

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAN/PELI	
TGL. TERIMA :	_____
NO. JUDUL :	_____
NO. INV. :	51200016/4001
NO. INDUK :	_____

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGURANGAN KANDUNGAN AIR DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA KARAKTERISTIK BETON DENGAN KUAT TEKAN 20 MPa DAN 25 MPa



Oleh

Nama : Drio Bramantyo

No Mhs : 99 511 243

Nama : Nurhadi Susanto

No Mhs : 00 511 370

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

Lembar Pengesahan

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH PENGURANGAN KANDUNGAN AIR DAN
PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA KARAKTERISTIK
BETON DENGAN KUAT TEKAN 20 MPa DAN 25 MPa**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Oleh

Nama : Drio Bramantyo

No Mhs : 99 511 243

Nama : Nurhadi Susanto

No Mhs : 00 511 370

Dosen Pembimbing I

DR. Ir. Ade Ilham, MT

Tanggal 9-05-05

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. Wb

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

Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 di jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Penyusun menyadari bahwa isi, ataupun susunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan yang ada pada penulis, namun demikian penulis telah berusaha dengan segala kemampuan yang ada. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran demi perbaikan dalam Tugas Akhir ini.

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

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR. Ir. Ade Ilham, MT, selaku dosen pembimbing.
4. Pimpinan serta staf Laboratorium BKT Universitas Islam Indonesia yang telah bersedia memberi izin dan membantu kepada penulis untuk pengambilan data.

5. Bapak dan ibu serta keluarga yang telah memberikan dorongan moril dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

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



Jogyakarta, April 2005

Penulis

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1	Pengertian Umum	7
2.2	Pengaruh Bahan Tambah	7
2.2.1	Pengaruh superplasticizer terhadap workabilitas	8
2.2.2	Pengaruh superplasticizer terhadap kuat tekan	9
2.3	Keaslian Penelitian	
BAB III	LANDASAN TEORI	11
3.1	Tinjauan tentang Beton	11
3.1.1	Pengertian beton	12
3.1.2	Material penyusun beton	16
3.2	Tinjauan Beton dengan Bahan Tambah Superplasticizer	16
3.2.1	Pengaruh superplasticizer terhadap workabilitas	17
3.2.2	Pengaruh superplasticizer terhadap kuat tekan	18
3.3	Perencanaan Beton Metode ACI	18
3.3.1	Langkah – langkah Perencanaan Beton	20
3.3.2	Langkah Perancangan	22
3.4	Kuat Tekan Beton	23
3.5	Prediksi Kuat Tekan Beton	24
3.6	Kuat Geser Beton	25
3.7	Prediksi Kuat Geser Beton	25
3.8	Regresi	
BAB IV	METODE PENELITIAN	26
4.1	Sistematika Metode Penelitian	

4.2 Bahan dan Alat	27
4.2.1 Bahan	27
4.2.2 Peralatan penelitian	28
4.3 Pemeriksaan Bahan Campuran	28
4.3.1 Agregat Halus	29
4.3.2 Agregat Kasar	30
BAB V PELAKSANAAN PENELITIAN	
5.1 Persiapan Bahan Susun Beton	33
5.2 Prosedur Pengadukan Beton	34
5.3 Pengujian Slump, Pencetakan dan Perawatan	35
5.4 Pengujian Kuat Tekan	36
5.5 Pengujian Geser Langsung Beton	37
BAB VI ANALISIS HASIL UJI	
6.1 Pengaruh Penambahan Superplasticizer dan Pengurangan Air terhadap Workabilitas	38
6.2 Pengaruh Penambahan Superplasticizer terhadap Kuat Tekan	42
6.3 Pengaruh dan Hubungan Pengurangan Air dengan Kuat Tekan	51
6.4 Pengaruh dan Hubungan Umur dengan Kuat Tekan	56
6.5 Korelasi Kuat Geser dan Kuat Tekan	60
6.6 Prediksi Kuat Tekan dan Kuat Geser Beton	62
6.6.1 Prediksi kuat tekan beton	62
6.6.2 Prediksi kuat geser beton	64

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 kesimpulan 66

7.2 saran 67

DAFTAR PUSTAKA 68

LAMPIRAN



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$f'c$	= kuat tekan beton
$f'cr$	= kuat tekan rata – rata
k	= tetapan statistik
S	= standard deviasi
t	= tinggi
SP	= <i>superplasticizer</i>
N20	= campuran beton normal pada $f'c = 20$ MPa
N20SP	= campuran beton normal + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 20$ MPa
N20-10SP	= campuran beton pengurangan air 10% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 20$ MPa
N20-20SP	= campuran beton pengurangan air 20% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 20$ MPa
N20-30SP	= campuran beton pengurangan air 30% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 20$ MPa
N20-40SP	= campuran beton pengurangan air 40% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 20$ MPa
N25	= campuran beton normal pada $f'c = 25$ MPa
N25SP	= campuran beton normal + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 25$ MPa
N25-10SP	= campuran beton pengurangan air 10% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 25$ MPa
N25-20SP	= campuran beton pengurangan air 20% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 25$ MPa
N25-30SP	= campuran beton pengurangan air 30% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 25$ MPa
N25-40SP	= campuran beton pengurangan air 40% + <i>superplasticizer</i> pada $f'c = 25$ MPa

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan Beton dengan Metode ACI	19
Gambar 3.2 Sketsa Pembebanan Kuat Tekan Benda Uji	22
Gambar 3.3 Sketsa Pembebanan Kuat Geser Benda Uji	24
Gambar 4.1 Sistematika Metode Penelitian	26
Gambar 6.1 Hub Penambahan Superplasticizer dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 20$ MPa	44
Gambar 6.2 Regresi polynomial untuk hubungan <i>superplasticizer</i> dengan kuat tekan, $f'c = 20$ MPa.	46
Gambar 6.3 Hub Penambahan Superplasticizer dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 25$ MPa	48
Gambar 6.4 Regresi polynomial untuk hubungan <i>superplasticizer</i> dengan kuat tekan, $f'c = 25$ MPa.	49
Gambar 6.5 Hub Pengurangan Air dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 20$ MPa	52
Gambar 6.6 Hub Pengurangan Air dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 25$ MPa	52
Gambar 6.7 Regresi polynomial untuk pengurangan air dan kuat tekan, $f'c = 20$ MPa.	53
Gambar 6.8 Regresi polynomial untuk pengurangan air dan kuat tekan, $f'c = 25$ MPa	55
Gambar 6.9 Hub Umur Beton dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 20$ MPa	58
Gambar 6.10 Hub Umur Beton dengan Kuat Tekan Pada $f'c = 25$ MPa	59
Gambar 6.11 Hub Antara Kuat Geser dan Kuat Tekan Umur 28 hari	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi Limit Semen Portland	13
Tabel 3.2 Nilai Deviasi Standar	20
Tabel 3.3 Nilai slump berdasrkan penggunaan jenis elemen	20
Tabel 3.4 Perkiraan jumlah air berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump	21
Tabel 3.5 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan	21
Tabel 3.6 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m ³ beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan Modulus Halus Butir pasir	21
Tabel 4.1 Daftar Alat-alat yang digunakan	28
Tabel 5.1 Sifat-sifat Fisik Agregat	34
Tabel 6.1 Hasil Uji Slump	40
Tabel 6.2 Korelasi Kuat Geser dan Kuat Tekan	61
Tabel 6.3 Prosentase Nilai Aktual dan Prediksi Pada $f'c = 20$ MPa	63
Tabel 6.4 Prosentase Nilai Aktual dan Prediksi Pada $f'c = 25$ MPa	63
Tabel 6.5 Prediksi Kuat Geser Beton Pada $f'c = 20$ MPa	65
Tabel 6.6 Prediksi Kuat Geser Beton Pada $f'c = 25$ MPa	65

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Hasil Pemeriksaan Bahan Beton
- LAMPIRAN B : *Mix Design*
- LAMPIRAN C : Dokumentasi Penelitian
- LAMPIRAN D : Hasil Uji Desak dan Geser Beton



ABSTRAKSI

Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan meningkatkan kepadatannya, yaitu dengan meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk di dalam beton. penggunaan zat admixture diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan tersebut, seperti *superplasticizer*. *Superplasticizer* secara fisik mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. dengan terisinya pori-pori tersebut membuat kekuatan dan kekedapan beton meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh dari penambahan *superplasticizer* (sikament-NN) dan pengurangan kandungan air terhadap sifat workabilitas dan kuat tekan beton. Mutu beton yang direncanakan $f'c = 20$ dan 25 MPa dengan benda uji berbentuk kubus ($15 \times 15 \times 15$ cm) untuk pengujian kuat tekan, dan prisma ($25 \times 10 \times 10$ cm) untuk pengujian kuat geser. Variasi penambahan *superplasticizer* pada campuran beton mengacu pada nilai slump yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 180 dan variasi pengurangan kadar air dengan interval 10% sampai 40% dari kandungan air normal.

Hasil akhir penelitian ini diperoleh bahwa workabilitas beton meningkat seiring dengan jumlah *superplasticizer* yang ditambahkan, dengan pengurangan kandungan air sebanyak 10%-30% dan penambahan *superplasticizer* juga dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 40% dari kuat tekan normalnya pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan optimum terjadi pada beton dengan pengurangan kandungan air sebesar 20%. Dari penelitian ini diperoleh juga bahwa besarnya kuat geser antara 8% - 13% dari kuat tekan.

Penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak kemungkinan yang terjadi adalah hidrasi menjadi lambat, sehingga beton tidak kering dalam 24 jam dan adukan cepat mengeras sehingga sulit dilakukan pengujian slump (*slump loss*), seperti pada kasus pengurangan kandungan air sebesar 40%, workabilitas beton segar dapat tercapai dengan indikasi nilai slump lebih besar dari 180 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi. Beton terlihat bewarna gelap dan tidak dapat kering dalam 24 jam. Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi *slump loss* antara lain dengan menambahkan *superplasticizer* pada interval waktu yang berbeda atau mengkombinasi penambahan *superplasticizer* dengan *retarders*

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang akan dibahas, berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan lokasi penelitian.

1.1. Latar Belakang

Beton dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan Semen Portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan dalam waktu tertentu maka akan mengeras seperti batuan.

Fungsi utama beton adalah menahan gaya desak. Beton dapat mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi tetapi kuat tariknya sangat rendah. Kekuatan, keawetan dan sifat beton dipengaruhi oleh bahan-bahan dasar pembuatnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan dan pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan perawatan. Dalam proses pembuatan adukan, semen berfungsi sebagai pengikat agregat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat, sedangkan air berfungsi sebagai sarana yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan serta sebagai pelumas

antara butir-butir agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan pengerjaan beton disebut dengan workabilitas yang didapat di antaranya melalui pengujian slump. Kandungan air pada adukan beton akan berbanding terbalik dengan kekuatan yang dihasilkan dan berbanding lurus dengan nilai slump dan workabilitas. Adukan beton dengan nilai slump tinggi tanpa bahan tambah tertentu akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih rendah sedangkan pengurangan kandungan air akan meningkatkan kekuatan beton dan pengurangan nilai slump sehingga menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih besar tetapi tingkat pengerjaan akan lebih sulit. Bahan tambah diperlukan untuk mendapatkan workabilitas, kekuatan, keawetan dan sifat beton tertentu.

Salah satu bahan tambah yang digunakan adalah *superplasticizer* (SP). *Superplasticizer* mempunyai pengaruh meningkatkan workabilitas yang tinggi, dan dapat meningkatkan kekuatan beton karena memungkinkan pengurangan kandungan air guna mempertahankan workabilitas yang sama. Penggunaan *superplasticizer* membutuhkan kontrol yang ketat terhadap penakaran bahan beton terutama air. Kontrol terhadap dosis *superplasticizer* juga penting karena kelebihan dosis akan menjadikan beton *bleeding* dan terjadi pemisahan butir (*segregation*).

Beton dengan komposisi campuran bahan yang diperoleh dengan cara ACI (*American Concrete Institute*) masih mungkin untuk diperbaiki kinerjanya, yaitu meningkatkan workabilitas dan kekuatannya dengan menambahkan *superplasticizer* pada campuran tersebut. Dalam penelitian ini akan diteliti hubungan antara pengurangan jumlah air dan penambahan dosis *superplasticizer* (SP) pada

workabilitas yang diharapkan. Workabilitas akan dikontrol dengan penambahan *superplasticizer*, sedangkan kekuatan akan meningkat dengan adanya pengurangan air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan, timbul pertanyaan berapa besar pengurangan air dan penambahan dosis *superplasticizer* terhadap peningkatan kuat tekan beton dan nilai slump lebih besar atau sama dengan 180 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi sehingga dapat menjaga workabilitas yang baik dengan tanpa merubah komposisi bahan – bahan lainnya.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pengurangan air dan penambahan dosis *superplasticizer* terhadap workabilitas dan kekuatan beton.
2. Menentukan hubungan antara pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap workabilitas.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak sebagai acuan dalam pembuatan beton dengan modifikasi jumlah air dan *superplasticizer*.
2. Menghasilkan kinerja beton segar dan beton keras yang lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian direncanakan dengan kuat tekan rencana sebesar 20 MPa dan 25 MPa pada umur 28 hari.
2. Bahan pembuat beton: Semen Gresik tipe 1, agregat halus dari Sungai Krasak, agregat kasar dari Clereng, air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII, *superplasticizer* yang dipakai berasal dari Sikament "NN"
3. Koreksi kadar air pada *superplasticizer* diabaikan, untuk pasir dan kerikil diperhitungkan.
4. Rencana campuran benda uji menggunakan metode ACI
5. Variasi penambahan *superplasticizer* pada campuran beton mengacu pada nilai slump yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 180 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi.
6. Variasi pengurangan kandungan air dengan interval 10% hingga 40%.
7. Benda uji yang digunakan kubus dengan ukuran sisi 15 cm dengan jumlah sampel 3 buah pada masing-masing variasi.
8. Rawatan benda uji dengan merendam dalam air.
9. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.
10. Penelitian dilakukan di Laboratorium BKT, FTSP UII.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini mengkaji tentang pengertian umum beton dan *superplasticizer*, pengaruh bahan tambah terhadap beton segar dan beton keras dari penelitian yang telah dilakukan dan keaslian penelitian yang akan dilakukan.

2.1 Pengertian umum

Beton terbuat dari bahan semen Portland, air, agregat (agregat kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah pembentuk massa padat (SK-SNIS15-03, 1991). Kekuatan, keawetan, dan sifat beton yang lain sangat tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasarnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996). Berbagai teknik telah dikembangkan untuk dapat meningkatkan mutu beton, teknik-teknik tersebut pada dasarnya bertujuan untuk memperbaiki dan menyempurnakan salah satu komponen/material dasar pembentuk beton. Pengurangan nilai faktor air semen dapat meningkatkan kekuatan beton, namun campuran beton yang memiliki nilai faktor air semen kecil, kelecakannya tinggi sehingga sulit untuk dikerjakan. Untuk menanggulangi hal tersebut dapat digunakan

bahan tambah. Menurut Ilham (2005), *Admixture* atau bahan tambah didefinisikan bahan selain bahan pokok beton yang ditambahkan ke dalam adukan beton sebelum, segera atau selama pengadukan berlangsung. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan adalah *superplasticizer* (SP). Menurut Murdock dkk. (1991), penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi segregasi. Alternatif lain, bahan ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama.

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

Tujuan dari penambahan bahan kimia adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton lunak dan keras. Takaran bahan tambah kimia ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama, bahan kimia tambahan tidak dapat mengoreksi komposisi spesi beton yang buruk. Karenanya harus diusahakan komposisi beton seoptimal mungkin dengan bahan-bahan dasar yang cocok (Kusuma, 1994)

2.2 Pengaruh bahan tambah

Bahan tambah *superplasticizer* adalah bahan untuk mendapatkan sifat – sifat beton segar yaitu workabilitas yang baik dengan pengurangan jumlah air dan sifat beton keras dengan meningkatnya kuat tekan.

2.2.1 Pengaruh *superplasticizer* terhadap workabilitas

Sapartono (1991) dalam penelitiannya mengatakan, penggunaan *superplasticizer* mampu meningkatkan slump pada kondisi w/c yang sangat rendah ($w/c = 0.28$ dan nilai slump awal = 1.5 cm), yaitu mencapai nilai slump 9.5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 1.25%, nilai slump 12.5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 1.5%, dan nilai slump 18.5 cm pada penambahan *superplasticizer* dengan dosis 2%.

Dalam hasil penelitian Muzammil dan Budiono (1994) tertulis, adukan dengan pengurangan kadar air sebesar 17% dan 21% dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 0.7% sampai 1% nilai slump dapat dipertahankan.

Richard dkk (1996), menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa dengan penambahan *superplasticizer* antara 0.9% sampai 1.14% berat semen berpengaruh pada peningkatan slump antara 80-240 mm dan dapat meningkatkan workabilitas.

Hasil akhir penelitian yang dilakukan oleh Irawan (2002) menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* yang semakin banyak dalam campuran beton dengan nilai faktor air-semen yang besar dapat meningkatkan nilai slump.

Fitria dan Asna (2003) menyampaikan hasil percobaan di laboratorium atas sample beton mutu 50 MPa didapat nilai slump awal sebesar 40 mm, dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 1.4% nilai slump meningkat menjadi 80.5 mm

Berpijak dari hasil-hasil penelitian di atas, maka diperoleh suatu pemahaman bahwa penambahan *superplasticizer* dalam dosis tertentu dapat meningkatkan workabilitas beton, indikator meningkatnya workabilitas dapat dilihat dari besarnya nilai slump yang semakin besar setelah penambahan *superplasticizer*. Seperti pernyataan Ilham dkk. (2004), secara umum, pengaruh pemberian *superplasticizer* terhadap beton sangat baik, *bleeding* dan segregasi dapat dikatakan tidak terjadi. Workabilitas beton segar menunjukkan tingkat kekohesifan adukan beton. Indikator workabilitas digunakan nilai slump yang diuji dengan uji slump.

2.2.2 Pengaruh *superplasticizer* terhadap kuat tekan

Hasil akhir dari penelitian yang dilakukan oleh Muzammil dan Budiono (1994) pada $f'_c = 28$ MPa menunjukkan bahwa *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan. Pada umur perawatan 28 hari terjadi peningkatan sebesar 12.39% dan 16.84%, pada kadar 0.7% dan 1% *superplasticizer*.

Dalam penelitian yang dilakukan Irawan (2002) menunjukkan bahwa Sikament-NN dapat meningkatkan kuat tekan dan membuat beton semakin kedap terhadap air setelah 28 hari. Pada umur perawatan 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 15.5%, 19.35% dan 16,1% pada kadar 1%, 2% dan 3% Sikament-NN. Kadar optimum penggunaan sikament-NN untuk kekedapan air pada penelitian

ini adalah sebesar 2% dan kadar optimum penggunaan sikament-NN untuk kuat tekan beton adalah sebesar 1.91%.

Menurut Rinasih dan Purwanto (2003), kuat tekan yang terjadi pada beton dengan $f_c' = 25$ MPa pada umur 7 hari menunjukkan kenaikan sebesar 14 MPa. Untuk umur 28 hari kenaikan sebesar 23 MPa. Keduanya terjadi pada penambahan Sikament 520 sebesar 1.5%.

Hasil akhir penelitian yang dilakukan oleh Fitria dan Asna (2003) menunjukan, pada umur perawatan 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 54% pada penambahan 1.4% *superplasticizer*.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian di atas dapat dikatakan bahwa penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan kekuatan beton. Hal ini terjadi karena *superplasticizer* secara kimia mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. Dengan terisinya pori-pori tersebut membuat kekuatan dan kedapatan beton meningkat.

2.3 Keaslian penelitian

Pada penelitian sebelumnya penambahan *superplasticizer* berdasarkan pada berat semen, pengurangan kadar air campuran tidak dalam jumlah besar, rata-rata nilai slump yang dicapai lebih kecil dari 180 mm, dan tidak dilakukan pengujian kuat geser.

Pada penelitian ini akan dicari sifat-sifat beton segar dan beton keras yaitu workabilitas, kuat tekan dan kuat geser beton. Kuat tekan yang direncanakan 20 MPa

dan 25 MPa dengan variasi penambahan *superplasticizer* pada campuran beton mengacu pada nilai slump yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 180 dan variasi pengurangan kadar air dengan interval 10% sampai 40% dari kandungan air normal



BAB III

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tentang teori- teori untuk acuan pemecahan masalah dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian.

3.1 Tinjauan tentang Beton

Difinisi pengetahuan beton berdasarkan pernyataan dan pendapat dari beberapa literatur yang dijabarkan sebagai berikut:

3.1.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran bahan pengikat (semen), agregat dan air yang mengeras membentuk batuan, yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan (The Oxford World Encyclopedia, 2003). Pengertian yang lain, beton adalah gabungan bahan yang terdiri atas media yang dapat mengikat dengan agregat halus dan agregat kasar (ACI doc-sp1, 1993). Sedangkan dalam SK-SNIS15-03 1991, dijelaskan sebagai berikut, beton terbuat dari bahan semen Portland, air, agregat (agregat kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah pembentuk massa padat. Lebih lanjut dalam buku Teknologi beton, Nawy (1985) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), kekuatan, keawetan dan sifat beton dipengaruhi oleh bahan-bahan dasar pembuatnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan dan pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan perawatan. Adapun menurut Murdock dan Brook (1981) lebih lanjut mengatakan, kuat hancur dari beton dipengaruhi sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air semen dan tingkat pemadatnya. Faktor-faktor penting lainnya yaitu jenis semen dan kualitasnya, jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat, efisiensi dari perawatan, suhu, dan umur.

Berpijak dari pendapat di atas, maka diperoleh pemahaman bahwa beton adalah campuran dari semen, agregat dan air yang bereaksi secara mekanis dan kimia yang akhirnya mengeras membentuk batuan. Sifat-sifat beton akan dipengaruhi oleh bahan-bahan dasar pembuatnya dan proses selama beton itu dibuat.

3.1.2 Material penyusun beton

Bahan – bahan dasar pembentuk beton antara lain:

a. Semen

Menurut Salmon (1994), semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesive dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Dalam The Oxford World Encyclopedia (2003), dijelaskan bahwa semen adalah bubuk yang terdiri dari campuran *calcium silicates* dan *aluminates* yang dibuat dalam keadaan halus pada permukaan bentuknya, agar dapat melekat satu sama lain. Menurut Kencanawati dan Setyandito (2005), fungsi

semen dalam beton adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Lebih lanjut Tjokrodimuljo, (1995) mengatakan, fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah kehalusan semen, jumlah air, temperatur dan penambahan zat kimia tertentu. Adapun komposisi kimia semen tercantum pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Komposisi limit Semen Portland (Tjokrodimuljo, 1995).

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO	60 – 65
SiO ₂	17 – 25
Al ₂ O ₃	3.0 - 8.0
Fe ₂ O ₃	0.5 - 6.0
MgO	0.5 - 4
Na ₂ O + K ₂ O	0.5 - 1.1
TiO ₂	0.1 - 0.4
P ₂ O ₅	0.1 - 0.2
SO ₃	0.5 - 1

b. Agregat

Dalam SNI T-15-1991-03 (1991), agregat didefinisikan sebagai material granuler, misalnya pasir, kerikil, dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk beton. Dalam The Oxford World Encyclopedia (2003), dijelaskan pada sebagian besar pekerjaan beton, agregat yang digunakan

adalah kerikil atau pecahan batu dan pasir. Lebih lanjut Tjokrodimuljo (1996) menjelaskan, agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume beton. Adapun Neville (1975) mengatakan, bahwa sekitar tiga per empat beton ditempati agregat. Agregat yang lemah tidak dapat menghasilkan beton yang kuat karena kekuatan agregat sangat menentukan kekuatan beton. selain itu sifat-sifat agregat juga mempengaruhi keawetan dan penampilan dari struktur beton itu

c. Air

Air merupakan salah satu bahan utama dalam menghasilkan beton dan air adalah unsur penting di dalam beton disamping semen (Ilham ,2005). Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan yang kedua, sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (Murdock dan Brook, 1981). Aitcin (1994) menyatakan, air yang diberikan ke dalam beton ketika proses pengadukan memiliki dua fungsi: 1) sebagai fungsi fisik, untuk memberikan ciri-ciri reologikan beton yang benar, dan 2) fungsi kimia, yang menyumbangkan kepada perkembangan hidrasi semen. Menurut Malhotra (1989), kandungan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton, sedangkan apabila kandungan air terlalu sedikit adukan beton akan sulit untuk dikerjakan. Dalam Admixture and ground slag (1990) yang dikutip dari Federal Highway Administration dijelaskan, dengan menambahkan

superplasticizer, pengurangan air sebesar 12% sampai 25% dapat dilakukan tanpa harus mengurangi workabilitas dan kekuatan karakteristik beton. Lebih lanjut Tjokrodinuljo (1996) menjelaskan, pada dasarnya air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25 % dari berat semenya.

d. Bahan tambah

Admixture atau bahan tambah didefinisikan oleh Tjokrodinuljo (1996) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Lebih lanjut Ilham (2005) menjelaskan, bahan tambah merupakan sesuatu bahan selain bahan pokok beton yang ditambahkan ke dalam adukan beton sebelum, segera atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah yang diberikan pada beton terdiri dari bahan tambah mineral (*mineral admixture*) dan bahan tambah kimia (*chemical admixture*).

Superplasticizer merupakan salah satu jenis *admixture* yang disebut juga dengan *water-reducer*, digunakan untuk meminimalkan kandungan air campuran pada beton (Ramachandran, 1979). *Superplasticizer* merupakan bahan tambah penting untuk menghasilkan beton mutu tinggi (Gagne dkk, 1996). Penggunaan *superplasticizer* memberikan perbaikan di dalam penanganan, penempatan, pemadatan dan *finishing* beton yang secara teknis memiliki berbagai kelebihan pada nilai ekonomi (Singh dkk. 1992).

3.2 Tinjauan Beton dengan bahan tambah *superplasticizer*

Pengaruh bahan tambah *superplasticizer* terhadap sifat –sifat workabilitas dan kuat tekan beton berdasarkan pernyataan dan pendapat dari beberapa literatur yang dijabarkan sebagai berikut:

3.2.1 Pengaruh *superplasticizer* terhadap workabilitas

Workabilitas merupakan sifat dari adonan beton segar yang menentukan kemudahan dalam proses pengadukan, penempatan, pemadatan, dan finishing tanpa terjadi segregation (ACI Comittee 211, 1993). Menurut Murdock dkk. (1991), penambahan *superplasticizer* pada beton mempunyai pengaruh dalam meningkatkan workabilitas beton sampai pada tingkat yang lebih besar. Maholtra dkk. (1984) mengatakan, tujuan utama dalam penggunaan *superplasticizer* ialah untuk menghasilkan beton dengan nilai slump yang tinggi antara 175 – 225 mm. Lebih lanjut Ramachandran (1979) menjelaskan, adukan beton mampu mencapai nilai slump sebesar 200 mm dari nilai slump awal 50 mm dengan dosis penambahan sebesar 0.3 sampai 0.6 persen. Adapun menurut Ilham dkk. (2003), secara umum, pengaruh pemberian *superplasticizer* terhadap beton sangat baik, *bleeding* dan segregasi dapat dikatakan tidak terjadi.

Nilai slump akan berbanding lurus dengan jumlah *superplasticizer* yang ditambahkan, akan tetapi keefektifan tidak dapat tercapai apabila penambahannya dalam dosis yang kecil (Ramachandran, 1979). Kriteria keefektifan penambahan *superplasticizer* akan berkurang seiring meningkatnya workabilitas adukan (Nealen

dkk. 1994). Dalam buku Teknologi Beton, Tjokrodinuljo (1996) menjelaskan, bahan tambah yang diberikan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan memperburuk sifat beton. Salah satu masalah yang berkaitan dengan penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton ialah cepat mengerasnya adukan sehingga sulit untuk dilakukan uji slump (*slump loss*). Ramachandran (1979) mengatakan, faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah penambahan *superplasticizer*, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan *superplasticizer*, kelembaban, temperature, cara pengadukan, dan pemakaian bahan tambah lainnya.

3.2.2 Pengaruh *superplasticizer* terhadap kuat tekan

Pada mix desain yang sama, beton dengan kandungan *superplasticizer* mempunyai kekuatan lebih besar dibandingkan beton normal (Ramachandran, 1979). Hal ini terjadi karena *superplasticizer* secara fisik mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. Dengan terisinya pori-pori tersebut membuat kekuatan dan kedapatan beton meningkat.

Menurut Murdock dkk. (1991), *superplasticizer* dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air guna mempertahankan workabilitas yang sama.

Dosis *superplasticizer* tinggi dapat menyebabkan proses hidrasi terhambat dan masa pengerasan lambat (Yoshimoto and Kobayoshi, 1986). Ilham dkk. (2003) menyatakan, penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak kemungkinan yang terjadi

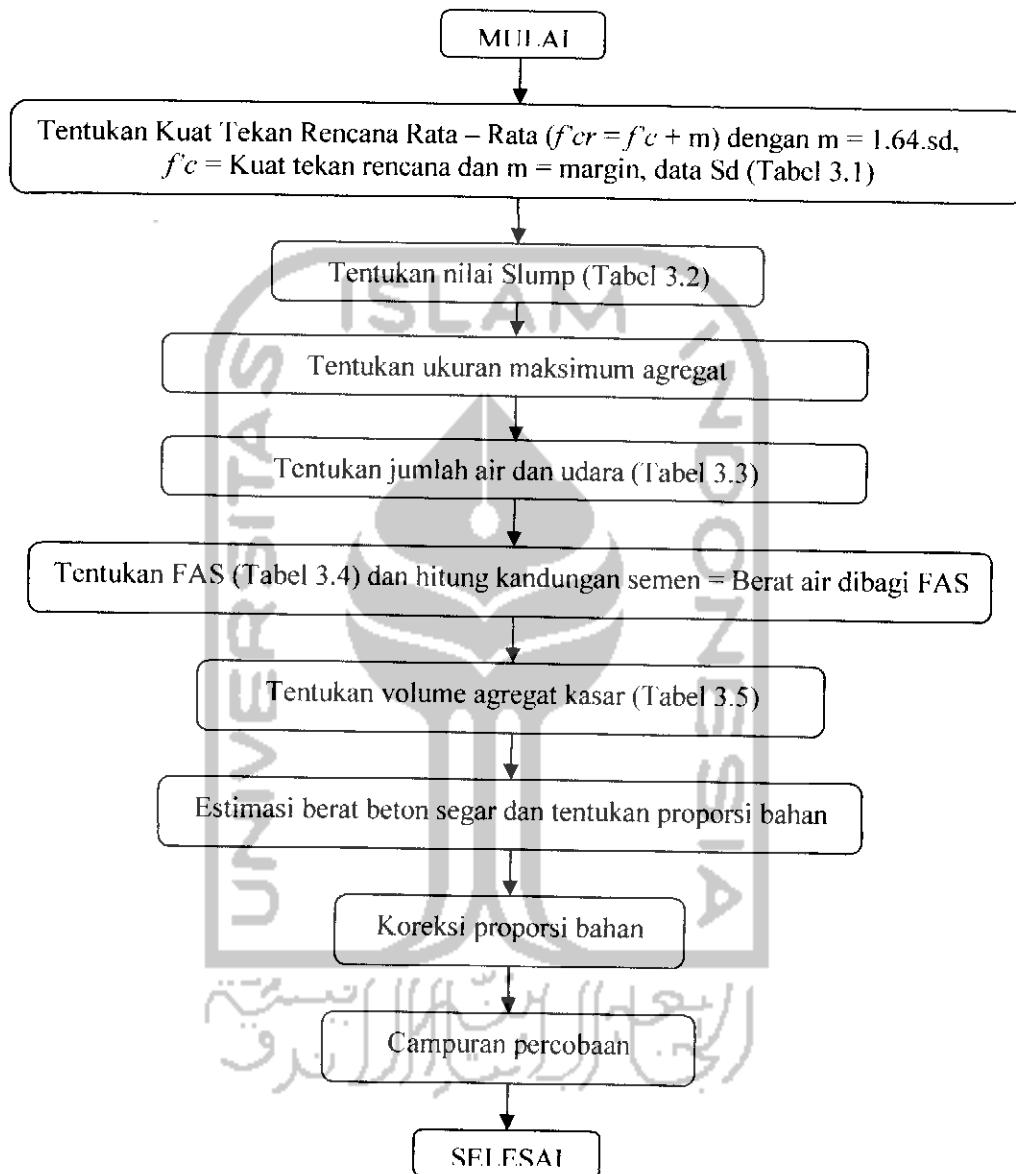
adalah hidrasi menjadi lambat, beton tidak kering dalam 24 jam, sehingga kuat tekan beton pada umur muda rendah. Menurut Ramachandran (1979), dalam banyak hal, penambahan *superplasticizer* melebihi dosis normal perlu dilakukan untuk memperoleh keuntungan yang lebih, akan tetapi ini bukan berarti penambahan *superplasticizer* dalam jumlah yang berlebihan dapat ditoleransi.

3.3 Perancangan Beton Metode ACI

Metode *American Concrete Institute* (ACI) mensyaratkan suatu campuran beton dengan pertimbangan nilai ekonomi dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan – bahan di lapangan, kemudahan pengerjaan, dan kekuatan beton.

3.3.1 Langkah – langkah Perencanaan Beton

Pada metode ini input data perancangan meliputi data standar deviasi, data kuat tekan rencana, data butir agregat, data nilai *Slump*, berat jenis dan volume agregat. Langkah – langkah perancangan yang lebih ringkas (Tjokrodimuljo, 1996), dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Beton Dengan Metode ACI

3.3.2 Langkah Perancangan

- a. Hitung kuat tekan rata – rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin.

$$f'_{cr} = m + f'c.$$

- Kuat tekan rencana ditentukan berdasarkan rencana.

Tabel 3.2 Nilai Deviasi Standar (Tjokrodinuljo,1996)

Volume pekerjaan (M ³)	Mutu Pekerjaan (Mpa)		
	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	4.5 < sd < 5.5	5.5 < sd < 6.5	6.5 < sd < 8.5
Sedang 1000-3000	3.5 < sd < 4.5	4.5 < sd < 5.5	5.5 < sd < 7.5
Besar >3000	2.5 < sd < 4.5	3.5 < sd < 4.5	4.5 < sd < 6.5

- b. Tetapkan nilai *Slump*, dan butir maksimum agregat (Tjokrodinuljo,1996)

Tabel 3.3 Nilai slump berdasarakan penggunaan jenis elemen

Pemakaian Jenis Elemen	Maks (mm)	Min (mm)
- Dinding pelat pondasi, dan pondasi telapak bertulang	125	50
- Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur bawah pondasi	90	25
- Pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
- Pengerasan jalan	75	50
- Pembetonan masal	75	25

- c. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump*.

Tabel 3.4 Perkiraan jumlah air berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump (Tjokrodinuljo, 1996)

Slump (mm)	Ukuran Maksimum Agregat (mm)		
	10	20	40
25 -50	206	182	162
75 -100	226	203	177
150 -175	240	212	188
Udara terperangkap	3 %	2 %	1 %

d. Tetapkan nilai Faktor Air semen

Tabel 3.5 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan (Tjokrodinuljo, 1996)

Faktor air semen	Perkiraan kuat tekan (MPa)
0,36	42
0,45	35
0,54	28
0,63	22.5
0,72	17.5
0,81	14

e. Hitung semen yang diperlukan, yaitu jumlah air dibagi FAS

f. Tetapkan volume agregat kasar

Tabel 3.6 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m³ beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan Modulus Halus Butir pasir (Tjokrodinuljo, 1996)

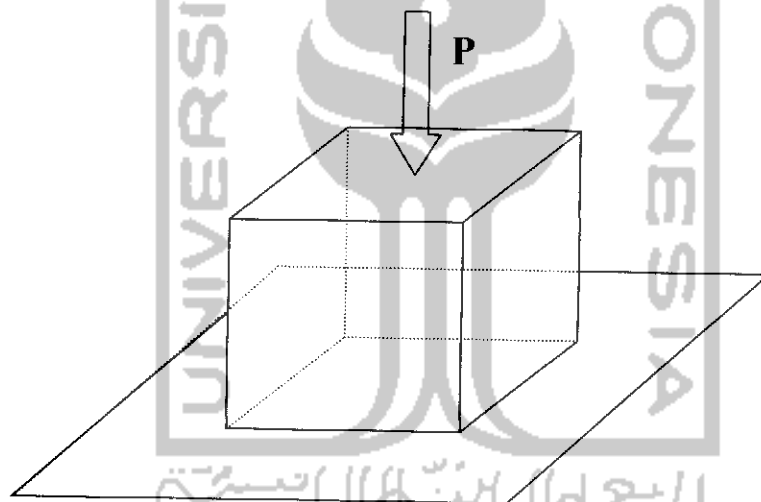
Ukuran Agregat Maks (mm)	Modulus Halus Butir (MHB)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.46	0.44	0.42	0.40
20	0.65	0.63	0.61	0.59
40	0.76	0.74	0.72	0.70
80	0.84	0.84	0.80	0.78
150	0.90	0.88	0.86	0.84

g. Estimasi berat beton segar

- h. Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan halus
- i. Koreksi proporsi campuran

3.4 Kuat Tekan

Pengujian pada kubus beton terhadap kuat desaknya telah diterima secara meluas sebagai cara yang paling mudah untuk mengontrol kualitas beton yang dihasilkan (Murdock dan Brook, 1979). Sketsa pembebanan pada benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sketsa pembebanan kuat tekan benda uji

Besar tegangan yang terjadi pada benda uji:

$$f'_c = \frac{P_{mak}}{A} \dots\dots\dots 3.1$$

keterangan :

f'_c = Kuat tekan (MPa)

P_{mak} = Beban maksimum (KN)

A = Luas (mm²)

3.5 Prediksi Kuat Tekan

Kuat tekan mengalami peningkatan dengan bertambahnya umur perawatan. *Hunaiti (1994)* mengatakan, beton pada umur 1 tahun mampu mencapai kekuatan 30% lebih tinggi dibandingkan dengan beton pada umur 3 minggu. Untuk mengetahui kekuatan beton pada umur tertentu dapat diketahui melalui prediksi dengan umur beton yang lebih rendah. Persamaan prediksi kekuatan umur 28 hari dengan kekuatan umur 7 hari adalah:

$$1. f'_{ct} = 0.9756 f'_{c7} \left(\frac{t_{28}}{t_7} \right)^{0.1595} \dots\dots\dots 3.2$$

$$2. f'_c = 0.65 f'_{ct} \dots\dots\dots 3.3$$

keterangan:

f'_{ct} = Kuat tekan beton pada umur t hari

f'_{c7} = Kuat tekan beton pada umur 7 hari

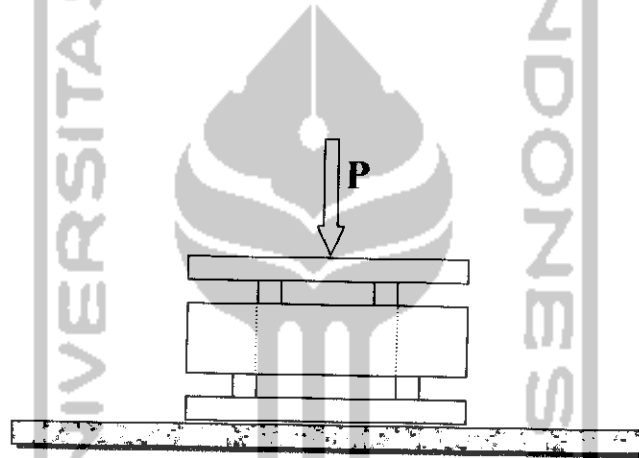
t_{28} = Umur 28 hari

t_7 = Umur 7 hari

Persamaan 3.2 diambil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Ilham (2004), dan persamaan 3.3 diambil dari PBI 1971.

3.6 Kuat Geser

Kuat geser beton adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur, (Tri Mulyono, 2004). Sketsa pembebanan pada benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sketsa pembebanan kuat geser benda uji

Besar tegangan yang terjadi pada benda uji:

$$f_{sh} = \frac{P_{mak}}{2A} \dots\dots\dots 3.4$$

keterangan :

f_{sh} = Kuat geser (MPa)

P mak = Beban maksimum (KN)

A = Luas (mm²)

3.7 Prediksi Kuat Geser

Kekuatan geser dalam beton akan meningkat seiring dengan naiknya kuat desak dan tarik. Prediksi kuat geser sesuai dengan nilai kuat desak diambil dari persamaan hasil penelitian Ilham (2004) adalah:

$$1. f_{sh} = \frac{f'_c}{0.0478 f'_c + 6.2835} \dots\dots\dots 3.5$$

$$2. f_{sh} = 0.449 f'_c {}^{0.66} \left(\frac{t}{t_{28}} \right) {}^{0.0453} \dots\dots\dots 3.6$$

keterangan:

f_{sh} = Kuat geser beton pada umur 28 hari

f'_c = Kuat tekan beton pada umur 28 hari

t_{28} = Umur 28 hari

Ilham, (2004) menyatakan prosentase kuat geser terhadap kuat tekan untuk beton kinerja tinggi sebesar 8% sampai 13%.

3.8 Regresi

Untuk menentukan hubungan kuat tekan dan geser menggunakan *regresi polynomial* orde 2 yaitu:

$$Y = A.X^2 + B.X + C \dots\dots\dots 3.7$$

Dengan:

A, B dan C = konstanta

Y = kuat geser (MPa)

X = kuat desak (Mpa)

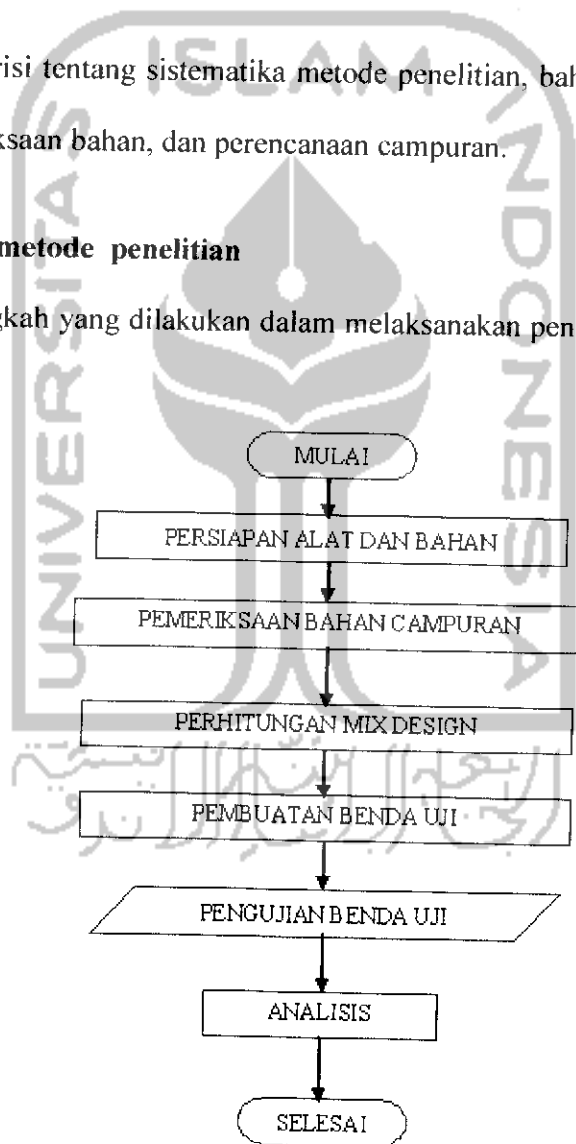
BAB IV

METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang sistematika metode penelitian, bahan dan alat penelitian, prosedur pemeriksaan bahan, dan perencanaan campuran.

4.1 Sistematika metode penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Sistematika metode penelitian

4.2 Bahan dan Alat

Bahan – bahan yang dipakai berupa bahan yang biasa digunakan pada beton normal. Namun untuk memberi peningkatan kualitas beton digunakan variasi pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*. Seperti pernyataan Aitcin (1997), yang membedakan beton normal dengan beton kinerja tinggi adalah adanya penambahan bahan tambah mineral dan bahan tambah kimia seperti *superplasticizer*.

4.2.1 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Semen

Pada penelitian ini digunakan semen Portland dengan merk ‘ semen Gresik’ masuk dalam kategori semen jenis I (sesuai SNI 15-2049-1994) dengan berat jenis 3.15

2. Agregat

Pada penelitian ini digunakan agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai Krasak dengan diameter kurang dari 5 mm dan agregat kasar (kerikil) berasal dari Clereng dengan diameter 5 mm sampai dengan 20 mm.

3. *Superplasticizer*

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah jenis *Sulfonated naphthalene formaldehyde condensate (SNF)* produksi Sika dengan merk dagang Sikament-NN.

4. Air

Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar alat – alat yang digunakan

No	Alat	Kegunaan
1	Timbangan	Menentukan berat agregat, dan sampel benda uji.
2	Kerucut <i>Abram</i>	Uji slump.
3	Penggaris	Mengukur slump.
4	<i>Stopwatch</i>	Mengukur waktu pengadukan.
5	Gelas ukur	Menakar <i>superplasticizer</i> .
6	Cetakan kubus (15 x 15 x 15 cm)	Membuat benda uji kubus.
7	Cetakan balok (25 x 10 x 10 cm)	Membuat benda uji geser (balok).
8	Kaliper	Alat ukur dimensi sampel uji.
9	Mesin uji desak	Uji desak dan uji geser.
10	Alat bantu uji geser	Tempat sampel benda uji geser.

4.3 Pemeriksaan Bahan Campuran

Pemeriksaan bahan campuran dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat teknis bahan susun beton, sifat – sifat ini perlu diketahui untuk mengontrol komposisi masing – masing bahan pembentuk agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

4.3.1 Agregat Halus

Pemeriksaan terhadap agregat halus meliputi:

a. Modulus Halus Butir (MHB)

Pemeriksaan MHB, diawali dengan mengambil pasir seberat 2000 gram, dicuci, dan dikeringkan di dalam oven selama 24 jam, kemudian pasir dimasukkan ke dalam saringan yang memiliki susunan dengan diameter lubang ayakan sebesar 40, 20, 10, 4.8, 2.4, 1.2, 0.6, 0.3, dan 0.15 mm, setelah itu saringan digetarkan selama 15 menit. Selanjutnya prosentase berat pasir yang tertinggal pada tiap lapisan saringan dihitung dan MHB didapat dari prosentase kumulatif berat pasir yang tertinggal pada tiap lapisan saringan dibagi 100. Hasil pemeriksaan MHB pasir dapat dilihat di lampiran A Tabel 1.

b. Berat Jenis (B_j)

Pada pemeriksaan berat jenis pasir langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang pasir seberat 500 gram, dicuci dan direndam selama 24 jam kemudian diangin-anginkan sampai terlihat SSD dan ditimbang kembali (W). Langkah selanjutnya pasir tersebut dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah disiapkan dan diberi air sebanyak 500 gram (V_1). Setelah pasir dimasukan, gelas ukur digerakkan agar tidak ada gelembung udara yang terperangkap. Kemudian mencatat kenaikan air yang terjadi setelah penambahan pasir (V_2). Untuk menghitung berat jenis dalam kondisi SSD digunakan rumus $W/(V_2 - V_1)$. Hasil pemeriksaan Berat Jenis pasir dapat dilihat di lampiran A Tabel 2.

c. Kadar Air dan Serapan

Prosedur yang dilakukan untuk pemeriksaan kadar air antara lain, mengambil, menimbang (W_1) dan mengeringkan pasir di dalam oven selama 24 jam. Setelah dikeringkan pasir ditimbang kembali (W_2). Prosentase besarnya kadar air dapat diperoleh dengan rumus $[(W_1 - W_2) / W_2] \times 100\%$. Hasil pemeriksaan kadar air pasir dapat dilihat di lampiran A Tabel 3.

Untuk memperoleh prosentase kadar serapan air langkah pertama adalah mengambil, dan merendam pasir selama 24 jam kemudian pasir diangin-anginkan sampai terlihat SSD dan ditimbang (W_3). Langkah selanjutnya pasir dikeringkan di dalam oven selama 24 jam dan ditimbang kembali (W_4), prosentase besarnya serapan air didapat melalui rumus $[(W_3 - W_4) / W_4] \times 100\%$. Hasil pemeriksaan kadar serapan air pada pasir dapat dilihat di lampiran A Tabel 3.

4.3.2 Agregat Kasar

Pemeriksaan agregat kasar meliputi :

a. Berat Jenis (B_j)

Pada pemeriksaan berat jenis kerikil langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang pasir seberat 1000 gram, dicuci dan direndam selama 24 jam kemudian diangin-anginkan sampai terlihat SSD dan ditimbang kembali (W). Langkah selanjutnya kerikil tersebut dimasukan ke dalam gelas ukur yang telah disiapkan dan diberi air sebanyak 500 gram (V_1). Setelah kerikil dimasukan, gelas ukur digerak-

gerakan agar tidak ada gelembung udara yang terperangkap. Kemudian mencatat kenaikan air yang terjadi setelah penambahan kerikil (V_2). Untuk menghitung berat jenis dalam kondisi SSD digunakan rumus $W/(V_2 - V_1)$. Hasil pemeriksaan Berat Jenis kerikil dapat dilihat di lampiran A Tabel 4

b. Berat Volume

Prosedur untuk mendapatkan berat volume diawali dengan mengambil dan merendam kerikil selama 24 jam kemudian kerikil diangin-anginkan sampai terlihat SSD. Langkah selanjutnya kerikil dimasukan ke dalam cetakan silinder yang telah diketahui berat (W_1) dan volumenya (V), pada setiap $1/3$ volume cetakan, kerikil ditumbuk sebanyak 25 kali, sampai cetakan terisi penuh. Selanjutnya cetakan berisi kerikil ditimbang (W_2). Untuk menghitung berat volume digunakan rumus $[(W_2 - W_1) / (V)] \times 100\%$. Hasil pemeriksaan Berat volume kerikil dapat dilihat di lampiran A Tabel 5.

c. Kadar Air dan Serapan

Prosedur yang dilakukan untuk pemeriksaan kadar air antara lain, mengambil, menimbang (W_1) dan mengeringkan kerikil didalam oven selama 24 jam. Setelah dikeringkan kerikil ditimbang kembali (W_2). Prosentase besarnya kadar air dapat diperoleh dengan rumus $[(W_1 - W_2) / W_2] \times 100\%$. Hasil pemeriksaan kadar air kerikil dapat dilihat di lampiran A Tabel 6.

Untuk memperoleh prosentase kadar serapan air langkah pertama adalah mengambil, dan merendam kerikil selama 24 jam kemudian kerikil diangin-anginkan

sampai terlihat SSD dan ditimbang (W_3). Langkah selanjutnya kerikil dikeringkan di dalam oven selama 24 jam dan ditimbang kembali (W_4), prosentase besarnya serapan air didapat melalui rumus $[(W_3 - W_4) / W_4] \times 100\%$. Hasil pemeriksaan kadar serapan air pada pasir dapat dilihat di lampiran A Tabel 6.



BAB V

PELAKSANAAN PENELITIAN

Pada bab ini berisi penjelasan tentang pelaksanaan penelitian yang meliputi: persiapan bahan susun, proses pembuatan benda uji, pengujian slump, dan pengujian kuat tekan dan geser.

5.1 Persiapan bahan susun beton

Persiapan bahan merupakan kerja kontrol kualitas terhadap bahan beton yang akan digunakan, karena harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan (Ilham, 2003). Agregat diayak agar mendapatkan diameter yang diharapkan, untuk agregat halus kurang dari 5 mm dan agregat kasar 5 sampai 20 mm. Selanjutnya agregat dicuci agar kandungan lumpur hilang, karena akan mengganggu lekatan antara agregat dengan pasta semen yang dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Setelah dicuci kedua agregat tersebut disimpan di dalam karung yang tertutup rapat untuk menjaga agar kandungan airnya tidak mengalami banyak perubahan. Besarnya kandungan air dicari setelah agregat berada di karung. Kondisi agregat diusahakan mendekati SSD agar tidak menambah atau mengurangi air pada campuran beton, seperti pernyataan Mulyono (2004), Jenuh Kering Permukaan atau JPK, yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat dan pori – pori terisi penuh air .

Pada kondisi ini, butir agregat tidak menyerap maupun menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran beton. Demikian juga untuk semen Portland dan *superplastizer* disimpan dengan baik agar tetap terjaga mutunya.

Persiapan dalam bentuk pemeriksaan bahan menghasilkan agregat halus berupa pasir sungai yang memiliki karakteristik bersih dan permukaan halus. Agregat kasar berupa kerikil dengan permukaan kasar, bersudut dan keras. Sifat fisik bahan hasil dari pemeriksaan ditunjukkan dalam Tabel 5.1

Tabel 5.1 Sifat – sifat fisik agregat (hasil uji laboratorium).

Keterangan	Pasir	Kerikil
Ukuran butir	0 – <5	>5 - 20
Berat jenis	2.7	2.63
Berat volume	-	1.50
Modulus Halus Butir	2.25	-
Kadar air	8.32%	1.45%
Penyerapan air	3.94%	1.81%

5.2 Prosedur Pengadukan Beton

Apabila agregat halus dan kasar telah memenuhi syarat – syarat secara fisik seperti diameter, bebas lumpur, dan SSD, pekerjaan pengadukan dapat dilakukan dengan komposisi campuran seperti yang terlihat pada lampiran C Tabel 3 dan 4. Sebelum pencampuran dimulai, molen dibersihkan dengan cara disiram bagian dalamnya sampai terlihat bersih, tanpa terjadi genangan air. Hal ini untuk menjaga agar tidak ada penambahan atau penyerapan air pada campuran beton. Selanjutnya,

agregat halus dan kasar dituang ke dalam molen dan diberi air sedikit (kurang lebih 25% air campuran) untuk membasahi permukaan agregat, kemudian aduk selama 60 detik. Semen dituang ke dalam molen dan campuran diaduk kembali kurang lebih 3 menit. Tambahkan seluruh air ke dalam campuran, aduk hingga terlihat homogen.

5.3 Pengujian Slump, Pencetakan dan Perawatan

Setelah proses pengadukan selesai, adukan beton segar siap diuji nilai slump. Pengujian slump dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama yaitu pengujian slump sebelum campuran diberi bahan tambah *superplasticizer* (pengujian slump awal). Langkah pengerjaannya sebagai berikut: Kerucut Abrams di letakkan di atas tempat yang rata dan tidak kedap air. Adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut *Abrams* dalam 3 lapis dengan tiap lapisnya $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut. Pada tiap lapisan, adukan ditumbuk 25 kali. Setelah kerucut terisi penuh, permukaan adukan diratakan agar sama dengan permukaan kerucut. Selanjutnya tunggu 45 detik sambil daerah di sekitar kerucut dibersihkan kemudian kerucut ditarik lurus ke atas. Ukur slump, menggunakan mistar dari permukaan tinggi beton rata – rata sampai sejajar tinggi kerucut.

Pada variasi beton normal (N20 dan N25), apabila nilai slump sudah memenuhi syarat yang diinginkan yaitu 7.5 mm sampai 15 mm, adukan beton dituang ke dalam cetakan kubus dan prisma. Tahap kedua yaitu pengujian slump setelah penambahan *superplasticizer* (pengujian slump akhir). Tahap ini dilakukan pada variasi N20-SP, N20-10SP, N20-20SP, N20-30SP, N20-40SP, N25-SP, N25-10SP, N25-20SP, N25-

30SP dan N25-40SP. Penambahan *superplasticizer* dilakukan saat pengadukan berjalan sampai nilai slump lebih besar atau sama dengan 180 mm. Setelah *superplasticizer* dituang, molen di putar selama 4 menit dan kembali dilakukan uji slump. Apabila nilai slump belum mencapai yang diinginkan, adukan kembali dituang ke dalam molen untuk diberi *superplasticizer* dan diaduk selama 4 menit, proses ini dilakukan berulang – ulang sampai adukan mencapai nilai slump lebih besar atau sama dengan 180 mm, tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi, seperti terlihat pada Gambar 1 Lampiran F.

Apabila nilai slump telah terpenuhi, adukan dituang ke dalam cetakan dalam 3 lapis dengan tiap lapisnya $\frac{1}{3}$ tinggi cetakan. Pada tiap lapisan, adukan ditumbuk 25 kali. Setelah cetakan terisi penuh, permukaan beton diratakan. Selanjutnya benda uji dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam, setelah itu di buka dan dilakukan perendaman selama 7 hari dan 28 hari.

5.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 dan 28 hari, dengan jumlah 3 sampel untuk setiap variasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh umur perawatan, penambahan *superplasticizer* dan pengurangan air terhadap kekuatan beton. Prosedur pengujian kuat tekan dilakukan sebagai berikut: mengeluarkan benda uji dari rendaman 2 jam sampai 4 jam sebelum diuji. Mengukur dimensi dan berat benda uji. Benda uji kubus dilakukan pengujian menggunakan alat uji desak beton dan mencatat beban maksimum yang terjadi.

5.5 Pengujian Geser Langsung Beton

Untuk pengujian geser, dibantu dengan alat bantu berupa 2 buah pelat besi dengan ukuran 25 x 10 x 2 cm, seperti terlihat pada Gambar 2 Lampiran F. Prosedur pengujian geser adalah sebagai berikut: mengeluarkan sampel dari rendaman 2 jam sampai 4 jam sebelum diuji. Menimbang sampel, mengukur dimensi sampel dan membuat garis bantu untuk penempatan sampel pada alat bantu. Penempatan pada mesin dapat dilihat pada Gambar 3 Lampiran F. Kemudian sampel diuji dengan mesin uji tekan dan mencatat beban maksimum yang terjadi.



BAB VI

ANALISIS HASIL UJI

Pada analisis hasil uji dibahas antara lain pengaruh dan hubungan yang terjadi antar variabel (penambahan *superplasticizer* dan pengurangan air terhadap *workability*, penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan, pengurangan air terhadap kuat tekan, umur terhadap kuat tekan, kuat geser terhadap kuat tekan), sedangkan pembahasannya berisi perbandingan, ulasan dan korelasi antara pengaruh dan hubungan antar variabel dengan literatur.

6.1 Pengaruh penambahan *superplasticizer* dan pengurangan air terhadap *workabilitas*

Workabilitas merupakan sifat dari adonan beton segar yang menentukan kemudahan dalam proses pengadukan, penempatan, pemadatan, dan finishing tanpa terjadi *segregation*. Adukan beton dengan workabilitas yang baik mempunyai keuntungan antara lain mudah dikerjakan dan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Untuk menghasilkan adukan beton dengan workabilitas yang baik, dapat dilakukan dengan menambah jumlah semen atau menambah kandungan air sambil mempertahankan nilai normal dari perbandingan air dan semen, akan tetapi menurut Ramachandran (1979) metode ini dapat menyebabkan segregasi.

Dengan ditemukanya *superplasticizer*, sangat memungkinkan untuk menciptakan adukan beton dengan tingkat workabilitas yang baik tanpa terjadi segregasi. Adukan beton mampu mencapai nilai slump sebesar 200 mm dari nilai slump awal 50 mm dengan dosis penambahan sebesar 0.3 sampai 0.6 persen (Ramachandran, 1979). Setelah penambahan *superplasticizer*, dalam beberapa menit adukan beton memiliki sifat mengalir yang lebih baik. Adukan akan tetap kohesif dan tidak terjadi *bleeding*, segregasi, dan berkurangnya kekuatan beton. Seperti pernyataan Ilham dkk. (2004), secara umum, pengaruh pemberian *superplasticizer* terhadap beton sangat baik, *bleeding* dan segregasi dapat dikatakan tidak terjadi. Workabilitas beton segar menunjukkan tingkat kekohesifan adukan beton. Indikator workabilitas dalam penelitian ini digunakan nilai slump yang diuji dengan uji slump.

Dalam kaitanya dengan penambahan *superplasticizer*, nilai slump suatu adukan beton tergantung pada tipe, dosis dan waktu penambahan *superplasticizer*, sifat dan jumlah dari semen dan agregat, temperatur dan lainnya. Nilai slump akan berbanding lurus dengan jumlah *superplasticizer* yang ditambahkan, akan tetapi keefektifan tidak dapat tercapai apabila penambahannya dalam dosis yang kecil (Ramachandran, 1979). Maholtra dkk. (1984) dalam *Federal Highway Administration* mengatakan, tujuan utama dalam penggunaan *superplasticizer* ialah untuk menghasilkan beton dengan nilai slump yang tinggi antara 175 – 225 mm. Pada penelitian ini, penambahan *superplasticizer* menyebabkan adukan beton menjadi lebih plastis, slump yang direncanakan sebesar 180 mm dapat tercapai. Kebutuhan akan *superplasticizer* meningkat seiring dengan pengurangan kandungan air, karena untuk

menjaga workabilitas peran air digantikan oleh *superplasticizer*. Di sini terlihat bahwa *superplasticizer* berfungsi untuk meningkatkan workabilitas beton segar, sebagaimana terlihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hasil uji slump

Kuat rencana	Variasi	Pengurangan air	Slump awal (mm)	Penambahan <i>superplasticizer</i> (%)	Slump akhir (mm)
20 MPa	N20	0 %	80	0	80
	N20SP	0 %	80	0.79	195
	N20-10SP	10 %	0	1.59	190
	N20-20SP	20 %	0	2.10	200
	N20-30SP	30 %	0	3.41	200
	N20-40SP	40 %	0	9.55	195
25 MPa	N25	0 %	80	0	80
	N25SP	0 %	80	0.85	180
	N25-10SP	10 %	0	2.13	180
	N25-20SP	20 %	0	2.35	180
	N25-30SP	30 %	0	4.47	190
	N25-40SP	40 %	0	10.15	185

Menurut Ramachandran (1979), dengan menambahkan *superplasticizer*, pengurangan air sebesar 25% sampai 30% dapat dilakukan tanpa harus mengurangi workabilitas dan kekuatan karakteristik beton. Dengan variasi pengurangan air yang bertambah, menyebabkan nilai rasio air-semen menjadi berkurang, maka untuk mencapai kekuatan tinggi dan menjaga workabilitas dilakukan penambahan *superplasticizer*. Besarnya takaran dari *superplasticizer* harus disesuaikan agar menghindari segregasi dan efek samping lainnya yang tidak diinginkan. Sesuai dengan pernyataan Tjokrodinuljo (1996), bahan tambah yang diberikan harus dengan

pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan memperburuk sifat beton. Dalam penelitian ini memakai bahan tambah *superplasticizer* (Sikament NN) dilakukan sedikit demi sedikit untuk mengontrol slump yang diinginkan. Dari segi workabilitas, berapapun dosis *superplasticizer* yang digunakan selama *bleeding* dan segregasi tidak terjadi, slump tinggi dapat dibuat, tetapi masalah yang akan timbul adalah pada proses pengerasan awal dan kuat tekan beton. Ilham dkk. (2004) menyatakan, penggunaan *superplasticizer* terlalu banyak kemungkinan yang terjadi adalah hidrasi menjadi lambat, sehingga beton tidak kering dalam 24 jam, seperti pada kasus campuran N20-40SP dan N25-40SP, workabilitas beton segar dapat tercapai dengan indikasi nilai slump lebih besar dari 180 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi. Beton terlihat bewarna gelap dan tidak dapat kering dalam 24 jam.

Kriteria keefektifan penambahan *superplasticizer* akan berkurang seiring meningkatnya workabilitas adukan (Nealen dkk. 1994). Hal ini terbukti pada variasi N20-40SP dan N25-40SP, dimana kebutuhan *superplasticizer* meningkat sangat drastis, menyebabkan hasil yang dihasilkan tidak lagi efektif.

Salah satu masalah yang berkaitan dengan penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton ialah cepat mengerasnya adukan sehingga sulit untuk dilakukan uji slump (*slump loss*). Hal ini terjadi pada variasi N20-30SP, N25-30SP, N20-40SP dan N25-40SP setelah selesai pengadukan beton segar cepat kaku, dengan keadaan tersebut sebelum adukan beton dicetak perlu diaduk kembali secara manual sehingga adukan beton dapat kembali plastis. Ramachandran (1979) mengatakan, faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah

penambahan *superplasticizer*, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan *superplasticizer*, kelembaban, temperature, cara pengadukan, dan pemakaian bahan tambah lainnya. Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi *slump loss* antara lain dengan menambahkan *superplasticizer* pada interval waktu yang berbeda atau mengkombinasi penambahan *superplasticizer* dengan *retarders*

6.2 Pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan

Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan meningkatkan kepadatannya, yaitu dengan meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk di dalam beton. Penggunaan zat *admixture* diharapkan dapat membantu memecahkan permasalahan tersebut, seperti *superplasticizer*. *Superplasticizer* secara fisik mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton. Dengan terisinya pori-pori tersebut beton menjadi padat serta kekuatan dan kkedapan beton meningkat.

Pada mix desain yang sama, beton dengan kandungan *superplasticizer* mempunyai kekuatan lebih tinggi dibandingkan beton normal (Ramachandran, 1979). Hal ini bertentangan dengan yang terjadi pada variasi N20-SP dan N25-SP, dimana workabilitas adukan meningkat namun kekuatannya menurun yaitu sebesar 5% pada $f'c = 20$ MPa dan 6% pada $f'c = 25$ MPa untuk umur 28 hari. Faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi perbedaan hasil penelitian antara lain, jenis bahan dasar yang dipakai, perawatan dan proses pembuatan beton sebagaimana dinyatakan

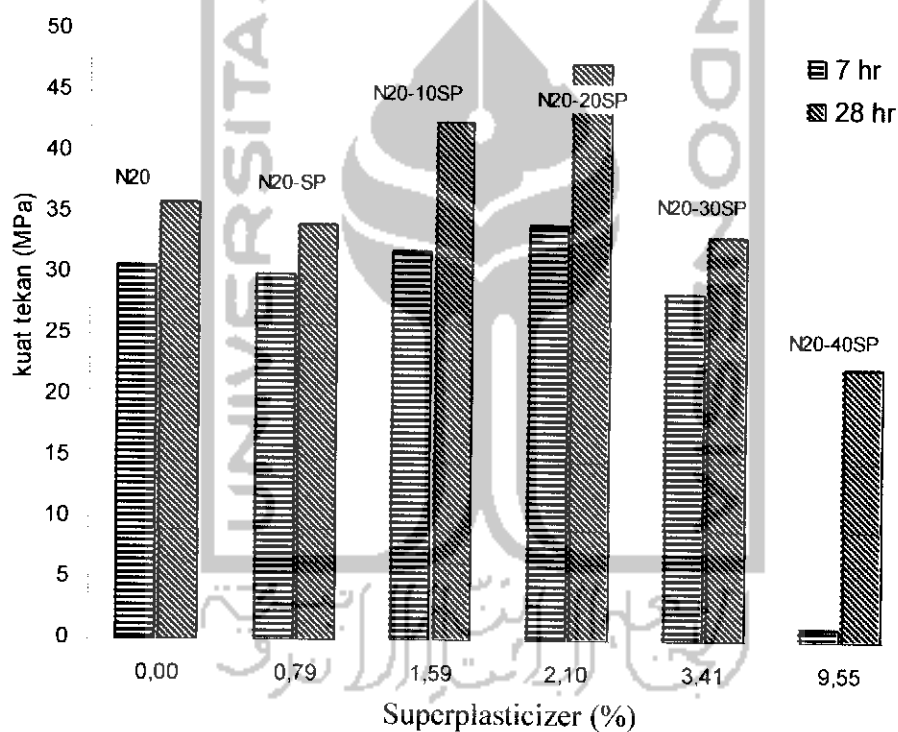
Jackson (1977), kualitas beton yang dihasilkan sangat tergantung dari kecakapan orang yang membuatnya.

Dalam *Admixture and ground slag* yang dikutip dari *Federal Highway Administration* (1990), menyebutkan dengan menambahkan *superplasticizer*, pengurangan air sebesar 12% sampai 25% dapat dilakukan tanpa harus mengurangi workabilitas dan kekuatan beton. Hal ini terbukti pada variasi N20-10SP, N25-10SP, N20-20SP dan N25-20SP, dimana nilai slump mampu mencapai 180 mm dari nilai slump awal 0 mm dan kuat tekan meningkat sebesar 19% dan 32% untuk $f'c = 20$ MPa, 38% dan 42% untuk $f'c = 25$ Mpa pada umur 28 hari.

Dosis *superplasticizer* berpengaruh pada proses hidrasi dan masa pengerasan. Dosis *superplasticizer* tinggi dapat menyebabkan proses hidrasi terhambat dan masa pengerasan lambat (Yoshimoto and Kobayoshi, 1986), maka kuat tekan rendah. Pada variasi N20-40SP dan N25-40SP, dosis *superplasticizer* yang digunakan untuk mencapai nilai slump 180 mm cukup tinggi, sehingga menyebabkan beton tidak dapat mengeras dalam 24 jam atau dapat mengeras dalam 24 jam tapi masih terlihat lembab. Berdasarkan pengalaman di laboratorium, apabila ini terjadi maka kemungkinan kuat tekan beton rendah. Menurut Ilham dkk. (2004), hal tersebut disebabkan campuran *superplasticizer* terhadap adukan melampaui titik jenuhnya. Akibatnya hidrasi semen terhambat, dan ikatan antara matriks semen dan agregat juga terhambat, maka kekuatan menjadi lemah. Ramachandran (1979) mengatakan, dalam banyak hal, penambahan *superplasticizer* melebihi dosis normal perlu dilakukan

untuk memperoleh keuntungan yang lebih, akan tetapi ini bukan berarti penambahan *superplasticizer* dalam jumlah yang berlebihan dapat ditoleransi.

Penambahan *superplasticizer* dengan dosis yang tepat, disertai dengan perawatan dan pengerjaan adukan yang baik, mampu meningkatkan workabilitas dan kekuatan beton, tetapi apabila dosis optimum terlampaui beton mengalami penurunan kuat tekan sebagaimana terlihat pada Gambar 6.1.



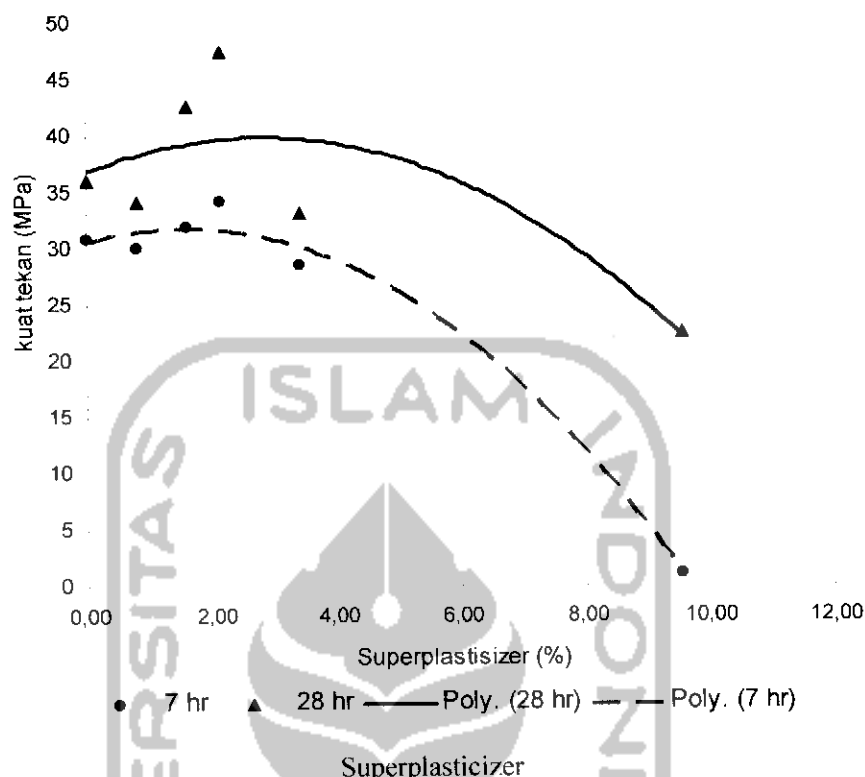
Gambar 6.1 Hubungan penambahan *superplasticizer* dengan kuat tekan pada $f_c = 20$ MPa

Dari Gambar 6.1 dapat dilihat kuat tekan rata-rata beton variasi normal (N20) sebesar 31 MPa untuk umur 7 hari dan 35 MPa untuk umur 28 hari. Untuk variasi

N20-SP pada umur 7 dan 28 hari kekuatannya berkurang sebesar 2% sampai 5% dari variasi N20. Hal ini menunjukkan *superplasticizer* hanya menambah workabilitas tanpa meningkatkan kekuatan beton. Dengan dilakukan pengurangan air, kuat tekan dapat meningkat, seperti pada variasi N20-10SP dan N20-20SP. Pada variasi N20-10SP, kekuatan meningkat sebesar 3.66% dan 19% untuk umur 7 dan 28 hari. Variasi N20-20SP merupakan variasi yang memberikan kekuatan optimum, kuat tekan pada variasi ini meningkat 11% pada umur 7 hari dan 32% pada umur 28 hari. Penambahan *superplasticizer* melebihi dosis optimum dapat menyebabkan kuat tekan turun. Hal ini terjadi pada variasi N20-30SP dan N20-40SP. Pada variasi N20-30SP kuat tekan turun sebesar 7.38% untuk umur 7 hari dan 7.88% untuk umur 28 hari. Pada campuran beton variasi N40-SP, kekuatan umur 7 hari dan 28 hanya memberikan nilai 3.59% dan 62% dari variasi N20, akan tetapi dari Gambar 6.1 diperkirakan, dengan umur beton yang lebih lama kuat tekan beton pada variasi N20-40SP masih dapat bertambah, karena peningkatan dari umur 7 hari ke 28 hari cukup tinggi.

Penambahan *superplasticizer* yang optimum akan memberikan pertambahan nilai kuat tekan sampai batas maksimum. Untuk memudahkan dalam menetapkan batas optimum penambahan *superplasticizer* dapat dibuat persamaan regresi polynomial, seperti pada Gambar 6.2.





Gambar 6.2 Regresi polynomial untuk hubungan *superplasticizer* dengan kuat tekan, $f'_c = 20$ MPa.

Berdasarkan Gambar 6.2, hasil regresi polynomial untuk umur beton 7 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,4764.X^2 + 1,4551.X + 30,614 \quad \dots\dots\dots 6.1$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah dosis *superplasticizer* (variabel bebas). Kebutuhan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,4764.X^2 + 1,4551.X + 30,614$$

$$= -0,9528.X + 1,4551$$

$$X = 1,53$$

Penambahan *superplasticizer* optimum terjadi pada 1.53% memberikan kuat tekan sebesar 32.11 MPa. Sedangkan hasil regresi polynomial untuk umur beton 28 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,3852.X^2 + 2,1262.X + 36,865 \quad \dots\dots\dots 6.2$$

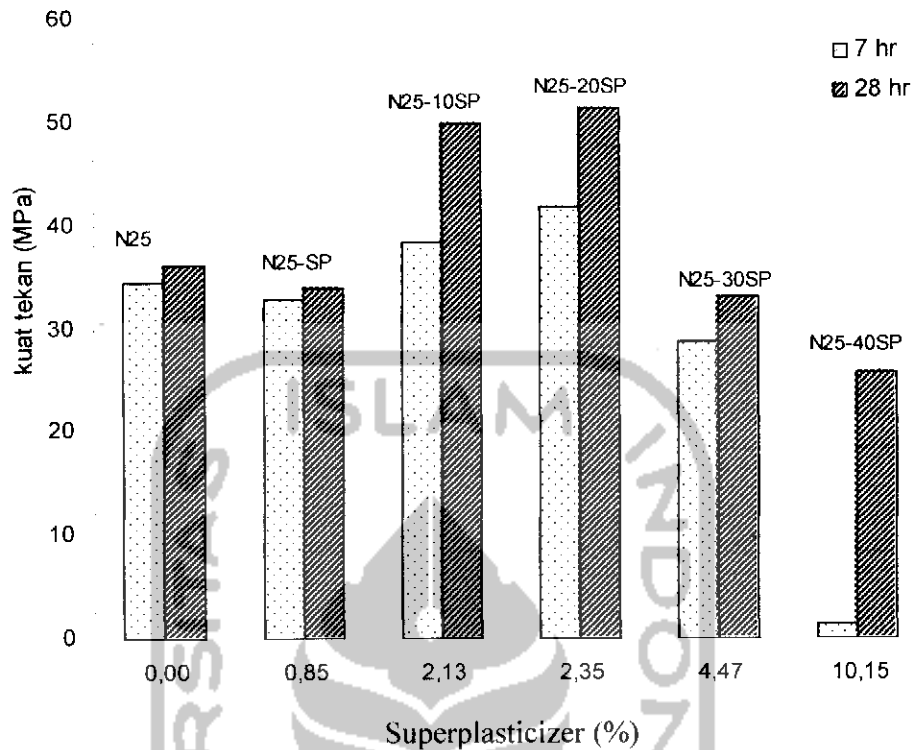
Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah dosis *superplasticiser* (variabel bebas). Kebutuhan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,3852.X^2 + 2,1262.X + 36,865$$

$$= -0.7704.X + 2.1262$$

$$X = 2.76$$

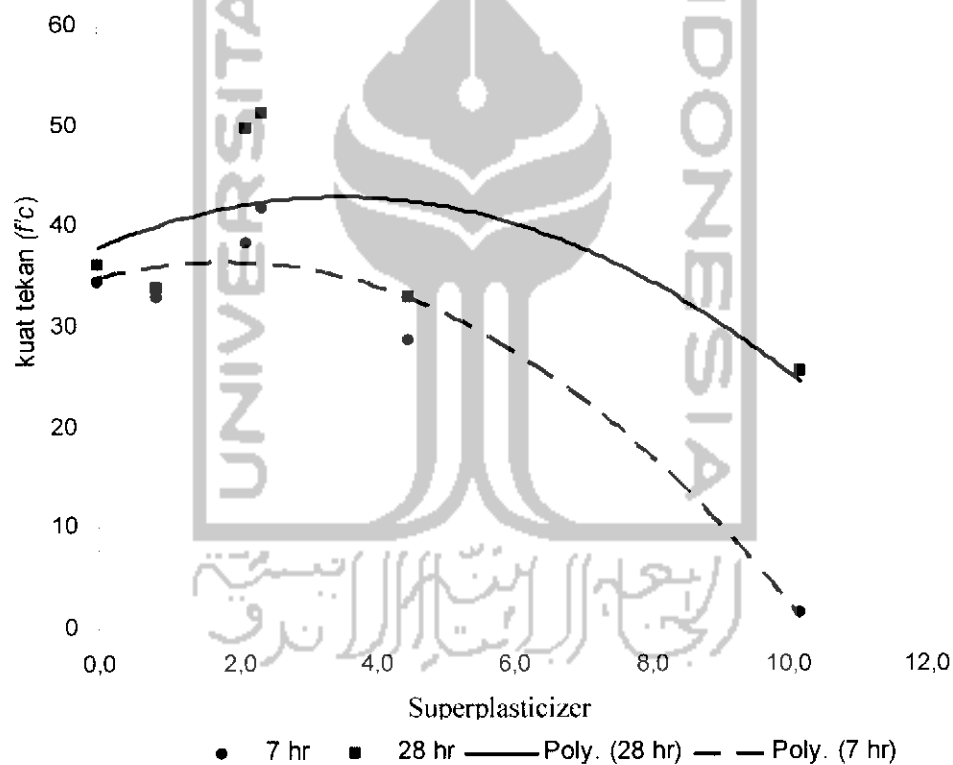
Penambahan *superplasticizer* optimum terjadi pada 2.76% memberikan kuat tekan sebesar 39.8 MPa.



Gambar 6.3 Hubungan penambahan *superplasticizer* dengan kuat tekan pada $f'_c = 25$ MPa

Dari Gambar 6.3 dapat dilihat kuat tekan rata-rata beton normal (N25) sebesar 34.46 MPa untuk umur 7 hari dan 36.15 MPa untuk umur 28 hari. Untuk variasi N25-SP pada umur 7 dan 28 hari kekuatannya berkurang sebesar 4.49% dan 6.19% dari N25. Dengan dilakukan pengurangan air, kuat tekan dapat meningkat, seperti pada variasi N25-10SP dan N25-20SP. Pada variasi N25-10SP, kekuatan meningkat sebesar 11% dan 37.56% untuk umur 7 dan 28 hari. Variasi N25-20SP merupakan variasi yang memberikan kekuatan optimum, pada variasi ini kuat tekan meningkat sebesar 21% pada umur 7 hari dan 42% pada umur 28 hari. Penambahan *superplasticizer* melebihi dosis optimum dapat menyebabkan kuat tekan turun. Hal ini terjadi pada variasi N25-30SP dan N25-40SP. Pada variasi N25-30SP kuat tekan

turun sebesar 16.78% untuk umur 7 hari dan 8.89% untuk umur 28 hari. Pada campuran beton variasi N25-40SP, kekuatan umur 7 hari dan 28 hari hanya memberikan nilai 4.4% dan 71% dari variasi N25. akan tetapi dari Gambar 6.2 diperkirakan, dengan umur beton yang lebih lama kuat tekan beton pada variasi N20-40SP masih dapat bertambah. Persamaan regresi polynomial untuk penambahan *superplasticizer* dan peningkatan kuat tekan, $f'_c = 25$ MPa dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4 Regresi polynomial untuk hubungan *superplasticiser* dengan kuat tekan, $f'_c = 25$ MPa.

Berdasarkan Gambar 6.4, hasil regresi polynomial untuk umur beton 7 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,5076.X^2 + 1,8233.X + 34,857 \quad \dots\dots\dots 6.3$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah dosis *superplasticizer* (variabel bebas). Kebutuhan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,5076.X^2 + 1,8233.X + 34,857$$

$$= -1.0152.X + 1.8233$$

$$X = 1.8$$

Penambahan *superplasticizer* optimum terjadi pada 1.8% memberikan kuat tekan sebesar 36.5 MPa. Sedangkan hasil regresi polynomial untuk umur beton 28 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,4118.X^2 + 2,8619.X + 37,938 \quad \dots\dots\dots 6.4$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah dosis *superplasticiser* (variabel bebas). Kebutuhan *superplasticizer* optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,4118.X^2 + 2,8619.X + 37,938$$

$$= -0.8236.X + 2.8619$$

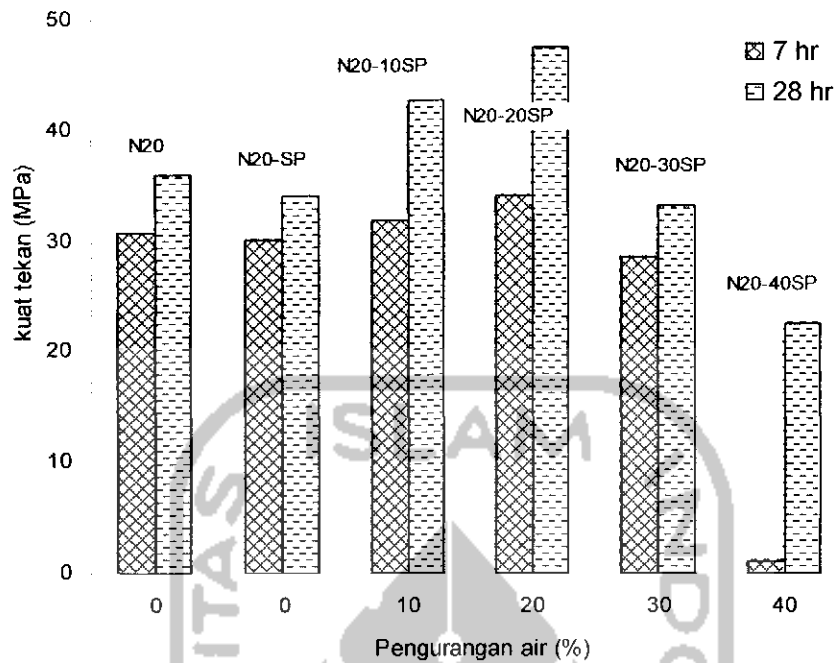
$$X = 3.47$$

Penambahan *superplasticizer* optimum terjadi pada 3.47% memberikan kuat tekan sebesar 42.9 MPa.

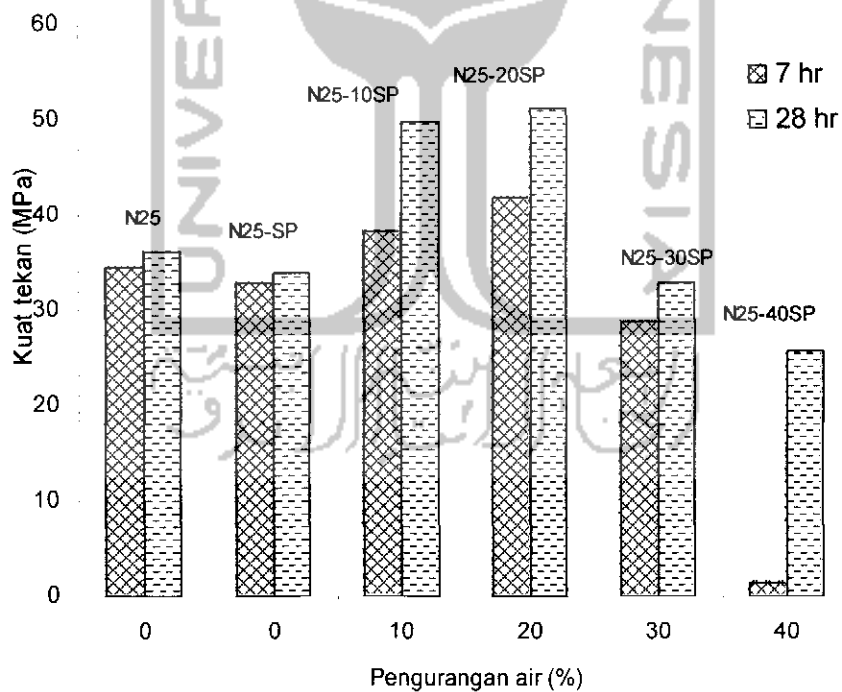
6.3 Pengaruh dan hubungan pengurangan air dengan kuat tekan

Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh proses hidrasinya. Air mempunyai peranan penting dalam proses hidrasi tersebut, terutama sekali jumlahnya. Reaksi hidrasi membutuhkan air dalam jumlah tertentu, sisa air yang tidak habis dipakai dalam proses hidrasi, akan tetap tinggal dalam lubang yang sangat kecil (*microstructure pore*), dan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton.

Menurut Malhotra (1989), kandungan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton, sedangkan apabila kandungan air terlalu sedikit adukan beton akan sulit untuk dikerjakan. Pada variasi N20, N25, N20-SP, N25-SP, N20-10SP, N25-10SP, N20-20SP dan N25-20SP kandungan air pada adukan masih cukup serta menghasilkan campuran *superplasticizer* yang rendah (0.79% sampai 2.13%), sehingga workabilitasnya baik dan kuat tekan yang dihasilkan meningkat sedangkan pada variasi N20-30SP, N25-30SP, N20-40SP dan N25-40SP, jumlah kandungan air pada adukan sangat kurang hal ini menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan, meskipun dengan penambahan *superplasticizer* mampu meningkatkan workabilitas tetapi penambahan *superplasticizer* tinggi, kuat tekan yang dihasilkan tidak lagi optimal, bahkan cenderung menurun pada umur 7 hari dan 28 hari. Hubungan pengurangan air dan kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 6.5 dan 6.6.

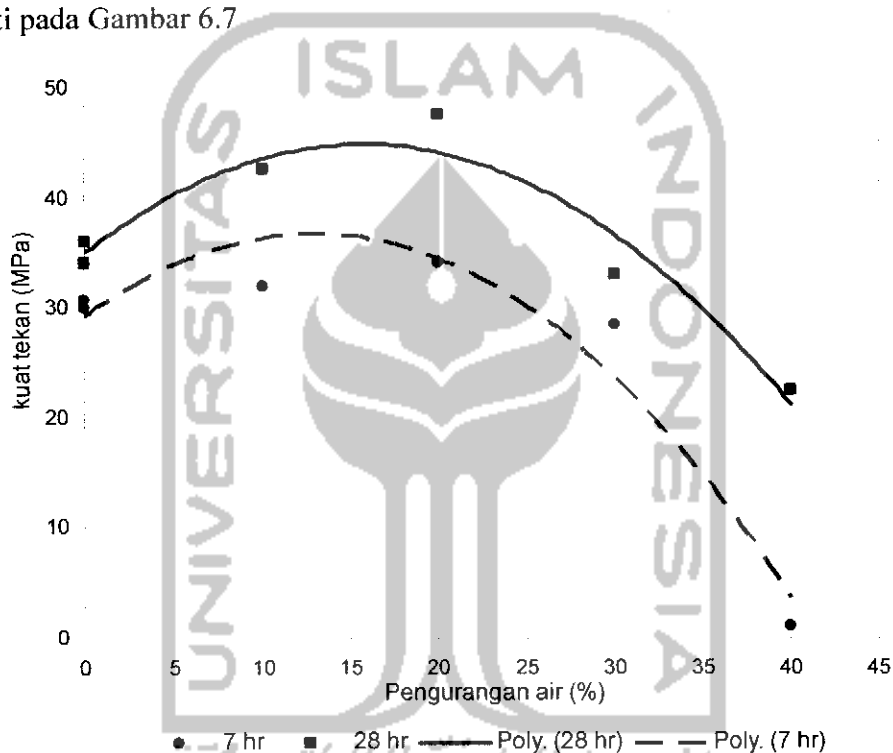


Gambar 6.5 Hubungan pengurangan air dengan kuat tekan pada $f'_c = 20$ MPa



Gambar 6.6 Hubungan pengurangan air dengan kuat tekan pada $f'_c = 25$ MPa

Pengurangan air yang optimum akan memberikan peningkatan kuat tekan beton sampai batas maksimum. Namun pengurangan air yang berlebihan menyebabkan beton menjadi keropos, sehingga akan mengurangi kekuatan beton. Oleh karena itu guna mengetahui pengurangan air yang optimum dapat dipakai regresi polynomial seperti pada Gambar 6.7



Gambar 6.7 Regresi polynomial untuk pengurangan air dan kuat tekan, $f'_c = 20$ MPa.

Berdasarkan Gambar 6.7, persamaan regresi polynomial untuk umur beton 7 hari adalah :

$$Y = -0,0452.X^2 + 1,1658.X + 29,255 \quad \dots\dots\dots 6.5$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah pengurangan air (variabel bebas). Pengurangan air optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,0452.X^2 + 1,1658.X + 29,255$$

$$= -0.0904X + 1.1658$$

$$X = 12.9$$

Pengurangan air optimum terjadi pada 12.9% memberikan kuat tekan sebesar 36.77 MPa. Sedangkan hasil regresi polynomial untuk umur beton 28 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,0399.X^2 + 1,2508.X + 35,081 \dots\dots\dots 6. 6$$

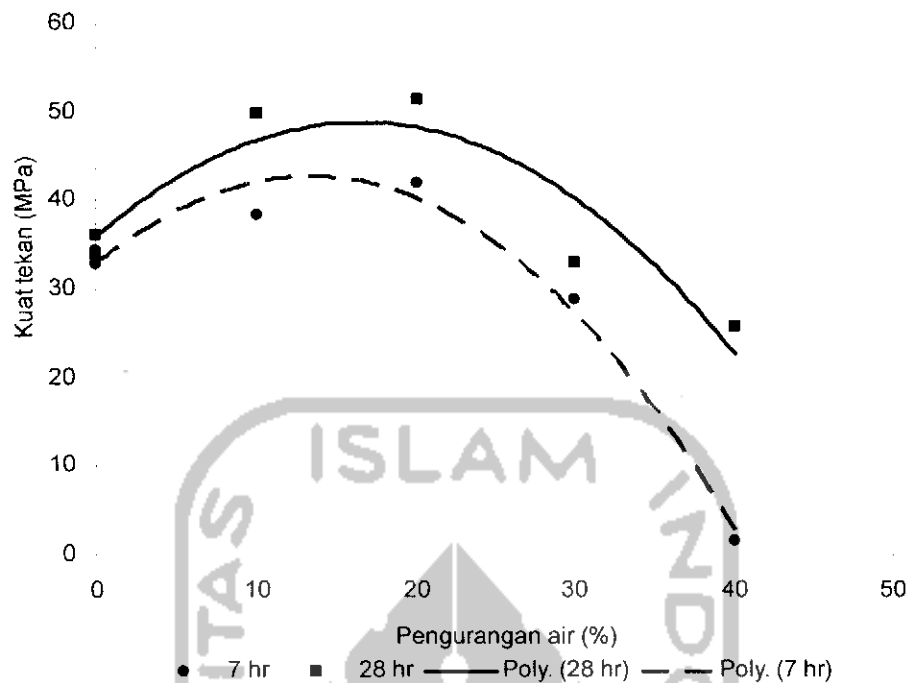
Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah pengurangan air (variabel bebas). Pengurangan air optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,0399.X^2 + 1,2508.X + 35,081$$

$$= -0,0798.X + 1.2508$$

$$X = 15.67$$

Pengurangan air optimum terjadi pada 15.67% memberikan kuat tekan sebesar 44.88 MPa.



Gambar 6.8 Regresi polynomial untuk pengurangan air dan kuat tekan, $f'_c = 25$ MPa.

Berdasarkan Gambar 6.8, persamaan regresi polynomial untuk umur beton 7 hari adalah :

$$Y = -0,0561.X^2 + 1,4865.X + 32,849 \quad \dots\dots\dots 6.7$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah pengurangan air (variabel bebas). Pengurangan air optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,0561.X^2 + 1,4865.X + 32,849$$

$$= -0,1122.X + 1,4865$$

$$X = 13.25$$

Pengurangan air optimum terjadi pada 13.25% memberikan kuat tekan sebesar 42.70 MPa. Sedangkan hasil regresi polynomial untuk umur beton 28 hari dapat dibuat persamaan:

$$Y = -0,05.X^2 + 1,54.X + 36,03 \quad \dots\dots\dots 6.8$$

Dengan Y adalah kuat tekan (variabel tergantung) dan X adalah pengurangan air (variabel bebas). Pengurangan air optimum dapat diketahui dengan:

$$\frac{dy}{dx} = -0,05.X^2 + 1,54.X + 36,03$$

$$= -0,1.X + 1,54$$

$$X = 16,43$$

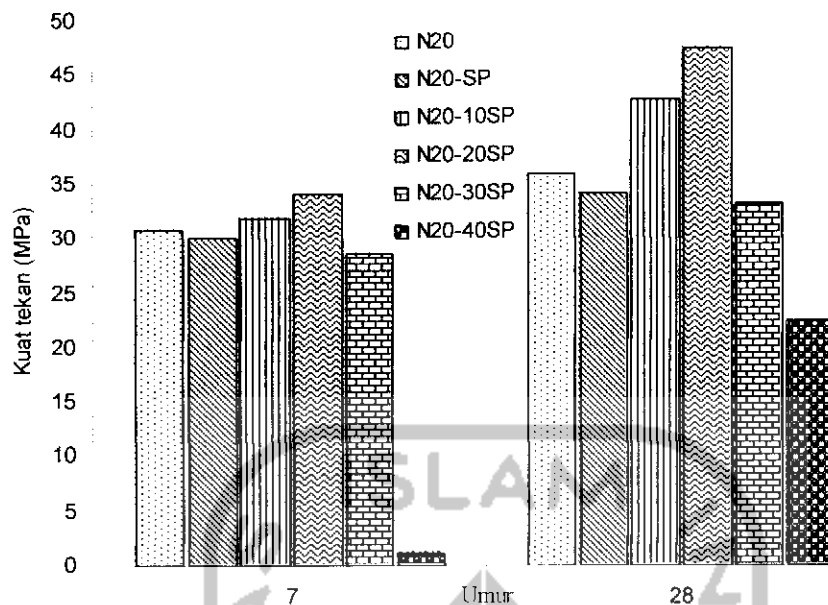
Pengurangan air optimum terjadi pada 16.43% memberikan kuat tekan sebesar 48.72 MPa.

6.4 Pengaruh dan Hubungan umur dengan kuat tekan

Struktur beton boleh jadi dipengaruhi oleh umur karena umur dapat menyebabkan perubahan terhadap kekuatan dan kekakuan melebihi dari kondisi yang diasumsikan pada waktu mendesain (Ellingwood, 1993). Perubahan ini berdampak pada keamanan dan kemampuan beton, dan harus menjadi salah satu bahan pertimbangan untuk evaluasi kinerja beton. Hunaiti (1994) mengatakan, beton pada umur 1 tahun mampu mencapai kekuatan 30% lebih tinggi dibandingkan dengan beton pada umur 3 minggu. Seperti pada kasus beton N20 dan N25, dengan bertambahnya waktu, kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 17% dan 5% pada umur 28 hari. Hal ini terjadi karena reaksi hidrasi berjalan lambat seiring dengan terbentuknya *tricalcium silicate hydrate* untuk membentuk ikatan yang nantinya akan menentukan besarnya kekuatan beton, proses ini berlangsung dalam jangka waktu bertahun-tahun.

Disamping bertambahnya umur, hal yang mempengaruhi kekuatan beton ialah perawatan. Beton yang telah dibuat dan menjadi sebuah struktur yang solid harus dirawat selama usia strukturnya. Tri mulyono (2004) mengatakan, tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut. Pada penelitian ini, perawatan dilakukan sampai umur 7 dan 28 hari, dengan cara merendam beton yang telah berusia 1 hari. Kekuatan benda uji cenderung meningkat dengan bertambahnya umur perendaman. Menurut Ilham dkk. (2004), permasalahan yang timbul jika beton tidak mengeras dalam satu hari. Ini berarti proses hidrasi semen lambat dan menyebabkan masa pengerasan tertunda, serta kekuatan beton pada umur muda rendah. Hal tersebut terjadi pada variasi N20-40SP dan N25-40SP, adukan mengalami jenuh *superplasticizer* sehingga pada umur 7 hari beton hanya berkekuatan kurang lebih 4% dari beton Normal, dan mengalami peningkatan kurang lebih menjadi sebesar 94% dari beton Normal pada umur 28 hari. Variasi N20-40SP dan N25-40SP ini, walaupun nilai kekuatannya rendah pada usia 28 hari, tetapi cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton.

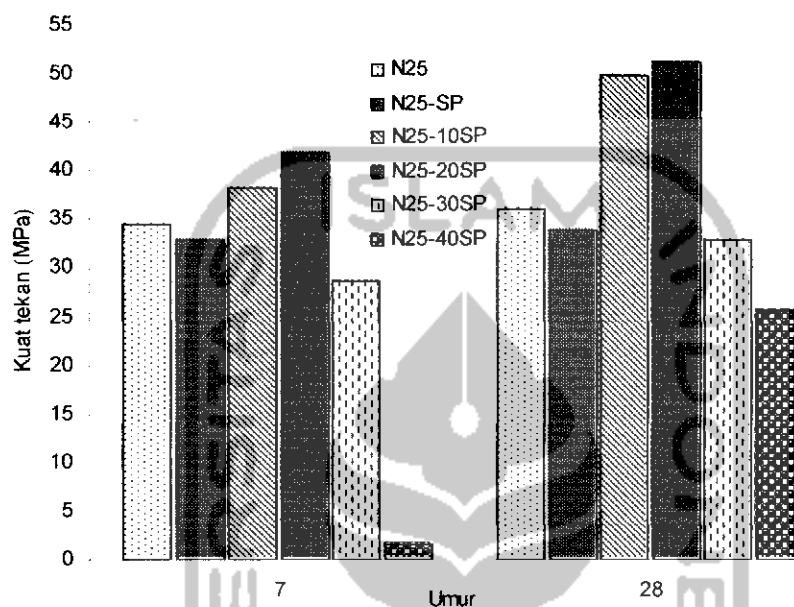
Secara umum, bertambahnya umur disertai perawatan yang baik menyebabkan beton lebih mengeras, menambah besarnya kekuatan, dan beton semakin kedap terhadap bahan air. Peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya umur beton dapat dilihat pada Gambar 6.9 dan 6.10.



Gambar 6.9 Hubungan umur Beton dengan kuat tekan pada $f'_c = 20$ MPa.

Dari Gambar 6.9 memperlihatkan semua variasi mengalami peningkatan kekuatan seiring dengan bertambahnya umur. Variasi N20, N20-SP, N20-10SP, N20-20SP dan N20-30SP sudah memberikan nilai kuat tekan lebih dari kuat rencana. Pada variasi N20-40SP, kekuatan umur 7 hari rata-rata sebesar 1.1 MPa atau hanya 3.9% dari beton Normal. Hal ini disebabkan beton mengalami jenuh *superplasticizer*, sehingga kondisi beton masih lembab, pada umur 28 hari mengalami peningkatan yang signifikan yaitu rata-rata menjadi sebesar 22.4 Mpa atau 12.02% lebih besar dari kuat rencana. Walaupun variasi N20-40SP tidak optimum, kekuatan yang terjadi sudah lebih dari rencana. Artinya variasi tersebut dapat digunakan, dengan penggunaan *superplasticizer* yang kurang efisien (boros). Berdasarkan Gambar 6.5, dapat disimpulkan semua variasi mengalami tren yang meningkat seiring dengan bertambahnya umur perawatan. Peningkatan optimal terjadi pada variasi N20-40SP, sedangkan kuat tekan optimal terjadi pada variasi N20-20SP. Hal ini menunjukkan

sikament NN hanya sesuai untuk pengurangan air sampai dengan 20% dari kandungan air pada komposisi campuran beton kuat tekan 20 dan 25 MPa.



Gambar 6.10 Hubungan umur perawatan dengan kuat tekan pada $f'_c = 25$ MPa

Dari Gambar 6.10 terlihat semua variasi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Pada variasi N25, N25-SP, N25-10SP, N25-10SP dan N25-30SP meningkat sebesar 4.9%, 3.1%, 29.9%, 22.7% dan 14.8% dari umur 7 hari, sedangkan peningkatan yang paling besar terjadi pada variasi N25-40SP yaitu meningkat dari 1.51 MPa pada umur 7 hari menjadi 25.64 MPa pada umur 28 harinya. Berdasarkan Gambar 6.6, dapat disimpulkan semua variasi mengalami tren yang meningkat dengan bertambahnya umur beton. Peningkatan optimal terjadi pada variasi N25-40SP, sedangkan kuat tekan optimal terjadi pada variasi N25-20SP.

6.5 Korelasi Kuat Geser dan Kuat Desak

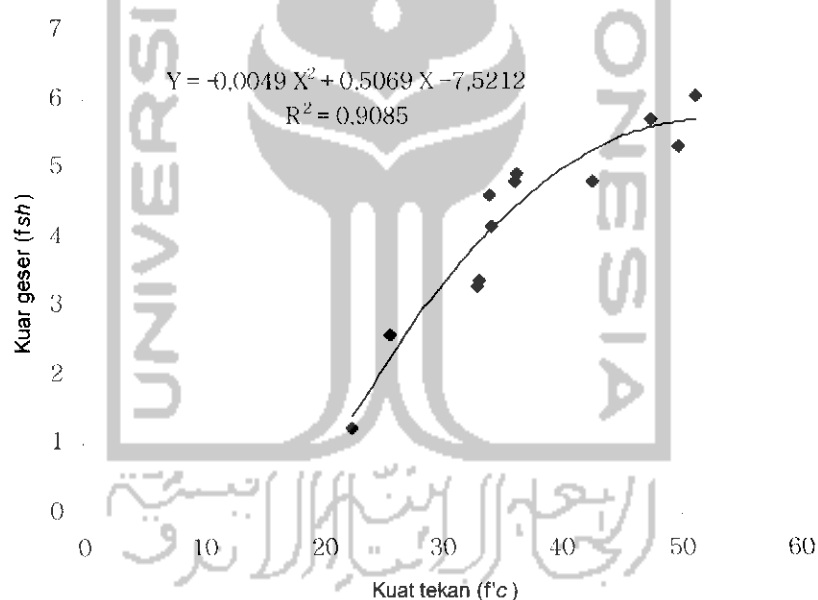
Tujuan dari uji geser pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat geser langsung beton yang sampai saat ini belum ada pedoman pengujian yang baku. Metode pengujian geser langsung ini dikembangkan oleh Ilham (2004) pada beton kinerja tinggi, dalam penelitian ini dicoba pada beton normal. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa besarnya kuat geser berbanding lurus dengan kuat tekan. Pada variasi campuran N20 dan N25 didapat kuat geser rata - rata sebesar 13.51% dari kuat tekan. Kuat geser turun dari sebesar 13.75% dan 6.28% pada variasi N20-SP dan N25-SP, seperti halnya pada kuat tekan penambahan *superplasticizer* pada variasi ini hanya berfungsi meningkatkan workabilitas. Setelah *superplasticizer* ditambahkan kembali yaitu pada variasi N20-10SP, N25-10SP, N20-20SP dan N25-20SP, kekuatan geser meningkat sebesar 8.04%, 18.49% dan 22.61% terhadap variasi normalnya (N20 dan N25), dengan nilai kuat geser optimum terdapat pada variasi N20-20SP yaitu sebesar 5.71 MPa dan 6.04 MPa untuk N25-20SP. Seperti pada kuat tekan, penambahan *superplasticizer* yang berlebih membuat kekuatan geser menurun. Hal ini terjadi pada variasi N20-30SP, N25-30SP, N25-40SP, dan N25-40SP dimana kuat geser turun kurang lebih sebesar 30% sampai 74.35% terhadap variasi normanya. Untuk mengetahui korelasi hasil uji geser dan kuat tekan pada umur 28 hari dapat di lihat pada Tabel 6.2.

Berdasarkan pengujian, sesuai dengan Tabel 6.2, rata – rata prosentase besarnya kuat geser terhadap kuat tekan sebesar 8% sampai 13.5%, hal ini sesuai dengan yang

diperoleh Ilham (2004), prosentase kuat geser terhadap kuat tekan untuk beton kinerja tinggi sebesar 8% sampai 13%.

Tabel 6.2 Korelasi kuat geser dan kuat tekan

No	Variasi	f'_c umur 28 hari		f_{sh} umur 28 hari		Prosentase (%)	
		20 MPa	25 MPa	20 MPa	25 MPa	20 MPa	25 MPa
1	N	35.96	36.15	4.81	4.93	13.39	13.63
2	NSP	34.13	33.91	4.15	4.62	12.17	13.62
3	N10SP	42.63	49.73	4.79	5.32	11.24	10.71
4	N20SP	47.49	51.25	5.71	6.04	12.01	11.79
5	N30SP	33.12	32.94	3.37	3.29	10.17	10.00
6	N40SP	22.40	25.64	1.24	2.58	5.51	10.06



Gambar 6.11 Hubungan antara kuat tekan dan kuat geser umur 28 hari

Berdasarkan regresi polinomial dapat diperoleh persamaan hubungan antara kuat geser dan kuat tekan sebagaimana persamaan:

$$Y = -0.0049 X^2 + 0.5069 X - 7.5212 \quad \dots\dots\dots 6.9$$

Dengan :

Y = kuat geser (MPa)

X = kuat tekan (MPa)

Dengan nilai koefisien korelasi, $R^2 = 0.9085$. Korelasi ini untuk mengetahui derajat hubungan antara kuat desak dan kuat geser. Untuk fenomena ini diambil variabel bebas f'_c = kuat desak dan variabel tak bebas f_{sh} = kuat geser. Dari Gambar 6.11 memperlihatkan hubungan yaitu kuat geser meningkat secara tidak linier terhadap kuat tekan. Peningkatannya tidak sebanding dengan peningkatan kuat tekannya.

6.6 Prediksi Kuat Tekan dan Kuat Geser Beton

Penentuan kekuatan beton dengan data valid membutuhkan umur beton yang lama. Hal ini akan berpengaruh terhadap pekerjaan selain beton. Untuk membantu menentukan berapa besar kuat tekan pada umur tertentu dapat melalui prediksi kuat tekan umur beton yang lebih rendah.

6.6.1 Prediksi Kuat Tekan Beton

Setelah umur 7 hari kekuatan beton masih terus meningkat. Peningkatan ini terjadi cukup tajam sampai beton mencapai umur 28 hari. Dengan prediksi, kekuatan beton pada umur 28 hari dapat diperkirakan dari umur 7 hari menggunakan persamaan 3.2 dan 3.3. Hasil data kuat tekan perkiraan umur 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4.

Tabel 6.3 Prosentase nilai aktual dan prediksi pada kuat tekan 20 MPa

Variasi	Kuat tekan (MPa)			Prosentase prediksi dan aktual	
	Prediksi umur 28 hari		Aktual umur 28 hari		
	Pers 3.2	Pers 3.3		Pers 3.2	Pers 3.3
N20	37.46	47.36	35.96	4.19	31.71
N20-SP	36.54	46.19	34.13	7.09	35.37
N20-10SP	38.84	49.10	42.63	8.90	15.17
N20-20SP	41.51	52.47	47.49	12.59	10.49
N20-30SP	34.70	43.86	33.02	5.09	32.84
N20-40SP	1.35	1.70	22.55	94.03	92.45

Tabel 6.4 Prosentase nilai aktual dan prediksi pada kuat tekan 25 MPa

Variasi	Kuat tekan (MPa)			Prosentase prediksi dan aktual	
	Prediksi umur 28 hari		Aktual umur 28 hari		
	Pers 3.2	Pers 3.3			
N25	41.94	53.01	36.15	16.01	46.65
N25-SP	40.02	50.58	33.91	17.99	49.15
N25-10SP	46.57	58.87	49.73	6.35	18.38
N25-20SP	50.82	64.24	51.25	0.85	25.34
N25-30SP	34.99	44.23	32.94	6.23	34.28
N25-40SP	1.84	2.33	25.64	92.81	90.91

Dari Tabel 6.3 dan 6.4, kedua rumus menampilkan nilai yang bervariasi.

Untuk beton dengan $f'_c = 20$ MPa dan $f'_c = 25$ MPa, pemakaian persamaan 3.2 memberikan nilai prediksi lebih tinggi yaitu 4% sampai 16% pada beton Normal, 8% dan 18% pada variasi N20SP dan N25SP, 5.09% dan 6.23% pada variasi N20-30SP dan N25-30SP, sedangkan nilai aktual lebih tinggi terjadi pada variasi N20-10SP,

N25-10SP, N20-20SP, N25-20SP N20-40SP dan N25-40SP yaitu sebesar yaitu 8.09%, 6.35%, 12.59%, 0.89%, 94%, dan 92.81% dari nilai prediksi.

Pada pemakaian persamaan 3.3 menghasilkan nilai prediksi lebih tinggi yaitu 31.71% dan 46.65% pada beton Normal, 35.37% dan 49.15% pada variasi N20SP dan N25SP, 15.17% dan 18.38% pada variasi N20-10SP dan N25-10SP, 10.49% dan 25.34% pada variasi N20-20SP dan N25-20SP, 32.84% dan 34.28% pada variasi N20-30SP dan N25-30SP. Pada variasi N20-40SP dan N25-40SP nilai prediksi lebih rendah dari nilai aktual yaitu sebesar 92.45% dan 90.91%. Pada variasi N20-40SP dan N25-40SP, nilai prediksi mengalami penurunan yang tajam dibandingkan dengan hasil aktual. Hal ini disebabkan pengaruh pengurangan air yang terlalu besar dan penambahan *superplasticizer* yang melampaui titik jenuh sehingga hidrasi semen terhambat dan menyebabkan kekuatan beton pada umur muda rendah.

Dari kedua persamaan prediksi kuat tekan, persamaan 3.2 memberikan nilai prosentase lebih mendekati hasil aktual yaitu sebesar 2.79%, sedangkan persamaan 3.3 memberikan nilai 29.94% lebih besar dari hasil aktual.

6.6.2 Prediksi Kuat Geser Beton

Untuk mengetahui kuat geser dapat dilakukan melalui prediksi dengan nilai kuat tekan umur 28 hari, menggunakan persamaan 3.5 dan 3.6

Tabel 6.5 Prediksi kuat geser 20 MPa

Variasi	Kuat geser (MPa)			Prosentase prediksi dan aktual	
	Prediksi umur 28 hari		Umur 28 hari	Pers 3.5	Pers 3.6
	Pers 3.5	Pers 3.6			
N20	4.49	4.73	4.81	6.71	1.74
N20-SP	4.31	4.57	4.15	3.79	10.06
N20-10SP	5.12	5.29	4.79	6.76	10.39
N20-20SP	5.55	5.68	5.71	2.77	0.39
N20-30SP	4.19	4.47	3.37	24.35	32.54
N20-40SP	3.06	3.47	1.24	147.69	181.26

Tabel 6.6 Prediksi kuat geser 25 MPa

Variasi	Kuat geser (MPa)			Prosentase prediksi dan aktual	
	Prediksi umur 28 hari		Umur 28 hari	Pers 3.5	Pers 3.6
	Pers 3.5	Pers 3.6			
N25	4.51	4.75	3.93	3.68	8.51
N25-SP	4.28	4.55	4.62	1.52	7.24
N25-10SP	5.74	5.86	5.32	10.07	7.81
N25-20SP	5.86	5.98	6.04	1.03	3.01
N25-30SP	4.18	4.46	3.29	35.40	26.90
N25-40SP	3.40	3.78	2.58	46.52	31.79

Dari Tabel 6.5 dan Tabel 6.6, dapat dilihat bahwa kedua prediksi pada variasi N20, N25, N20-SP, N25-SP, N20-10SP, N25-10SP, N20-20SP dan N25-20SP menampilkan nilai yang hampir sama terhadap nilai aktualnya dengan selisih prosentase mencapai 10.39%. Pada variasi N20-30SP, N25-30SP, N20-40SP dan N25-40SP, nilai prediksi yang dihasilkan lebih tinggi dari nilai aktualnya yaitu sebesar 24.35% sampai 181.25% untuk persamaan 3.5 dan 3.6.

BAB VII

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil penelitian dan pembahasan, berikut kesimpulan dari penelitian ini. Dengan masih adanya kekurangan maupun kesalahan, saran dan kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Adukan beton normal dapat meningkat workabilitasnya dengan ditandai tercapainya nilai slump lebih besar atau sama dengan 180 mm, tanpa terjadi *bleeding* dan segegrasi. Hal ini dengan adanya penambahan *superplasticizer* sebanyak 1% sampai 2.35% dari berat semen untuk pengurangan air 10% dan 20%..
2. Penambahan *superplasticizer* tanpa disertai pengurangan air, hanya akan menambah workabilitas, hal ini terjadi pada variasi N20SP dan N25SP. Namun untuk variasi dengan pengurangan air disamping workabilitas meningkat juga disertai peningkatan kekuatan. Variasi optimum terjadi pada N20-20SP dan N25-20SP dengan dosis *superplasticizer* 2.1% sampai 2.35% dari berat semen.

3. Kombinasi pengurangan air 30% dan 40% dengan penambahan superplasticizer 3.41% sampai 10.15%, beton tidak kering dalam 24 jam, sehingga jika diuji pada umur pendek menghasilkan kekuatan yang rendah, disamping terjadi perubahan warna menjad agak gelap.
4. Kuat geser akan meningkat seiring dengan meningkatnya kuat tekan, dengan nilai prosentase 8% sampai 13.5% dari kuat tekan.
5. Untuk mendapatkan prediksi kuat tekan umur 28 hari dengan menggunakan data umur 7 hari dapat dipakai persamaan 1.

7.2 Saran

Berkaitan dengan hasil penelitian yang ada dan keterbatasan, baik dari segi waktu, biaya dan juga material dalam pelaksanaan penelitian ini, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut.

1. Pada saat pembuatan benda uji diperlukan ketelitian dan kerapian pengerjaan, demi sempurnanya benda uji tersebut.
2. Pada saat pengujian sangat diperlukan ketelitian dan kecermatan pengamatan dalam pembacaan dial pembebanan sehingga didapat data yang valid.
3. Jumlah benda uji untuk penelitian beton berikutnya hendaknya lebih banyak, untuk mengantisipasi data yang rusak nantinya serta mendapatkan data yang akurat.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan kombinasi bahan tambah mineral untuk menghasilkan beton yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Admixture and ground slag for concrete.1990. Transportation research circular no. 365 (December). Washington: Transportation Research Board, National Research Council Federal Highway Administration. www.fhwa.dot.gov/infrastructure/materialsgrp/ggbfs.htm
- Aitcin, P.C. 1994. *The use of superplasticizer in high-performance concrete*. Dlm. Yves Maller (pnyt.). High-Performance Concrete: From Material to Structure, hlm. 14-33. London: E & F.N. Spoon
- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, 1989, "*Pedoman Beton 1989 (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia)*", Departemen Pekerjaan Umum RI, 1989.
- Dpartemen Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971* NI 2, Bandung
- Ellingwood, B.R., and Mori, Y. 1993. "*Reability-Based Service-Life Assesment of Aging Concrete Structures*". Journal of structural Engineering, Vol. 119, No.5, May 1993, pp. 1600-1621. www.Tfhr.Gov/Structure/Concrete.
- Fitria, H dan Asna, L., 2003 "*Tinjauan Pemakaian Superplasticizer pada Beton Mutu Tinggi terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum*" Penelitian Tugas Akhir FTSP, UII, 2003
- Gagne, R., Boisvert, A. and Pigeon , M., 1996, *Effect of superplasticizer dosage on mechanical properties, permeability, and freeze-thaw durability of high-strength concrete with and without silica fume*. ACI Materials Journal, March-April. Vol. 93(2).Pp.111-1120
- Hunaiti, M.Y. 1994. "*Aging Effect on Bond Strength in Composite Sections*". Journal of structural Engineering, Vol.6, No.4, November 1993, pp.469-473. www.Tfhr.Gov/Structure/Concrete.

- Ilham, A., 2004 *Kaedah rekabentuk campuran dan sifat-sifat konkrit prestasi tinggi berkekuatan mampatan antara 50 hingga 100 MPa*. Ph.D. Thesis 2004, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ilham, A., Zain, M.F.M., Yusuf, M.K., dan Mahmud, H.B. "Pengaruh Superplasticizer Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton Kinerja Tinggi dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi. Jurnal Teknisia Vol. VII No. 1 April 2003
- Ilham, A., 2005, bahan kuliah "Teknologi Bahan Konstruksi" tanggal 15 Februari 2005 di Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (UII)
- Irawan, S, 2002, "Studi Pengaruh Superplasticizer Terhadap Sifat Kedap Air Beton Dengan Kuat Rencana $f_c' = 20$ MPa. Abstraksi Penelitian Tugas Akhir FTSP, Universitas Parahyangan, Bandung, 2002
- Jackson, N.1977. *Civil Engineering Material*. Great Britain: Unwin Brothers Ltd., 1977
- Kusuma, Gideon dan Andriono, Takim, 1994, "Pedoman Pengerjaan Beton (berdasarkan SK SNI T-15-1991-03)", Edisi 2 Erlangga Jakarta.
- Kencanawati, N. N., Setyandito, O. "Pengaruh Silica Fume Sebagai Pengganti Semen Pada Kuat Tekan Beton Dengan Factor Air Semen 0.5". Jurnal Teknisia No.IX No 1 April 2004
- Maholtra, V. M., and Ramachandran, V. S. 1984. *Superplasticizer In Concrete Admixtures handbook: Properties, science, and technology*, ed. V. S. Ramachandran, 211-68. park Ridge, N.J.: Noyes publications.
- Malhotra, V.M. 1989. *Superplasticizer: A global review with emphasis on durability and innovative concrete*. In ACI SP-119: Superplasticizer and other chemical admixture in concrete, ed. V. M. Maholtra, 1-19. Detroit: American Concrete Institute.
- Mulyono, T. 2004. "Teknologi Beton". Penerbit Andi Yogyakarta
- Murdock, L.J., Brook, K.M., 1991, "Bahan dan Praktek Beton", Erlangga, Jakarta
- Muzammil dan Budiono, 1994, "Pengaruh Pemakaian Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Kuat Desak Beton. Penelitian Tugas Akhir FTSP, UII, 1994

- Nawy., Edward. G., 1985, "*Reinforce Concrete a Fundamental Approach* Terjemahan, Cetakan Pertama, Bandung: PT . Eresco
- Nealen, A., Lemmer, C., Ruhl, M., 1994. "*Correction Of Consistency Of Concrete Made With Agregate Derived From Concrete Rubble*". www.b-i-m.de/public/tudmassiv/dacon13lemmerruehl.htm
- Neville A.M., 1975, "*Properties of Concrete*", The English Language Book Society Pitman Publishing, London
- Ramachandran, V. S. 1979. "*Superplasticizer in Concrete*". <http://www.irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd203e.html>
- Richard, G, dkk, 1996, "*Effect of Superplasticizer Dosage on Mechanical Properties, Permeability, and Freeze-Thaw Durability of High Strength Concrete With and Without Silica Fume*", ACI Material Jurnal, Marc-April, 1996
- Singh, N.B., Sarvahi, R. dan Singh, N.V. 1992. *Effect superplasticizer on the Hydration of Cement*. Cement and Concrete Research. 22: 725-735
- , 2002, "*Superplasticizer for High Performance Concrete*", PT KAO Indonesia Chemicals, Jakarta
- , 2003, "*The Oxford World Encyclopedia*", Oxford University Press, Great Clarendon Street, England

LAMPIRAN A

Hasil pemeriksaan bahan beton





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707,895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR**

Jenis benda uji = Agregat Halus Di periksa oleh:
Nama benda uji = Pasir 1. Nurhadi Susanto
Asal = Kali Krasak 2. Drio Bramantyo
Keperluan = Tugas Akhir Tanggal : 13 Oktober 2004

Diameter Saringan(mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal Kumulatif (%)	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan						
40	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
4.75	3	5.5	0.16	0.28	0.16	0.28
2.36	69	78	3.6	3.91	3.76	4.19
1.18	199	230	10.4	11.54	14.16	15.73
0.6	607	620	31.71	31.12	45.87	46.85
0.3	468	459	24.45	23.04	70.32	69.89
0.15	353	380	18.44	19.07	88.76	88.96
PAN	215	220	11.23	11.04	-	-
Jumlah					223.03	225.9
Rata - rata					224.47	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{224.47}{100} \times 100\% = 2.25$$

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

LABORATORIUM Laboratorium BKT FTSP UII,
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707,895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS PASIR "SSD"**

Jenis benda uji = Agregat Halus

Di periksa oleh:

Nama benda uji = Pasir

1. Nurhadi Susanto

Asal = Kali Krasak

2. Drio Bramantyo

Keperluan = Tugas Akhir

Tanggal : 14 Oktober 2004

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat agregat (W)	500	gram	500	gram
Volume air (V1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V2)	680	Cc	690	Cc
Berat jenis (BJ) = $\frac{W}{V2 - V1}$	2.78		2.63	
Berat jenis rata – rata	2.70 gr/cm ³			

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

[Signature]
 LABORATORIUM BKT FTSP UII
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
KADAR DAN SERAPAN AIR PADA PASIR “SSD”**

Jenis benda uji = Agregat Halus
Nama benda uji = Pasir
Asal = Kali Krasak
Keperluan = Tugas Akhir

Di periksa oleh:

1. Nurhadi Susanto
2. Drio Bramantyo

Tanggal : 14 Oktober 2004

	uji I		uji II	
Berat piring (W1)	91.7	gram	95	gram
Berat kerikil + piring (W2)	435	gram	440	gram
Berat kerikil kering + piring (W3)	410	gram	412	gram
Berat kerikil SSD + piring (W4)	422	gram	425	gram
Kadar air	7.85	%	8.83	%
Kadar air rata - rata	8.32 %			
Serapan air	3,77 %		4.1 %	
Serapan air rata - rata	3.94 %			

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707,895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS KERIKIL "SSD"**

Jenis benda uji = Agregat Kasar

Nama benda uji = Kerikil

Asal =

Keperluan = Tugas Akhir

Di periksa oleh:

1. Nurhadi Susanto

2. Drio Bramantyo

Tanggal : 14 Oktober 2004

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat agregat (W)	500	gram	500	gram
Volume air (V1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V2)	690	Cc	690	Cc
Berat jenis (BJ) = $\frac{W}{V2-V1}$	2.63		2.63	
Berat jenis rata – rata	2.63 gr/cm ³			

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707,895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT VOLUME KERIKIL "SSD"**

Jenis benda uji = Agregat Kasar

Nama benda uji = Kerikil

Asal =

Keperluan = Tugas Akhir

Di periksa oleh:

1. Nurhadi Susanto

2. Drio Bramantyo

Tanggal : 14 Oktober 2004

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat silinder (W1)	6.4	kg	5.7	kg
Berat silinder + agregat (W2)	14.25	kg	13.75	kg
Volume tabung (V)	0.0053	m ³	0.0053	m ³
Berat Volume = $\frac{W2 - W1}{V}$	1481 kg/m ³		1519 kg/m ³	
Berat jenis rata – rata	1.5 t/m ³			

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Noor, MSCE)



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707,895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN

KADAR DAN SERAPAN AIR PADA KERIKIL “SSD”

Jenis benda uji = Agregat Kasar

Nama benda uji = Kerikil

Asal =

Keperluan = Tugas Akhir

Di periksa oleh:

1. Nurhadi Susanto

2. Drio Bramantyo

Tanggal : 15 Oktober 2004

	uji I		uji II	
Berat piring (W1)	95	gram	91	gram
Berat kerikil + piring(W2)	581	gram	684	gram
Berat kerikil kering + piring (W3)	574.5	gram	675	gram
Berat kerikil SSD + piring (W4)	582	gram	687	gram
Kadar air	1.36	%	1.54	%
Kadar air rata - rata	1.45 %			
Serapan air	1.56 %		2.05 %	
Serapan air rata - rata	1.81 %			

Yogyakarta, 15 Februari 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK H. H. Ilman Noor, MSCE)



Perhitungan Mix Design

Kuat desak rencana 20 Mpa.

Dalam perhitungan ini data yang diperlukan yaitu:

1. Kuat desak rencana umur 28 hari : 20 MPa
2. Diameter maximum kerikil : 20 mm
3. MHB pasir : 2.25
4. Berat jenis kerikil : 2.63
5. Berat jenis pasir : 2.7
6. Berat volume kerikil : 1.5

Perhitungannya adalah :

- a. Menentukan kuat tekan rata – rata,
Kuat tekan rata – rata didasarkan pada nilai $k = 1,64$ standar deviasi (Sd), diambil dari Tabel 1 Lampiran B, didapat 6.5 Mpa
- nilai tambah (margin) $m = k \times Sd$
 $m = 1.64 \times 6.5 = 10.66 \text{ Mpa}$
Sehingga kuat tekan rata – rata adalah :
 $f'_{cr} = f'_c + m$
 $= 20 + 10.66 = 30.66 \text{ MPa}$
- b. Menentukan faktor air semen
Berdasarkan kuat tekan rata – rata, faktor air semen diperoleh 0.506 (interpolasi) (Tabel 4, Lampiran B).
- c. Fungsi dari beton adalah untuk plat, kolom, dan balok maka ditetapkan nilai slump antara 7.5 sampai 15 cm. (Tabel 2, Lampiran B).
- d. Menentukan kebutuhan air (W)
Jumlah air yang dibutuhkan adalah 203 Lt/kg. Udara yang terperangkap adalah 2 %.(Tabel 3, Lampiran B).
- e. Kebutuhan semen
$$\text{berat semen untuk} = \frac{203}{0.506} = 401.186 \text{ kg}$$
$$\text{Volume semen} = \frac{401.186}{3150} = 0.127 \text{ m}^3$$
- b. menentukan volume kerikil
Berdasarkan ukuran maksimum kerikil = 20 mm dan MHB pasir = 2.25, diperoleh volume kerikil 0.665 m^3
 $\text{berat} = 665 \times 1.5 = 997.5 \text{ kg}$

$$\text{Volume kerikil} = \frac{997.5}{2630} = 0.379 \text{ m}^3$$

c. menentukan volume agregat halus (pasir)

volume pasir = volume beton – (volume udara + volume semen + volume kerikil + volume air).

$$\text{Volume pasir} = 1 - (0.02 + 0.127 + 0.379 + 0.203) = 0.271 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} = 0.271 \times 2700 = 731.7 \text{ kg.}$$

e. Kebutuhan material 1m³, adukan beton normal

1. Semen : 0.127 m³
2. Pasir : 0.271 m³
3. Kerikil : 0.379 m³
4. Air : 0.203 m³

Tabel 1
Perencanaan campuran beton 1 m³

No	Uraian	f'c = 20 MPa	f'c = 25 MPa	Sat
1	Kuat tekan umur 28 hari (f'c)	20	25	MPa
2	Deviasi standart (Sd)	6.5	6.5	
3	Nilai tambah (m)	10.66	10.66	
4	Kuat tekan rata – rata (f'cr)	30.66	35.66	MPa
5	Faktor air semen	0.506	0.442	
6	Nilai slump	75 – 150	75 – 150	mm
7	Ukuran maksimum agregat	20	20	mm
8	Kebutuhan air	203	203	Kg
9	Kebutuhan semen	401.186	459.280	Kg
10	Kebutuhan kerikil	997.5	997.5	Kg
11	Kebutuhan pasir	731.7	680.4	Kg

Tabel 2
Sampel uji

No	Variasi	Desak				Geser		Jumlah
		20 MPa		25 MPa		20 MPa	25 MPa	
		7 hari	28 hari	7 hari	28 hari	28 hari	28 hari	
1	N	3	3	3	3	3	3	18
2	NSP	3	3	3	3	3	3	18
3	N10SP	3	3	3	3	3	3	18
4	N20SP	3	3	3	3	3	3	18
5	N30SP	3	3	3	3	3	3	18
6	N40SP	3	3	3	3	3	3	18

Koreksi kebutuhan agregat campuran 1 m^3 , untuk 20 MPa.

a. Jumlah air dalam agregat:

1. Pasir = $(8.32 - 3.94) \times 731.7 \times 100 = 32.05 \text{ kg}$.

2. Kerikil = $(1.81 - 1.45) \times 997.5 \times 100 = 3.59 \text{ kg}$

b. campuran aktual

1. Semen = 401.186 kg

2. Pasir = 763.75 kg

3. Kerikil = 993.91 kg

4. Air = 174.54 kg

Kebutuhan untuk tiap pengadukan.

1. Desak, memakai kubus ukuran $(15 \times 15 \times 15) \text{ cm}^3$,
 $0.003375 \text{ m}^3 \times 6 \text{ smp} = 0.02 \text{ m}^3$,

2. Geser, memakai ukuran $(10 \times 10 \times 25) \text{ cm}^3$,
 $0.0025 \text{ m}^3 \times 3 \text{ smp} = 0.0075 \text{ m}^3$.

Kebutuhan untuk 9 sampel ; $0.0275 \text{ m}^3 \times 1.2 = 0.033 \text{ m}^3$, disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3
Proporsi tiap Variasi Pengadukan

No	Variasi	f'c = 20 MPa				
		Semen	Kerikil	Pasir	Air	SP
1	N20	13.24	32.79	25.2	5.76	0
2	N20-SP	13.24	32.79	25.2	5.76	0.79
3	N20-10SP	13.24	32.79	25.2	5.18	1.59
4	N20-20SP	13.24	32.79	25.2	4.61	2.10
5	N20-30SP	13.24	32.79	25.2	4.03	3.41
6	N20-40SP	13.24	32.79	25.2	3.46	9.55

Catatan : Semen, air, kerikil, dan pasir dalam Kg, *superplasticizer* dalam % terhadap berat semen

Tabel 4
Proporsi tiap Variasi Pengadukan

No	Variasi	f'c = 25 MPa				
		Semen	Kerikil	Pasir	Air	SP
1	N25	15.16	32.79	23.44	5.83	0
2	N25-SP	15.16	32.79	23.44	5.83	0.85
3	N25-10SP	15.16	32.79	23.44	5.25	2.13
4	N25-20SP	15.16	32.79	23.44	4.66	2.35
5	N25-30SP	15.16	32.79	23.44	4.08	4.47
6	N25-40SP	15.16	32.79	23.44	3.50	10.15

Catatan : Semen, air, kerikil, dan pasir dalam Kg, *superplasticizer* dalam % terhadap berat semen



LAMPIRAN C

Dokumentasi Penelitian



Gambar 1 Pengujian slump akhir

Sumber : Foto di lapangan



Gambar 2 Alat bantu uji geser

Sumber : Foto di lapangan



LAMPIRAND

Hasil uji desak dan geser beton

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 01/Pen/LBKT/2004

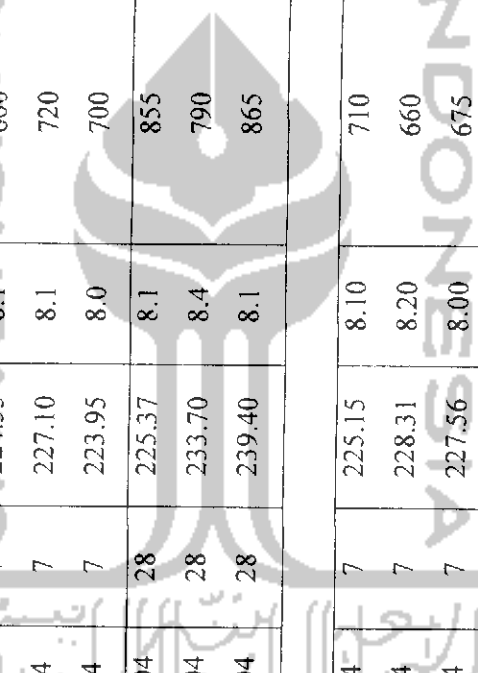
Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 20 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N	25-11-2004	1-12-2004	7	224.55	8.1	660	80	29.39	30.78
2	N	25-11-2004	1-12-2004	7	227.10	8.1	720	80	31.26	
3	N	25-11-2004	1-12-2004	7	223.95	8.0	700	80	31.70	
4	N	25-11-2004	21-12-2004	28	225.37	8.1	855	80	37.94	35.96
5	N	25-11-2004	21-12-2004	28	233.70	8.4	790	80	33.80	
6	N	25-11-2004	21-12-2004	28	239.40	8.1	865	80	36.13	
1	NSP	26-11-2004	2-12-2004	7	225.15	8.10	710	195	29.98	30.03
2	NSP	26-11-2004	2-12-2004	7	228.31	8.20	660	195	29.00	
3	NSP	26-11-2004	2-12-2004	7	227.56	8.00	675	195	31.10	
4	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	214.96	8.10	760	195	35.36	34.13
5	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	230.23	8.10	740	195	32.14	
6	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	226.50	8.30	790	195	34.88	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
LABORATORIUM TEKNIK BETON

(Ir. H. Iman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 02/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 20 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N10SP	25-11-2004	1-12-2004	7	226.35	8.00	710	190	31.37	
2	N10SP	25-11-2004	1-12-2004	7	227.25	8.15	780	190	34.01	31.91
3	N10SP	25-11-2004	1-12-2004	7	229.37	8.21	690	190	30.36	
4	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	231.04	8.15	890	190	38.52	
5	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	229.90	8.20	985	190	42.84	42.63
6	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	232.11	8.40	1080	190	46.53	
1	N20SP	29-11-2004	5-12-2004	7	225.75	8.15	800	200	35.44	
2	N20SP	29-11-2004	5-12-2004	7	225.00	8.00	770	200	32.66	34.11
3	N20SP	29-11-2004	5-12-2004	7	229.67	8.20	750	200	34.22	
4	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	225.00	8.40	1100	200	48.89	
5	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	227.84	8.30	980	200	43.01	47.49
6	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	225.45	8.30	1140	200	50.57	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 03/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 20 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N30SP	29-11-2004	5-12-2004	7	225.90	7.95	680	200	30.10	28.51
2	N30SP	29-11-2004	5-12-2004	7	225.88	8.10	600	200	26.56	
3	N30SP	29-11-2004	5-12-2004	7	225.15	8.16	650	200	28.87	
4	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	230.18	8.35	654	200	28.41	33.12
5	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	227.39	8.30	720	200	31.66	
6	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	223.95	8.50	880	200	39.29	
1	N40SP	30-11-2004	6-12-2004	7	223.80	7.70	30	195	1.34	1.11
2	N40SP	30-11-2004	6-12-2004	7	231.04	7.80	20	195	0.87	
3	N40SP	30-11-2004	6-12-2004	7	224.99	7.50	25	195	1.11	
4	N40SP	30-11-2004	27-12-2004	28	230.13	8.10	445	195	19.34	22.40
5	N40SP	30-11-2004	27-12-2004	28	226.80	8.05	575	195	25.35	
6	N40SP	30-11-2004	27-12-2004	28	222.01	7.90	500	195	22.52	

Yogyakarta, 2 Maret 2005
Lab. BKT FTSP UII

Kepala

[Signature]
KELOMPOK PENGSI LEMBAH

FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 04/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 25 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N	1-12-2004	7-12-2004	7	229.37	8.30	820	80	35.75	
2	N	1-12-2004	7-12-2004	7	230.58	8.30	800	80	34.70	34.46
3	N	1-12-2004	7-12-2004	7	224.70	8.30	740	80	32.93	
4	N	1-12-2004	29-12-2004	28	229.67	8.40	860	80	37.44	
5	N	1-12-2004	29-12-2004	28	234.39	8.50	900	80	38.40	36.15
6	N	1-12-2004	29-12-2004	28	228.46	8.30	745	80	32.61	
1	NSP	3-12-2004	9-12-2004	7	227.10	8.10	820	180	36.12	
2	NSP	3-12-2004	9-12-2004	7	232.56	8.30	740	180	31.82	32.88
3	NSP	3-12-2004	9-12-2004	7	231.18	8.25	710	180	30.71	
4	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	231.50	8.35	680	180	29.37	
5	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	231.04	8.34	835	180	36.14	33.91
6	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	240.16	8.30	870	180	36.23	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FARAFITAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 05/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 25 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N10SP	6-12-2004	12-12-2004	7	227.10	8.00	990	180	43.59	38.30
2	N10SP	6-12-2004	12-12-2004	7	229.83	8.25	835	180	36.33	
3	N10SP	6-12-2004	12-12-2004	7	231.65	8.15	810	180	34.97	
4	N10SP	6-12-2004	03-01-2005	28	230.89	8.50	1070	180	46.34	49.73
5	N10SP	6-12-2004	03-01-2004	28	225.00	8.20	1160	180	51.56	
6	N10SP	6-12-2004	03-01-2004	28	231.04	8.60	1185	180	51.29	
1	N20SP	6-12-2004	12-12-2004	7	226.05	8.22	850	180	37.60	41.75
2	N20SP	6-12-2004	12-12-2004	7	222.90	8.20	960	180	43.07	
3	N20SP	6-12-2004	12-12-2004	7	224.25	8.15	1000	180	44.59	
4	N20SP	6-12-2004	03-01-2005	28	232.26	8.50	1090	180	46.93	51.25
5	N20SP	6-12-2004	03-01-2005	28	229.36	8.50	1290	180	56.24	
6	N20SP	6-12-2004	03-01-2005	28	234.29	8.10	1185	180	50.58	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM

BANGUNAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

(Dr. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN DESAK KUBUS BETON

NO. 06/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 25 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
		Di buat	Di uji							
1	N30SP	7-12-2004	13-12-2004	7	231.50	8.10	675	190	29.16	
2	N30SP	7-12-2004	13-12-2004	7	232.26	8.35	720	190	31.00	28.68
3	N30SP	7-12-2004	13-12-2004	7	228.00	7.90	590	190	25.88	
4	N30SP	7-12-2004	04-01-2005	28	228.01	8.10	795	190	34.82	
5	N30SP	7-12-2004	04-01-2005	28	228.75	8.14	645	190	28.20	32.94
6	N30SP	7-12-2004	04-01-2005	28	232.18	8.37	830	190	35.75	
1	N40SP	8-12-2004	14-12-2004	7	231.19	8.00	35	185	1.51	
2	N40SP	8-12-2004	14-12-2004	7	230.73	8.10	40	185	1.73	1.52
3	N40SP	8-12-2004	14-12-2004	7	231.38	7.85	30	185	1.30	
4	N40SP	8-12-2004	05-01-2005	28	228.46	8.20	675	185	39.55	
5	N40SP	8-12-2004	05-01-2005	28	228.16	7.85	460	185	20.16	25.64
6	N40SP	8-12-2004	05-01-2005	28	220.37	8.25	600	185	27.23	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM

BAHSA KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII (Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN GESER PRISMA BETON **NO. 07/Pen/LBKT/2004**

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 20 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat Geser (MPa)	Kuat Geser Rata-rata (MPa)
		Di buat	Di uji							
1	N	25-11-2004	21-12-2004	28	102.01	6.00	100	80	4.90	
2	N	25-11-2004	21-12-2004	28	102.40	5.90	80	80	3.91	4.81
3	N	25-11-2004	21-12-2004	28	102.01	6.00	115	80	5.64	
1	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	100.14	5.70	73	195	3.64	
2	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	104.42	6.20	100	195	4.93	4.15
3	NSP	26-11-2004	22-12-2004	28	103.00	6.10	80	195	3.88	
1	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	106.34	6.30	75	190	3.52	
2	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	101.37	6.20	100	190	4.93	4.79
3	N10SP	25-11-2004	21-12-2004	28	96.74	6.30	120	190	5.92	
1	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	97.30	6.10	110	200	5.65	
2	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	100.45	6.10	100	200	4.98	5.71
3	N20SP	29-11-2004	26-12-2004	28	96.37	5.90	125	200	6.49	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM
BANGUNAN KONGSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

(Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN GESER PRISMA BETON

NO. 08/Pen/LBKT/2004

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 20 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat Geser (Mpa)	Kuat Geser Rata-rata (MPa)
		Di buat	Di uji							
1	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	96.25	5.80	65	200	3.38	
2	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	94.94	5.90	60	200	3.09	3.37
3	N30SP	29-11-2004	26-12-2004	28	103.02	6.10	75	200	3.64	
1	N40SP	30-11-2004	27-12-2004	28	94.09	6.10	25	195	1.06	
2	NS40P	30-11-2004	27-12-2004	28	103.63	6.10	20	195	1.21	1.24
3	N40SP	30-11-2004	27-12-2004	28	104.45	6.10	30	195	1.44	

Yogyakarta, 2 Maret 2005
Lab. BKT FTSP UII

Kepala

Baru
BARU KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UI (Ir. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN GESER PRISMA BETON **NO. 09/Pen/LBKT/2004**

Keperluan : Tugas Akhir
 Kuat Rencana : 25 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat Geser (Mpa)	Kuat Geser Rata-rata (MPa)
		Di buat	Di uji							
1	N	1-12-2004	29-12-2004	28	101.20	6.20	85	80	4.20	
2	N	1-12-2004	29-12-2004	28	99.00	5.90	96	80	4.85	4.93
3	N	1-12-2004	29-12-2004	28	100.25	6.00	115	80	5.74	
1	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	101.26	6.20	90	180	4.44	
2	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	100.24	6.00	87	180	4.34	4.62
3	NSP	3-12-2004	31-12-2004	28	101.07	6.25	100	180	5.07	
1	N10SP	6-12-2004	3-01-2005	28	103.02	6.40	105	180	5.10	
2	N10SP	6-12-2004	3-01-2005	28	104.82	6.40	115	180	5.49	5.32
3	N10SP	6-12-2004	3-01-2005	28	106.67	6.30	115	180	5.39	
1	N20SP	6-12-2004	3-01-2005	28	102.00	6.30	130	180	6.37	
2	N20SP	6-12-2004	3-01-2005	28	100.43	6.40	115	180	5.73	6.04
3	N20SP	6-12-2004	3-01-2005	28	99.54	6.10	120	180	6.03	

Yogyakarta, 2 Maret 2005

Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM

BOKUM KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII (Jl. H. Ilman Moor, MSCE)

DATA PENGUJIAN GESER PRISMA BETON**NO. 10/Pen/LBKT/2004**

Keperluan : Tugas Akhir
Kuat Rencana : 25 Mpa

No	Variasi	Keterangan		Umur (Hari)	Luas (cm ²)	Berat (Kg)	Gaya desak Maksimum (KN)	Slump (mm)	Kuat Geser (Mpa)	Kuat Geser Rata-rata (MPa)
		Di buat	Di uji							
1	N30SP	7-12-2004	4-01-2005	28	103.73	6.26	75	190	3.77	3.29
2	N30SP	7-12-2004	4-01-2005	28	100.25	5.87	65	190	3.24	
3	N30SP	7-12-2004	4-01-2005	28	97.75	6.00	60	190	2.67	
1	N40SP	8-12-2004	5-01-2005	28	103.40	6.10	45	185	2.18	2.58
2	NS40P	8-12-2004	5-01-2005	28	101.97	5.81	50	185	2.45	
3	N40SP	8-12-2004	5-01-2005	28	104.44	5.83	65	185	3.11	

Yogyakarta, 2 Maret 2005
Lab. BKT FTSP UII

Kepala

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII. H. Iman Moor, MSCE)