yang tidak merata pada saat pengadukan, pada umur 14 hari kuat tekan beton lebih besar dari B30N penyebabnya adalah semakin besarnya pengurangan air pada adukan beton sehingga mengakibatkan penurunan nilai fas yang besar dan berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan, sementara pada umur 28 hari beton mengalami peningkatan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-20SP pada umur 14 hari namun jika diperhatikan pada gambar 5.4 peningkatan kuat tekan B30-20SP dari umur 14 hari ke umur 28 hari tidak mengalami pelonjakan yang drastis seperti pada variasi yang lain hal ini menunjukan bahwa adanya sebuah pola pencampuran yang ideal antara adukan beton dengan pengurangan air dan penambahan SP, sehingga peningkatan kuat beton lebih stabil menurut *L.J Murdock dan C.K Andres*, Penggunaan Superplasticizer membutuhkan tingkatan kontrol yang sangat tinggi terhadap penakaran bahan beton, terutama airnya, karena bila superplasticizer ditambahkan pada saat workabilitas yang tidak tepat, maka aliran yang berlebihan dan segregasi (pemisahan butir) akan terjadi.



Gambar 5.10 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-25SP dengan Umur Beton

Pada B30-25SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami penurunan dibandingkan dengan B30-20SP, pengurangan air sebesar 25% pada variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,34, nilai fas sebelumnya 0,36, penurunan nilai fas dapat meningkatkan kuat tekan beton, melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-25SP pada umur 3 hari sebesar 2420 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan cukup padat, penambahan SP yaitu sebesar 1,38% dari berat semen semakin menghambat proses pengikatan kuat tekan beton, meninjau turunnya kuat tekan beton B30-25SP pada umur 3 hari dibandingkan dengan B30-20SP selain akibat penambahan SP yang lebih banyak juga disebabkan oleh ketepatan dari penambahan SP, meskipun pengurangan air semakin besar dan mengakibatkan penurunan nilai fas yang cukup besar, pada B30-25SP umur 7 hari dan 14 hari kuat tekan beton juga mengalami penurunan yang besar dibandingkan B30-20SP pada umur 7 hari dan 14 hari, sebagaimana pada penjelasan sebelumnya penyebab hal ini adalah penambahan SP yang kurang ideal pada B30-25SP dibandingkan dengan B30-20SP, sementara pada umur 28 hari beton mengalami pelonjakan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-25SP pada umur 14 hari hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh semakin hilangnya pengaruh dari superplasticizer, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang

drastis sehingga melampaui B30N pada umur 28 hari, membandingkan kondisi B30-20SP dengan B30-25SP pada umur 28 hari, maka B30-25SP terlihat memiliki kepadatan yang lebih tinggi (melihat perbandingan dimensi dan berat volume) hal ini membuat peneliti menarik kesimpulan bahwa pengaruh superplasticizer belumlah hilang seluruhnya dan diperkirakan tidak dapat hilang 100% dikarenakan permukaan agregat yang berpori menjadi tempat melekat yang sangat baik dan pada saat terjadinya hidrasi yang dapat menimbulkan panas sehingga mampu menguapkan air yang tersisa didalam beton SP tidaklah ikut menguap seluruhnya sebagian akan terus melekat didalam beton untuk selamanya.



Gambar 5.11 Hubungan Kuat Tekan Beton B30-30SP dengan Umur Beton

Pada B30-30SP pada umur 3 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan dengan B30-25SP, pengurangan air sebesar 30% pada variasi beton ini menurunkan nilai fas menjadi 0,32, nilai fas sebelumnya 0,34, penurunan nilai fas dapat meningkatkan kuat tekan beton, melihat pada gambar 5.2 dimana semakin kecil nilai fas kuat tekan beton akan semakin besar, berat volume B30-30SP pada umur 3 hari sebesar 2490 Kg/m3 nilai ini menunjukan beton dalam keadaan padat, penambahan SP yaitu sebesar 2,2% dari berat semen semakin menghambat proses pengikatan kuat tekan beton akan tetapi dikarenakan pengurangan air yang cukup besar mengakibatkan penurunan nilai fas yang cukup besar pula hal itu berarti meningkatkan kuat tekan beton, kondisi itulah yang

menyebabkan kuat tekan B30-30SP pada umur 3 hari lebih besar dibandingkan dengan B30-25SP pada umur 3 hari, pada B30-30SP umur 7 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan dibandingkan B30N pada umur 7 bahkan melebihi B30-30SP pada umur 7 hari salah satu penyebabnya adalah kepadatan B30-30SP pada umur 7 hari lebih tinggi daripada B30-30SP pada umur 14 hari keadaan ini disebabkan oleh keadaan kandungan air pada agregat yang tidak merata pada saat pengadukan, pada B30-30SP umur 14 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan daripada B30-25SP penyebabnya adalah semakin besarnya pengurangan air sehingga terjadi penurunan nilai fas yang besar dan mempengaruhi kuat tekan beton, pada umur 28 hari beton mengalami pelonjakan kuat tekan beton dibandingkan dengan B30-30SP pada umur 14 hari hal ini menunjukan bahwa terjadi lonjakan proses pengikatan atau hidrasi didalam beton yang disebabkan oleh semakin hilangnya pengaruh dari SP, pada umur 28 hari kuat tekan beton mengalami peningkatan yang drastis sehingga melampaui B30-25SP pada umur 28 hari, membandingkan kondisi B30-25SP dengan B30-30SP pada umur 28 hari, maka B30-30SP terlihat memiliki kepadatan yang saling mendekati (melihat perbandingan dimensi dan berat volume) hal ini membuat peneliti menarik kesimpulan bahwa pengaruh SP belumlah hilang seluruhnya dan diperkirakan tidak dapat hilang 100% dikarenakan permukaan agregat yang berpori menjadi tempat melekat yang sangat baik dan pada saat terjadinya hidrasi yang dapat menimbulkan panas sehingga mampu menguapkan air yang tersisa didalam beton SP tidaklah ikut menguap seluruhnya sebagian akan terus melekat didalam beton untuk selamanya.

5.5 Hubungan Umur Beton Dengan Kuat Tekan Beton

Umur beton merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya kuat tekan beton karena seiring dengan bertambahnya umur beton, kuat tekan beton akan meningkat hal ini dikarnakan oleh proses ikatan beton yang memerlukan waktu dalam pengikatannya hal ini terbukti dari tabel 5.6 dimana semakin lama waktu yang diberikan sebelum pengujian atau masa perawatan, kuat tekan beton semakin meningkat, pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton hasil pengujian dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.6 :

Tabel 5.6 Perbandingan Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

% Pengrngan	% Penmbhn	Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan Beton Terhadap Beton Pada Umur 28 Hari			
Air	SP	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
SNI		0,4	0,65	0,88	1
0%	0,00%	0,46	0,63	0,95	1
5%	0,41%	0,46	0,64	0,73	1
10%	0,55%	0,41	0,53	0,66	1
15%	1,27%	0,45	0,68	0,77	1
20%	1,10%	0,61	0,95	0,91	1
25%	1,38%	0,42	0,67	0,64	1
30%	2,20%	0,49	0,7	0,65	1

Dari tabel 5.6 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kuat tekan beton yang berbeda tingkat perubahannya, hal itu disebabkan oleh perbedaan karakteristik beton masing masing salah satunya keadaan kandungan air agregat, keadaan kandungan air agregat mempengaruhi proses pengikatan beton hal ini telah dijelaskan pada Sub Bab 5.3.

Menurut *Tri Mulyono (2003)* bahwa kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton, kekuatan beton akan naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Akan tetapi terdapat perbedaan terhadap beton dengan penambahan superplasticizer, menurut *Ilham (2003)* bahwa penambahan optimum SP pada umur 7 hari akan mencapai kekuatan awal yang tinggi dan meningkat lagi pada umur 28 hari. Terjadi peningkatan kuat tekan beton dimulai pada saat usia beton 3 hari dan 7 hari, pada usia 7 hari hingga 14 hari beton mengalami peningkatan yang lebih landai, yang kemudian dilanjutkan dari 14 hari hingga 28 hari namun peningkatan kuat tekan beton tidak begitu significant.

Sebagaimana telah diketahui bahwa dalam proses pengerasan beton terjadi 2 kali proses pengikatan yaitu ikatan awal dan ikatan akhir, ikatan awal dipelopori oleh Tricalsium Sulfonat (C_3A) hingga 7 hari pertama dan Tricalsium Silikat (C_3S) hingga 14 hari pertama, ikatan awal ini dimulai dari saat proses pengadukan hingga 14 hari pertama, proses ikatan akhir dimulai dari 14 hari pertama dan terus berlangsung hingga waktu yang sangat lama, demikian kesimpulan dari pemaparan *Jack Widjajakusuma.*

Menurut *IR.Kardiyono*, Bilamana semen bersentuhan dengan air maka proses hidrasi berlangsung, dalam arah keluar dan kedalam, maksudnya hasil hidrasi mengendap mengendap dibagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi dibagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil, setelah hidrasi berlangsung, endapan hasil hidrasi pada permukaan butiran semen membuat difusi air ke bagian dalam yang belum berhidrasi semakin sulit, sehingga laju hidrasi lambat, penjelasan diatas dapat memberikan gambaran bahwa proses hidrasi akan terus berlangsung untuk waktu yang lama dan seiring dengan semakin sempurnanya proses hidrasi yang terjadi semakin kuat pula ikatan antar pasta semen dengan seluruh komponen beton sehingga jelaslah bahwa semakin lama umur perawatan beton maka akan semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan.

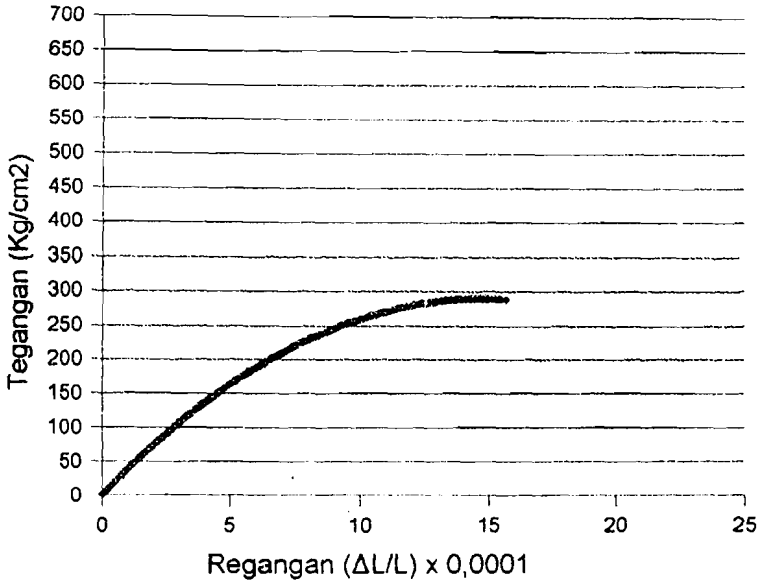
5.6 Tegangan Regangan

Menurut N. Jackson, *Concrete is multiphase material and its resistance to deformation under load is dependent on the stiffness of its various phases, such as aggregate, cement paste and void, and the interaction between individual phases,* penjelasan ini menunjukan ada faktor yang menjadi penyebab dari *deformation* atau perubahan betuk hal ini terjadi akibat dari proses pembebanan yang secara konstan kepada beton uji.

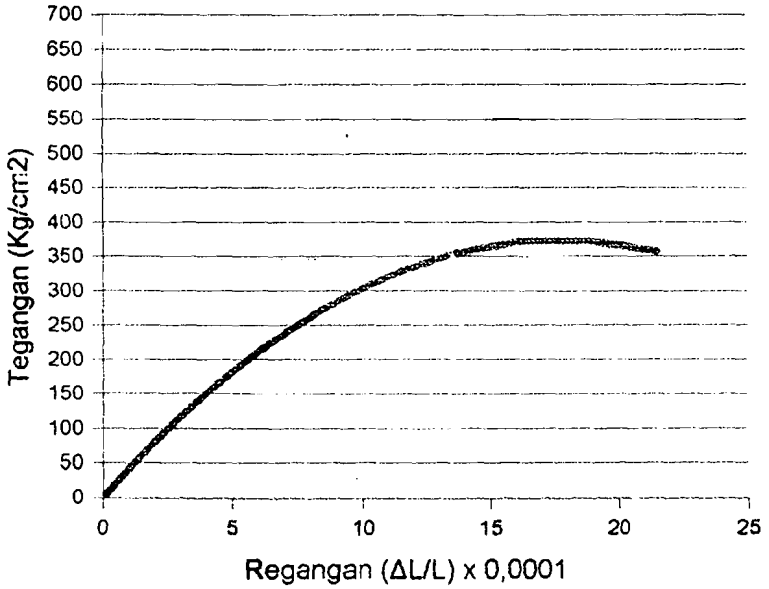
Pengujian tegangan regangan ini dilakukan untuk dapat memperoleh nilai Modulus Elastisitas beton, bila suatu bahan mengalami tegangan, maka itu akan mengalami perubahan bentuk yang dikenal sebagai regangan *(M.J. Smith, 1985),* pada kurva tegangan regangan bahwa sekitar 40% dari tegangan maximum yang dihasilkan pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang tejadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan besifat reversible penuh). Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah *(Edward G nawy, 1990),* nilai modulus elastisitas diperoleh dari perbandingan 0,4 tegangan maximum beton dengan nilai regangan pada saat 0,4 tegangan maximum, atau dapat juga dengan menggunakan rumus yang tertera pada Sub Bab 5.7.

Dalam hasil pengujian terdapat grafik dengan bentuk yang berbeda panjangnya dan memiliki nilai maximum yang berbeda pula, *W, Gorge and W,*

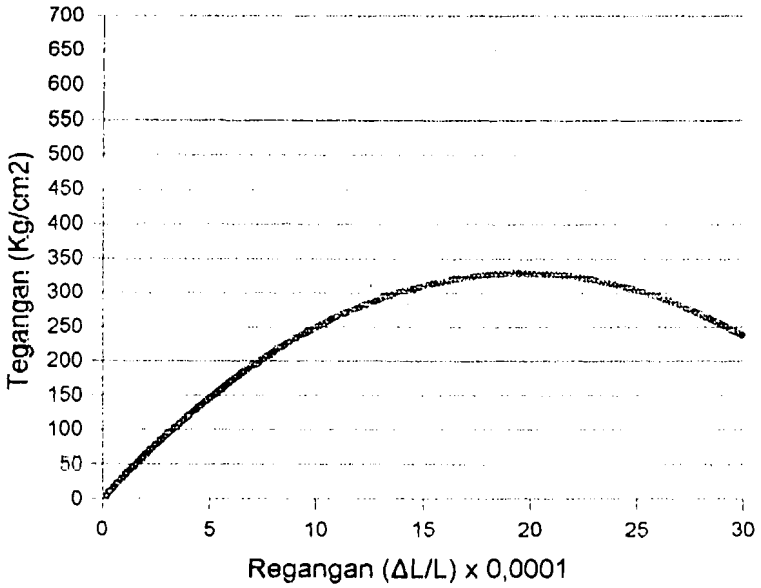
Arthur, menuliskan bahwa hal itu dimungkinkan dengan adanya perbedaan disintegrasi dari material, dimana puncak grafik tersebut menunjukan kekuatan maximum dari beton yang diuji dan lebih rendah dari tegangan rata rata, khususnya untuk beton normal.



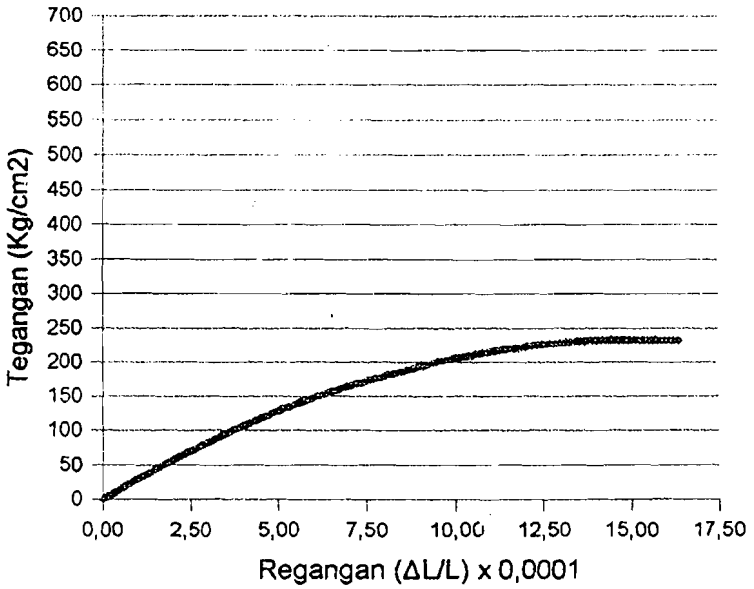
Gambar 5.12 Grafik Tegangan Regangan. Beton 0 %



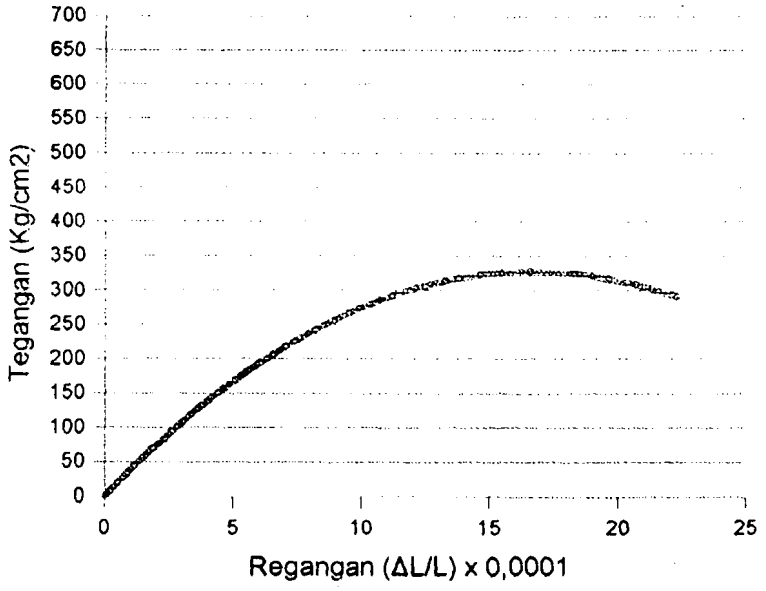
Gambar 5.13 Grafik Tegangan Regangan. Beton 5 %



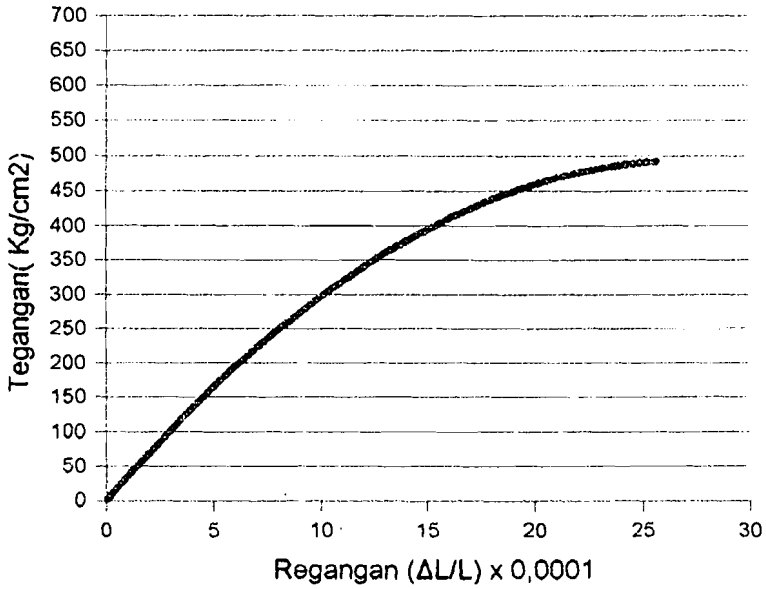
Gambar 5.14 Grafik Tegangan Regangan. Beton 10 %



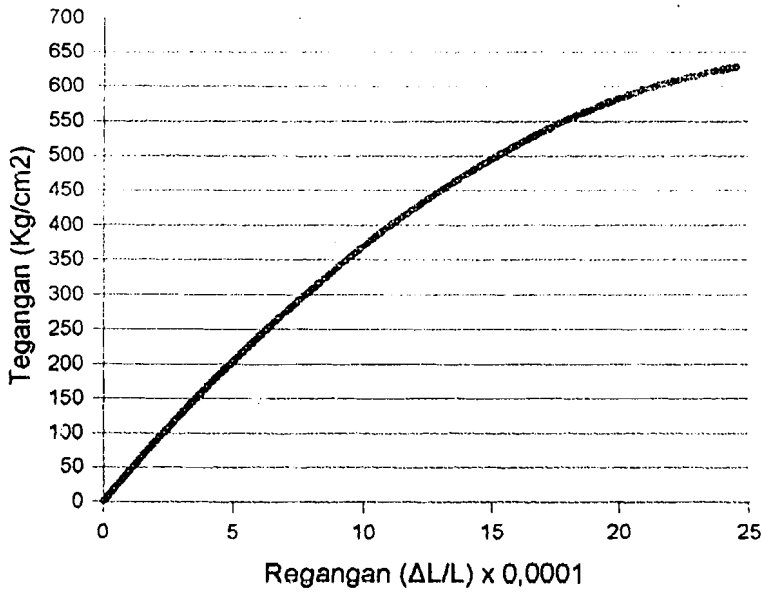
Gambar 5.15 Grafik Tegangan Regangan. Beton 15 %



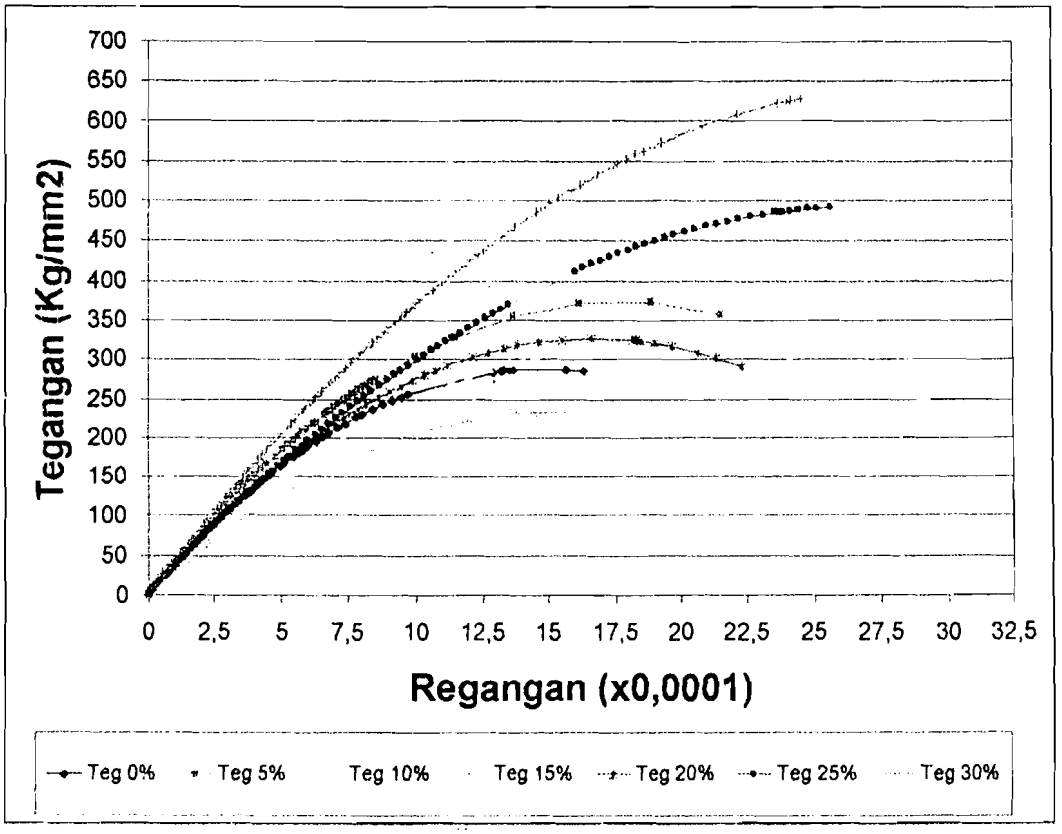
Gambar 5.16 Grafik Tegangan Regangan. Beton 20 %



Gambar 5.17 Grafik Tegangan Regangan. Beton 25 %



Gambar 5.18 Grafik Tegangan Regangan. Beton 30 %



Gambar 5.19 Grafik Tegangan Regangan Hasil Pengujian

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Tegangan Regangan

Var	Berat jenis	Teg Max		Teg 0,4 Max		Reg pada Teg Max	Reg pada Teg 0,4 Max
	Kg/m3	Kg / cm2	MPa	Kg / cm2	MPa	mm/mm	mm/mm
0%	2401,57	288,05	28,26	115,22	11,30	0,0016	0,0003
5%	2452,16	373,00	36,59	149,20	14,64	0,0019	0,0004
10%	2448,85	328,38	32,21	131,35	12,89	0,0019	0,0004
15%	2460,36	232,75	22,83	93,10	9,13	0,0016	0,0003
20%	2457,02	327,69	32,15	131,07	12,86	0,0017	0,0004
25%	2508,75	491,68	48,23	196,67	19,29	0,0026	0,0006
30%	2498,21	627,84	61,59	251,14	24,64	0,0025	0,0006

Peningkatan tegangan dan regangan beton menunjukan suatu grafik yang tidak seluruhnya linear seluruhnya, dari gambar grafik hasil pengujian beton dapat dilihat bahwa telah terjadi peningkatan tegangan dan regangan beton terutama pada beton dengan pengurangan air 25% dan 30% nilai regangan maximum melebihi 0,002 dan pada beton dengan variasi pengurangan air 5% dan 10% nilai regangan maximumnya mendekati 0,002, untuk beton dengan variasi pengurangan air 0% , 15% dan 20% regangan maximum yang diperoleh dibawah dari 0,002, dalam pembahasan ini tak banyak referensi yang diperoleh akan tetapi telah diketahui bahwa regangan maximum adalah regangan yang terjadi pada beton uji sebelum benda uji hancur, hal ini menunjukan tingkat elastisitas beton dari beton normal yang tegangan puncaknya berada ketika regangan beton normal mencapai ± 0,002, menurut *Istiawan Dipohusado,* dengan mengamati bermacam kurva tegangan regangan kuat tekan beton berbeda, tampak bahwa umumnya kuat tekan maximum tercapai pada saat nilai satuan regangan tekan mencapai ± 0,002.

Menurut *N.Jackson, In general the factors wich influence the strenght of concrete also affect deformation althought the extent of their influence may well vary,* penjelasan diatas menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kuat tekan juga mempengaruhi deformasi beton.

5.7 Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas adalah nilai yang ditunjukan dengan menarik garis lurus pada grafik tegangan regangan pada 40 % Tegangan maximum dibagi dengan Nilai Regangan yang diperoleh dengan menarik garis vertikal, berikut

langkah langkahnya, pada 40 % Nilai Tegangan Maximum pada grafik tarik garis secara horizontal setelah bertemu dengan garis hiperbola pada data hasil pengujian, tarik garis secara vertikal hingga bertemu dengan garis sumbu X atau nilai regangan, nilai modulus elastisitas dapat juga diperoleh dengan rumus ;

$$Ec = 0{,}043 \cdot wc^{1{,}5} \cdot \sqrt{f'c} \ ,$$

Ec = Modulus Elastisitas.(MPa).

.wc = Berat isi Beton (Kg/m3), (1500 – 2500 Kg/m3)

f'c = Kuat tekan beton (MPa).

Rumus diatas adalah untuk beton dengan berat nomal yaitu berkisar antara 1500 kg/m3 sampai 2500 kg/m3, pada penelitian ini beton cetak yang dihasilkan memiliki berat rata rata 2300 kg/m3 s/d 2500 kg/m3 maka nilai modulus elastis beton pengujian berdasarkan rumus diatas adalah ;

$$Ec = 0{,}043 \cdot 2400^{1{,}5} \cdot \sqrt{36{,}89}$$

$$Ec = 30707{,}16 \text{ MPa}$$

Nilai Modulus Elastis yang diperoleh dari pengujian dapat dilihat pada tabel 5.7;

Tabel 5.8 Modulus Elastis

Var	Teg Max		Teg 0.4 Max		Reg pada Teg Max	Reg pada Teg 0,4 Max	Modulus Elastis
	Kg / cm2	M.Pa	Kg / cm2	M.Pa	mm/mm	mm/mm	M.Pa
0%	288,05	28,26	115,22	11,30	0,0016	0,0003	34200,00
5%	373,00	36,59	149,20	14,64	0,0019	0,0004	36895,70
10%	328,38	32,21	131,35	12,89	0,0019	0,0004	29106,97
15%	232,75	22,83	93,10	9,13	0,0016	0,0003	26666,46
20%	327,69	32,15	131,07	12,86	0,0017	0,0004	34107,12
25%	491,68	48,23	196,67	19,29	0,0026	0,0006	31732,99
30%	627,84	61,59	251,14	24,64	0,0025	0,0006	39043,43

- Tegangan maximum = Nilai tertingi yang diperoleh dari hasil pengujian tegangan regangan beton.
- Tegangan 0,4 maximum = Nilai tegangan pada 40 % dari nilai tegangan maximum, nilai ini akan digunakan untuk menghitung modulus elastisitas beton.
- Regangan maximum = Nilai regangan yang diperoleh pada saat tegangan mencapai nilai maximum.
- Regangan pada Tegangan 0,4 maximum = Nilai regangan pada saat tegangan mencapai 40 % dari nilai tegangan maximum.

- Modulus Elastis = Nilai 40 % tegangan maximum dibagi dengan regangan pada saat tegangan mencapai 40 % dari nilai tegangan maximum

Modulus Elastisitas Beton adalah berubah ubah menurut kekuatan beton, umur beton, sifat sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji, demikian menurut *Chu Kia.Wang, Charles G Salmon, Biksar.R*, sehingga dari hasil pengujian diatas naik turunnya nilai modulus elastisitas diatas merupakan hal yang normal, selain disebabkan oleh integritas dari material beton yang berbeda dari setiap adukan beton dan tingkat kecuraman garfik tegangan regangan yang ada, menurut *N.Jackson, the modulus of elasticity for most concrete, at 28 days, range from 15 to 40 kN/mm2*, nilai tersebut berarti dari 15000 MPa s/d 40000 MPa, berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa modulus elastis beton yang dihasilkan adalah normal.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai slump yang diperoleh dapat lebih besar dari 150 mm atau dari slump rencana, hal ini dapat terjadi setelah penambahan SP tanpa terjadi bleeding maupun segregasi.

2. Kuat tekan tertinggi sebesar 62,24 MPa untuk kuat tekan rencana 36,89 MPa dengan kombinasi pengurangan air 30 % dan penambahan superplasticizer sebesar 2,2 % dari berat semen.

3. Mutu beton dengan variasi B30–5SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 32,73 MPa pada umur 28 hari lebih rendah dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 11,73%, B30–10SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 37,64 MPa pada umur 28 hari lebih rendah dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 2,03%, B30–15SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 38,67 MPa pada umur 28 hari lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 4,83%, B30–20SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 44,27 MPa pada umur 28 hari lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 20%, B30–25SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 55,62 MPa pada umur 28 hari lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 50,78%, B30–30SP menghasilkan beton dengan kuat tekan 62,24 Mpa lebih tinggi dari kuat tekan beton rencana yaitu sebesar 68,72%.

4. Superplasticizer mampu secara tidak langsung meningkatkan kuat tekan beton, secara tidak lansung hal ini terbukti dari perbandingan grafik acuan antara nilai fas dengan kuat tekan beton pada gambar 5.2 dengan gambar hasil pengujian

5.3, dimana terjadi pertambahan kuat tekan beton dari kuat tekan beton biasa (tanpa penambahan superplasticizer) terutama pada umur 28 hari, dimana akibat peningkatan workabilitas pada beton sehingga mengurangi kadar void atau pori dalam beton dan menjadikan beton lebih padat.

5. Beton dengan penambahan SP lebih besar dari prosedur penggunaan yaitu 0,5% s/d 1,6% dari berat semen terbukti masih dapat meningkatkan kuat tekan beton terlihat dari hasil pengujian beton dengan penambahan SP 2,2 % dari berat semen pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan beton 62,24 MPa atau 68,71% dari kuat tekan rencana yaitu 36,89 MPa.

6. Keadaan kandungan air dalam agregat sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton, beton yang kering atau belum SSD dapat menyebabkan penyerapan air yang akan digunakan dalam proses hidrasi bahkan dimungkinkan dapat menyerap pasta semen sehingga dapat menimbulkan beton dengan berat volume yang besar, sehingga berpengaruh pada kepadatan beton.

6.2 Saran

Setiap jiwa diciptakan untuk dapat saling menasehati sebagaimana ***ALLAH S.W.T telah memerintahkan dalam Surat AL-ASHR Ayat 1-3, yang intinya nasehat menasehatilah kamu antar sesama manusia dalam kesabaran dan kebenaran,*** oleh karena itu menjadi sebuah kebahagianan tersendiri dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya, sebagai upaya untuk saling menasehati dalam kebenaran dan kesabaran.

Ada bebrapa point yang menurut peneliti dapat menjadi pelajaran dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya ;

1. Gunakanlah material yang memiliki kondisi yang sama jika hasil dalam penelitian tersebut akan di bandingkan.

2. Material diusahakan juga memiliki gradisi yang sama untuk agregat halus dan kasar.

3. Tempatkan material yang akan digunakan pada tempat yang benar, seperti agregat kasar yang lembab hendaknya di sebarkan dahulu diatas terpal hingga kondisi agregat benar benar SSD atau kering permukaan, setelah itu jauhkan dari matahari secara langsung karena dapat menyebabkan agregat menjadi kering seutuhnya atau tidak SSD, begitu juga agregat halus atau pasir.

4. Untuk pengujian dalam skala besar perlunya koordinasi dengan lembaga terkait agar penelitian ini dapat berjalan baik, yaitu pada pengadaan mesin molen jika skala besar mungkin perlu dianggarkan pengewaan truck molen sehingga proses pengadukan bisa dilakukan dalam 1 waktu sehingga benda uji yang dihasilkan dapat memiliki kondisi yang sama untuk tiap variasi.

5. Sabar dan Istiqomah.

DAFTAR PUSTAKA

Budi Astanto, Triyono., 2001, Konstruksi Beton Bertulang, Kanisius, Yogyakarta.

Ade Ilham, Syafruddin, Hastoro, 2005, Pengaruh Kandungan Air dan Penambhana Superplasticizer pada komposisi Campuran Beton Kuat Tekan 30 dan 40 Mpa, Yogyakarta.

Murdock, J, L dan Brook, M, K, Stephanus Hindarko, 1999, Bahan Dan Praktik Beton, Erlangga, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umuu, 1989, Tata Cara Perancangan dan Pelaksanaan Konstruksi Beton.

Istimawan Dipohusodo, 1994, Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI T-15-1991–03 Departemen Pekerjaan Umum, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Chu – Kia Wang, Charles G.Salmon, Biksar. R, 1993, Disain Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta.

R.C. Smith, C.K Andres, 1994, Material of Construction, MC Graw Hill, England.

N.Jackson, 1983, Civil Engineering Materials, Higher and Further Education Division Macmillan Publishers LTD, London.

IR.Kardiyono, 1992, Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Muhammad Arif	02 511 133	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

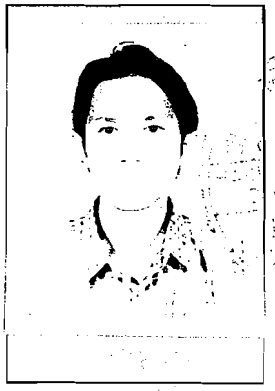
Pengaruh Superplastisizer Terhadap Beton F' c 30 Mpa Dengan Variasi Pengurangan Kadar Air

PERIODE KE	:	**II (Des.06- Mei.07)**
TAHUN	:	**2006 - 2007**
Sampai Akhir Mei 2007		

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

Dosen Pembimbing I : Helmy Akbar Bale,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MT



Jogjakarta ,22-Dec-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	05/02 07	— Jangkauan	
	9/03 07	— buat pembahasan utk setiap bab	
	13/3 07	— buat kesimpulan dan saran	
	15/3 07	— perbaiki kesimpulan & saran dan pembahasan yg belum maksimal dan beri jelas	
	16/4 07	: - perbaiki bab kesimpulan - daftar pustaka	
		1 bab lagi	
		20/6/07 - ACC Sidang	
	20/06-07		

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	:	**II (Des.06- Mei.07)**
TAHUN	:	**2006 - 2007**
Sampai Akhir Mei 2007		

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Muhammad Arif	02 511 133	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Pengaruh Superplastisizer Terhadap Beton F' c 30 Mpa Dengan Variasi Pengurangan Kadar Air			

Dosen Pembimbing I : Helmy Akbar Bale,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MT



Jogjakarta , 22-Dec-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MSc

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TAND/ TANGA

0 %

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
10	1019,37	7	0,23	9,09
20	2038,74	10	0,33	12,94
30	3058,1	15	0,50	19,30
40	4077,47	20	0,67	25,59
50	5096,84	23	0,77	29,33
60	6116,21	30	1,00	37,94
70	7135,58	33	1,10	41,59
80	8154,94	38	1,27	47,61
90	9174,31	44	1,47	54,73
100	10193,68	45	1,50	55,91
110	11213,05	50	1,67	61,75
120	12232,42	55	1,83	67,52
130	13251,78	60	2,00	73,21
140	14271,15	65	2,17	78,83
150	15290,52	70	2,33	84,38
160	16309,89	75	2,50	89,85
170	17329,26	80	2,67	95,25
180	18348,62	86	2,87	101,63
190	19367,99	91	3,03	106,86
200	20387,36	96	3,20	112,02
210	21406,73	102	3,40	118,12
220	22426,1	110	3,67	126,08
230	23445,46	117	3,90	132,89
240	24464,83	120	4,00	135,76
250	25484,2	125	4,17	140,49
260	26503,57	130	4,33	145,15
270	27522,94	137	4,57	151,54
280	28542,3	142	4,73	156,02
290	29561,67	150	5,00	163,04
300	30581,04	155	5,17	167,32
310	31600,41	164	5,47	174,85
320	32619,78	170	5,67	179,74
330	33639,14	175	5,83	183,73
340	34658,51	180	6,00	187,64
350	35677,88	190	6,33	195,25
360	36697,25	198	6,60	201,13

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
370	37716,62	205	6,83	206,11
380	38735,98	215	7,17	212,98
390	39755,35	223	7,43	218,26
400	40774,72	235	7,83	225,83
410	41794,09	242	8,07	230,05
420	42813,46	253	8,43	236,38
430	43832,82	265	8,83	242,88
440	44852,19	275	9,17	247,98
450	45871,56	285	9,50	252,77
460	46890,93	292	9,73	255,95
470	47910,3	387	12,90	284,76
480	48929,66	395	13,17	285,97
490	49949,03	396	13,20	286,11
500	50968,4	399	13,30	286,50
510	51987,77	405	13,50	287,21
520	53007,14	410	13,67	287,72
530	54026,5	470	15,67	288,05
531	54128,44	490	**16,33**	285,79

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

5%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		$10.^{-4}$	Kg/cm²
10	1019,37	3	0,10	4,22
20	2038,74	7	0,23	9,82
30	3058,1	11	0,37	15,37
40	4077,47	15	0,50	20,88
50	5096,84	20	0,67	27,71
60	6116,21	25	0,83	34,47
70	7135,58	30	1,00	41,16
80	8154,94	34	1,13	46,47
90	9174,31	39	1,30	53,05
100	10193,68	42	1,40	56,96
110	11213,05	48	1,60	64,71
120	12232,42	53	1,77	71,10
130	13251,78	60	2,00	79,93
140	14271,15	65	2,17	86,16
150	15290,52	70	2,33	92,32
160	16309,89	76	2,53	99,63
170	17329,26	82	2,73	106,84
180	18348,62	88	2,93	113,96
190	19367,99	95	3,17	122,14
200	20387,36	102	3,40	130,19
210	21406,73	109	3,63	138,10
220	22426,1	115	3,83	144,79
230	23445,46	122	4,07	152,46
240	24464,83	129	4,30	160,01
250	25484,2	135	4,50	166,38
260	26503,57	144	4,80	175,74
270	27522,94	153	5,10	184,89
280	28542,3	159	5,30	190,88
290	29561,67	165	5,50	196,76
300	30581,04	170	5,67	201,59
310	31600,41	176	5,87	207,30
320	32619,78	181	6,03	211,99
330	33639,14	187	6,23	217,52
340	34658,51	190	6,33	220,25
350	35677,88	200	6,67	229,18
360	36697,25	204	6,80	232,68
370	37716,62	206	6,87	234,41
380	38735,98	211	7,03	238,70
390	39755,35	215	7,17	242,08
400	40774,72	220	7,33	246,25
410	41794,09	223	7,43	248,71

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		$10.^{-4}$	Kg/cm²
420	42813,46	226	7,53	251,16
430	43832,82	231	7,70	255,18
440	44852,19	235	7,83	258,34
450	45871,56	238	7,93	260,69
460	46890,93	241	8,03	263,02
470	47910,3	244	8,13	265,32
480	48929,66	247	8,23	267,59
490	49949,03	252	8,40	271,33
500	50968,4	256	8,53	274,28
510	51987,77	256	8,53	274,28
520	53007,14	256	8,53	274,28
530	54026,5	256	8,53	274,28
540	55045,87	254	8,47	272,81
550	56065,24	255	8,50	273,54
560	57084,61	300	10,00	303,85
570	58103,98	345	11,50	328,77
580	59123,34	411	13,70	355,56
590	60142,71	485	16,17	371,82
600	61162,08	565	18,83	373,00
610	62181,45	645	21,50	357,15
620	63200,82	646	21,53	356,84

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

10%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
10	1019,37	5	0,17	5,55
20	2038,74	10	0,33	11,05
30	3058,1	15	0,50	16,5
40	4077,47	20	0,67	21,91
50	5096,84	25	0,83	27,27
60	6116,21	29	0,97	31,53
70	7135,58	34	1,13	36,8
80	8154,94	39	1,30	42,03
90	9174,31	43	1,43	46,18
100	10193,68	47	1,57	50,29
110	11213,05	52	1,73	55,4
120	12232,42	57	1,90	60,45
130	13251,78	61	2,03	64,47
140	14271,15	66	2,20	69,44
150	15290,52	70	2,33	73,38
160	16309,89	74	2,47	77,3
170	17329,26	80	2,67	83,11
180	18348,62	84	2,80	86,95
190	19367,99	89	2,97	91,7
200	20387,36	93	3,10	95,47
210	21406,73	99	3,30	101,07
220	22426,1	104	3,47	105,68
230	23445,46	108	3,60	109,34
240	24464,83	113	3,77	113,86
250	25484,2	117	3,90	117,45
260	26503,57	121	4,03	121,01
270	27522,94	126	4,20	125,42
280	28542,3	131	4,37	129,77
290	29561,67	135	4,50	133,22
300	30581,04	140	4,67	137,5
310	31600,41	145	4,83	141,72
320	32619,78	150	5,00	145,9
330	33639,14	155	5,17	150,03
340	34658,51	160	5,33	154,11
350	35677,88	165	5,50	158,15
360	36697,25	170	5,67	162,14
370	37716,62	175	5,83	166,08
380	38735,98	180	6,00	169,97
390	39755,35	184	6,13	173,06
400	40774,72	187	6,23	175,35
410	41794,09	191	6,37	178,37

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
420	42813,46	193	6,43	179,88
430	43832,82	221	7,37	200,12
440	44852,19	241	8,03	213,68
450	45871,56	256	8,53	223,34
460	46890,93	289	9,63	243,12
470	47910,3	322	10,73	260,83
480	48929,66	341	11,37	270,09
490	49949,03	360	12,00	278,68
500	50968,4	383	12,77	288,15
510	51987,77	405	13,50	296,28
520	53007,14	435	14,50	305,88
530	54026,5	462	15,40	313,08
540	55045,87	520	17,33	323,86
550	56065,24	584	19,47	328,38
540	55045,87	622	20,73	327,4
530	54026,5	832	27,73	272,73
520	53007,14	870	29,00	253,92
510	51987,77	899	29,97	237,74
500	50968,4	833	27,77	272,27
490	49949,03	855	28,50	261,67

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

15%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10.$^{-4}$	Kg/cm^2
10,00	1019,37	4,00	0,13	4,07
20,00	2038,74	8,00	0,27	8,09
30,00	3058,10	11,00	0,37	11,09
40,00	4077,47	15,00	0,50	15,06
50,00	5096,84	19,00	0,63	18,99
60,00	6116,21	25,00	0,83	24,82
70,00	7135,58	30,00	1,00	29,62
80,00	8154,94	34,00	1,13	33,41
90,00	9174,31	39,00	1,30	38,11
100,00	10193,68	45,00	1,50	43,67
110,00	11213,05	50,00	1,67	48,24
120,00	12232,42	55,00	1,83	52,76
130,00	13251,78	60,00	2,00	57,22
140,00	14271,15	65,00	2,17	61,63
150,00	15290,52	71,00	2,37	66,84
160,00	16309,89	76,00	2,53	71,12
170,00	17329,26	84,00	2,80	77,86
180,00	18348,62	89,00	2,97	81,99
190,00	19367,99	95,00	3,17	86,89
200,00	20387,36	102,00	3,40	92,49
210,00	21406,73	108,00	3,60	97,20
220,00	22426,10	125,00	4,17	110,13
230,00	23445,46	130,00	4,33	113,81
240,00	24464,83	135,00	4,50	117,43
250,00	25484,20	145,00	4,83	124,51
260,00	26503,57	152,00	5,07	129,33
270,00	27522,94	159,00	5,30	134,04
280,00	28542,30	168,00	5,60	139,94
290,00	29561,67	169,00	5,63	140,58
300,00	30581,04	150,00	5,00	127,96
310,00	31600,41	169,00	5,63	140,58
320,00	32619,78	208,00	6,93	163,95
330,00	33639,14	285,00	9,50	200,11
340,00	34658,51	298,00	9,93	204,91
350,00	35677,88	301,00	10,03	205,96
360,00	36697,25	332,00	11,07	215,66
370,00	37716,62	342,00	11,40	218,33
380,00	38735,98	351,00	11,70	220,55
390,00	39755,35	360,00	12,00	222,58
400,00	40774,72	373,00	12,43	225,20
410,00	41794,09	375,00	12,50	225,57

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10.$^{-4}$	Kg/cm^2
420,00	42813,46	404,00	13,47	229,91
430,00	43832,82	**420,00**	14,00	231,50
440,00	44852,19	433,00	14,43	232,37
450,00	45871,56	471,00	15,70	232,75
460,00	46890,93	411,00	13,70	230,68
470,00	47910,30	491,00	16,37	231,66

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

20%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		$10.^{-4}$	Kg/cm^2
10	1019,37	4	0,13	5,2
20	2038,74	7	0,23	9,08
30	3058,1	10	0,33	12,93
40	4077,47	15	0,50	19,3
50	5096,84	19	0,63	24,35
60	6116,21	22	0,73	28,11
70	7135,58	27	0,90	34,32
80	8154,94	31	1,03	39,24
90	9174,31	35	1,17	44,12
100	10193,68	39	1,30	48,96
110	11213,05	43	1,43	53,76
120	12232,42	48	1,60	59,7
130	13251,78	52	1,73	64,4
140	14271,15	56	1,87	69,07
150	15290,52	59	1,97	72,54
160	16309,89	64	2,13	78,27
170	17329,26	69	2,30	83,93
180	18348,62	75	2,50	90,65
190	19367,99	78	2,60	93,97
200	20387,36	84	2,80	100,54
210	21406,73	88	2,93	104,87
220	22426,1	92	3,07	109,16
230	23445,46	98	3,27	115,51
240	24464,83	102	3,40	119,69
250	25484,2	108	3,60	125,89
260	26503,57	104	3,47	121,77
270	27522,94	108	3,60	125,89
280	28542,3	112	3,73	129,97
290	29561,67	120	4,00	138
300	30581,04	129	4,30	146,84
310	31600,41	132	4,40	149,74
320	32619,78	138	4,60	155,47
330	33639,14	158	5,27	173,89
340	34658,51	162	5,40	177,45
350	35677,88	169	5,63	183,58
360	36697,25	175	5,83	188,73
370	37716,62	182	6,07	194,62
380	38735,98	189	6,30	200,38
390	39755,35	196	6,53	206,02
400	40774,72	204	6,80	212,3
410	41794,09	211	7,03	217,66

Beban (KN)		Dia	Reg	Teg
Kn	Kg		$10.^{-4}$	Kg/cm^2
420	42813,46	221	7,37	225,1
430	43832,82	227	7,57	229,44
440	44852,19	237	7,90	236,46
450	45871,56	246	8,20	242,56
460	46890,93	260	8,67	251,63
470	47910,3	272	9,07	258,99
480	48929,66	285	9,50	266,55
490	49949,03	298	9,93	273,66
500	50968,4	310	10,33	279,84
510	51987,77	323	10,77	286,11
520	53007,14	336	11,20	291,94
530	54026,5	364	12,13	303
540	55045,87	382	12,73	309,04
550	56065,24	399	13,30	313,96
560	57084,61	415	13,83	317,91
570	58103,98	440	14,67	322,74
580	59123,34	465	15,50	325,95
590	60142,71	498	16,60	327,69
600	61162,08	545	18,17	325,27
610	62181,45	545	18,17	325,27
590	60142,71	549	18,30	324,8
595	60652,4	554	18,47	324,15
590	60142,71	590	19,67	317,57
580	59123,34	570	19,00	321,64
570	58103,98	620	20,67	309,5
560	57084,61	670	22,33	290,86
550	56065,24	640	21,33	302,83

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

25%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
10	1019,37	3	0,10	3,64
20	2038,74	5	0,17	6,06
30	3058,1	9	0,30	10,87
40	4077,47	12	0,40	14,47
50	5096,84	15	0,50	18,05
60	6116,21	18	0,60	21,62
70	7135,58	21	0,70	25,19
80	8154,94	24	0,80	28,72
90	9174,31	28	0,93	33,43
100	10193,68	31	1,03	36,94
110	11213,05	35	1,17	41,6
120	12232,42	39	1,30	46,24
130	13251,78	42	1,40	49,7
140	14271,15	45	1,50	53,15
150	15290,52	49	1,63	57,73
160	16309,89	53	1,77	62,28
170	17329,26	56	1,87	65,68
180	18348,62	60	2,00	70,19
190	19367,99	64	2,13	74,68
200	20387,36	68	2,27	79,14
210	21406,73	72	2,40	83,50
220	22426,1	76	2,53	88
230	23445,46	80	2,67	92,39
240	24464,83	84	2,80	96,76
250	25484,2	89	2,97	102,19
260	26503,57	91	3,03	104,35
270	27522,94	95	3,17	108,65
280	28542,3	100	3,33	113,99
290	29561,67	103	3,43	117,18
300	30581,04	107	3,57	121,41
310	31600,41	112	3,73	126,67
320	32619,78	117	3,90	131,88
330	33639,14	121	4,03	136,03
340	34658,51	126	4,20	141,18
350	35677,88	132	4,40	147,31
360	36697,25	137,7	4,59	153,08
370	37716,62	142	4,73	157,41
380	38735,98	148	4,93	163,39
390	39755,35	154	5,13	169,33
400	40774,72	160	5,33	175,21
410	41794,09	168	5,60	182,96
420	42813,46	174	5,80	188,71
430	43832,82	180	6,00	194,41
440	44852,19	190	6,33	203,79
450	45871,56	197	6,57	210,27
460	46890,93	205	6,83	217,58
470	47910,3	213	7,10	224,79
480	48929,66	221	7,37	231,91
490	49949,03	229	7,63	238,94
500	50968,4	237	7,90	245,87

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10^{-4}	Kg/cm²
510	51987,77	245	8,17	252,70
520	53007,14	252	8,40	258,60
530	54026,50	262	8,73	266,90
540	55045,87	270	9,00	273,43
550	56065,24	278	9,27	279,87
560	57084,61	285	9,50	285,43
570	58103,98	294	9,80	292,46
580	59123,34	303	10,10	299,37
590	60142,71	310	10,33	304,66
600	61162,08	319	10,63	311,36
610	62181,45	327	10,90	317,21
620	63200,82	335	11,17	322,97
630	64220,18	342	11,40	327,92
640	65239,55	351	11,70	334,19
650	66258,92	360	12,00	340,33
660	67278,29	370	12,33	347,02
670	68297,66	379	12,63	352,91
680	69317,02	388	12,93	358,67
690	70336,39	396	13,20	363,70
700	71355,76	405	13,50	369,24
710	72375,13	481	16,03	411,17
720	73394,50	490	16,33	415,56
730	74413,86	500	16,67	420,30
740	75433,23	510	17,00	424,89
750	76452,60	520	17,33	429,33
760	77471,97	530	17,67	433,62
770	78491,34	541	18,03	438,17
780	79510,70	550	18,33	441,75
790	80530,07	560	18,67	445,59
800	81549,44	571	19,03	449,64
810	82568,81	582	19,40	453,52
820	83588,18	593	19,77	457,21
830	84607,54	605	20,17	461,03
840	85626,91	617	20,57	464,63
850	86646,28	630	21,00	468,29
860	87665,65	641	21,37	471,19
870	88685,02	654	21,80	474,38
880	89704,38	666	22,20	477,11
890	90723,75	680	22,67	480,01
900	91743,12	694	23,13	482,62
910	92762,49	707	23,57	484,79
920	93781,86	716	23,87	486,14
930	94801,22	735	24,50	488,59
940	95820,59	711	23,70	485,40
950	96839,96	725	24,17	487,36
960	97859,33	755	25,17	490,58
970	98878,70	770	25,67	491,68
980	99898,06	745	24,83	489,66

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

30%

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10.$^{-4}$	Kg/cm^2
10	1019,37	3	0,10	4,46
20	2038,74	6	0,20	8,91
30	3058,1	9	0,30	13,34
40	4077,47	12	0,40	17,76
50	5096,84	16	0,53	23,63
60	6116,21	19	0,63	28,01
70	7135,58	23	0,77	33,82
80	8154,94	26	0,87	38,17
90	9174,31	30	1,00	43,94
100	10193,68	34	1,13	49,68
110	11213,05	38	1,27	55,39
120	12232,42	41	1,37	59,65
130	13251,78	45	1,50	65,32
140	14271,15	49	1,63	70,95
150	15290,52	51	1,70	73,76
160	16309,89	56	1,87	80,75
170	17329,26	60	2,00	86,31
180	18348,62	63	2,10	90,46
190	19367,99	67	2,23	95,98
200	20387,36	71	2,37	101,46
210	21406,73	75	2,50	106,92
220	22426,1	79	2,63	112,34
230	23445,46	83	2,77	117,74
240	24464,83	87	2,90	123,12
250	25484,2	91	3,03	128,46
260	26503,57	95	3,17	133,78
270	27522,94	100	3,33	140,39
280	28542,3	103	3,43	144,33
290	29561,67	107	3,57	149,57
300	30581,04	112	3,73	156,07
310	31600,41	116	3,87	161,24
320	32619,78	120	4,00	166,39
330	33639,14	124	4,13	171,5
340	34658,51	129	4,30	177,86
350	35677,88	134	4,47	184,18
360	36697,25	138	4,60	189,19
370	37716,62	143	4,77	195,43
380	38735,98	147	4,90	200,39
390	39755,35	151	5,03	205,32
400	40774,72	157	5,23	212,66
410	41794,09	162	5,40	218,73
420	42813,46	166	5,53	223,56
430	43832,82	171	5,70	229,55
440	44852,19	176	5,87	235,5
450	45871,56	181	6,03	241,41
460	46890,93	186	6,20	247,27

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		10.$^{-4}$	Kg/cm^2
470	47910,3	191	6,37	253,09
480	48929,66	196	6,53	258,87
490	49949,03	201	6,70	264,6
500	50968,4	206	6,87	270,29
510	51987,77	212	7,07	277,06
520	53007,14	218	7,27	283,77
530	54026,5	223	7,43	289,31
540	55045,87	229	7,63	295,9
550	56065,24	235	7,83	302,44
560	57084,61	241	8,03	308,91
570	58103,98	247	8,23	315,31
580	59123,34	253	8,43	321,66
590	60142,71	259	8,63	327,94
600	61162,08	266	8,87	335,19
610	62181,45	272	9,07	341,34
620	63200,82	279	9,30	348,43
630	64220,18	285	9,50	354,44
640	65239,55	290	9,67	359,41
650	66258,92	296	9,87	365,3
660	67278,29	302	10,07	371,14
670	68297,66	307	10,23	375,95
680	69317,02	314	10,47	382,62
690	70336,39	320	10,67	388,27
700	71355,76	326	10,87	393,86
710	72375,13	333	11,10	400,29
720	73394,5	340	11,33	406,65
730	74413,86	346	11,53	412,03
740	75433,23	353	11,77	418,22
750	76452,6	361	12,03	425,2
760	77471,97	369	12,30	432,06
770	78491,34	376	12,53	437,98
780	79510,7	384	12,80	444,64
790	80530,07	391	13,03	450,37
800	81549,44	398	13,27	456,02
810	82568,81	405	13,50	461,59
820	83588,18	413	13,77	467,84
830	84607,54	421	14,03	473,99
840	85626,91	428	14,27	479,28
850	86646,28	436	14,53	485,21
860	87665,65	443	14,77	490,32
870	88685,02	452	15,07	496,76
880	89704,38	461	15,37	503,05
890	90723,75	466	15,53	506,49
900	91743,12	473	15,77	511,23
910	92762,49	480	16,00	515,89
920	93781,86	487	16,23	520,46
930	94801,22	495	16,50	525,58

Beban (KN)		Dial	Reg	Teg
Kn	Kg		$10.^{-4}$	Kg/cm^2
940	95820,59	502	16,73	529,97
950	96839,96	506	16,87	532,44
960	97859,33	519	17,30	540,27
970	98878,7	529	17,63	546,1
980	99898,06	539	17,97	551,76
990	100917,43	549	18,30	557,24
1000	101936,8	558	18,60	562,02
1010	102956,17	567	18,90	566,67
1020	103975,54	578	19,27	572,16
1030	104994,9	588	19,60	576,96
1040	106014,27	599	19,97	582,05
1050	107033,64	611	20,37	587,36
1060	108053,01	626	20,87	593,64
1070	109072,38	641	21,37	599,54
1080	110091,74	664	22,13	607,83
1090	111111,11	710	23,67	621,65
1100	112130,48	725	24,17	625,36
1110	113149,85	736	24,53	627,84
1120	114169,22	720	24,00	624,17

Nilai Tegangan Regangan Diatas
Adalah hasil yang telah dikoreksi

UMUR 3 HARI F' 30 Mpa

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,6	30,1	12,8	262,2	16,66
2	14,7	29,9	12,8	307	18,09
3	14,7	29,8	12,9	278,5	16,41

5%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,6	30	13	176,6	10,67
2	14,7	30	12,9	208,3	12,27
3	14,7	30	12,8	298,6	17,59

10%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,9	30	12,9	186	10,67
2	14,8	29,9	12,8	240,5	13,98
3	14,9	30	12,8	294,1	16,87

15%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,9	30	12,9	268,4	15,39
2	14,7	30	13	333,6	19,67
3	14,7	30	12,9	243,2	14,33

20%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15	30	13	508,7	28,79
2	15,1	29	13,1	456,1	25,47
3	15,18	30	13,1	520	28,73

25%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15,18	29,5	12,9	403,2	22,28
2	15	30	13,05	378,9	21,44
3	15,14	30	13,05	434,1	24,11

30%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,98	29,7	13,1	410,5	23,29
2	14,89	29,8	13,1	558	32,04
3	15,01	30,2	13,09	507,7	28,89

UMUR 7 HARI F' 30 Mpa

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15	30,1	12,7	403,2	22,82
2	15	30,2	12,7	518,5	29,34
3	15,2	29,8	12,6	373,9	20,61

5%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15	29,8	12,8	640,6	36,25
2	14,9	29,9	12,79	545,6	31,29
3	14,8	29,9	12,85	181	10,62

10%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15	30	12,79	269,5	15,25
2	15	30,15	12,73	255,4	14,45
3	15	30	12,75	454,1	25,7

15%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	15	30,7	13,31	425,2	24,06
2	15	30	12,91	467,7	26,47
3	14,95	30	13	502,3	28,61

20%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,7	30	13	733	43,19
2	14,8	30	12,8	468,8	27,25
3	14,7	30	13	701	41,3

25%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,7	30	13	623,8	36,76
2	14,7	30	12,9	643,4	37,91
3	14,7	30	13	631,3	37,2

30%

Silinder	Diameter	Tinggi	Berat	.σ Max	.σ Max (Mpa)
1	14,8	30,2	13,5	725	42,14
2	14,7	30	13,1	763,5	44,99
3	14,8	30,1	13,3	763,4	44,37

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KRICAK/KERIKIL

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Muhammad Arief
Ditest tanggal : 23 Juni 2006
Krikil asal : Clereng Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram (Bk)	4801	4830	4805
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba)	3098	3108	3119
Berat Jenis Curah,.....(1) Bk / (Bj - Ba)	2,524	2,553	2,554
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... (2) Bj / (Bj - Ba)	2,629	2,643	2,658
Berat Jenis Semu,..... (3) Bk / (Bk - Ba)	2,819	2,805	2,85
Penyerapan Air,..... (4) (Bj - Bk) / Bk x 100%	4,145 %	3,519 %	4,058 %

URAIAN	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak, gram (Bk)	4812
Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (Bj)	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba)	3108,33
Berat Jenis Curah,.....(1) Bk / (Bj - Ba)	2,544
Berat Jenis jenuh Kering Muka,..... (2) Bj / (Bj - Ba)	2,643
Berat Jenis Semu,..... (3) Bk / (Bk - Ba)	2,825
Penyerapan Air,..... (4) (Bj - Bk) / Bk x 100%	3,907 %

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2,544 gr/cm^3

Yogyakarta, Desember 2006

Disahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Muhammad Arief

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Muhammad Arief
Ditest tanggal : 22 Juni 2006
Krikil asal : Clereng Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Uraian	Contoh 1	Contoh 2
Berat Tabung (W_1), gram	15967	15967
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (W_2), gram	31899,67	32868,55
Berat Agregat Bersih (W_3), gram	15932,67	16901,55
Volume Tabung (V), cm^3	10765,32	10765,32
Berat Isi Padat (W_3 / V), gram/cm^3	1,48	1,57

Uraian	Contoh 3	Rata-rata
Berat Tabung (W_1), gram	15967	15967
Berat Tabung + Agregat Kering Tungku (W_2), gram	33000	32589,41
Berat Agregat Bersih (W_3), gram	17033	16622,41
Volume Tabung (V), cm^3	10760	10763.52
Berat Isi Padat (W_3 / V), gram/cm^3	1.58	1.54

Yogyakarta, Desember 2006

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Muhammad Arief

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Muhammad Arief
Ditest tanggal : 23 Juni 2006
Pasir asal : Cangkringan Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	23,50	1,175	1,175	98,825
2.40	141	7,05	8,225	91,775
1.20	416,5	20,825	29,05	70,95
0.60	644,50	32,225	61,275	38,725
0.30	407	20,35	81,625	18,375
0.15	209,5	10,475	92,1	7,90
Sisa	158	7,9	0	0
Jumlah	**2000**	**100**	**273,45**	-

Modulus Halus Butir = $\frac{273,45}{100} = 2,7345$

Yogyakarta, Desember 2006

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Muhammad Arief

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)
Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, Desember 2006

Disahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

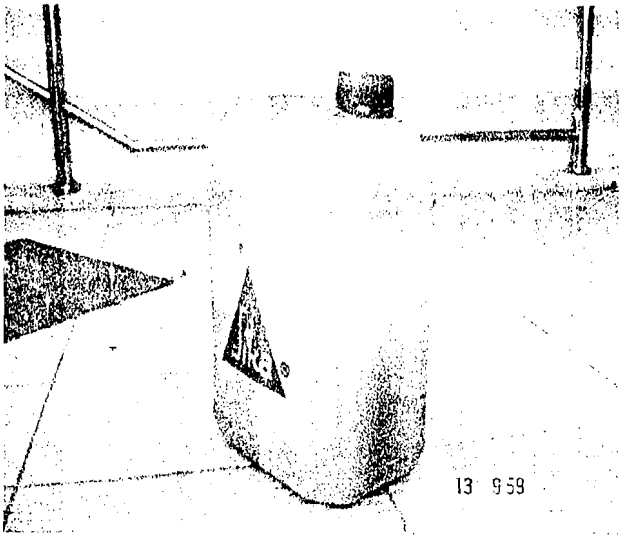
Dikerjakan oleh

Muhammad Arief

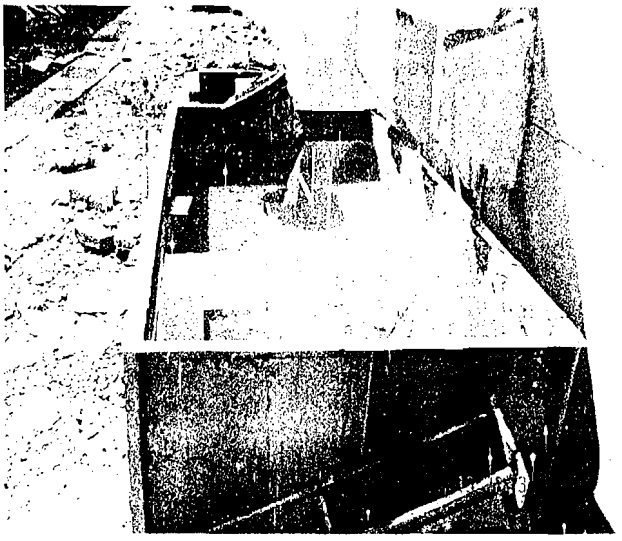
Formulir Perancangan Adukan Beton
(Menurut Standar Pekerjaan Umum)
ketentuan perancangan ada pada Sub Bab III

No	*Uraian*	*Jumlah*	*sat*
1	Kuat Tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari	30	Mpa
2	Deviasi Standar (Sd) Tabel 3.4	4,2 (Baik)	Mpa
3	Nilai Tambah (M) , = 1,64 x Sd	6,89	Mpa
4	Kuat tekan rata – rata yang direncanakan (baris no 1 + baris no 3)	3689	Mpa
5	Jenis Semen	Jenis I (Pc)	
6	Jenis Agregat kasar (alami / batu pecah)	Batu pecah	
	Jenis Agregat halus (alami / pecahan)	Pasir Sungai	
7	Faktor Air semen (Gambar 3.1, tabel 3.6 dan Gambar 3.2)	0,45	
8	Faktor air semen maksimum (Tabel 3.7)	0,6	
9	Nilai Slump(Tabel 3,9)	30 - 60	
10	Ukuran maksimum agregat kasar	20	mm
11	Kebutuhan air (Tabel 3.10)	210	liter
12	Kebutuhan semen portland (baris no 11 / baris no 8)	466,67	Kg
13	Kebutuhan semen portland minimum (tabel 3.12)	275	Kg
14	Dipakai kebutuhan semen portland (yang terbesar dari kebutuhan semen)	466,67	kg
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen		
16	Daerah gradasi agregat halus (tabel 3.13)	2	
17	Persen berat agregat halus terhdap campuran (Gambar 3.3 dengan ukuran maksimum yang 20 mm)	34,00%	
18	Berat jenis agregat campuran (menggunakan rumus pada hal 33)	2,64	T/m^3

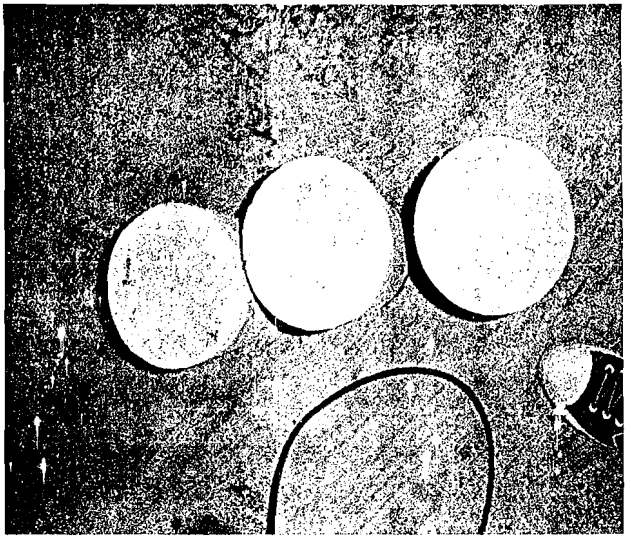
No	*Uraian*	*Jumlah*	*sat*
19	Berat jenis beton (gambar 3.4)	2372	Kg/ m^3
20	Kebutuhan agregat (baris 19 – baris 11 – baris 14)	1695,33	Kg/ m^3
21	Kebutuhan agregat halus (baris 17 x baris 20)	576,41	Kg/ m^3
22	Kebutuhan agregat kasar (baris 20 – baris 21)	1118,92	Kg/ m^3



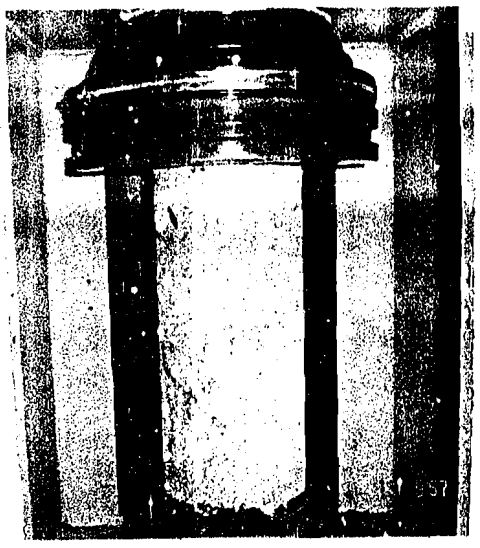
Gambar.1 Zat aditif s*uperplasticizer* dengan merek *s*ikament nn



Gambar.2 Perendaman beton setelah beton dilepaskan dari cetakannya



Gambar.3 Beton yang telah diangkat dari bak perendaman dan siap untuk diuji



Gambar.4 Pengujian Kuat Tekan Beton