PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 5 - 12 - 2007
NO. JUDUL : 2678
NO. INV. : 51200026780 01
NO. INDUK. : 002678

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE-10) DAN PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP BETON DENGAN KUAT TEKAN 30 MPa



Disusun Oleh :

DIRGANTARA
02 511 170

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE-10) DAN PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP BETON DENGAN KUAT TEKAN 30 MPa

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun Oleh :

DIRGANTARA
02 511 170

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE-10) DAN PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP BETON DENGAN KUAT TEKAN 30 MPa

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun Oleh :

DIRGANTARA
02 511 170

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

IR. H. A. KADIR ABOE, MS
Dosen Pembimbing

Tanggal : 03/05 - 2007

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas ke-hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah- Nyalah, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER DAN PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP BETON DENGAN KUAT TEKAN BETON 30 MPa".**

Penyusunan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan S-1 pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Univesitas Islam Indonesia.

Dalam kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan perhatian, bimbingan dan bantuan selama tugas akhir dan penyusunan laporan ini, terutama kepada :

1. Prof. Dr. H. Edy Suandi Hamid, M.Ec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. DR. Ir. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. H . Faisol AM, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia.
4. Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir.
5. Ir. Kasam, MT, selaku selaku Dosen Tamu.
6. Ir. Tri Fajar Budiono, MT, selaku selaku Dosen Tamu.
7. Ayahanda Drs. Thabrani Achmad, Msi dan Ibunda Maryana, Sag yang telah membimbing dan kasih sayangnya.
8. Ayangku Ade Anggesti, ST yang telah membantu dan memberikan perhatiannya
9. Temen-temen Sipil 2002 yang sudah membantu menyusun laporan ini.
10. Anak-anak A.91 Racing Team matur nuwun atas bantuan dan godaan gamenya.
11. teman-teman seperjuangan yang telah bekerjasama dengan baik selama tugas akhir dan dalam penyusunan laporan ini

12. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penyusun sebutkan satu-persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan laporan ini selanjutnya.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Jogyakarta, April 2007

Penyusun

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi dibidang konstruksi terutama bangunan yang menggunakan beton tidak pernah terlepas dari upaya penciptaan alternatif teknologi yang cukup inovatif untuk memperbaiki mutu beton. Karena beton merupakan material struktur bangunan yang banyak dipakai secara luas. Beton mempunyai kelebihan antara lain ; kuat desak tinggi, tahan terhadap panas dan lain-lain. Bahan pokok penyusun beton antara lain semen, air, pasir, dan batu pecah (agregat kasar). Namun untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan tidak hanya mencampur semen *Portland* atau jenis semen lainnya dengan agregat halus, agregat kasar, dan air, tetapi perlu juga penambahan bahan tambah kimia atau non kimia (bahan buangan yang dianggap potensial).

Pengunaan *Superplasticizer sikament Viscocrete-10* sebagai bahan campuran pada beton diharapkan mampu mereduksi air sampai dengan 40% sehingga beton akan mencapai kekuatan maksimal. Penambahan *viscocrete-10* pada beton mampu memperbaiki nilai slump sehingga proses pengerjaan masih mudah untuk dilakukan, ketika adukan beton dikurangi jumlah airnya. Bahan ini digolongkan sebagai sarana untuk menghasilkan beton " mengalir " tanpa terjadi pemisahan yang tidak diinginkan, yang umumnya terjadi pada adukan beton dengan jumlah air yang besar. Alternatif lain, bahan tambah ini dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena memungkinkan pengurangan kadar air yang cukup tinggi sehingga nilai fas menjadi rendah, namun masih dapat mempertahankan kemudahan pengerjaannya.

Penelitian ini menguji beton dengan benda uji selinder untuk uji tekan dan uji tarik (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sebanyak 96 sampel, dan balok untuk uji lentur (100 x 100 x 500)mm sebanyak 36 sampel, variasi dilakukan pada pengurangan kadar air mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan penambahan *viscocrete-10* secara konstan yaitu 0,6% dari berat semen. Sampel dibandingkan dengan beton normal tanpa pengurangan air dan tanpa penambahan *viscocrete-10*.

Dari hasi penelitian pada umur 7 hari didapat nilai kuat tekan 28,413 MPa, kuat tarik 3,0571 MPa, kuat lentur 2,29 MPa untuk BN, hasil tersebut bila dibandingkan dengan BN 25% (pengurangan air 25% dan penambahan *viscocrete-10*) terjadi persen perubahan untuk kuat tekan sebesar 11,135%, kuat tarik sebesar 14,56%, dan kuat lentur sebesar 36,38%. Pada umur 28 hari pada beton normal BN didapat nilai kuat tekan 34,247 MPa, kuat tarik 3,5 MPa, kuat lentur 2,792 MPa, hasil tersebut bila dibandingkan dengan BN 25% (pengurangan air 25% dan penambahan *viscocrete-10*) terjadi persen perubahan untuk kuat tekan sebesar 16,711%, kuat tarik sebesar 23,21%, kuat lentur sebesar 22,56%. Untuk penggunaan beton pada awal usia, BN 25% bisa digunakan karena persen peningkatan kekuatan beton pada umur 7 hari tidak terlalu jauh berbeda dengan benda uji yang lain pada umur yang sama.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....i

HALAMAN PENGESAHAN.....ii

HALAMAN PERSEMBAHAN.....iii

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAKSI.....vi

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL.....xi

DAFTAR GAMBAR.....xiii

DAFTAR LAMPIRAN.....xv

DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN..... xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....1

1.2 Tujuan Penelitian.....2

1.3 Rumusan Masalah.....3

1.4 Manfaat Penelitian.....3

1.5 Batasan Masalah.....4

BAB II. TINJAUAN PENELITIAN

2.1 Pengertian Umum 6

2.1.1 Penelitian Terdahulu.....7

2.1.2 Fitria Hariany dan Asna Lutfah (2003).....7

2.1.3 Fahmi Ardiansyah dan R.M. Wahyu Kusumojati (2004).....8

2.1.4 Dryo Bramantyo dan Nurhadi Susanto (2005).....8

2.2 Keaslian Penelitian 9

BAB III. LANDASAN TEORI

3.1 Beton.....11

3.2 Material Penyusun.....12

3.2.1 Semen.....12

3.2.2 Air.....16

3.2.3 Agregat.....17

3.2.4 Bahan Tambah.....20

3.3 Faktor Air Semen.....22

3.4 Slump.....22

3.5 Workability.....23

3.6 Modulus Elastisitas.....23

3.7 Kuat Tekan Beton 24

3.8 Kuat Tarik Beton.....25

3.9 Kuat Lentur Beton.....26

3.10 Ketentuan Pembuatan Benda Uji.....30

3.11 Metode Perencanaan Adukan Beton.....30

3.12 Pengadukan Beton.....41

BAB IV. METODELOGI PENELITIAN

4.1 Bahan-bahan.....43

4.2 Peralatan.....43

4.3 Pemeriksaan Material yang digunakan.....44

4.4 Perhitungan Campuran Beton.....45

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....49

4.6 Pengujian Kuat Desak Benda Uji 50

4.7 Pengujian Kuat Tarik Benda Uji.....51

4.8 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji.....51

4.9 Pengolahan Data.....51

4.10 Langkah-langkah Penelitian.....52

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum.....53

5.2 Proses Pembuatan Benda Uji.....53

5.3 Nilai Slump dan Workability.....55

5.4 Hasil Uji Kuat Tekan.....58

5.4.1 Perbandingan f'cr Rencana dan f'cr Hasil Penelitian.....63

5.4.2 Hasil Uji Tegangan Regangan.....64

5.4.3 Analisis Modulus Elastisitas.....66

5.5 Hasil Uji Kuat Tarik.....69

5.6 Hasil uji Kuat Lentur.....73

5.7 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kekuatan Beton
Umur 28 hari.....77
5.8 Hubungan Antara Perubahan Kekuatan Beton Terhadap
Umur Beton.....80

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....84
6.2 Saran.....86

DAFTAR PUSTAKA.....88
LAMPIRAN.....90

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Tabel kebutuhan benda uji.....5

Tabel 3.1 Tabel susunan unsur semen biasa.....13

Tabel 3.2 Tabel gradasi pasir.....18

Tabel 3.3 Tabel gradasi kerikil.....19

Tabel 3.4 Tabel angka konversi benda uji beton.....30

Tabel 3.5 Tabel tingkat pengendalian pekerjaan.....31

Tabel 3.6 Tabel faktor pengali deviasi standar.....32

Tabel 3.7 Tabel nilai kuat tekan beton.....34

Tabel 3.8 Tabel penetapan nilai slump.....36

Tabel 3.9 Tabel kebutuhan air per meter kubik beton.....37

Tabel 3.10 Tabel kebutuhan semen minimum.....38

Tabel 5.1 Tabel hubungan antara slump dengan pengurangan air dan penambahan viscocrete-10.....56

Tabel 5.2 Tabel hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 dan 28 hari.....59

Tabel 5.3 Tabel persen perubahan kuat tekan umur 7 dan 28 hari.....60

Tabel 5.4 Tabel hasil uji modulus elastisitas umur 7 hari.....67

Tabel 5.5 Tabel hasil uji modulus elastisitas umur 28 hari.....68

Tabel 5.6 Tabel hasil uji kuat tarik umur 7 dan 28 hari.....70

Tabel 5.7 Tabel persen perubahan kuat tarik umur 7 dan 28 hari.....71

Tabel 5.8 Tabel hasil uji kuat lentur umur 7 dan 28 hari.....74

Tabel 5.9 Tabel persen perubahan kuat lentur umur 7 dan 28 hari.....75

Tabel 5.10 Tabel pengaruh pengurangan air terhadap kekuatan beton umur 28 hari.....78

Tabel 5.11 Tabel hubungan perubahan kekuatan beton terhadap umur Beton.....80

Tabel 5.12 Tabel persen peningkatan kekuatan beton terhadap umur Beton.....82

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Gambar balok dengan pusat beban dalam keadaan lentur.....27

Gambar 3.2 Gambar bentuk penampang balok.....28

Gambar 3.3 Grafik faktor air semen.....33

Gambar 3.4 Grafik mencari faktor air semen.....35

Gambar 3.5 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk butir maksimal 20mm.....39

Gambar 3.6 Grafik hubungan kandungan air dan, berat jenis agregat campuran dan berat beton.....40

Gambar 4.1 Gambar flowchart pelaksanaan penelitian.....52

Gambar 5.1 Gambar hubungan antara slump dengan pengurangan air dan viscocrete-10.....56

Gambar 5.2 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat tekan umur 7 hari.....62

Gambar 5.3 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat tekan umur 28 hari.....62

Gambar 5.4 Gambar kurva tegangan regangan beton umur 7 hari.....65

Gambar 5.5 Gambar kurva tegangan regangan beton umur 28 hari.....65

Gambar 5.6 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat tarik umur 7 hari.....72

Gambar 5.7 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat tarik umur 28 hari.....72

Gambar 5.8 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat lentur umur 7 hari.....75

Gambar 5.9 Gambar hubungan pengurangan air dan kuat lentur umur 28 hari.....76

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1

Data pemeriksaan berat jenis dan kadar air pasir.....91

Data pemeriksaan berat jenis dan kadar air kerikil.....92

Data pemeriksaan butiran yang lewat ayakan no.200.....93

Data pemeriksaan berat isi pada agregat kasar.....94

Data pemeriksaan MHB / analisa saringan agregat halus.....95

Data pemeriksaan MHB / analisa saringan agregat kasar.....96

Lampiran 2

Data hasil uji tekan umur 7 dan 28 hari.....97

Lampiran 3

Data hasil uji tarik umur 7 dan 28 hari.....104

Lampiran 4

Data hasil uji lentur umur 7 dan 28 hari.....109

Lampiran 5

Data hasil uji tegangan regangan umur 7 dan 28 hari.....114

Lampiran 6

Data teknis *viscocrete-10*.....152

DAFTAR LAMBANG, NOTASI, DAN SINGKATAN

A	= Luas tampang benda uji (m^2)
DOE	= *Departement Of Environment*
Bj	= Berat jenis
BN	= Beton normal
B	= Lebar benda uji balok (m)
D atau Ø	= Diameter (m)
f'c	= Kuat tekan benda uji (MPa)
f'cr	= Kuat tekan rata-rata pada perencanaan campuran beton (MPa)
fas	= Faktor air semen, rasio berat air dan semen
h	= Tinggi benda uji balok (m)
m	= Nilai margin
Mhb	= Modulus halus butir
P	= Beban maksimum yang dapat ditahan benda uji (kg)
PC	= *Portland cement*
Sd atau s	= Standar deviasi
t	= Tinggi benda uji selinder (m)
Va	= Volume air (m^3)
Vk	= Volume kerikil (m^3)
Vs	= Volume semen (m^3)
Vp	= Volume pasir (m^3)
Wa	= Berat air (ton)

Wk = Berat kerikil(ton)

Ws = Berat semen (ton)

Wp = Berat pasir (ton)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu bahan struktur bangunan yang saat ini banyak digunakan adalah beton. Teknologi dibidang konstruksi yang semakin berkembang tidak pernah terlepas dari upaya-upaya untuk memperbaiki mutu beton.

Beberapa kelebihan yang dimiliki beton, sehingga kebanyakan masyarakat memilih menggunakan beton adalah karena kuat desak yang tinggi dalam menahan beban aksial, tahan terhadap panas, tahan terhadap cuaca, material yang mudah didapat, harganya relatif murah dan pengolahannya tidak sulit, namun dibalik beberapa kelebihan beton diatas, beton juga memilki kekurangan seperti beton bersifat getas sehingga struktur beton perlu penanganan khusus dalam perencanaannya.

Bahan penyusun beton yang paling umum digunakan adalah semen, air, batu pecah (agregat kasar) dan pasir (agregat halus). Untuk mendapatkan mutu beton yang baik atau mutu yang diharapkan tidak hanya dengan mencampur semen Portland atau jenis lainnya dengan air, pasir dan batu pecah (agregat kasar). Akan tetapi perlu juga pencampuran bahan tambahan. Dalam hal ini, penelitian yang akan dilakukan menggunakan bahan tambah yang disebut *superplasticizer*.

Superplasticizer (*viscocrete-10*) sebagai bahan tambah, dapat digolongkan sebagai bahan tambah untuk mengurangi kadar air beton tanpa kehilangan workabilitas (keenceran). Penggunaan bahan tambah membutuhkan

pengontrolan yang ketat terhadap penakaran bahan tambah terutama *superplasticizer*, sebab penggunaan dosis yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding* pada beton dan terjadi pemisahan butir (*segregation*).

Dalam penelitian ini metode perencanaan campuran beton yang digunakan adalah metode *DOE*. Komposisi campuran beton yang diperoleh dengan metode tersebut dapat ditingkatkan lagi kuat tekan betonnya dengan mengurangi jumlah kandungan air. Pengaruh dari pengurangan air terhadap campuran beton adalah berkurangnya atau menurunnya workabilitas suatu beton, oleh karena itu diperlukan adanya tambahan *superplasticizer* untuk menjaga dan mempertahankan workabilitas beton tersebut. Pengurangan jumlah air dapat meningkatkan kekuatan beton karena agregat dapat lebih rapat dan menyatu dengan begitu akan menaikan berat volume beton tersebut, sehingga pengunaan *superplasticizer* (*viscocrete-10*) dapat menghasilkan jenis beton yang mempunyai sifat-sifat mekanis yang lebih baik dari beton biasa (Chandra S. dan Faisal S, 2005).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengurangan kadar air dan penambahan *superplasticizer* (*viscocrete-10*) terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pada umur 7 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana 30 MPa.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka dapat diambil rumusan masalah, yaitu : Berapa besar peningkatan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang dapat dicapai oleh beton ketika kandungan air yang dikurangi secara gradual setiap 5% dari keadaan normal dan ditambahkan dengan *superplasticizer* (*viscocrete-10*) pada umur 7 dan 28 hari, dengan menjaga tidak terjadinya *bleeding* dan *segregation.*

Dalam hal ini pengurangan kandungan air dibatasi sampai dengan 25%. Pengujiannya dimulai dari pengurangan air sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Dalam penelitian ini dilakukan uji kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur pada umur 7 dan 28 hari.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan kinerja beton segar dan beton keras yang lebih baik.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik beton akibat pengurangan jumlah kandungan air dan penambahan *superplasticizer* (*viscocrete-10*), serta kaitannya dengan mutu beton dan pengerjaan beton itu sendiri.
3. Memberikan informasi tentang perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton dengan penambahan *superplasticizer (viscocrete-10*) dan pengurangan kandungan air sebesar 5% dari kondisi 100% - 75% pada umur 7 dan 28 hari.

4. Memberikan acuan dalam pembuatan beton dengan modifikasi jumlah air dan *superplasticizer* (*viscocrete-10*).

1.5 Batasan Masalah

1. Rencana campuran beton menggunakan metode *DOE*.
2. Bahan tambah beton adalah *superplasticizer* (*viscocrete-10*) dengan penambahan sebesar 0,6% dari berat semen dengan kuat tekan beton rencana 30 MPa.
3. *Portland cement* yang dipergunakan adalah semen Gresik Tipe I, yang memiliki kuat tekan (σ_c) = 500 kg/cm^2.
4. Agregat halus dan agregat kasar yang digunakan berasal dari clereng, Jogjakarta. Air yang digunakan berasal dari laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
5. Nilai slump yang direncanakan minimal 100 mm.
6. Variasi pengurangan air dimulai dari kandungan air normal (100%) dan berkurang dengan interval 5% hingga mencapai kandungan air 75%.
7. Jumlah benda uji masing - masing :
   a. 5 buah benda uji kuat tekan dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
   b. 3 buah benda uji kuat tarik dengan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
   c. 3 buah benda uji lentur dengan balok (10x10x50) cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Menurut Pedoman Beton 1989. Beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (Tri Mulyono, 2003).

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan berlangsung. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan penyusun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya (Istimawan Dipohusodo, 2000).

Beton yang baik mempunyai kuat tekan, dan kuat lekat yang tinggi, kedap air, tahan aus, tahan cuaca, tahan zat-zat kimia, susutan pengerasannya kecil dan elastisitasnya tinggi (Triono Budi Astanto, 2001).

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, dan agregat halus dan agregat kasar (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambah, serat, sampai bahan buangan non kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bilamana dituang dalam

cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya (Kardiyono, 1992).

2.1.1 Penelitian Terdahulu

2.1.2 Fitria Hariany dan Asna Luthfah (2003)

Dalam penelitian " Tinjauan Pemakaian *Superplasticizer* pada Beton Mutu Tinggi terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum ", adukan beton dibuat dengan dosis *superplasticizer* yang telah ditentukan, yaitu dengan variasi konsentrasi 0,4%; 0,6%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6% terhadap berat semen. Perawatan beton dilakukan dengan cara merendam beton dalam selama 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak adalah kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm sebanyak 10 sampel setiap variasinya. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Kao Mighty 150's*.

Hasil penelitian menunjukan bahwa kadar optimum pemakaian *superplasticizer* pada perencanaan campuran beton mutu K-500 tercapai dosis 1,219% dengan kuat desak beton sebesar 54,264 MPa. Pengaruh penambahan dosis *superplasticizer* terhadap kuat desak beton menunjukan hubungan yang signifikan dengan nilai korelasi r = 0,722. Pada umur 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 54% pada penambahan 1,4% *superplasticizer*.

2.1.3 Fahmi Ardiansyah dan RM. Wahyu Kusumojati (2004)

Dalam penelitian " Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton Yang Menggunakan Bahan Tambah ", menggunakan bahan tambah *superplasticizer Sikament-502* dan penggunaan bahan tersebut diaplikasikan dengan beberapa variasi. Variasinya yaitu, penambahan *superplasticizer* 0,5% dari berat semen dengan perawatan selama 7 hari, penambahan *superplasticizer* 0,5% dari berat semen dengan perawatan selama 14 hari selang-seling, dan penambahan *superplasticizer* 0,5% dan 1,0% dari berat semen tanpa perawatan. Semua variasi tersebut dimaksudkan untuk menguji kuat desak beton dengan keat tekan sebesar 25 MPa.

Hasil penelitian menunjukan bahwa dengan penambahan *superplasticizer* 0,5% dengan perawatan selama 7 hari, kekuatan desak betonnya labih maksimal dibandingkan dengan perawatan yang selang seling. Pada umur 28 hari penambahan kekuatan rata-rata betonnya mencapai 25% dari beton normal. Untuk penambahan *superplasticizer* 1,0% lebih tinggi kuat tekannya dibandingkan dengan penambahan *superplasticizer* 0,5% karena pada umur 28 hari *superplasticizer* tersebut telah mengering sempurna sehingga kuat tekan yang dihasilkan bisa maksimal yaitu sebesar 45% dari kuat tekan beton normal.

2.1.4 Drio Bramantyo dan Nurhadi Susanto (2005)

Dalam penelitian " Pengaruh Pengurangan Kandungan Air dan Penambahan *Superplasticizer* pada Karakteristik Beton dengan Kuat Tekan 20 MPa dan 25 MPa ", bertujuan untuk mencari pengaruh dari penambahan

superplasticizer (Sikament-NN) dan pengurangan kandungan air terhadap sifat workabilitas dan kuat tekan beton. Benda uji menggunakan bentuk kubus (15 x 15 x 15 cm) untuk pengujian kuat tekan dan prisma (25 x 10 x 10 cm) untuk pengujian geser. Variasi penambahan *superplasticizer* mengacu pada nilai *slump* beton yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 180 mm dan variasi pengurangan kandungan air menggunakan interval 10% sampai 40% dari kandungan air normal.

Hasil penelitian menunjukan bahwa workabilitas beton meningkat seiring dengan penambahan dosis *superplasticizer*. Pada umur 28 hari dengan pengurangan kandungan air sebanyak 10%-30% dan penambahan *superplasticizer*, dapat meningkatkan kuat tekan suatu beton sampai sebesar 40% dari beton normal. Nilai kuat tekan beton optimum terjadi pada pengurangan kandungan air air sebesar 20%. Untuk kuat geser besarnya berkisar 8%-13% dari kuat tekannya.

2.2 Keaslian Penelitian

Pada penelitian-penelitian sebelumnya pengurangan kandungan airnya kurang banyak, benda uji yang dipakai rata-rata sama yaitu menggunakan bentuk kubus (15 x 15 x 15 cm) untuk uji desak, serta pengujian hanya berkisar pada pemeriksaan kuat desak saja.

Pada penelitian ini akan dicari pengaruh dari penambahan *superplasticizer* dan pengurangan kandungan air terhadap kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur; perawatan beton direndam air selama 7, dan 28 hari; benda uji yang dipakai

berbentuk selinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) untuk pengujian kuat desak dan kuat tarik, dan balok (50 x 10 x 10 cm) untuk pengujian kuat lentur; variasi pengurangan air dimulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%; serta *superplasticizer* yang digunakan adalah *Sikament Viscocrete-10.*

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton merupakan suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan dengan bahan ikat. Beton berasal dari campuran agregat halus dan kasar dan ditambahkan dengan pasta semen. Dengan gradasi butiran yang baik akan terjadi saling mengunci diantara butiran. Proses awal terjadinya beton pasta semen yaitu proses hidrasi air dan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan agregat kasar menjadi beton (SK.SNI-T-15-1990-03).

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah (SK SNI-03-2847-2002, 2002).

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain *workability, strength, durability*, dan lain-lain.

Cara yang ditempuh untuk mendapatkan beton mutu tinggi adalah dengan memperbaiki mutu material yaitu agregat halus, agregat kasar, air dan semen, selain itu juga diperhatikan perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton, sehingga diperlukan ketelitian untuk menentukan kompisisi bahan penyusun beton. Selain itu produksi beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk mencapai kuat tekan yang direncanakan, sedangkan untuk

meningkatkan kemudahan pekerjaan akibat kecilnya rasio air digunakan bahan tambah *superplasticizer* (Chandra S. dan Faisal S, 2005).

3.2 Material Penyusun

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

Bahan-bahan tersebut memiliki sifat dan karakteristik yang bervariasi. Berikut adalah penjelasan karakteristik bahan-bahan penyusun beton tersebut.

3.2.1 Semen

Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Penggunaan jenis semen disesuaikan dangan kondisi-kondisi tertentu sesuai sifat-sifat khususnya. Semen *Portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI – 1982).

Semen *Portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut (PB.1982:3.2-8). Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan (Tri Mulyono, 2003).

Menurut Triono Budi Astanto (2001), fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat menjadi satu padat. Semen bila dicampur dengan air membentuk adukan pasta, dicampur dengan pasir dan air menjadi mortar semen. Semen tersusun oleh unsur kimia seperti yang terlihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Susunan Unsur Semen Biasa

Oksida	Persen
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO_2)	17 – 25
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO_3)	1 – 2
Soda/Potas ($Na_2O + K_2O$)	0,5 – 1

Masih ditambah sedikit unsur-unsur lain :

1. Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
2. Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
3. Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$
4. Tetrakalsium Aluminiferit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Menurut SNI 15-2049-1994, (1994). Semen *Portland* diklasifikasikan dalam lima jenis, yaitu :

1. Jenis I : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
2. Jenis II : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalori hidrasi sedang,
3. Jenis III : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi,
4. Jenis VI : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalori hidrasi rendah, dan
5. Jenis V : Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Menurut Tjokrodimuljo (1992), sifat-sifat fisik semen yang penting terdiri dari :

1. Kehalusan butir : Butir-butir semen yang halus akan menjadi kuat dan menghasilkan panas hidrasi yang lebih cepat daripada semen dengan butir-butir yang lebih kasar. Semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada beton segar dan dapat pula mengurangi *bleeding*, akan tetapi

menambah kecenderungan untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

2. Waktu ikatan : Semen jika dicampur dengan air membentuk bubur yang secara bertahap menjadi kurang plastis dan akhirnya menjadi keras. Waktu ikatan terjadi saat pasta semen cukup kaku untuk menahan suatu tekanan. Waktu ikatan awal yang cukup lama diperlukan untuk pekerjaan beton yaitu waktu transportasi, penuangan, pemadatan, dan perataan permukaan.

3. Panas hidrasi : Untuk semen dengan panas hidrasi rendah harus tidak lebih dari 66 kalori/gram sampai pada tujuh hari pertama, dan 75 kalori/gram sampai pada 28 hari. Laju hidrasi dan penambahan panas bertambah besar sejalan dengan semakain halusnya semen, walaupun kuantitas total panas yang dibebaskan tidak dipengaruhi oleh kehalusan tersebut.

4. Berat jenis : Berat jenis bukan merupakan petunjuk kualitas semen, nilai ini hanya digunakan dalam perhitungan campuran saja.

3.2.2 Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi yang pertama yaitu untuk memungkinkan reaksi kimiawi yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, yang kedua sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang diperlukan untuk melakukan hidrasi hanya sekitar 30 % dari berat semen, kandungan air tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah. Selain itu, kelebihan akan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*). Selaput tipis akibat dari *bleeding* ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. (Kardiyono Tjokrodimulyjo, 1992)

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garaman, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusakan beton dan baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum (PBBI-1971).

Dalam pemakai air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut : (Kardiono Tjokrodimulyjo,1992).

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

3.2.3 Agregat

Agregat adalah salah satu bahan pengisi beton. Hal ini disebabkan karena agregat mengisi sekitar 60% sampai 80% volume mortar atau beton. Agregat sangat berpengaruh pada kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat kasar secara (alami atau buatan) dan agregat halus.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butir agregat selalu ditentukan oleh ketentuan maksimum agregat, antara lain :

a. Ukuran maksimum butiran agregat tidak boleh lebih dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara tulangan dua cetakan.

b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.

c. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antar samping cetakan.

Untuk beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm untuk kerikil. Dan untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm.

Menurut SK-SNI-T-15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum pada tabel 3.2 ;

Tabel 3.2 Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	65-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Keterangan :

Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Adapun Agregat kerikil ditetapkan dalam table 3.3

Tabel 1.1 Tabel Kebutuhan Benda Uji

Kode Beton	Pengurangan kadar air	*Viscocrete-10* 1 sampel (Kg)	Selinder		Balok
			Tekan	Tarik	Lentur
BN	-	-	5	3	3
BN - 05	5%	0,016	5	3	3
BN - 10	10%	0,016	5	3	3
BN - 15	15%	0,016	5	3	3
BN - 20	20%	0,016	5	3	3
BN - 25	25%	0,016	5	3	3
Total			30	18	18

8. Variasi penambahan *superplasticizer* (direncanakan, minimal 100 mm atau lebih) tanpa terjadi *bleeding* dan *segregation.*

   Pengujian dilaksanakan pada umur beton 7 dan 28 hari.

9. Penelitian dilakukan di Laboratorium BKT, FTSP UII.

Tabel 3.3 Gradasi Kerikil

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Sumber : Triono Budi Astanto (2001)

Gradasi campuran ini juga menetapkan gradasi agregatnya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Indek yang dipakai untuk kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir yang mempunyai modulus halus campuran 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 sampai 8 modulus halus butir dihitung dengan rumus:

$$W=\frac{K-C}{C-P} \times 100\% \qquad (3.1)$$

Dengan W = Presentase berat pasir terhadap berat kerikil

K = Modulus halus butir kerikil

P = Modulus halus butir pasir

C = Modulus halus butir campuran

3.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, air, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, atau selama proses pengadukan campuran beton. Bahan tambah digunakan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton.

Secara umum bahan tambah yang digunakan pada beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan.

Bahan tambah ini biasanya merupakan bahan tambah kimia yang dimaksudkan lebih banyak mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan jadi dapat dikatakan bahwa bahan tambah kimia (*chemical admixture)* lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Bahan tambah *additive* merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat penyemenan jadi bahan tambah *additive* lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya.

Jenis bahan tambah kimia yaitu :

1. *Water Reducing Admixture* adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan konsistensi tertentu.
2. *Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang befungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton.

3. *Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. *Water Reducing and Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan unutuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan awal.
5. *Water Reducing and Accelerating Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.
6. *Water Reducing and High Range Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.
7. *Water Reducing and High Range Retarding Admixture* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton. (Tri Mulyono, 2003).

Menurut SK-SNI-S-18-1990-03 bahan kimia tambahan (*admixture*) adalah bahan kimia (berupa bubuk atau cairan) yang dicampurkan pada adukan

beton selama proses pengadukan dalam jumlah tertentu untuk mengubah beberapa sifatnya.

Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah jenis *Water Reducing and High Range Retarding Admixture* merk *SIKAMENT VISCOCRETE-10* produksi PT. Sika. Nusa Pratama.

3.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) sangat mempengaruhi kekuatan beton. Faktor air semen merupakan perbandingan antara berat air dengan semen dalam adukan beton. Karena fas mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan.(L.J Murdock dan K.M Brook,1991).

3.4 Slump

Slump digunakan sebagai parameter untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, sebab hal ini akan sangat berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton. Nilai *slump* lebih ditentukan oleh jumlah air yang ditambahkan ke dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai *slump* sama akan tetapi nilai fas nya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.

3.5 Workability

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

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udaranya diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali.
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen; koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

   (L.J Murdock dan K.M Brook, 1991)

3.6 Modulus Elastisitas

Menurut perkembangan SK.SNI sesuai dengan perkembangan teknologi beton diberbagai negara penggunaan beton ringan semakin meluas. Sehingga penetapan nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c), digunakan rumus empiris yang menyertakan kerapatan (*density*) atau berat beton (Kadir Aboe, 2000).

$$E_c = 0.043 Wc^{1.50} \cdot \sqrt{fc'} \qquad (3.2)$$

Dimana Ec = Modulus Elastisitas Beton tekan (MPa)

Wc = Berat isi beton (kg/m^3) – (1500 – 2500 kg/m^3)

Fc' = kuat tekan beton (MPa)

Untuk beton kepadatan normal dengan berat isi ± 23 kN/m^3, maka :

$$Ec = 4700\sqrt{fc'} \qquad (3.3)$$

Modulus elastis beton normal merupakan fungsi dari kuat desak beton :

$$Ec = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad (3.4)$$

Dimana : Ec= Modulus Elastisitas Beton tekan (MPa)

ε = Regangan yang dihasikan dari tegangan 0,4 σ

σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

3.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat desak yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat desaknya saja. Umur beton berpengaruh pada kuat desak beton (Kardiyono, 1992).

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa selinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, benda uji ini kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang selinder maka diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kardiyono, 1992) :

Kuat desak beton $fc' = \frac{P}{A}$ (3.5)

Dengan : fc' = kuat tekan masing-masing benda uji (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan beton rata-rata (f_{cr}') dengan persamaan (Ari Novrizaldi, 2006).

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} fc(i)}{N} \qquad (3.6)$$

dengan : f_{cr}' = kuat tekan beton rata-rata

fc = kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)

N = jumlah semua benda uji yang diperiksa

3.8 Kuat Tarik Beton

Nilai kekuatan tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus, setiap peningkatan kuat tekan beton hanya memberi sedikit peningkatan kuat tariknya. Nilai kuat tarik beton berkisar 9 – 15% dari kuat tekannya.

Nilai kuat tarik beton sulit ditentukan, suatu pendekatan yang umum dilakukan digunakan nilai yang disebut Modulus of Rupture (fr) ialah tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian balok beton polos (tanpa tulangan), sebagai kuat tarik beton sesuai teori elastisitas.

Untuk beton normal, modulus rupture : fr = $0.70\sqrt{fc'}$ (3.7)

Kuat tarik didapatkan dari hasil pengujian, dengan uji pembelahan selinder-selinder oleh suatu desakan ke arah diameternya. Secara terperinci cara ini diuraikan pada British Standard – 1881 : 1970 (Murdock dan Brook, 1986), kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut :

$$f1 = \frac{2p}{\pi ld}. \qquad (3.8)$$

dimana, $f1$ = Kuat tarik (N/mm²)

P = baban maksimal yang diberikan dalam (N)

l = panjang dari selinder dalam (mm)

d = diameter dalam (mm)

(Kadir Aboe, 2000).

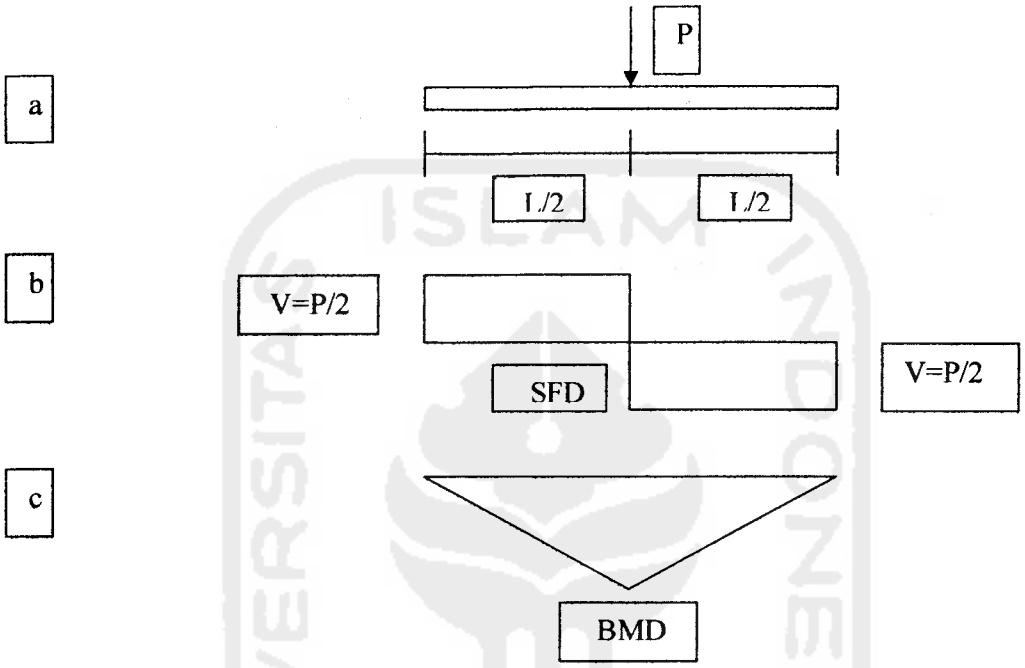
3.9 Kuat lentur Beton

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur (" bending moment ") konstan, yang berarti bahwa suatu momen gaya lintang sama dengan nol. Definisi dari lentur dapat di ilustrasikan sebagai berikut :

a. Sebuah balok sederhana yang dibebani secara sistematis oleh satu gaya P (Gambar 3 a)

b. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Gambar 3 b)

c. Gambar momen lentur (Gambar 3c)



Gambar 3.1 Balok dengan pusat beban berada dalam keadaan lentur

a. balok dengan satu beban

b. diagram gaya lintang

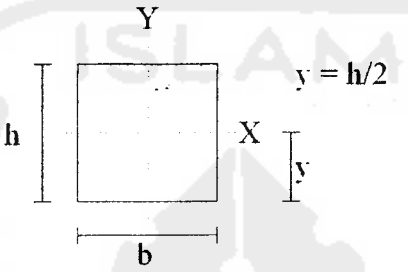
c. diagram momen

Daerah diantara beban P/2 tidak memiliki gaya lintang dan hanya dikenakan suatu momen lentur konstan yang besarnya :

$$M = \frac{P}{2}\frac{L}{2} \qquad (3.9)$$

Karena itu daerah pusat dari balok berada dalam keadaan lentur. Daerah-daerah yang panjangnya L/2 didekat ujung-ujung balok berada dalam keadaan lentur tidak merata dikarenakan momen (M) tidaklah konstan dan terdapat gaya-gaya lintang.

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.2. Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = M.y/I \qquad (3.10)$$

dimana : $I = (1/12)\, b.h^3$ (3.11)

dengan subtitusi persamaan dan kedalam persamaan didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{(P/2)(L/2)(h/2)}{(1/12)b.h^3} \qquad (3.12)$$

$$\sigma_{lt} = \frac{3P.L}{2b.h^2} \qquad (3.13)$$

dengan : σ_{lt} = Kuat lentur

P = beban (gaya)

L = jarak antara tumpuan

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

(SK-SNI M-08-1991-03,1991)

Untuk benda uji dengan bidang pecah tidak ditengah dan simpangan pecah tidak lebih dari 10% bentang tumpuan ke titik tengah, dihitung dengan rumus:

$$\sigma_{lt} = \frac{3P.c}{2b.h^2} \qquad (3.14)$$

dengan : σ_{lt} = Kuat lentur

P = beban (gaya)

c = jarak rata-rata bidang pecah ketumpuan terdekat, tidak lebih 10% bentang tumpuan ke titik tengah

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

3.10 Ketentuan Pembuatan Benda Uji

Ketentuan menurut SK-SNI-M-14-1989-F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK-SNI-M-14-1989-F yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain :

1. Benda uji standart berupa selinder diameter 150 mm dan 300 mm. Benda uji selain selinder sebagai alternative yang memberi kuat tekan yang berbeda, dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.4 Angka Konversi Benda Uji Beton

Benda uji	Faktor Konversi
Selinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil rata-rata dari minimal 3 benda uji.

3.11 Metode Perencanaan Adukan Beton

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *" The British Mix Design Method "* atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara *DOE (Department Of Environment)*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (fc')

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

2 Menetapkan nilai deviasi standar (Sd)

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

   a. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 buah benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel 3.5 :

Tabel 3.5 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

b. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali pada tabel 3.6 :

Tabel 3.6 Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

3 Menghitung nilai tambah margin (M

$$M = k.\ Sd$$

Keterangan : M = nilai tambah

K = 1,64

Sd = standar deviasi

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

4 Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Rumusnya :

$$f'cr = f'c + M$$

Keterangan : f'cr = kuat tekan rata-rata

f'c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

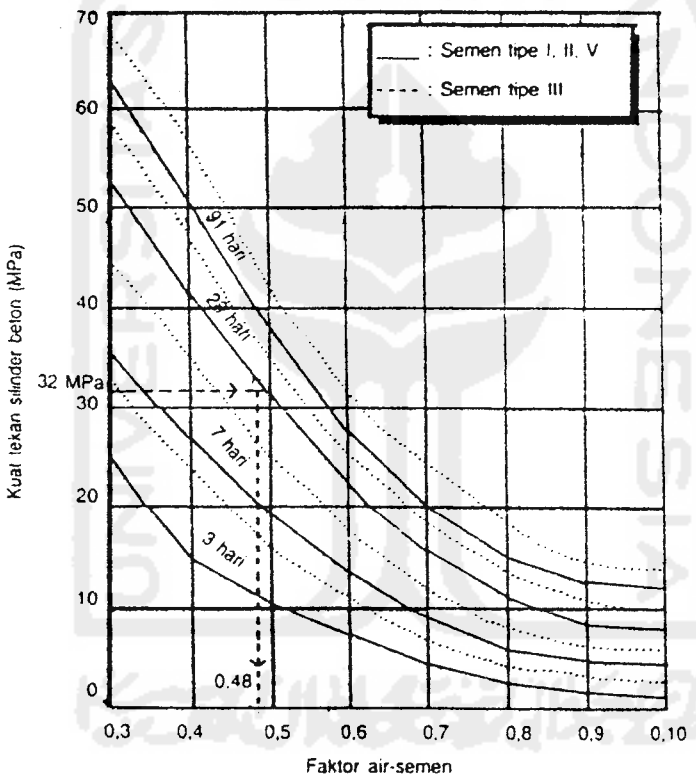
5 Menetapkan jenis semen

6 Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

7 Menetapkan faktor air semen

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

a) Cara Pertama:



Gambar 3.3. Grafik faktor air semen

Misal, kuat tekan selinder (f'cr = 32 MPa) pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air semen (Gambar 3.3)

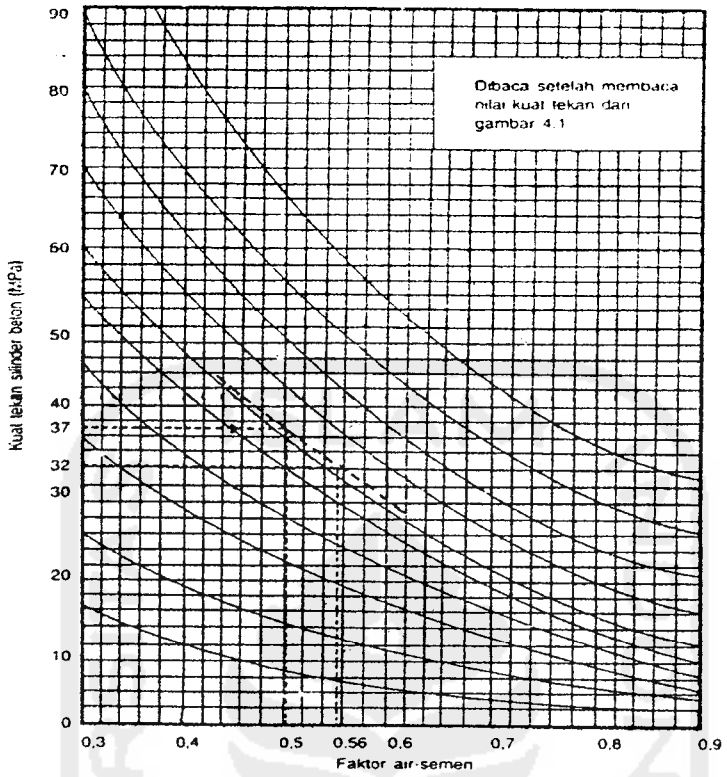
b) Cara Kedua

Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel 3.7 :

Tabel 3.7 Nilai kuat tekan beton

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

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 MPa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan f'cr = 37 MPa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar 3.4 Grafik mencari faktor air semen

c) *Cara Ketiga* :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.
2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka *fas* yang diperoleh = 0,50.

3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

8. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terkecil.

9. Menetapkan nilai *slump*

Nilai *slump* didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel 3.8

Tabel 3.8 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	Maks	Min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

10. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).

11. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel 3.9 :

Tabel 3.9 Tabel Kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

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

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

$$A = 0{,}67\ A_h + 0{,}33\ A_k$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m^3

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

12. Menetapkan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen per meter kubik} = \frac{Jumlahairyangdibutuhkan}{Faktorairsemenmaksimum}$$

13. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel 3.10 :

Tabel 3.10 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min. Ukuran maks agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe I-V	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%) atau S.P pozolan	340	380
	Tipe II atau V	290	330
Air laut	Tipe II atau V	330	370

14. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

    Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah l (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

    Jika jumlah semen pada langkah l dan m berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

    a) Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.

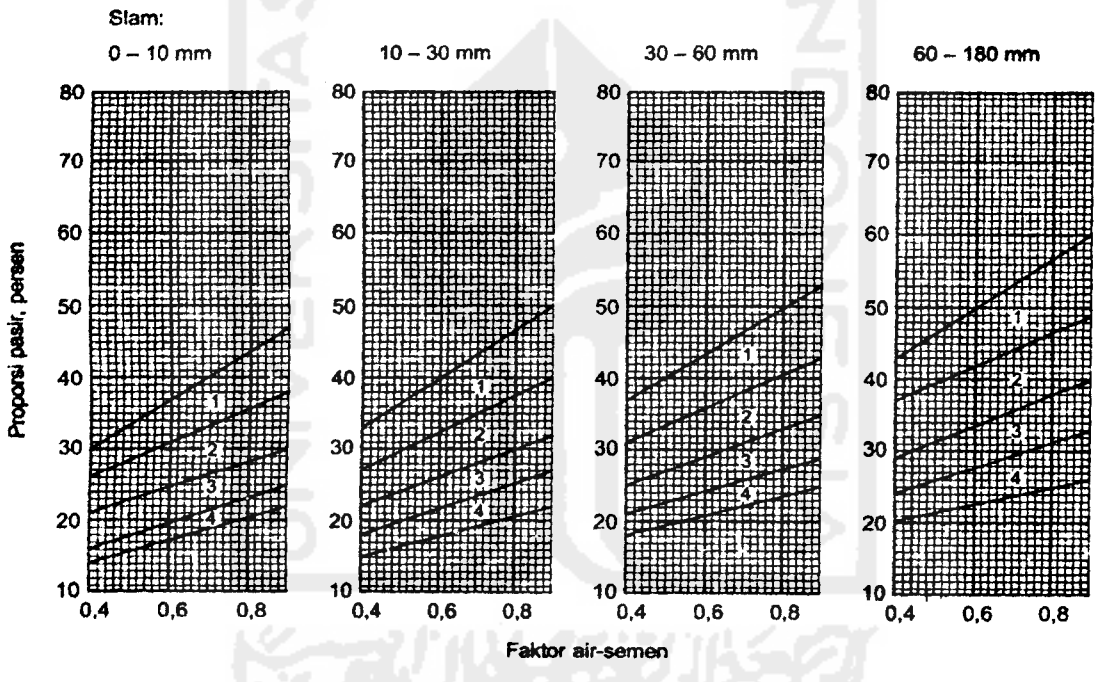
    b) Jika akan menaikan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

16. Menentukan golongan pasir

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

17. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

Untuk menentukan perbandingan antara pasir dan kerikil dapat dicari dengan bantuan grafik dibawah ini. Dengan melihat nilai slump yang direncanakan, ukuran butir maksimum, zona pasir, dan faktor air semen



Gambar 3.5. Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimal 20 mm

18. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

a) Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.

b) Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

Bj campuran = (P/100) x Bj pasir + (K/100) x Bj kerikil

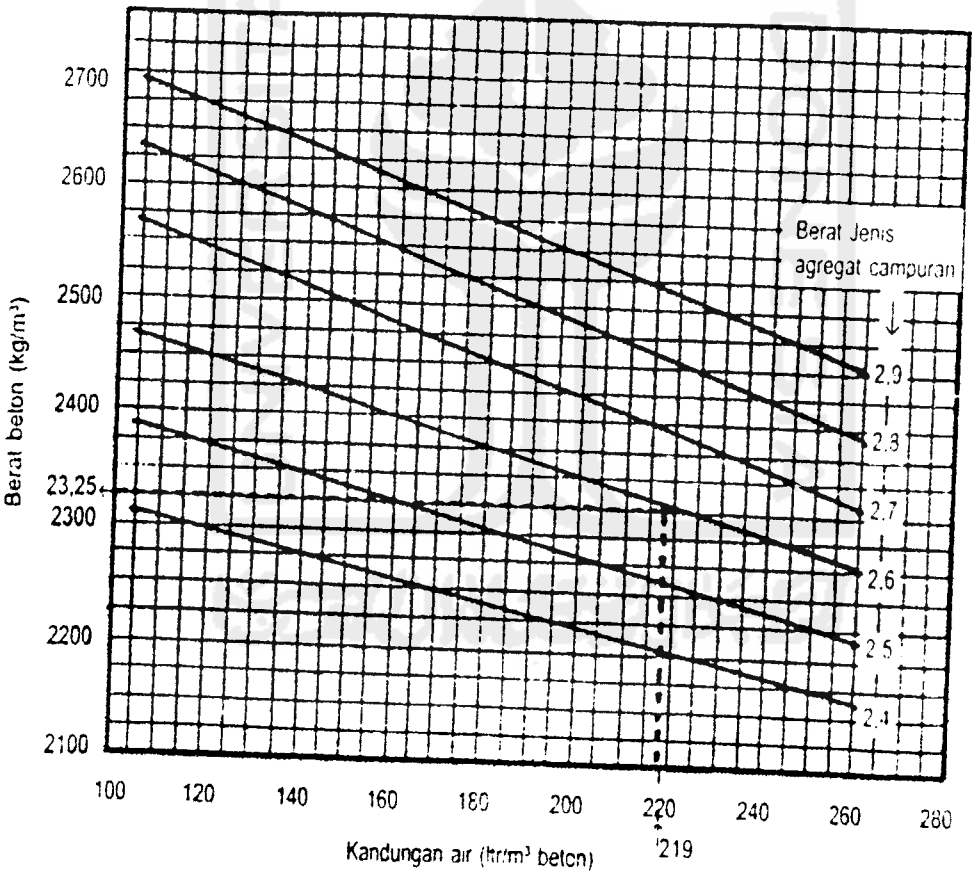
Diketahui : Bj campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

19. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukan kedalam gambar 3.6 :



Gambar 3.6. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6

Kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m^3.

20. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

    Berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen.

21. Menentukan kebutuhan pasir

    Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir.

22. Menentukan kebutuhan kerikil

    Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir.

3.12 Pengadukan Beton

Usaha untuk mencapai mutu beton yang baik adalah dengan melakukan proses pembuatan beton dengan sebaik-baiknya, dimulai dari bahan-bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus yang kemudian diikat dengan semen yang kemudian berinteraksi dengan air sebagai bahan perekat, pencampuran dan pengadukan harus dilakukan dengan benar dan rata. Pengadukan beton dapat dilakukan dengan dua cara :

BAB IV

METODELOGI PENELITIAN

Metodelogi yang kami lakukan adalah dengan cara membuat benda uji di Laboraturium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, kemudian kami mengujinya dengan cara : tekan, tarik, dan lentur dengan umur beton : 7 dan 28 hari.

4.1 Bahan – bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pencampuran adalah :

1. Semen *Portland* merek Gresik.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari lereng Gunung Merapi.
3. Agregat kasar (kerikil) diambil dari Kali Clereng Kaliurang.
4. Air dari laboraturium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan Tambah *Sikament Viscocrete-10.*

4.2 Peralatan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin aduk beton (molen).
2. Mesin Desak.
3. Sekop besar.
4. Kaliper.

5. Penggaris.
6. Tongkat penumbuk.
7. Gelas ukur.
8. Ember.
9. Kerucut Abrahams.
10. Timbangan.
11. Ayakan.
12. Sendok semen (cetok).
13. Palu karet.
14. Palu martil.
15. Cetakan silinder.
16. cetakan balok
17. Seperangkat peralatan kunci.

4.3 Pemeriksaan Material yang digunakan

4.3.1 Pemeriksaan kadar lumpur

Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung dalam agregat yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Pada agregat ini kandungan lumpurnya tidak boleh lebih dari 5 %.

4.3.2 Pemeriksaan berat volume

Pemeriksaan ini untuk mengetahui berat volume dalam kondisi " SSD " (*Saturated Surface Dry*).

4.3.3 Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat yang akan digunakan.

4.3.4 Analisis saringan dan modulus butiran halus

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari analisis saringan yang dilakukan diperoleh modulus halus butiran agregat halus.

4.4 Perhitungan campuran beton (*Mix Design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode :

DOE (*Department of Environment*), yaitu :

f'c	= 30 Mpa
Jenis semen	= Semen portland merk Gresik tipe I
Jenis Kerikil	= Batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 40 mm
Nilai *slump*	= Minimal 100 mm (10 cm)
Jenis Pasir	= Agak kasar (golongan 2)
Berat jenis kerikil	= 2,7 t/m³
Berat jenis pasir	= 2,65 t/m³

1. Kuat tekan beton yang diisyaratkan pada 28 hari yaitu f'c = 30 Mpa
2. Penetapan nilai devisiasi standar (S) = 5,6 Mpa

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA

Dari tabel 3.5 diambil nilai 5.6 dengan tingkat pengendalian mutu pekerjaan cukup.

3. Perhitungan nilai tambah (M) = K . Sd

= 1,64 x 5.6

= 9,184 ≈ 9 Mpa

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

f'cr = f'c + M

= 30 + 9

= 39 Mpa

5. Menetapkan jenis semen

Digunakan semen portland tipe I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras atau semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.

6. Menetapkan jenis agregat (digunakan jenis kerikil batu pecah).

7. Menetapkan Faktor Air Semen (FAS)

Cara I : Dari gambar 3.3. dengan f'cr = 39 Mpa pada umur 28 hari didapat fas 0,42.

Cara II : Dari tabel 3.7 jenis semen I, batu pecah umur 28 hari dan dilihat dari perbandingan garis pada gambar 3.4 didapat fas 0,48.

Cara III : Dari cara ini diperoleh

1) Untuk pembetonan didalam ruang bangunan dan dalam keadaan keliling non korosif = 0,6.

2) Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka fas yang diperoleh = 0,50.

3) Untuk beton bertulang didalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50

Dari ketiga cara tersebut diatas diambil nilai fas yang terendah yaitu 0,42.

8. Menetapkan nilai *slump* rencana minimal 10 cm.

9. Menetapkan faktor air semen maksimum

Dari ketiga cara diatas (langkah 7), diambil fas maksimum yaitu 0,6.

10. Menetapkan kebutuhan air

Dari tabel 3.9 jika pasir maksimum 10 mm jenis alami $A_h = 225$. Jika krikil maksimum 40 mm (4 cm).

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

$$= (0{,}67 \times 225) + (0{,}33 \times 205)$$

$$= 219 \text{ liter.}$$

11. Menentukan kebutuhan semen

$$= \frac{Jumlah air yang dibutuhkan}{Faktor air semen}$$

$$= \frac{219}{0{,}42}$$

$$= 522 \text{ kg.}$$

12. Perbandingan pasir dan kerikil

Dengan gambar 3.5 jika faktor air semen 0,42 pasir golongan II, nilai *slump* minimal 100 mm, dan agregat maksimum 40 mm didapat 38 %.

13. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

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

$$= \left(\frac{38}{100}\right) \text{x } 2{,}65 + \left(\frac{62}{100}\right) \text{x } 2{,}7$$

$$= 2{,}7$$

14. Menetukan berat jenis beton

Dengan gambar 3.6 jika berat jenis campuran 2,7 kebutuhan air 219 liter didapat berat jenis betonnya 2388 Kg/m^3.

15. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

= Berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

= 2388 – 219 – 522

= 1647 kg.

16. Menentukan kebutuhan pasir

= (berat pasir + kerikil) x presentase berat pasir

= 38% x 1647

= 626 kg.

17. Menentukan kebutuhan kerikil

= (berat pasir + kerikil) – kebutuhan pasir

= 1647 - 626

= 1021 kg.

Kesimpulan :

Untuk 1m³ beton dibutuhkan

a. Air = 219 liter

b. Semen = 522 kg.

c. Pasir = 626 kg

d. Kerikil = 1021 kg

e. *Superplasticizer* $= (522 \times \frac{0,6}{100})$

$= 3,132$ kg

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton (benda uji).
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang keatas talam besar, kemudian diaduk hingga campuran merata.
4. Diukur nilai *slump* dari adukan tersebut.
5. Setelah *slump* yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan. Setiap

tahap dipadatkan dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali.

6. Setelah padat dan cetakan penuh , kemudian permukaannya diratakan.
7. Cetakan diletakan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat sesuai dengan variasi *superplasticizer viscocrete-10* 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Dan kemudian diuji pada hari ke 7, 14 dan 28 hari.

4.6 Pengujian kuat desak benda uji

Untuk melaksanakan pengujian kuat desak beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara $2 - 4$ kg/cm^2 per detik.
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selam apemeriksaan benda uji.
4. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

1 Dengan mengunakan tangan bila beton yang dibuat sedikit.

2 Dapat pula dengan menggunakan mesin apabila jumlah beton yang akan dibuat dalam jumlah banyak. Lama waktu pengadukan pada kapasitas isi mesin pengaduk, pada umumnya kurang lebih dua menit semenjak mulai pengadukan, dan hasilnya menunjukan susunan dan warna yang merata.

4.7 Pengujian kuat tarik benda uji

Untuk melaksanakan pengujian kuat tarik beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Benda uji diambil dari bak perendaman 1 hari sebelum dilakukan pengujian.
2. Kotoran yang menempel dibersihkan dengan kain.
3. Menimbang berat dan mengukur dimensi benda uji.
4. Benda uji diletakkan pada mesin tarik secara sentris.
5. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi benar-benar hancur dan dicatat hasil maksimum pembebanannya.

4.8 Pengujian kuat lentur benda uji

Untuk melaksanakan pengujian kuat lentur beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji lentur pada mesin tekan secara sentris.
2. Berikan pembebanan sampai mencapai ± 50% dari beban maksimum yang diperkirakan, kecepatan pembebenan harus kontinu tanpa menimbulkan efek kejut.
3. Catat besarnya beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan.

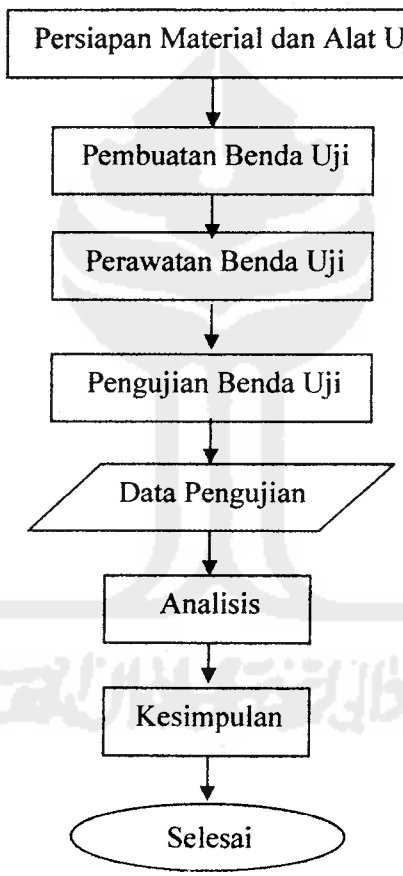
4.9 Pengolahan data

Setelah bahan dan alat uji siap serta sampel uji telah dibuat, maka siap untuk di uji sesuai prosedur penelitian. Hasil dari pengujian berupa data-data

kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi anar satu pengujian dengan pengujian lainnya. Secara umum dari pengujian-pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *additif* pada mutu beton.

4.10 Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah penelitian tergambarkan dalam *flow chart* dibawah ini :



Gambar 4.1 Flowchart Pelaksanaan Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium, dalam pelaksanaan eksperimen ini peneliti menggunakan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

Dalam pembuatan beton dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10* perlu mendapat perhatian khusus adalah *bleeding* dan *segregation*, yang menyangkut teknik pencampuran bahan tambah ke dalam adukan agar dapat tersebar merata, masalah *workability* (kelecakan adukan) yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, dan masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu yang telah ditentukan dengan kelecakan yang memadai.

Dalam bab ini akan diuraikan tentang proses pembuatan benda uji yang meliputi nilai *slump* dan tingkat *workability* serta akan disajikan pula hasil pengamatan dan hasil akhir dari pengujian yang meliputi uji tekan, uji tarik, dan uji lentur.

5.2 Proses Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji penelitian ini dilakukan dengan cara manual, benda uji beton setiap variasi dikurangi air secara gradual mulai dari 0% sampai 25%. Penambahan *viscocrete-10* sebesar 0,6% (dosis minimum) dari berat semen. Alasan peneliti memakai penambahan *viscocrete-10*

dengan dosis minimum adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan kekuatan beton yang diakibatkan *viscocrete-10*, bila penambahannya diambil dosis yang paling rendah.

1. Proses awal pembuatan benda uji beton tanpa pengurangan air dan tanpa penambahan *viscocrete-10* adalah dimulai dari mencampur agregat kasar dan halus di atas talam besar, kemudian diaduk sampai merata.
2. Setelah campuran agregat kasar dan halus merata, selanjutnya mencampurkan semen yang kemudian disduk kembali hingga merata.
3. Campuran agregat kasar, halus, dan semen selanjutnya ditambahkan dengan air sedikt demi sedikit, kemudian aduk lagi hingga adukan merata.
4. Setelah itu dilakukan uji *slump* unutk mengetahui tingkat keenceran adukan tersebut.
5. Untuk pembuatan benda uji dengan pegurangan air dan penambahan *viscocrete-10* adalah dengan melakukan tahapan-tahapan sepeti diatas, hanya yang berbeda pada banyaknya air yang ditambahkan pada adukan dan penambahan *viscocrete-10* dilakukan setelah campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen, dan air sudah tercampur merata.

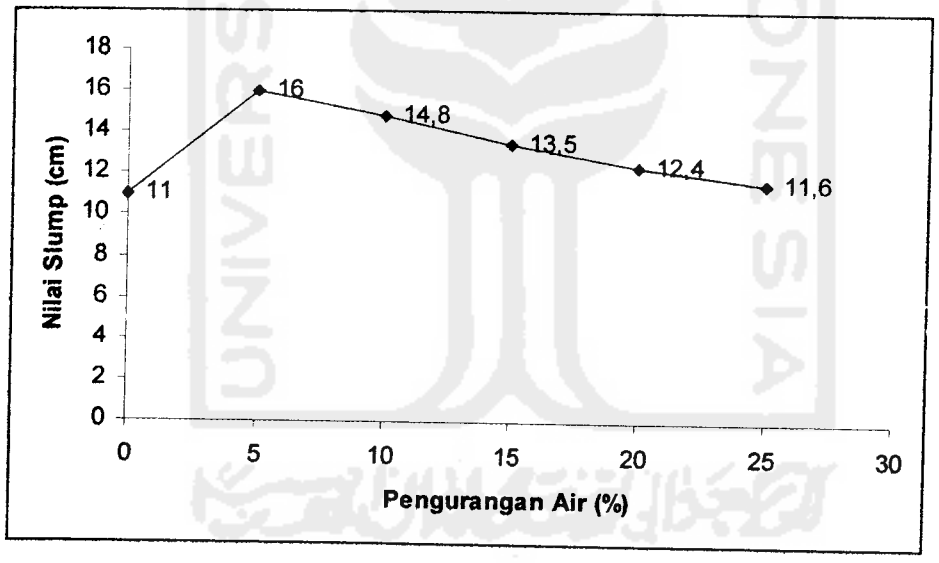
5.3 Nilai *Slump* dan *Workability*

Nilai *slump* mempengaruhi *workability*, semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah proses pengerjaan beton (*workability*), dalam penelitian ini nilai *slump* yang seharusnya rendah akibat pengurangan air atau memperkecil nilai fas pada adukan beton dapat dihindari, dengan cara menambahkan bahan tambah beton (*viscocrete-10*) yang bisa menjadikan nilai *slump* lebih baik dari yang seharusnya terjadi.

Pada penelitian-penelitian terdahulu juga telah membuktikan bahwa pengurangan air pada adukan beton akan membuat nilai fas menjadi lebih kecil sehingga kuat tekan beton meningkat, tetapi hal tersebut bisa berdampak pada turunnya nilai *slump*. Seiring dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton, maka tingkat *workability* juga akan menurun, dengan kata lain semakin banyak pengurangan air dalam adukan beton maka kuat tekan beton akan meningkat, akan tetapi semakin kecil nilai fas maka akan menurunkan nilai *slump* dan tingkat *workability*, hal tersebut akan sangat berpengaruh pada proses pengerjaan beton. Namun dengan menambahkan bahan tambah beton (*viscocrete-10*), tingkat penurunan *workability* dapat dihindari sehingga saat pengerjaan beton dilaksanakan bisa menjadi lebih mudah dan bisa mendapatkan kuat tekan beton yang lebih baik dari kuat tekan beton normal tanpa pengurangan air. Hal tersebut diatas dapat dilihat pada tabel dan gambar grafik 5.1, hubungan antara nilai *slump* dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10*.

Tabel 5.1 Tabel Hubungan Antara *Slump* Dengan Pengurangan Air dan Penambahan *Viscocrete-10*

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Penambahan Viscocrete-10 (%)	Slump
BN	0	0	11
BN 5%	5	0,6	16
BN 10%	10	0,6	14,8
BN 15%	15	0,6	13,5
BN 20%	20	0,6	12,4
BN 25%	25	0,6	11,6



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara *Slump* Dengan Pengurangan Air Dan Penambahan *Viscocrete-10*

Dari tabel dan grafik 5.1, diatas dapat dilihat bahwa masing-masing sampel dengan pengurangan air yang berbeda dan penambahan *viscocrete-10* yang sama, memiliki nilai *slump* yang berbeda, karena semakin banyak pengurangan air pada adukan beton akan berdampak pada penurunan nilai *slump* dan *workability*, tetapi dengan menambahkan *viscocrete-10* secara konstan maka nilai *slump* yang didapat akan menurun, tetapi *slump* tidak turun melebihi *slump* yang diinginkan. Pada penelitian ini pengurangan kadar air pada adukan beton dilakukan secara gradual yaitu 5% sampai 25%, Dari tabel dan gambar 5.1 dapat dilihat pengurangan kadar air yang dapat memperkecil nilai fas sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton, seharusnya akan berakibat pada menurunnya nilai *slump* dan terjadi tingkat kesulitan pengerjaan beton tersebut. Akan tetapi pada grafik terlihat bahwa dengan menambahkan bahan tambah beton *(viscocrete-10)*, nilai *slump* yang terjadi dari pengurangan air dari 5% hingga 25% justru menjadi lebih baik, bahkan bisa dikatakan nilai *slump* yang terjadi bila dikaitkan dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10* akan memiliki hubungan yang mendekati linier. Artinya pada penelitian ini dengan melakukan pengurangan air atau memperkecil nilai fas dan menambahkan *viscocrete-10*, *slump* dan *workability* yang seharusnya kecil, bisa dihindari dan kuat tekan beton menjadi lebih baik.

5.4 Kuat Tekan

Nilai kuat tekan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari. Untuk setiap variasi, masing-masing variasi dibuat 5 sampel tekan, 3 sampel tarik dan 3 sampel lentur dengan persentase air dikurangi secara gradual sebesar 5% sampai 25% setiap variasi dan penambahan *viscocrete-10* tetap sebesar 0,6% dari berat semen.

Contoh penghitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder terlihat pada tabel 5.2 dari hasil pengujian beton normal didapat:

P = 425,30 KN = 43353,721 kg

d = 14,80 cm

$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

$= 171{,}946 \text{ cm}^2$

$$\sigma_{tk} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{43353{,}721}{171{,}946}$$

$= 252{,}14 \text{ kg/cm}^2 = 25{,}214 \text{ MPa}$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tekan beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya. Lakukan hal tersebut untuk setiap variabel benda uji.

Tabel 5.2 Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 dan 28 hari

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Nilai fas	fc' (MPa)	
			Umur 7 Hari	Umur 28 Hari
BN	0	0,42	28,413	34,247
BN 5%	5	0,40	28,664	35,200
BN 10%	10	0,38	29,410	36,704
BN 15%	15	0,36	29,610	37,198
BN 20%	20	0,34	29,804	38,937
BN 25%	25	0,32	31,577	39,970

Adapun contoh penghitungan untuk persentase penambahan kuat tekan dengan pengurangan air terhadap beton normal dapat dilihat pada tabel 5.3 didapat:

Kuat tekan beton normal (BN) = 28,413 MPa

Kuat tekan beton normal pengurangan air 5% (BN 5%) = 28,664 MPa

$$\text{Penambahan Kuat tekan} = \frac{(28{,}664 - 28{,}413)}{28{,}413} X100$$

$$= 0{,}883\ \%$$

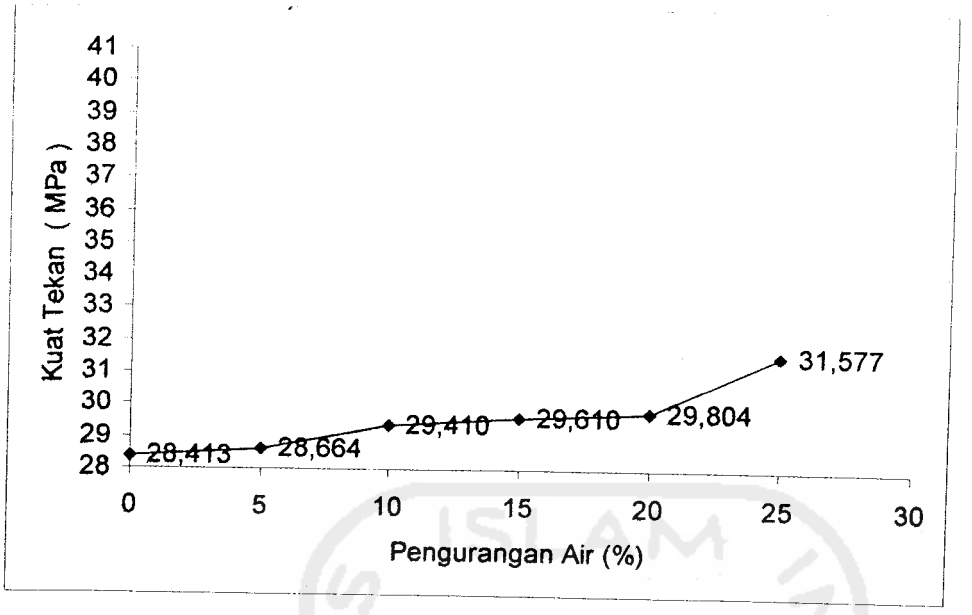
Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurang dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton normal.

Tabel 5.3 Tabel Persen Kenaikan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Pengurangan Air Umur 7 dan 28 hari

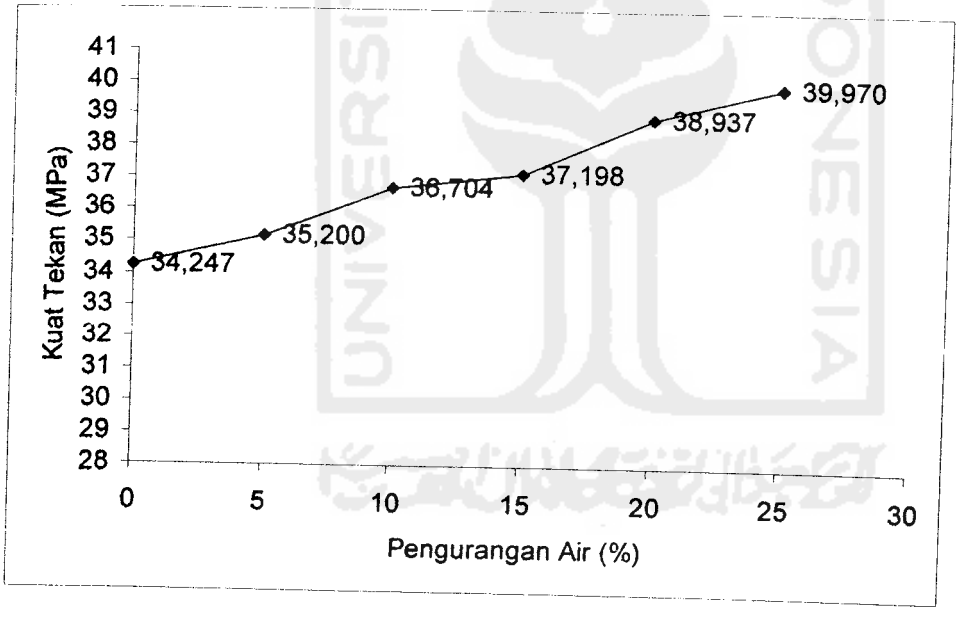
Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	fc' (MPa)		% Kenaikan	
		Umur 7 Hari	Umur 28 Hari	Umur 7 Hari	Umur 28 Hari
BN	0	28,413	34,247	0	0
BN 5%	5	28,664	35,200	0,883	2,782
BN 10%	10	29,410	36,704	3,509	7,174
BN 15%	15	29,610	37,198	4,213	8,617
BN 20%	20	29,804	38,937	4,896	13,694
BN 25%	25	31,577	39,970	11,135	16,711
Rata-rata				4,106	8,163

Dari tabel 5.3 dapat dilihat bahwa seiring dengan melakukan pengurangan air pada adukan beton maka nilai fas akan semakin rendah dan kuat tekan beton semakin meningkat, hal tersebut sangat berpengaruh pada turunnya nilai *slump* dan *workability* menjadi rendah, sedangkan penambahan *viscocrete-10* yang dicampurkan pada adukan beton secara merata, sama sekali tidak mempengaruhi tingkat kenaikan kuat tekan beton tetapi akan sangat berpengaruh dalam memperbaiki nilai *slump* sehingga tingkat *workability* menjadi lebih baik, dari hasil penelitian pada umur 7 dan 28 hari dengan memperkecil nilai fas pada adukan beton secara gradual 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terjadi peningkatan kuat tekan yang signifikan pada sampel beton. Tabel 5.3 menunjukan bahwa pengaruh semakin kecilnya nilai fas terus meningkatkan kuat tekan beton hingga batas maksimal yaitu 25% dan masih ada kemungkinan kuat tekan beton tetap meningkat bila air

dikurangi sampai 30%. Hal yang terjadi pada sampel beton usia 7 hari, terjadi persen peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 4,106%, dan peningkatan terbesar dicapai pada pengurangan air 25% yaitu sebesar 11,135%. Begitu pula pada usia 28 hari, terjadi persen peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 8,163%, dan peningkatan terbesar dicapai pada pengurangan air sebanyak 25% yaitu sebesar 16,711%. Tingkat kenaikan persen rata-rata kuat tekan sampel beton usia 28 hari bila dilihat pada tabel 5.3, terjadi hampir 2 kali lipat dari kenaikan persen rata-rata kuat tekan pada usia 7 hari. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena pada usia 7 hari pengerasan pada sampel beton belum terlalu sempurna akibat dari penambahan *viscocrete-10* yang juga memiliki fungsi untuk memperlambat pengikatan awal pada beton. Hal ini sudah dibuktikan pada penelitian lain dengan penambahan bahan tambah beton yang memiliki fungsi hampir sama, dengan menambahkan dosis bahan tambah beton yang melebihi batas maksimum penggunaan yang ditentukan pabrik, terjadi pengerasan beton yang memakan waktu hingga berhari-hari.



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Pengurangan Air dan Kuat Tekan Umur 7 hari



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Pengurangan Air dan Kuat Tekan Umur 28 Hari

Dari gambar grafik 5.2 dan 5.3 diatas, menunjukan peningkatan kuat kuat tekan sampel beton, bisa dikatakan tingkat kenaikan kuat tekan beton

tersebut cukup baik. Karena pada saat umur 7 maupun saat umur 28 hari kuat tekan terus meningkat, sebab dari beton pengurangan air 5% sampai dengan pengurangan air sebesar 25% kuat tekan beton masih terus meningkat hingga batas maksimum, peningkatan kuat tekan ini kemungkinan disebabkan karena adanya pengurangan air sehingga menurunkan nilai fas pada adukan beton, sebab fas yang semakin kecil akan meningkatkan kuat tekan beton, kemungkinan lain yang terjadi adalah *viscocrete-10* mampu membuat lekatan antara agregat kasar, agregat halus, dan semen menjadi lebih baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat tabel kuat tekan pada lampiran, pada tabel menunjukan bahwa tidak selalu beton yang padat memiliki kuat tekan yang tinggi.

Pada pelaksanaan pengujian, secara visual dilihat pada tampang pecah dan retak sampel beton tanpa pengurangan air dan tanpa penambahan *viscocrete-10*, menunjukan bahwa benda uji tersebut memiliki ukuran pecah retak yang cukup besar, berbeda dengan sampel beton dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10*, ukuran pecah dan retak relatif kecil, hal itu kemungkinan disebabkan karena lekatan antara agregat kasar, agregat halus, dan semen cukup baik karena adanya penambahan *viscocrete-10*.

5.3.1. Perbandingan f'cr Rencana dan f'cr Hasil Penelitian

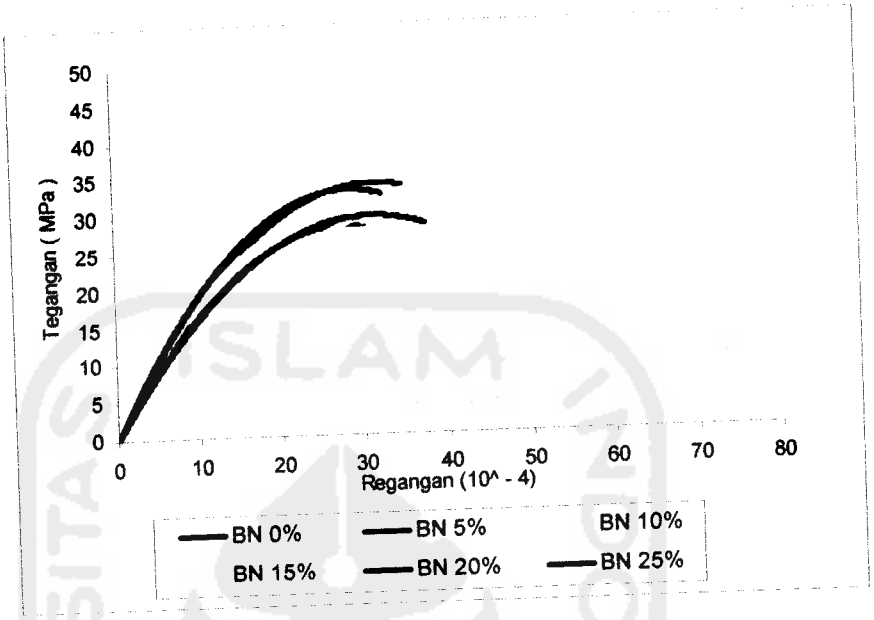
Pada penelitian ini menentukan f'cr rencana sebesar 39 MPa namun dari hasil penelitian, didapatkan f'cr terjadi sebesar 34,247 MPa bisa dikatakan belum memenuhi f'cr rencana. Hal ini kemungkinan terjadi disebabkan

karena bentuk tekstur dari agregat kasar yang dominan berbentuk pipih, seperti yang kita ketahui salah satu fungsi agregat kasar adalah bahan pengisi beton yang nilainya sekitar 70% diisi oleh agregat kasar, fungsi lain adalah untuk memberikan stabilitas volume dan keawetan, dari hal diatas kita bisa mengetahui bahwa agregat kasar yang digunakan pada benda uji beton memiliki tekstur berbentuk pipih sehingga kinerja agregat tersebut kurang maksimal untuk menahan beban yang sangat besar, sebab agregat yang berbentuk pipih kemungkinan akan membentuk rongga dibawah permukaan agregat tersebut sehingga akan mengurangi kekuatan beton. Kemungkinan lain yang terjadi adalah disebabkan karena pada penelitian ini pembuatan benda uji menggunakan cara manual sehingga campuran beton tidak dapat merata secara sempurna dan menjadikan adukan beton kurang homogen.

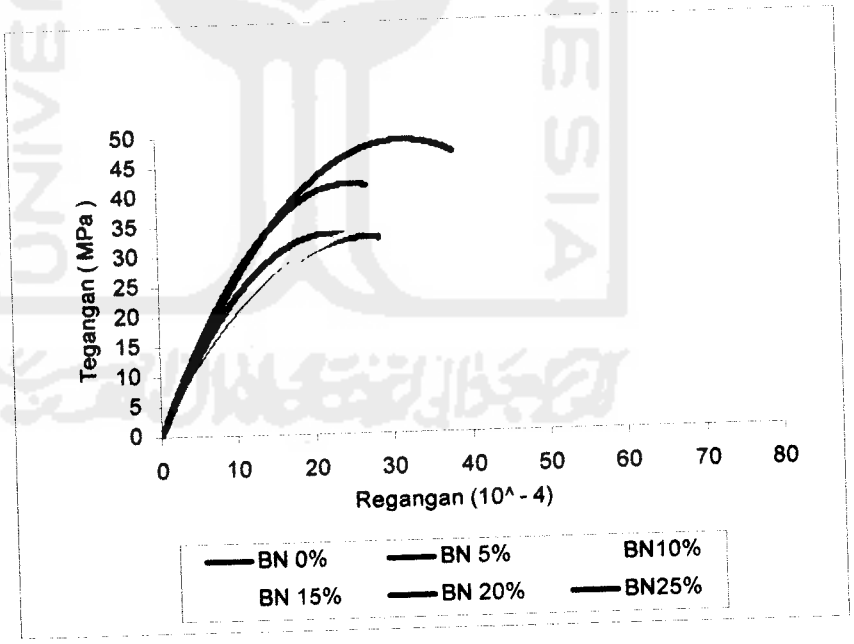
5.3.2. Hasil Pengujian Tegangan Regangan

Dengan memperhatikan gambar kurva tegangan-regangan yang terlihat pada gambar 5.4 dan gambar 5.5, menunjukan terjadinya peningkatan kuat tekan. Hal ini membuktikan bahwa pengurangan air pada adukan beton memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton. Dan bila dilihat perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum pada beton dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete*-10, beton masih dapat mempertahankan tegangan dan regangan cukup besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa beton dengan pengurangan air dan penambahan *viscocrete*-10 bersifat *ductile* (liat). Luasan dibawah kurva menunjukkan bahwa besarnya energi yang dapat

diserap selama proses pembebanan. Semakin besar luasan dibawah kurva, maka semakin liat bahan tersebut.



Gambar 5.4 Kurva Tegangan-Regangan Beton umur 7 hari



Gambar 5.5 Kurva Tegangan-Regangan Beton umur 28 hari

5.3.3. Analisis Modulus Elastisitas

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan benda uji. Permukaan yang rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cukup baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Dan menurut Edward G. Nawy, modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4.f'c$) modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Dari modulus elastisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut. Pada pengujian kuat tekan umur 7 hari didapatkan modulus elastisitas yang terbesar pada pengurangan air 25% yaitu sebesar 21029,2689 MPa. Begitu pula secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi pada pengurangan air 25% yaitu sebesar 25798,6763 MPa. Berbeda pada pengujian kuat tekan umur 28 hari didapat modulus elastisitas uji yang terbesar pada pengurangan air 20% yaitu sebesar 30081,3046 MPa, dan secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi pada pengurangan air 25% yaitu sebesar 29647,2781 MPa.

Adapun cara penghitungan modulus elastisitas (E) didapatkan sebagai berikut:

Modulus elastisitas (Ec)= $\frac{\sigma}{\varepsilon}$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan 0.4 σ

Pada variasi beton normal pengurangan air 25%, didapat :

$\sigma_{0,4}$ = 30,130 MPa dan $\varepsilon_{0,4\sigma}$ = 5,7310599. 10^{-4}

$$Ec = \frac{12,0520}{5,7310599.10^{-4}} = 21029,2689$$

Untuk perhitungan Modulus Elastisitas (Ec) kuat tekan beton normal pegurangan air dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec) Beton Normal dan Beton Normal Dengan Pengurangan Air Umur 7 hari

Kode Sampel	f'c (MPa)	0,4.f'c (MPa)	ε (10-4)	Modulus Elastisitas	
				Uji	Teoritis
BN	28,413	11,3652	6,4246779	17689,91407	25052,80763
BN5%	28,664	11,4656	5,8115200	19729,08981	25163,22237
BN10%	29,410	11,7640	8,3792700	14039,40916	25488,56410
BN15%	29,610	11,8440	5,9231800	19996,01565	25575,08358
BN20%	29,804	11,9216	7,0177938	16987,67496	25658,72873
BN25%	30,130	12,0520	5,7310599	21029,26895	25798,67632

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec) Beton Normal dan Beton Normal Dengan Pengurangan Air Umur 28 hari

Kode Sampel	f'c (MPa)	0,4.f'c (MPa)	ε (10-4)	Modulus Elastisitas	
				Uji	Teoritis
BN	34,247	13,6988	6,3976780	21412,14359	27504,84012
BN5%	35,200	14,0800	5,3436990	26348,78948	27884,90631
BN10%	36,704	14,6816	5,0386200	29138,13703	28474,39833
BN15%	37,198	14,8792	7,2549850	20508,93282	28665,37668
BN20%	38,937	15,5748	5,1775680	30081,30458	29327,77404
BN25%	39,790	15,9160	5,6389348	28225,18891	29647,27812

Pada penelitian ini kuat tekan beton maksimum umur 7 hari didapat pada variasi pengurangan air 25%, selain itu sampel beton tersebut juga memiliki modulus elastisitas uji dan teoritis yang tertinggi. Hal tersebut menandakan bahwa pada keadaan itu beton tersebut memiliki sifat (*ducktile*) liat yang tertinggi bila dibandingkan dengan yang lain. Kuat tekan beton maksimum dan modulus elastis teoritis umur 28 hari didapat pada variasi pengurangan air 25%, namun secara uji modulus elastis tertinggi didapat pada variasi 20%. Secara teoritis pada umur 28 hari sampel beton dengan pengurangan air 25% memiliki sifat (*ducktile*) liat paling tinggi dari yang lain, namun secara uji sifat (*ductile*) liat paling tinggi terdapat pada beton 20%. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pengaruh regangan yang cukup rendah sehingga mempengaruhi modulus elastisitas ujinya menjadi tinggi.

Menurut Murdock dan Brook, Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan lebih tinggi biasanya mempunyai harga ε yang lebih tinggi juga. Pada penelitian ini didapatkan kekuatan beton tertinggi memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi pula. Selain itu untuk mendapatkan modulus elastisitas yang tinggi yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan pada benda uji, semakin rata permukaan benda uji maka semakin baik hasilnya, permukaan yang rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cukup baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

5.5 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metoda uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Pada penelitian ini kita dapat mengetahui seberapa besar pengaruh pengurangan air pada adukan beton terhadap peningkatan kuat tarik beton, contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.10,

P = 19969,419kg

l = 29,8 cm

d = 14,6 cm

Kuat tarik $= \frac{2xP}{\pi xlxd}$

$= \frac{2x19969,419}{\pi x29,8x14,6}$

$= 29,235 \text{ kg/cm}^2 = 2,9235 \text{ MPa}$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tarik beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tarik betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variable benda uji.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Normal Umur 7 dan 28 Hari

Kode Benda Uji	Pengurangan Air (%)	Kuat Tarik (MPa)	
		Umur 7 hari	Umur 28 hari
BN	0	3,0571	3,5000
BN 5%	5	3,1412	3,5298
BN 10%	10	3,1543	3,6427
BN 15%	15	3,2098	3,8850
BN 20%	20	3,3799	4,0910
BN 25%	25	3,5022	4,4493

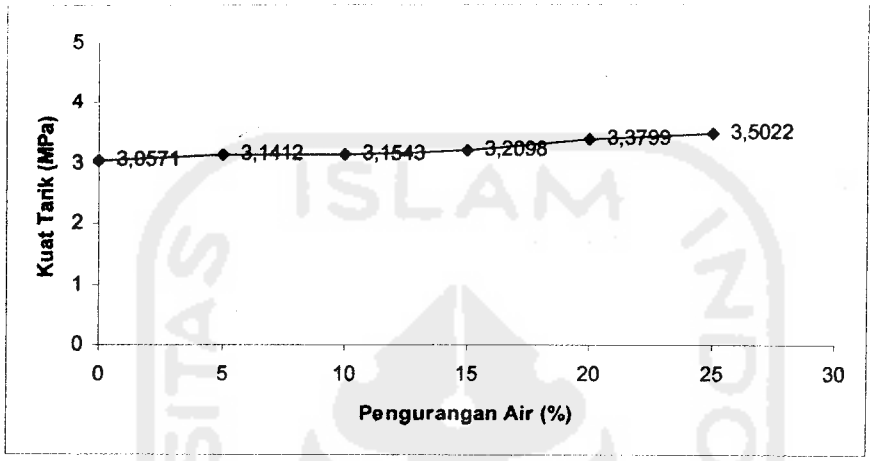
Untuk persentase perubahan kuat tarik dari beton normal ke beton normal dengan pengurangan air dapat dilihat pada table 5. 7

Tabel 5.7 Presentase Perubahan Kuat Tarik Beton Normal Umur 7 dan 28 Hari

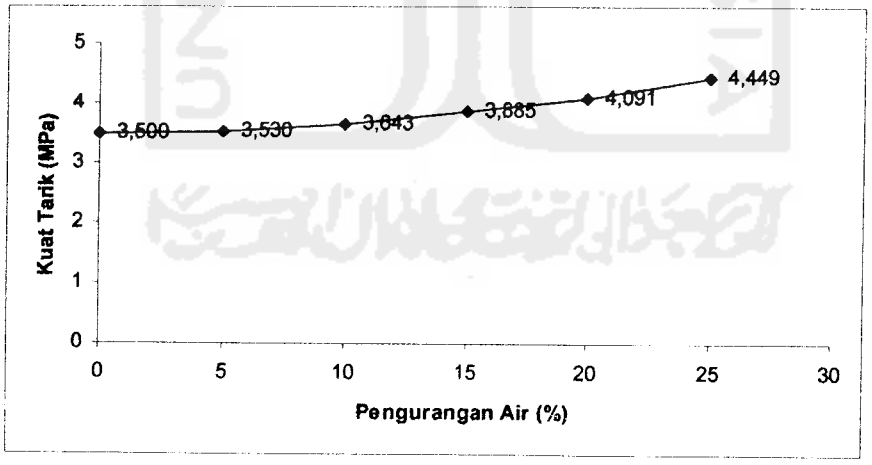
Kode Benda Uji	Pengurangan Air (%)	% Perubahan	
		Umur 7 hari	Umur 28 hari
BN	0	0	0
BN 5%	5	2,751	0,815
BN 10%	10	3,180	4,043
BN 15%	15	4,995	10,57
BN 20%	20	10,56	15,21
BN 25%	25	14,56	23,21
Rata-rata		6,007	8,974

Dari tabel diatas menunjukan bahwa semakin banyak pengurangan air maka nilai fas akan semakin rendah dan hal ini akan meningkatkan kuat tekan pada beton, antara kuat tekan dan kuat tarik beton bisa dikata tidak berhubungan, namun pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa kemungkinan yang terjadi, seiring dengan meningkatnya kuat tekan beton akan berpengaruh pada tingkat kenaikan kuat tarik beton. Kemungkinan yang terjadi pada penelitian ini adalah antara agregat halus maupun agregat kasar dan semen memiliki ikatan sangat baik sehingga mampu menahan kuat tarik belah yang lebih baik dari beton tanpa pengurangan air. Kemungkinan lain yang terjadi adalah bahan tambah yang dalam penelitian ini digunakan *viscocrete-10* yang mampu menggantikan air sebagai pelumas pada adukan beton, sehingga adukan beton bisa mengalir dan mengisi rongga-rongga beton sehingga beton tersebut menjadi padat, dari hasil pengamatan untuk pegurangan kadar air menunjukan dengan menurunnya fas dan

penambahan *viscocrete-10* lekatan yang didapat akan semakin baik karena ikatan yang terjadi antara agregat kasar, agregat halus, dan semen cukup kuat. Grafik hubungan antara pengurangan air dan kuat tarik bisa dilihat pada gambar 5.6 dan 5.7



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Antara Kuat Tarik dan Pengurangan Air Umur 7 hari



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Kuat Tarik dan Pengurangan Air Umur 28 hari

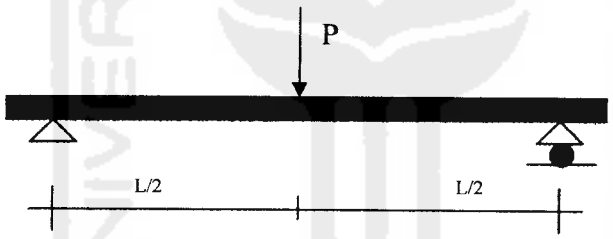
5.6 Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji balok dengan dua tumpuan dan satu titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah L/2 tepat ditengah-tengah bentang.

Hasil pengujian kuat lentur sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5.8, bahwa terjadi peningkatan kuat lentur akibat pennguranga kandungan air pada adukan beton seiring dengan naiknya persen pengurangan air.

Adapun contoh penghitungan untuk mencari kuat lentur benda uji balok beton sebagaimana tersaji pada Tabel 5.8 adalah sebagai berikut:

Dari data hasil pengujian benda uji BN 0% (Beton Normal) didapat:



P = 764 kg

b = 10 cm

h = 9,9 cm

L = 50 cm (panjang total balok) dan jarak antara tumpuan = 40 cm

L/2= (40/2) = 20 cm

$\sigma_{lt} = M.y/I$

$$\sigma_{lt} = \frac{(P/2)(L/2)(h/2)}{(1/12)b.h^3}$$

$$\sigma_{lt} = \frac{3P.L}{2b.h^2}$$

Kuat Lentur $\sigma_{lt} = \frac{3x764x20}{2xbxh^2}$

$$= \frac{22920}{2x10x9{,}9^2}$$

$= 23{,}39 \text{ kg/cm}^2 = 2{,}339 \text{ MPa}$

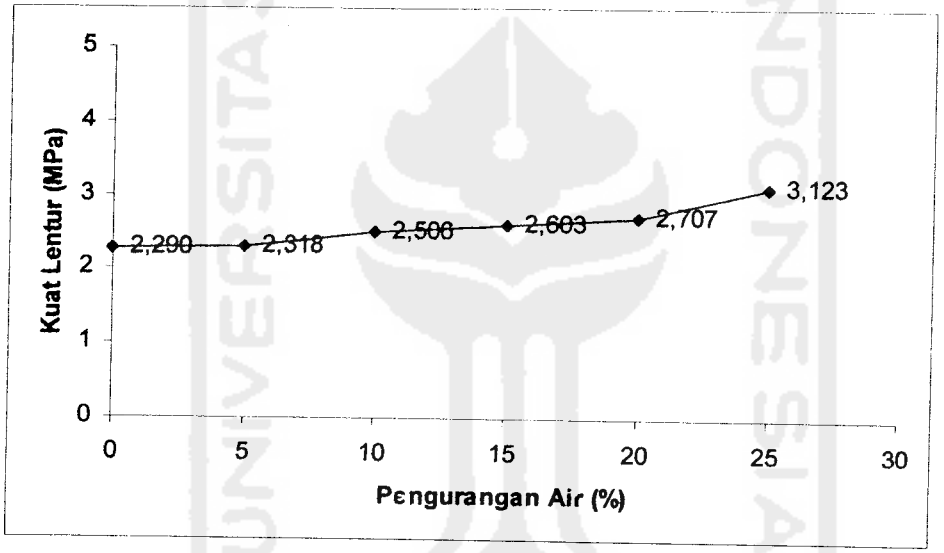
Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat lentur beton masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat lentur betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variabel benda uji.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal

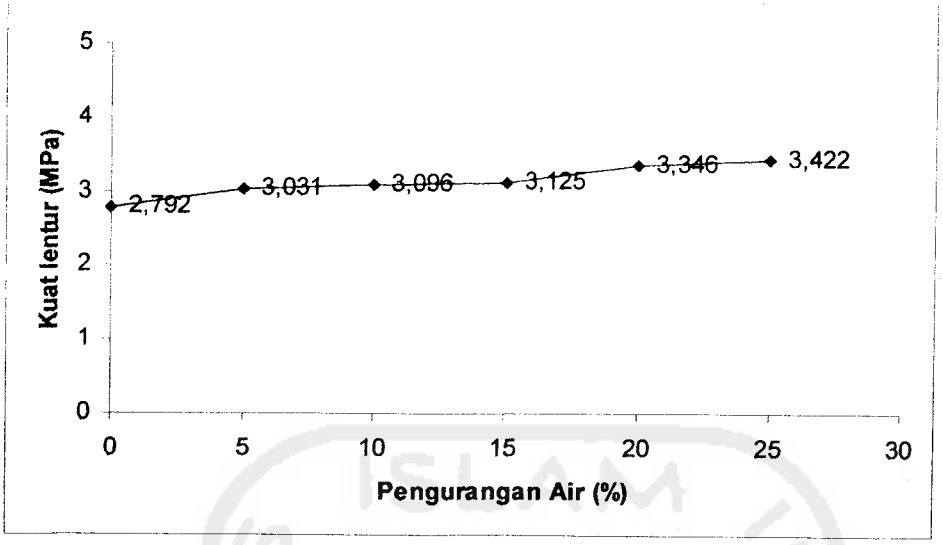
Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Kuat Lentur (MPa)	
		Umur 7 Hari	Umur 28 hari
BN	0	2,296	2,792
BN 5%	5	2,318	3,031
BN 10%	10	2,506	3,096
BN 15%	15	2,603	3,125
BN 20%	20	2,707	3,346
BN 25%	25	3,123	3,422

Tabel 5.9 Presentase Perubahan Kuat Lentur Beton Normal

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	% Perubahan	
		Umur 7 Hari	Umur 28 hari
BN	0	0	0
BN 5%	5	1,22	8,56
BN 10%	10	9,43	10,88
BN 15%	15	13,67	11,93
BN 20%	20	18,21	19,84
BN 25%	25	36,38	22,56
Rata-rata		13,15	12,30



Gambar 5.8 Gafik Hubungan Pengurangan Air dan Kuat Lentur Beton Normal Umur 7 hari



Gambar 5.9 Gafik Hubungan Pengurangan Air dan Kuat Lentur Beton Normal Umur 28 hari

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa adanya pengurangan kandungan air pada adukan beton memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton tersebut. Hal ini ditunjukkan pada pengurangan kadar air 5%, 10%, 15%, 20%, dan pada 25%. Peningkatan maksimum kuat lentur terjadi sampel pengurangan air 25% yaitu sebesar 13,15% pada umur 7 hari dan sebesar 12,30% pada umur 28 hari. Dengan melihat perbandingan antara kuat tarik dan kuat lentur beton, bisa ditarik kesimpulan bahwa dengan meningkatnya kuat tarik pada beton maka kemungkinan yang akan terjadi adalah kuat lenturnya pun akan meningkat. Dengan demikian, akibat adanya pengurangan kadar air pada adukan beton yang memperkecil fas sehingga bisa meningkatkan kuat tekan beton, yang terjadi dalam penelitian ini seiring dengan kuat tekan beton meningkat, yang terjadi pada kekuatan tarik beton

pun meningkat, begitu pula ketika kuat tarik beton meningkat yang terjadi pada kuat lentur pun terjadi peningkatan.

Pada pelaksanaan pengujian kuat lentur, pada beton tanpa pengurangan air setelah terjadi retak pertama balok benda uji langsung patah, berbeda dengan balok beton dengan pengurangan air dan bahan tambah *viscocrete-10*, setelah terjadi retak pertama beban masih dapat ditahan. Hal ini kemungkinan disebab kuat lekatan yang terjadi antara agregat dan semen sangat baik akibat dari rongga-rongga yang ada pada balok uji bisa terisi dengan baik karena adukan beton memiliki keenceran sehingga dapat mengalir mengisi rongga-rongga tersebut.

Kemampuan bahan dalam menahan lentur yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara agregat dan semen sebagai pengikatnya.

Dari pengamatan secara visual pada belahan/patahan benda uji kuat tarik dan kuat lentur menunjukan bahwa pada pengurangan air 5% sampai 25%, patahan yang terjadi pada agregat kasar adalah dominan pecah dan semen tidak ada yang agregat kasar yang tercabut dari ikatan semen.

5.7 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kekuatan Beton Umur 28 Hari

Dalam penelitian ini peneliti mencoba untuk melihat pengaruh pengurangan air pada sdukan beton terhadap kekuatan beton umur 28 hari, seperti telihat pada tabel 5.10,

Tabel 5.10 Pengaruh Pengurangan Air Terhadap Kekuatan Beton Umur 28 Hari

Kode sampel	Pengurangan Air (%)	Viscocrete-10 (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	Ec	
						Uji	Teoritis
BN	0	0	34,247	3,5000	2,792	21412,14359	27504,8401
BN5%	5	0,6	35,200	3,5298	3,031	26348,78948	27884,9063
BN10%	10	0,6	36,704	3,6427	3,096	29138,13703	28474,3983
BN15%	15	0,6	37,198	3,8850	3,125	20508,93282	28665,3767
BN20%	20	0,6	38,937	4,0910	3,346	30081,30458	29327,7740
BN25%	25	0,6	39,970	4,4493	3,422	28225,18891	29647,2781

Dari tabel 5.10 dapat dilihat tingkat kenaikan kekuatan beton pada umur 28 hari, alasan utama peneliti meninjau pengaruh pengurangan air terhadap kekuatan beton pada umur 28 hari, karena sebelum usia 28 hari tingkat kenaikan kekuatan beton cukup tinggi dan usia 28 hari merupakan standar kekuatan beton, setelah beton melewati umur 28 hari tingkat kenaikan kekuatan beton relatif sudah kecil sehingga pengamatan dilakukan pada umur 28 hari.

Dilihat pada tabel yang tersaji, hal yang berpengaruh pada tingkat kuat tekan beton adalah pengurangan air, sebab pengurangan air pada adukan beton akan memperkecil nilai fas beton, namun masalah yang timbul ketika fas berkurang adalah nilai *slump* akan rendah dan berpengaruh pada proses pengerjaan beton *workability*. Untuk mengatasi turunnya nilai *slump* dan *workability* peneliti menambakan bahan tambah beton (*viscocrete-10*)

secara tetap pada adukan beton tersebut, sehingga nilai *slump* yang didapat menjadi lebih baik dan *workability* menjadi lebih mudah.

Pada tabel diatas juga tersebut tingkat kenaikan kuat tarik beton, dalam penelitian ini peneliti mencoba melihat hal yang terjadi antara kuat tekan dan kuat tarik beton, hal ini memang belum bisa membuktikan bahwa antara kuat tekan dan kuat tarik memiliki hubungan berbanding lurus, namun kemungkinan yang terjadi pada penelitian ini adalah seiring dengan meningkatnya kuat tekan beton maka kuat tarik betonnya pun meningkat.

Pada tabel diatas terlihat tingkat kenaikan kuat lentur pada beton, peneliti menghubungkan tingkat kenaikan kuat lentur terhadap kuat tarik beton, karena kemungkinan yang terjadi adalah kenaikan tingkat kuat tarik dan kuat lentur berbanding lurus, seiring dengan naiknya kuat tarik maka akan di ikuti oleh kenaikan kuat lenturnya.

Dari tabel dapat dilihat tabel modulus elastisitas secara uji dan secara teoritis, pada beton umur 28 hari terjadi dua hal. Pertama, secara uji nilai ter tinggi terdapat pada beton dengan pengurangan air sebesar 20%, ha! ini kemungkinan disebabkan karena beton pengurangan air 20% memiliki tegangan yang cukup tinggi dan regangan yang dimiliki beton tersebut cukup rendah sehingga secara uji modulus elastisitas beton pengurangan air 20% menjadi tinggi dari yang lain. Kedua, secara teoritis nilai tertinggi terdapat pada beton dengan pengurangan air 25%, hal ini kemungkinan disebabkan tegangan yang tinggi dan regangan yang dimiliki beton dengan pengurangan

air 25% tidak terlalu rendah, sehingga secara teoritis beton dengan pengurangan air 25% memiliki sifat *ductile* (liat) lebih tinggi dari yang lain.

5.8 Hubungan Antara Perubahan Kekuatan Beton Terhadap Umur Beton

Pada penelitian ini peneliti mencoba untuk mengamati hubungan antara perubahan kekuatan beton terhadap umur beton, seperti terlihat pada tabel 5.11,

Tabel 5.11 Hubungan Perubahan Kekuatan beton terhadap Umur Beton

Kode Sampel	% Perubahan Kuat Tekan		% Perubahan Kuat Tarik		% Perubahan Kuat lentur	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
BN	0	0	0	0	0	0
BN 5%	0,883	2,782	2,751	0,815	1,22	8,56
BN 10%	3,509	7,174	3,180	4,043	9,43	10,88
BN 15%	4,213	8,617	4,995	10,57	13,67	11,93
BN 20%	4,896	13,694	10,56	15,21	18,21	19,84
BN 25%	11,135	16,711	14,56	23,21	36,38	22,56

Dilihat dari tabel 5.11, pada umur beton 7 hari tingkat kenaikan persen perubahan pada beton normal tanpa pengurangan air sampai pada beton normal pengurangan air 20% terjadi kenaikan yang tidak terlalu besar, namun pada beton pengurangan air 25% terjadi perubahan yang cukup tinggi. Sedangkan pada umur beton 28 hari, tingkat persen perubahan kuat tekan beton sudah bisa dianggap stabil. Bila dlihat dari tabel yang tersaji kemungkinan yang terjadi pada umur 7 hari disebabkan oleh *viscocrete-10* yang salah satu fungsinya memperlambat proses pengikatan, sedangkan yang

terjadi pada beton pengurangan air 25% kemungkinan disebabkan karena air pada adukan yang dikurangi sudah cukup tinggi, sehingga penambahan *viscocrete-10* tidak terlalu berpengaruh pada proses pengerasan. Pada umur 28 hari tingkat perubahan kuat tekan beton mulai stabil kemungkinan disebabkan karena proses pengerasan beton sudah mendekati sempurna.

Pada tabel perubahan kuat tarik umur 7 hari perubahan yang terjadi mulai dari beton pengurangan air 5% sampai pada beton dengan pengurangan air 15% cukup stabil, namun pada beton pengurangan 20% dan 25% terjadi perubahan yang cukup besar. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada beton pengurangan air 5% sampai beton pengurangan air 15% terjadi hal yang sama pada perubahan pada kuat tekan, begitu pula yang terjadi pada beton pengurangan air 20% dan 25%, karena pengurangan air yang cukup tinggi sehingga *viscocrete-10* yang salah fungsinya untuk memperlambat pengerasan tidak terlalu berpengaruh pada beton pengurangan air 20% dan 25%. Sedangkan pada perubahan kuat tarik umur 28 hari terjadi pengerasan yang mendekati sempurna sehingga perubahannya pun lebih stabil.

Perubahan yang terjadi pada kuat lentur umur 7 hari, pada beton pengurangan air 5% cukup kecil, sedangkan pada beton pengurangan air 10% sampai dengan 20% cukup stabil, tetapi pada beton pengurangan air 25% terjadi perubahan yang sangat besar. Kemungkinan yang terjadi pada perubahan kuat lentur umur 7 hari kemungkinan terjadi karena pada beton pengurangan air 5%, air yang dikurangi mash cukup kecil sehingga *viscocrete-10* mempengaruhi pengerasan beton, sedangkan pada beton

pengurangan air 10% sampai 20% terjadi perubahan yang cukup stabil, hal ini kemungkinan dipengaruhi pengurangan air yang lebih tinggi dari 5% sehingga pengerasan betonnya cukup baik. Pada beton pengurangan air 25% terjadi perubahan yang sangat besar, hal ini kemungkinan terjadi karena beton pengurangan air 25%, air yang dikurangi cukup banyak sehingga pengerasan beton menjadi lebih baik dari pada beton yang lain. Pada umur 28 hari terjadi perubahan stabil pada beton pengurangan air 5% sampai 15%, namun pada beton pengurangan air 20% dan 25% perubahan yang terjadi cukup besar, kemungkinan yang terjadi pada beton pengurangan air 20% dan 25% adalah karena air yang dikurangi cukup tinggi sehingga perubahan kuat lenturnya lebih baik dari beton lainya pada umur yang sama.

Tabel 5.12 Tabel Peningktan Kekuatan beton terhadap Umur Beton

Kode Sampel	Pengurangan Air (%)	Viscocrete-10 (%)	% Peningkatan Kuat Tekan		% Peningkatan Kuat Tarik		% Peningkatan Kuat Lentur	
			7 hari	28 hari	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
BN	0	0	82,965	100	87,346	100	82,020	100
BN5%	5	0,6	81,432	100	88,991	100	76,476	100
BN10%	10	0,6	80,128	100	86,592	100	80,943	100
BN15%	15	0,6	79,601	100	82,620	100	83,296	100
BN20%	20	0,6	76,544	100	82,618	100	80,903	100
BN25%	25	0,6	79,359	100	78,714	100	91,262	100

Dari tabel diatas dapat dilihat persentase peningkatan kekuatan beton terhadap umur beton bila umur beton 28 hari dianggap peningkatan sempurna (100%), pada beton umur 7 hari peningkatan kuat tekan tertinggi terjadi beton tanpa pengurangan air dan tanpa penambahan *viscocrete-10*. Hal tersebut terjadi kemungkinan disebabkan karena pengaruh dari

viscocrete-10 yang salah satu fungsinya memperlambat pengerasan beton. Persentase peningkatan kuat tekan yang terlihat pada tabel yaitu seluruh nilai peningkatan kuat tekan yang terjadi bisa dikatakan tidak terjadi perbedaan yang signifikan, jadi bila beton akan digunakan pada awal umur saya merekomendasikan menggunakan beton pengurangan air 25% dan penambahan *viscocrete-10* (BN 25%), sebab BN 25% memiliki kuat tekan yang paling tinggi dan persentase peningkatannya tidak jauh berbeda dengan beton yang lain.

Pada tabel diatas persentase peningkatan yang terjadi pada kuat tarik dan kuat lentur hampir sama dengan persentase peningkatan kuat tekan, pada kuat tarik dan kuat lentur juga tidak terjadi perubahan yang signifikan, jadi untuk pengunaan beton pada awal umur dapat dilakukan dengan mengunakan beton yang memiliki kuat tarik dan kuat lentur paling tinggi yaitu beton pengurangan air 25% dan penambahan *viscocrete-10* (BN 25%).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pengurangan air pada beton dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% akan memperkecil nilai fas sehingga kekuatan beton dapat meningkat, tetapi hal tersebut akan memperkecil nilai *slump* dan selanjutnya berpengaruh pada *workability*, namun dengan menambahkan bahan tambah beton (*viscocrete-10*) sebesar 0,6% dari berat semen hal diatas bisa dihindari, nilai *slump* yang seharusnya rendah bisa menjadi lebih baik dan *workability*nya menjadi tinggi. Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. penambahan *viscocrete-10* memberikan pengaruh pada *slump* dan *workability*, masing-masing pengurangan air memiliki nilai *slump* yang berbeda dikarenakan variasi pengurangan air yang berbeda, hubungan antara nilai *slump*, pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10* dapat membentuk garis yang mendekati linier.
2. kuat tekan maksimal tercapai pada beton pengurangan air 25% yaitu sebesar 31,557 MPa pada umur 7 hari dengan persen peningkatan kuat tekannya adalah 11,135% dan 39,970 MPa pada umur 28 hari dengan persen peningkatan kuat tekannya adalah 16,711%, dengan demikian diperoleh hubungan untuk beton pengurangan air dengan ukuran maksimum agregatnya 40 mm

yaitu, pada beton pengurangan air 25% kuat tekan beton tetap bertambah.

3. kuat tarik maksimum tercapai pada beton pengurangan air 25% yaitu sebesar 3,5022 MPa pada umur 7 hari dengan persen peningkatan kuat tarik 6,007% dan sebesar 4,4493 MPa pada umur 28 hari dengan persen peningkatan kuat tarik 8,974% dengan demikian beton dengan pengurangan air 25% kuat tariknya tetap meningkat.
4. kuat lentur maksimum tercapai pada beton pengurangan air 25% yaitu sebesar 3,123 MPa pada umur 7 hari dengan persen peningkatan kuat tarik 13,15% dan sebesar 3,422 MPa pada umur 28 hari dengan persen peningkatan kuat tarik 12,3% dengan demikian beton dengan pengurangan air 25% kuat lentur tetap meningkat.
5. untuk pengunaan beton pada umur awal peneliti merekomendasikan menggunakan beton dengan pengurangan air 25% dan penambahan *viscocrete-10*, sebab peningkatan kekuatan beton pada umur awal tidak terjadi perubahan yang signifikan atau dengan kata lain perubahan kekuatan beton yang terjadi tidak jauh berbeda.
6. untuk beton pengaruh peningkatan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur, dipengaruhi oleh pengurangan air.

7. pada pengamatan uji tekan, penambahan *viscocrete-10* pada beton dapat membuat lekatan antara agregat kasar, agregat halus, dan semen sangat kuat sehingga mampu mencegah retak secara berlebihan dan keruntuhan beton yang terjadi lebih lambat bila dibanding beton tanpa pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10*. Hal ini menunjukkan bahwa beton tersebut lebih liat (*ductile*) bila dibandingkan dengan beton tanpa pengurangan air dan penambahan *viscocrete-10*.
8. pada pengamatan uji tarik dan lentur beton, kuat lekat antara agregat dengan semen memberikan pengaruh pada kekuatan beton dalam menahan tegangan tarik dan tegangan lentur, dapat dilihat dari tidak adanya agregat yang tercabut dari ikatan semen, ini menunjukkan bahwa rongga-rongga pada beton terisi cukup baik, sehingga ikatan atau lekatan beton menjadi lebih kuat.

6.2 Saran

Berikut ini saran-saran yang dapat saya berikan dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan :

1. perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump*, dengan melakukan pengukuran slump lebih dari dua kali agar memperoleh nilai *slump* yang lebih akurat.

2. perlu penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengurangan air yang lebih banyak guna mengetahui seberapa besar kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur optimumnya.
3. perlu penelitian lebih lanjut dengan melakukan variasi pada penambahan *viscocrete-10* guna mengetahui pengaruh nya terhadap kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur.
4. perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan beton lainnya (seperti beton pasir *fiber* atau jenis lainnya) guna mengetahui seberapa besar peningkatan kekuatan beton tersebut.
5. perlu ketelitian dalam pembuatan benda uji, agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan benda uji yang akan berpengaruh terhadap kekuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

A, Kadir Aboe, 2000, STRUKTUR BETON 1, FTSP UII, Jogjakarta.

Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1992, TEKNOLOGI BETON, Biro Penerbit, Jogjakarta.

Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.

Departement Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002, METODA, TATA CARA DAN SPESIFIKASI, Badan Penelitian dan Pengembangan , Jakarta.

Dipohusodo, Istimawan, 2000, STRUKTUR BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta.

Astanto, Triono Budi, 2001, KONSTUKSI BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta.

Nawy, Edward. G, 1990, BETON BERTULANG : Suatu pendekatan dasar, Erlangga, Jakarta.

Lab BKT, 2000, Panduan Praktikum Bahan konstruksi Teknik, FTSP UII, Jogjakarta.

Departement Pekerjaan Umum, 1991, SK SNI T-15-1991-2003, Yayasan LPMB, Bandung.

Departement Pekerjaan Umum, 1991, SNI 03-2847-2002, Yayasan LPMB, Bandung.

Suwardani, Chandra dan Faisal, S., 2005, PENGARUH BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* (SIKAMENT NN)TERHADAP KUAT DESAK BETON, FTSP UII, Jogjakarta.

Hariany, Fitria, dan Asnah, L., 2003, TINJAUN PEMAKAIAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON MUTU TINGGI TERHADAP KUAT DESAK DAN KADAR OPTIMUM, FTSP UII, Jogjakarta.

Ardiansyah, Fahmi dan Wahyu, K., 2004, PENGARUH PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON YANG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH, FTSP UII, Jogjakarta.

Bramantyo, Drio, dan Nurhadi, S., 2005, PENGARUH PENGURANGAN KANDUNGAN AIR DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* PADA KARAKTERISTIK BETON DENGAN KUAT TEKAN 20 MPa DAN 25 MPa, FTSP UII, Jogjakarta.

Novrizaldi, Ari, 2006, PENGARUH SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR, FTSP UII, Jogjakarta.

LAMPIRAN 1

(Pemeriksaan Material Penyusun Beton)

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR

PASIR

URAIAN	CONTOH
Berat pasir kering mutlak, gram (BK)	369
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1122
Berat piknometer berisi air, gram (B)	810
Berat jenis curah, gram/cm^3.....(1) Bk / (B +500 – Bt)	2,07
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm^3.....(2) 500 / (B + Bk – Bt)	2,65
Berat jenis semu..... (3) Bk / (B + Bk – Bt)	6,47
Penyerapan air..... (4) (500 – Bk) / Bk x 100 %	35,5 %

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR

KRICAK/KERIKIL

URAIAN	CONTOH
Berat kerikil kering mutlak, gram (BK)	4833
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3456
Berat jenis curah,.....(1) Bk / (Bj - Ba)	2,6
Berat jenis jenuh kering muka,.....(2) Bj / (Bj - Ba)	2,71
Berat jenis semu..... (3) Bk / (Bk - Ba)	28,82
Penyerapan air..... (4) (Bj – Bk) / Bk x 100 %	3,46 %

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200 (UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)

URAIAN	SAMPEL
Berat agregat kering oven (W_1), gram	500 gram
Berat agregat kering oven setelah dicuci (W_2), gram	480 gram
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100$	4 %

Menurut persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI – 1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 (0,075 mm) :

a. Untuk pasir maksimum 5 %

b. Untuk kerikil maksimum 1 %

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR

URAIAN	SAMPEL
Berat tabung (W_1), gram	575
Berat tabung + agregat kering tungku (W_2), gram	9423
Berat agregat bersih (W_3), gram	8848
Volume tabung (V), cm^3	353,43
Berat isi padat = (W3 / V), $gram/cm^3$	25,03

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA

SARINGAN AGREGAT HALUS

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
2,40	164	8,39	8,39	91,61
1,20	459	23,49	31,88	68,12
0,60	664	33,98	65.86	34,14
0,30	429	21,195	87,06	12,94
0,15	166	8,5	95,56	4,44
Sisa	72	3,7	-	
Jumlah	1954	100	280,36	

Modulus halus butir = $\frac{280,36}{100} = 2,8$

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Dari hasil pemeriksaan diatas diketahui bahwa pasir yang diteliti masuk pada Daerah II pasir agak kasar.

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA

SARINGAN AGREGAT KASAR

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
20	2690	53,9	53,9
10	2259	43,3	99,2
4,80	27	0,54	99,74
Sisa	14	0,28	-
jumlah	4990	100	252,84

Modulus halus butir = $\frac{252,84}{100} = 2,53$

LAMPIRAN 2

(Hasil Pengujian kuat Tekan Beton)

Hasil Uji Tekan Umur 7 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN	13,18	29,8	14,8	171,946	2,572	425,3	43353,721	252,135	25,214
*BN	13,14	29,9	14,7	169,631	2,590	553,4	56411,825	332,557	33,256
BN	13,15	30	14,8	171,946	2,550	500,5	51019,368	296,717	29,672
BN	13,15	29,8	14,8	171,946	2,566	512	52191,642	303,534	30,353
*BN	13,15	29,7	14,9	174,278	2,541	336	34250,765	196,530	19,653
Rata-rata					2,564			276,295	28,413

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN 5%	13,31	29,8	15	176,625	2,529	511,1	52099,898	294,975	29,497
*BN 5%	13,46	29,9	14,8	171,946	2,617	370,8	37798,165	219,825	21,983
*BN 5%	13,42	29,9	14,9	174,278	2,574	592,6	60407,748	346,617	34,662
*BN 5%	13,44	29,8	14,9	174,278	2,588	600,6	61223,242	351,297	35,130
BN 5%	13,34	29,9	15	176,625	2,525	482,2	49153,925	278,295	27,830
Rata-rata					2,567			298,202	28,664

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

Hasil Uji Tekan Umur 7 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN 10%	13,38	29,9	14,7	169,631	2,638	485,8	49520,897	291,934	29,193
BN 10%	13,23	29,8	15	176,625	2,514	549,1	55973,497	316,906	31,691
BN 10%	13,46	29,9	14,9	174,278	2,582	486,9	49633,028	284,793	28,479
*BN 10%	13,31	30	14,8	171,946	2,580	575,3	58644,241	341,061	34,106
BN 10%	13,75	29,9	14,8	171,946	2,674	477	48623,854	282,785	28,278
Rata-rata					2,598			303,496	29,410

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
*BN 15%	13,08	30	15,1	178,988	2,436	367,6	37471,968	209,355	20,935
*BN 15%	13,37	30	15	176,625	2,522	576	58715,597	332,431	33,243
BN 15%	13,08	29,8	15	176,625	2,486	492,1	50163,099	284,009	28,401
BN 15%	13,21	29,9	15	176,625	2,500	534	54434,251	308,191	30,819
*BN 15%	13,21	29,9	14,8	171,946	2,569	362,5	36952,090	214,905	21,490
Rata-rata					2,503			269,778	29,610

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

Hasil Uji Tekan Umur 7 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
BN 20%	13,05	30	15	176,625	2,462	496,2	50581,040	286,375	28,638
BN 20%	12,99	30	14,9	174,278	2,485	513,9	52385,322	300,585	30,059
*BN 20%	13,13	29,8	14,9	174,278	2,528	419	42711,519	245,077	24,508
BN 20%	13,16	29,9	14,8	171,946	2,559	518,1	52813,456	307,151	30,715
*BN 20%	13,35	30	15	176,625	2,519	422,2	43037,717	243,667	24,367
Rata-rata					2,511			276,571	29,804

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (kg/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^2)	MPa
*BN 25%	13,27	29,7	15	176,625	2,530	421,8	42996,942	243,436	24,344
BN 25%	13,09	30	14,8	171,946	2,537	472,3	48144,751	279,999	28,000
BN 25%	13,17	29,8	14,9	174,278	2,536	528,5	53873,599	309,125	30,912
BN 25%	13,25	29,9	14,8	171,946	2,577	563,8	57471,968	334,244	33,424
BN 25%	13,03	30	15	176,625	2,458	588,6	60000,000	339,703	33,970
Rata-rata					2,528			301,301	31,577

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

Hasil Uji Tekan Umur 28 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN	13,11	30	15,2	181,366	2,409	624	63608,563	350,719	35,072
BN	13,06	30	15,1	178,988	2,431	596,2	60774,720	339,547	33,955
BN	12,99	30	15,1	178,988	2,419	614,1	62599,389	349,741	34,974
BN	12,69	30	15	176,625	2,395	567,6	57859,328	327,583	32,758
BN	13,01	30	15	176,625	2,455	597,36	60892,967	344,758	34,476
Rata-rata					2,422			342,470	34,247

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN 5%	12,90	29,8	14,8	171,946	2,518	626,2	63832,824	371,237	37,124
BN 5%	13,07	30	14,9	174,278	2,499	608,2	61997,962	355,742	35,574
BN 5%	13,25	30	14,7	169,631	2,604	570,5	58154,944	342,833	34,283
BN 5%	13,15	29,9	15	176,625	2,490	586	59734,965	338,202	33,820
BN 5%	13,28	30	14,7	169,631	2,610	448,5	45718,655	269,519	26,952
Rata-rata					2,544			352,003	35,200

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

Hasil Uji Tekan Umur 28 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN 10%	13,40	30	15,2	181,366	2,463	595,4	60693,171	334,644	33,464
BN 10%	13,23	30	15,3	183,761	2,399	592,5	60397,554	328,675	32,868
BN 10%	13,22	30	15,1	178,988	2,462	692,5	70591,234	394,391	39,439
BN 10%	13,34	30	14,8	171,946	2,586	666,5	67940,877	395,128	39,513
BN 10%	13,04	30	15,2	181,366	2,397	680,3	69347,605	382,362	38,236
Rata-rata					2,461			367,040	36,704

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN 15%	13,24	30	15	176,625	2,499	753,1	76768,604	434,642	43,464
BN 15%	13,28	29,8	15	176,625	2,523	612,5	62436,290	353,496	35,350
BN 15%	13,22	30	14,9	174,278	2,529	744,6	75902,141	435,524	43,552
BN 15%	13,19	30	14,9	174,278	2,522	588,8	60020,388	344,395	34,439
BN 15%	13,47	30	15	176,625	2,542	505,7	51549,440	291,858	29,186
Rata-rata					2,523			371,983	37,198

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

Hasil Uji Tekan Umur 28 hari

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN 20%	13,10	30	15	176,625	2,472	954,9	97339,450	551,108	55,111
BN 20%	13,27	30	15,1	178,988	2,471	663,3	67614,679	377,761	37,776
BN 20%	13,37	30	15	176,625	2,523	642,4	65484,200	370,753	37,075
BN 20%	13,15	30	15	176,625	2,481	667,7	68063,201	385,354	38,535
BN 20%	13,28	30	15	176,625	2,506	734	74821,611	423,618	42,362
Rata-rata					2,491			389,372	38,937

Kode Sampel	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Luas Alas (cm^2)	Berat Satuan (t/m^3)	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
						KN	Kg	(Kg/cm^3)	MPa
BN 25%	13,28	30	15	176,625	2,506	871,8	88868,502	503,148	50,315
BN 25%	13,25	30	14,8	171,946	2,569	845,5	86187,564	501,247	50,125
BN 25%	13,31	30	15,1	178,988	2,479	854,1	87064,221	486,425	48,643
BN 25%	13,28	30	15	176,625	2,506	874,3	89123,344	504,591	50,459
BN 25%	13,39	30	15	176,625	2,527	861,6	87828,747	497,261	49,726
Rata-rata					2,517			397,905	39,790

Keterangan :

Kuat Tekan (fc') $= \frac{P}{A}$

LAMPIRAN 3

(Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton)

Hasil Uji Tarik Umur 7 hari

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN	14,6	29,8	13,13	195,9	19969,419	2,923
BN	14,9	29,9	13,09	190,3	19398,573	2,773
BN	14,9	30	13,16	239,2	24383,283	3,474
			Rata-rata	208,5	21250,425	3,057

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 5%	15	30	13,72	186,1	18970,438	2,685
BN 5%	14,9	29,9	13,48	206,2	21019,368	3,005
BN 5%	14,8	29,8	13,29	253,6	25851,172	3,733
			Rata-rata	215,3	21946,993	3,141

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 10%	14,9	30	13,14	208,9	21294,598	3,034
BN 10%	15	29,8	13,41	197,1	20091,743	2,863
BN 10%	15	29,9	13,35	246,3	25107,034	3,566
			Rata-rata	217,4	22164,458	3,154

Keterangan :

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{2P}{3{,}14xlxd}$$

Hasil Uji Tarik Umur 7 hari

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 15%	15	30	13,07	227,5	23190,622	3,282
BN 15%	15	30	13,12	202,5	20642,202	2,922
BN 15%	15	29,8	13,07	235,8	24036,697	3,425
			Rata-rata	221,9	22623,174	3,210

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 20%	15	29,7	13,01	235,5	24006,116	3,432
BN 20%	15	30	13,20	242,9	24760,449	3,505
BN 20%	14,8	29,8	13,08	217,6	22176,351	3,203
			Rata-rata	232,0	23647,639	3,380

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 25%	14,7	30	13,25	212,0	21610,602	3,121
BN 25%	15	30	13,19	252,7	25759,429	3,646
BN 25%	14,8	29,8	13,32	254,0	25891,947	3,739
			Rata-rata	239,6	24420,659	3,502

Keterangan :

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{2P}{3{,}14xlxd}$$

Hasil Uji Tarik Umur 28 hari

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN	15	30	13,14	244,7	24943,935	3,531
BN	15,1	30	13,07	249,8	25463,813	3,580
BN	15	30	12,97	235,1	23965,342	3,392
			Rata-rata	243,2	24791,030	3,501

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 5%	15	29,9	13,44	268,0	27319,062	3,880
BN 5%	15,2	30	13,44	226,2	23058,104	3,221
BN 5%	15	30	13,48	241,8	24648,318	3,489
			Rata-rata	245,3	25008,495	3,530

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 10%	15	30	13,29	235,2	23975,535	3,394
BN 10%	15	30	13,07	252,4	25728,848	3,642
BN 10%	15	30	13,33	269,8	27502,549	3,893
			Rata-rata	252,5	25735,644	3,643

Keterangan :

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{2P}{3{,}14xlxd}$$

Hasil Uji Tarik Umur 28 hari

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 15%	15	29,7	13,14	289,0	29459,735	4,212
BN 15%	15,1	30	13,19	237,5	24209,990	3,404
BN 15%	15	30,2	13,34	281,8	28725,790	4,039
			Rata-rata	269,4	27465,172	3,885

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 20%	14,9	30	13,33	190,2	19388,379	2,763
BN 20%	15	30	13,62	321,9	32813,456	4,645
BN 20%	14,9	30,1	13,24	336,1	34260,958	4,866
			Rata-rata	282,7	28820,931	4,091

Kode	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Beban Max(kN)	Beban Max (kg)	Kuat tarik (MPa)
BN 25%	15,1	30	13,42	325,3	33160,041	4,662
BN 25%	15	30	13,25	305,0	31090,724	4,401
BN 25%	14,8	30	13,27	293,0	29867,482	4,285
			Rata-rata	307,8	31372,749	4,449

Keterangan :

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{2P}{3{,}14xlxd}$$

LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton)

Hasil Uji Lentur Umur 7 hari

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN	12,66	50	20	10	9,9	762,00	2,33
BN	12,61	50	20	10	10	1113,00	3,34
BN	12,62	50	20	9,9	10,1	406,98	1,21
				Rata-rata		760,66	2,29

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 5%	13,05	50	20	10	9,9	764,00	2,34
BN 5%	12,78	50	20	10	10,1	785,20	2,31
BN 5%	13,05	50	20	10	10,1	784,10	2,31
				Rata-rata		777,77	2,32

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 10%	12,57	50	20	9,8	9,9	815,00	2,55
BN 10%	13,01	50	20	10	9,9	774,60	2,37
BN 10%	13,22	50	20	10	10	867,20	2,60
				Rata-rata		818,93	2,51

Keterangan :

Kuat Lentur = $\frac{3PxL}{2xbxd\text{^}2}$

Hasil Uji Lentur Umur 7 hari

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 15%	12,46	50	20	9,9	9,9	845,60	2,61
BN 15%	12,78	50	20	10	9,8	774,60	2,42
BN 15%	12,30	50	20	9,9	10	915,80	2,78
				Rata-rata		845,33	2,60

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 20%	12,67	50	20	9,8	9,9	883,40	2,76
BN 20%	12,51	50	20	10	9,9	924,00	2,83
BN 20%	12,36	50	20	9,8	10	827,50	2,53
				Rata-rata		878,30	2,71

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 25%	12,92	50	20	10	10	1064,40	3,19
BN 25%	12,72	50	20	10	10	1118,40	3,36
BN 25%	13,22	50	20	10	10	940,20	2,82
				Rata-rata		1041,00	3,12

Keterangan :

Kuat Lentur = $\frac{3PxL}{2xbxd\text{^}2}$

Hasil Uji Lentur Umur 28 hari

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN	12,60	50,2	20	10	9,9	929,40	2,84
BN	12,40	50,1	20	10	10	856,40	2,57
BN	12,45	50	20	10	9,9	967,20	2,96
				Rata-rata		917,67	2,79

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 5%	12,19	50,2	20	10	9,9	879,00	2,69
BN 5%	12,94	50,1	20	10	10	1102,20	3,31
BN 5%	12,94	50,1	20	10	10	1032,00	3,10
				Rata-rata		1004,40	3,03

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 10%	12,85	50	20	10	10	1123,80	3,37
BN 10%	12,36	50	20	10	10	988,80	2,97
BN 10%	12,86	50	20	10	10	983,40	2,95
				Rata-rata		1032,00	3,10

Keterangan :

$$\text{Kuat Lentur} = \frac{3PxL}{2xbxd\text{^}2}$$

Hasil Uji Lentur Umur 28 hari

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 15%	12,45	50	20	10	10	945,60	2,84
BN 15%	12,15	50	20	10	10	983,40	2,95
BN 15%	12,35	50,1	20	10	9,9	1172,40	3,59
				Rata-rata		1033,80	3,13

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 20%	13,01	50,2	20	10	10	1118,40	3,36
BN 20%	12,40	50	20	9,8	10	1096,80	3,36
BN 20%	12,25	50,1	20	9,8	9,9	1064,40	3,32
				Rata-rata		1093,20	3,35

KODE BENDA UJI	BERAT (Kg)	PANJANG/L (Cm)	Ljoin (cm)	LEBAR (Cm)	TINGGI (Cm)	BEBAN MAKS (kg)	Kuat lentur (MPa)
BN 25%	12,54	50	20	10	10	1237,20	3,71
BN 25%	12,57	50	20	10	10	1015,80	3,05
BN 25%	12,36	50	20	9,8	10	1145,40	3,51
				Rata-rata		1132,80	3,42

Keterangan :

Kuat Lentur = $\frac{3PxL}{2xbxd\text{^}2}$

LAMPIRAN 5

(Hasil Pengujian Tegangan Regangan Beton)

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	8	4	0,2	0,592841939	1,241770865
20	2038,736	15	7,5	0,375	1,185683877	1,416770865
30	3058,104	21	10,5	0,525	1,778525816	1,566770865
40	4077,472	31	15,5	0,775	2,371367755	1,816770865
50	5096,84	38	19	0,95	2,964209694	1,991770865
60	6116,208	47	23,5	1,175	3,557051632	2,216770865
70	7135,576	55	27,5	1,375	4,149893571	2,416770865
80	8154,944	63	31,5	1,575	4,74273551	2,616770865
90	9174,312	69	34,5	1,725	5,335577449	2,766770865
100	10193,68	77	38,5	1,925	5,928419387	2,966770865
110	11213,048	87	43,5	2,175	6,521261326	3,216770865
120	12232,416	95	47,5	2,375	7,114103265	3,416770865
130	13251,784	105	52,5	2,625	7,706945204	3,666770865
140	14271,152	114	57	2,85	8,299787142	3,891770865
150	15290,52	122	61	3,05	8,892629081	4,091770865
160	16309,888	133	66,5	3,325	9,48547102	4,366770865
170	17329,256	142	71	3,55	10,07831296	4,591770865
180	18348,624	154	77	3,85	10,6711549	4,891770865
190	19367,992	166	83	4,15	11,26399684	5,191770865
200	20387,36	176	88	4,4	11,85683877	5,441770865
210	21406,728	188	94	4,7	12,44968071	5,741770865
220	22426,096	201	100,5	5,025	13,04252265	6,066770865
230	23445,464	213	106,5	5,325	13,63536459	6,366770865
240	24464,832	225	112,5	5,625	14,22820653	6,666770865
250	25484,2	240	120	6	14,82104847	7,041770865
260	26503,568	255	127,5	6,375	15,41389041	7,416770865
270	27522,936	266	133	6,65	16,00673235	7,691770865
280	28542,304	277	138,5	6,925	16,59957428	7,966770865
290	29561,672	294	147	7,35	17,19241622	8,391770865
300	30581,04	308	154	7,7	17,78525816	8,741770865
310	31600,408	322	161	8,05	18,3781001	9,091770865
320	32619,776	338	169	8,45	18,97094204	9,491770865
330	33639,144	356	178	8,9	19,56378398	9,941770865
340	34658,512	374	187	9,35	20,15662592	10,39177086
350	35677,88	394	197	9,85	20,74946786	10,89177086
360	36697,248	413	206,5	10,325	21,34230979	11,36677086
370	37716,616	436	218	10,9	21,93515173	11,94177086
380	38735,984	456	228	11,4	22,52799367	12,44177086
390	39755,352	482	241	12,05	23,12083561	13,09177086
400	40774,72	505	252,5	12,625	23,71367755	13,66677086
410	41794,088	530	265	13,25	24,30651949	14,29177086
420	42813,456	555	277,5	13,875	24,89936143	14,91677086
430	43832,824	583	291,5	14,575	25,49220337	15,61677086
440	44852,192	612	306	15,3	26,0850453	16,34177086
450	45871,56	640	320	16	26,67788724	17,04177086

460	46890,928	678	339	16,95	27,27072918	17,99177086
470	47910,296	615	307,5	15,375	27,86357112	16,41677086
480	48929,664	658	329	16,45	28,45641306	17,49177086
490	49949,032	705	352,5	17,625	29,049255	18,66677086
500	50968,4	762	381	19,05	29,64209694	20,09177086
510	51987,768	805	402,5	20,125	30,23493888	21,16677086
512	**52191,6416**	**842**	**421**	**21,05**	**30,35350726**	**22,09177086**
510	51987,768	855	427,5	21,375	30,23493888	22,41677086
490	49949,032	880	440	22	29,049255	23,04177086
480	48929,664	1110	555	27,75	28,45641306	28,79177086
470	47910,296	1260	630	31,5	27,86357112	32,54177086
460	46890,928	1365	682,5	34,125	27,27072918	35,16677086
0	0	0	0	0	0	1,041770865
10	1019,368	7	3,5	0,175	0,584909168	1,216770865
20	2038,736	15	7,5	0,375	1,169818336	1,416770865
30	3058,104	23	11,5	0,575	1,754727504	1,616770865
40	4077,472	33	16,5	0,825	2,339636672	1,866770865
50	5096,84	42	21	1,05	2,924545841	2,091770865
60	6116,208	54	27	1,35	3,509455009	2,391770865
70	7135,576	68	34	1,7	4,094364177	2,741770865
80	8154,944	87	43,5	2,175	4,679273345	3,216770865
90	9174,312	88	44	2,2	5,264182513	3,241770865
100	10193,68	122	61	3,05	5,849091681	4,091770865
110	11213,048	150	75	3,75	6,434000849	4,791770865
120	12232,416	72	36	1,8	7,018910017	2,841770865
130	13251,784	91	45,5	2,275	7,603819185	3,316770865
140	14271,152	210	105	5,25	8,188728354	6,291770865
150	15290,52	227	113,5	5,675	8,773637522	6,716770865
160	16309,888	249	124,5	6,225	9,35854669	7,266770865
170	17329,256	270	135	6,75	9,943455858	7,791770865
180	18348,624	290	145	7,25	10,52836503	8,291770865
190	19367,992	310	155	7,75	11,11327419	8,791770865
200	20387,36	332	166	8,3	11,69818336	9,341770865
210	21406,728	355	177,5	8,875	12,28309253	9,916770865
220	22426,096	385	192,5	9,625	12,8680017	10,66677086
230	23445,464	408	204	10,2	13,45291087	11,24177086
240	24464,832	429	214,5	10,725	14,03782003	11,76677086
250	25484,2	40	20	1	14,6227292	2,041770865
260	26503,568	472	236	11,8	15,20763837	12,84177086
270	27522,936	495	247,5	12,375	15,79254754	13,41677086
280	28542,304	512	256	12,8	16,37745671	13,84177086
290	29561,672	540	270	13,5	16,96236588	14,54177086
300	30581,04	565	282,5	14,125	17,54727504	15,16677086
310	31600,408	590	295	14,75	18,13218421	15,79177086
320	32619,776	615	307,5	15,375	18,71709338	16,41677086
330	33639,144	645	322,5	16,125	19,30200255	17,16677086
336	**34250,7648**	**646**	**323**	**16,15**	**19,65294805**	**17,19177086**
330	33639,144	692	346	17,3	19,30200255	18,34177086
320	32619,776	707	353,5	17,675	18,71709338	18,71677086
310	31600,408	765	382,5	19,125	18,13218421	20,16677086

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN 5%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	6	3	0,15	0,584909168	1,09711571
20	2038,736	14	7	0,35	1,169818336	1,29711571
30	3058,104	20	10	0,5	1,754727504	1,44711571
40	4077,472	26	13	0,65	2,339636672	1,59711571
50	5096,84	35	17,5	0,875	2,924545841	1,82211571
60	6116,208	44	22	1,1	3,509455009	2,04711571
70	7135,576	52	26	1,3	4,094364177	2,24711571
80	8154,944	60	30	1,5	4,679273345	2,44711571
90	9174,312	69	34,5	1,725	5,264182513	2,67211571
100	10193,68	77	38,5	1,925	5,849091681	2,87211571
110	11213,048	86	43	2,15	6,434000849	3,09711571
120	12232,416	95	47,5	2,375	7,018910017	3,32211571
130	13251,784	104	52	2,6	7,603819185	3,54711571
140	14271,152	121	60,5	3,025	8,188728354	3,97211571
150	15290,52	122	61	3,05	8,773637522	3,99711571
160	16309,888	135	67,5	3,375	9,35854669	4,32211571
170	17329,256	144	72	3,6	9,943455858	4,54711571
180	18348,624	153	76,5	3,825	10,52836503	4,77211571
190	19367,992	163	81,5	4,075	11,11327419	5,02211571
200	20387,36	172	86	4,3	11,69818336	5,24711571
210	21406,728	184	92	4,6	12,28309253	5,54711571
220	22426,096	194	97	4,85	12,8680017	5,79711571
230	23445,464	205	102,5	5,125	13,45291087	6,07211571
240	24464,832	215	107,5	5,375	14,03782003	6,32211571
250	25484,2	228	114	5,7	14,6227292	6,64711571
260	26503,568	239	119,5	5,975	15,20763837	6,92211571
270	27522,936	250	125	6,25	15,79254754	7,19711571
280	28542,304	264	132	6,6	16,37745671	7,54711571
290	29561,672	276	138	6,9	16,96236588	7,84711571
300	30581,04	287	143,5	7,175	17,54727504	8,12211571
310	31600,408	300	150	7,5	18,13218421	8,44711571
320	32619,776	308	154	7,7	18,71709338	8,64711571
330	33639,144	320	160	8	19,30200255	8,94711571
340	34658,512	334	167	8,35	19,88691172	9,29711571
350	35677,88	345	172,5	8,625	20,47182088	9,57211571
360	36697,248	359	179,5	8,975	21,05673005	9,92211571
370	37716,616	372	186	9,3	21,64163922	10,24711571
380	38735,984	385	192,5	9,625	22,22654839	10,57211571
390	39755,352	399	199,5	9,975	22,81145756	10,92211571
400	40774,72	413	206,5	10,325	23,39636672	11,27211571
410	41794,088	428	214	10,7	23,98127589	11,64711571
420	42813,456	441	220,5	11,025	24,56618506	11,97211571
430	43832,824	454	227	11,35	25,15109423	12,29711571
440	44852,192	470	235	11,75	25,7360034	12,69711571
450	45871,56	485	242,5	12,125	26,32091256	13,07211571

460	46890,928	505	252,5	12,625	26,90582173	13,57211571
470	47910,296	523	261,5	13,075	27,4907309	14,02211571
480	48929,664	544	272	13,6	28,07564007	14,54711571
490	49949,032	563	281,5	14,075	28,66054924	15,02211571
500	50968,4	598	299	14,95	29,24545841	15,89711571
510	51987,768	610	305	15,25	29,83036757	16,19711571
520	53007,136	633	316,5	15,825	30,41527674	16,77211571
530	54026,504	663	331,5	16,575	31,00018591	17,52211571
540	55045,872	697	348,5	17,425	31,58509508	18,37211571
550	56065,24	762	381	19,05	32,17000425	19,99711571
560	57084,608	756	378	18,9	32,75491341	19,84711571
570	58103,976	796	398	19,9	33,33982258	20,84711571
580	59123,344	838	419	20,95	33,92473175	21,89711571
590	60142,712	897	448,5	22,425	34,50964092	23,37211571
600	61162,08	975	487,5	24,375	35,09455009	25,32211571
600,6	**61223,24208**	**1096**	**548**	**27,4**	**35,12964484**	**28,34711571**
590	60142,712	1183	591,5	29,575	34,50964092	30,52211571
580	59123,344	1305	652,5	32,625	33,92473175	33,57211571
570	58103,976	1404	702	35,1	33,33982258	36,04711571
560	57084,608	1497	748,5	37,425	32,75491341	38,37211571
550	56065,24	1583	791,5	39,575	32,17000425	40,52211571
540	55045,872	1654	827	41,35	31,58509508	42,29711571
0	0	0	0	0	0	0,94711571
10	1019,368	6	3	0,15	0,577136872	1,09711571
20	2038,736	14	7	0,35	1,154273744	1,29711571
30	3058,104	25	12,5	0,625	1,731410616	1,57211571
40	4077,472	35	17,5	0,875	2,308547488	1,82211571
50	5096,84	43	21,5	1,075	2,88568436	2,02211571
60	6116,208	54	27	1,35	3,462821231	2,29711571
70	7135,576	63	31,5	1,575	4,039958103	2,52211571
80	8154,944	73	36,5	1,825	4,617094975	2,77211571
90	9174,312	85	42,5	2,125	5,194231847	3,07211571
100	10193,68	95	47,5	2,375	5,771368719	3,32211571
110	11213,048	106	53	2,65	6,348505591	3,59711571
120	12232,416	116	58	2,9	6,925642463	3,84711571
130	13251,784	129	64,5	3,225	7,502779335	4,17211571
140	14271,152	141	70,5	3,525	8,079916207	4,47211571
150	15290,52	153	76,5	3,825	8,657053079	4,77211571
160	16309,888	164	82	4,1	9,23418995	5,04711571
170	17329,256	177	88,5	4,425	9,811326822	5,37211571
180	18348,624	190	95	4,75	10,38846369	5,69711571
190	19367,992	205	102,5	5,125	10,96560057	6,07211571
200	20387,36	221	110,5	5,525	11,54273744	6,47211571
210	21406,728	234	117	5,85	12,11987431	6,79711571
220	22426,096	251	125,5	6,275	12,69701118	7,22211571
230	23445,464	267	133,5	6,675	13,27414805	7,62211571
240	24464,832	281	140,5	7,025	13,85128493	7,97211571
250	25484,2	301	150,5	7,525	14,4284218	8,47211571
260	26503,568	317	158,5	7,925	15,00555867	8,87211571
270	27522,936	338	169	8,45	15,58269554	9,39711571

280	28542,304	352	176	8,8	16,15983241	9,74711571
290	29561,672	366	183	9,15	16,73696929	10,09711571
300	30581,04	383	191,5	9,575	17,31410616	10,52211571
310	31600,408	399	199,5	9,975	17,89124303	10,92211571
320	32619,776	417	208,5	10,425	18,4683799	11,37211571
330	33639,144	438	219	10,95	19,04551677	11,89711571
340	34658,512	460	230	11,5	19,62265364	12,44711571
350	35677,88	483	241,5	12,075	20,19979052	13,02211571
360	36697,248	507	253,5	12,675	20,77692739	13,62211571
370	37716,616	534	267	13,35	21,35406426	14,29711571
380	38735,984	568	284	14,2	21,93120113	15,14711571
390	39755,352	610	305	15,25	22,508338	16,19711571
400	40774,72	650	325	16,25	23,08547488	17,19711571
410	41794,088	705	352,5	17,625	23,66261175	18,57211571
420	42813,456	758	379	18,95	24,23974862	19,89711571
430	43832,824	808	404	20,2	24,81688549	21,14711571
440	44852,192	854	427	21,35	25,39402236	22,29711571
450	45871,56	905	452,5	22,625	25,97115924	23,57211571
460	46890,928	960	480	24	26,54829611	24,94711571
470	47910,296	1038	519	25,95	27,12543298	26,89711571
480	48929,664	1171	585,5	29,275	27,70256985	30,22211571
482,2	**49153,92496**	**1383**	**691,5**	**34,575**	**27,82953996**	**35,52211571**
480	48929,664	1545	772,5	38,625	27,70256985	39,57211571
470	47910,296	1744	872	43,6	27,12543298	44,54711571
460	46890,928	1905	952,5	47,625	26,54829611	48,57211571
450	45871,56	2045	1022,5	51,125	25,97115924	52,07211571

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN 10%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	4	2	0,1	0,577136872	2,520687532
20	2038,736	12	6	0,3	1,154273744	2,720687532
30	3058,104	22	11	0,55	1,731410616	2,970687532
40	4077,472	33	16,5	0,825	2,308547488	3,245687532
50	5096,84	44	22	1,1	2,88568436	3,520687532
60	6116,208	56	28	1,4	3,462821231	3,820687532
70	7135,576	66	33	1,65	4,039958103	4,070687532
80	8154,944	76	38	1,9	4,617094975	4,320687532
90	9174,312	86	43	2,15	5,194231847	4,570687532
100	10193,68	96	48	2,4	5,771368719	4,820687532
110	11213,048	107	53,5	2,675	6,348505591	5,095687532
120	12232,416	119	59,5	2,975	6,925642463	5,395687532
130	13251,784	129	64,5	3,225	7,502779335	5,645687532
140	14271,152	141	70,5	3,525	8,079916207	5,945687532
150	15290,52	152	76	3,8	8,657053079	6,220687532
160	16309,888	163	81,5	4,075	9,23418995	6,495687532
170	17329,256	177	88,5	4,425	9,811326822	6,845687532
180	18348,624	189	94,5	4,725	10,38846369	7,145687532
190	19367,992	203	101,5	5,075	10,96560057	7,495687532
200	20387,36	215	107,5	5,375	11,54273744	7,795687532
210	21406,728	228	114	5,7	12,11987431	8,120687532
220	22426,096	242	121	6,05	12,69701118	8,470687532
230	23445,464	256	128	6,4	13,27414805	8,820687532
240	24464,832	270	135	6,75	13,85128493	9,170687532
250	25484,2	285	142,5	7,125	14,4284218	9,545687532
260	26503,568	301	150,5	7,525	15,00555867	9,945687532
270	27522,936	315	157,5	7,875	15,58269554	10,29568753
280	28542,304	328	164	8,2	16,15983241	10,62068753
290	29561,672	343	171,5	8,575	16,73696929	10,99568753
300	30581,04	356	178	8,9	17,31410616	11,32068753
310	31600,408	383	191,5	9,575	17,89124303	11,99568753
320	32619,776	395	197,5	9,875	18,4683799	12,29568753
330	33639,144	400	200	10	19,04551677	12,42068753
340	34658,512	428	214	10,7	19,62265364	13,12068753
350	35677,88	445	222,5	11,125	20,19979052	13,54568753
360	36697,248	464	232	11,6	20,77692739	14,02068753
370	37716,616	484	242	12,1	21,35406426	14,52068753
380	38735,984	604	302	15,1	21,93120113	17,52068753
390	39755,352	625	312,5	15,625	22,508338	18,04568753
400	40774,72	645	322,5	16,125	23,08547488	18,54568753
410	41794,088	665	332,5	16,625	23,66261175	19,04568753
420	42813,456	685	342,5	17,125	24,23974862	19,54568753
430	43832,824	712	356	17,8	24,81688549	20,22068753
440	44852,192	738	369	18,45	25,39402236	20,87068753
450	45871,56	764	382	19,1	25,97115924	21,52068753

460	46890,928	789	394,5	19,725	26,54829611	22,14568753
470	47910,296	815	407,5	20,375	27,12543298	22,79568753
480	48929,664	845	422,5	21,125	27,70256985	23,54568753
490	49949,032	880	440	22	28,27970672	24,42068753
500	50968,4	920	460	23	28,8568436	25,42068753
510	51987,768	1000	500	25	29,43398047	27,42068753
520	53007,136	1066	533	26,65	30,01111734	29,07068753
530	54026,504	1155	577,5	28,875	30,58825421	31,29568753
540	55045,872	1240	620	31	31,16539108	33,42068753
550	56065,24	1603	801,5	40,075	31,74252795	42,49568753
555,3	**56605,505**	**1685**	**842,5**	**42,125**	**32,0484105**	**44,54568753**
550	56065,24	1970	985	49,25	31,74252795	51,67068753
540	55045,872	2150	1075	53,75	31,16539108	56,17068753
530	54026,504	2335	1167,5	58,375	30,58825421	60,79568753
520	53007,136	2550	1275	63,75	30,01111734	66,17068753
0	0	0	0	0	0	2,420687532
10	1019,368	5	2,5	0,125	0,592841939	2,545687532
20	2038,736	11	5,5	0,275	1,154273744	2,695687532
30	3058,104	20	10	0,5	1,731410616	2,920687532
40	4077,472	28	14	0,7	2,308547488	3,120687532
50	5096,84	37	18,5	0,925	2,88568436	3,345687532
60	6116,208	46	23	1,15	3,462821231	3,570687532
70	7135,576	54	27	1,35	4,039958103	3,770687532
80	8154,944	63	31,5	1,575	4,617094975	3,995687532
90	9174,312	68	34	1,7	5,194231847	4,120687532
100	10193,68	77	38,5	1,925	5,771368719	4,345687532
110	11213,048	86	43	2,15	6,348505591	4,570687532
120	12232,416	91	45,5	2,275	6,925642463	4,695687532
130	13251,784	107	53,5	2,675	7,502779335	5,095687532
140	14271,152	116	58	2,9	8,079916207	5,320687532
150	15290,52	126	63	3,15	8,657053079	5,570687532
160	16309,888	136	68	3,4	9,23418995	5,820687532
170	17329,256	146	73	3,65	9,811326822	6,070687532
180	18348,624	155	77,5	3,875	10,38846369	6,295687532
190	19367,992	165	82,5	4,125	10,96560057	6,545687532
200	20387,36	176	88	4,4	11,54273744	6,820687532
210	21406,728	189	94,5	4,725	12,11987431	7,145687532
220	22426,096	204	102	5,1	12,69701118	7,520687532
230	23445,464	221	110,5	5,525	13,27414805	7,945687532
240	24464,832	238	119	5,95	13,85128493	8,370687532
250	25484,2	252	126	6,3	14,4284218	8,720687532
260	26503,568	269	134,5	6,725	15,00555867	9,145687532
270	27522,936	284	142	7,1	15,58269554	9,520687532
280	28542,304	303	151,5	7,575	16,15983241	9,995687532
290	29561,672	325	162,5	8,125	16,73696929	10,54568753
300	30581,04	351	175,5	8,775	17,31410616	11,19568753
310	31600,408	371	185,5	9,275	17,89124303	11,69568753
320	32619,776	405	202,5	10,125	18,4683799	12,54568753
330	33639,144	428	214	10,7	19,04551677	13,12068753
340	34658,512	456	228	11,4	19,62265364	13,82068753

350	35677,88	476	238	11,9	20,19979052	14,32068753
360	36697,248	605	302,5	15,125	20,77692739	17,54568753
370	37716,616	625	312,5	15,625	21,35406426	18,04568753
380	38735,984	665	332,5	16,625	21,93120113	19,04568753
390	39755,352	705	352,5	17,625	22,508338	20,04568753
400	40774,72	762	381	19,05	23,08547488	21,47068753
410	41794,088	811	405,5	20,275	23,66261175	22,69568753
420	42813,456	887	443,5	22,175	24,23974862	24,59568753
430	43832,824	975	487,5	24,375	24,81688549	26,79568753
440	44852,192	1080	540	27	25,39402236	29,42068753
450	45871,56	1183	591,5	29,575	25,97115924	31,99568753
460	46890,928	1250	625	31,25	26,54829611	33,67068753
470	47910,296	1676	838	41,9	27,12543298	44,32068753
477	**48623,8536**	**1825**	**912,5**	**45,625**	**27,52942879**	**48,04568753**
470	47910,296	1825	912,5	45,625	27,12543298	48,04568753
460	46890,928	1850	925	46,25	26,54829611	48,67068753
450	45871,56	1865	932,5	46,625	25,97115924	49,04568753
440	44852,192	1953	976,5	48,825	25,39402236	51,24568753
430	43832,824	1964	982	49,1	24,81688549	51,52068753
420	42813,456	2190	1095	54,75	24,23974862	57,17068753

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN 15%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	8	4	0,2	0,577136872	1,052169238
20	2038,736	15	7,5	0,375	1,154273744	1,227169238
30	3058,104	25	12,5	0,625	1,731410616	1,477169238
40	4077,472	32	16	0,8	2,308547488	1,652169238
50	5096,84	42	21	1,05	2,88568436	1,902169238
60	6116,208	51	25,5	1,275	3,462821231	2,127169238
70	7135,576	59	29,5	1,475	4,039958103	2,327169238
80	8154,944	66	33	1,65	4,617094975	2,502169238
90	9174,312	75	37,5	1,875	5,194231847	2,727169238
100	10193,68	86	43	2,15	5,771368719	3,002169238
110	11213,048	95	47,5	2,375	6,348505591	3,227169238
120	12232,416	103	51,5	2,575	6,925642463	3,427169238
130	13251,784	109	54,5	2,725	7,502779335	3,577169238
140	14271,152	125	62,5	3,125	8,079916207	3,977169238
150	15290,52	135	67,5	3,375	8,657053079	4,227169238
160	16309,888	147	73,5	3,675	9,23418995	4,527169238
170	17329,256	156	78	3,9	9,811326822	4,752169238
180	18348,624	170	85	4,25	10,38846369	5,102169238
190	19367,992	182	91	4,55	10,96560057	5,402169238
200	20387,36	206	103	5,15	11,54273744	6,002169238
210	21406,728	209	104,5	5,225	12,11987431	6,077169238
220	22426,096	222	111	5,55	12,69701118	6,402169238
230	23445,464	235	117,5	5,875	13,27414805	6,727169238
240	24464,832	248	124	6,2	13,85128493	7,052169238
250	25484,2	261	130,5	6,525	14,4284218	7,377169238
260	26503,568	275	137,5	6,875	15,00555867	7,727169238
270	27522,936	290	145	7,25	15,58269554	8,102169238
280	28542,304	305	152,5	7,625	16,15983241	8,477169238
290	29561,672	317	158,5	7,925	16,73696929	8,777169238
300	30581,04	333	166,5	8,325	17,31410616	9,177169238
310	31600,408	350	175	8,75	17,89124303	9,602169238
320	32619,776	365	182,5	9,125	18,4683799	9,977169238
330	33639,144	382	191	9,55	19,04551677	10,40216924
340	34658,512	400	200	10	19,62265364	10,85216924
350	35677,88	416	208	10,4	20,19979052	11,25216924
360	36697,248	435	217,5	10,875	20,77692739	11,72716924
370	37716,616	448	224	11,2	21,35406426	12,05216924
380	38735,984	465	232,5	11,625	21,93120113	12,47716924
390	39755,352	486	243	12,15	22,508338	13,00216924
400	40774,72	508	254	12,7	23,08547488	13,55216924
410	41794,088	527	263,5	13,175	23,66261175	14,02716924
420	42813,456	550	275	13,75	24,23974862	14,60216924
430	43832,824	571	285,5	14,275	24,81688549	15,12716924
440	44852,192	605	302,5	15,125	25,39402236	15,97716924
450	45871,56	621	310,5	15,525	25,97115924	16,37716924

460	46890,928	651	325,5	16,275	26,54829611	17,12716924
470	47910,296	682	341	17,05	27,12543298	17,90216924
480	48929,664	720	360	18	27,70256985	18,85216924
490	49949,032	750	375	18,75	28,27970672	19,60216924
500	50968,4	820	410	20,5	28,8568436	21,35216924
510	51987,768	885	442,5	22,125	29,43398047	22,97716924
520	53007,136	925	462,5	23,125	30,01111734	23,97716924
530	54026,504	942	471	23,55	30,58825421	24,40216924
534	**54434,2512**	**1010**	**505**	**25,25**	**30,81910896**	26,10216924
530	54026,504	1020	510	25,5	30,58825421	26,35216924
520	53007,136	1070	535	26,75	30,01111734	27,60216924
510	51987,768	1140	570	28,5	29,43398047	29,35216924
500	50968,4	1170	585	29,25	28,8568436	30,10216924
490	49949,032	1210	605	30,25	28,27970672	31,10216924
480	48929,664	1290	645	32,25	27,70256985	33,10216924
0	0	0	0	0	0	0,852169238
10	1019,368	9	4,5	0,225	0,592841939	1,077169238
20	2038,736	15	7,5	0,375	1,185683877	1,227169238
30	3058,104	21	10,5	0,525	1,778525816	1,377169238
40	4077,472	28	14	0,7	2,371367755	1,552169238
50	5096,84	36	18	0,9	2,964209694	1,752169238
60	6116,208	43	21,5	1,075	3,557051632	1,927169238
70	7135,576	50	25	1,25	4,149893571	2,102169238
80	8154,944	55	27,5	1,375	4,74273551	2,227169238
90	9174,312	62	31	1,55	5,335577449	2,402169238
100	10193,68	68	34	1,7	5,928419387	2,552169238
110	11213,048	75	37,5	1,875	6,521261326	2,727169238
120	12232,416	82	41	2,05	7,114103265	2,902169238
130	13251,784	89	44,5	2,225	7,706945204	3,077169238
140	14271,152	97	48,5	2,425	8,299787142	3,277169238
150	15290,52	104	52	2,6	8,892629081	3,452169238
160	16309,888	112	56	2,8	9,48547102	3,652169238
170	17329,256	121	60,5	3,025	10,07831296	3,877169238
180	18348,624	128	64	3,2	10,6711549	4,052169238
190	19367,992	136	68	3,4	11,26399684	4,252169238
200	20387,36	147	73,5	3,675	11,85683877	4,527169238
210	21406,728	155	77,5	3,875	12,44968071	4,727169238
220	22426,096	165	82,5	4,125	13,04252265	4,977169238
230	23445,464	175	87,5	4,375	13,63536459	5,227169238
240	24464,832	185	92,5	4,625	14,22820653	5,477169238
250	25484,2	196	98	4,9	14,82104847	5,752169238
260	26503,568	306	153	7,65	15,41389041	8,502169238
270	27522,936	316	158	7,9	16,00673235	8,752169238
280	28542,304	330	165	8,25	16,59957428	9,102169238
290	29561,672	344	172	8,6	17,19241622	9,452169238
300	30581,04	358	179	8,95	17,78525816	9,802169238
310	31600,408	377	188,5	9,425	18,3781001	10,27716924
320	32619,776	394	197	9,85	18,97094204	10,70216924
330	33639,144	412	206	10,3	19,56378398	11,15216924
340	34658,512	429	214,5	10,725	20,15662592	11,57716924

350	35677,88	447	223,5	11,175	20,74946786	12,02716924
360	36697,248	470	235	11,75	21,34230979	12,60216924
362,5	**36952,09**	**500**	**250**	**12,5**	**21,49052028**	13,35216924
360	36697,248	517	258,5	12,925	21,34230979	13,77716924
350	35677,88	532	266	13,3	20,74946786	14,15216924
340	34658,512	535	267,5	13,375	20,15662592	14,22716924
330	33639,144	628	314	15,7	19,56378398	16,55216924
320	32619,776	722	361	18,05	18,97094204	18,90216924

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN 20%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	4	2	0,1	0,592841939	1,357899282
20	2038,736	12	6	0,3	1,185683877	1,557899282
30	3058,104	23	11,5	0,575	1,778525816	1,832899282
40	4077,472	33	16,5	0,825	2,371367755	2,082899282
50	5096,84	43	21,5	1,075	2,964209694	2,332899282
60	6116,208	53	26,5	1,325	3,557051632	2,582899282
70	7135,576	63	31,5	1,575	4,149893571	2,832899282
80	8154,944	70	35	1,75	4,74273551	3,007899282
90	9174,312	80	40	2	5,335577449	3,257899282
100	10193,68	90	45	2,25	5,928419387	3,507899282
110	11213,048	100	50	2,5	6,521261326	3,757899282
120	12232,416	110	55	2,75	7,114103265	4,007899282
130	13251,784	121	60,5	3,025	7,706945204	4,282899282
140	14271,152	133	66,5	3,325	8,299787142	4,582899282
150	15290,52	145	72,5	3,625	8,892629081	4,882899282
160	16309,888	156	78	3,9	9,48547102	5,157899282
170	17329,256	169	84,5	4,225	10,07831296	5,482899282
180	18348,624	183	91,5	4,575	10,6711549	5,832899282
190	19367,992	196	98	4,9	11,26399684	6,157899282
200	20387,36	210	105	5,25	11,85683877	6,507899282
210	21406,728	223	111,5	5,575	12,44968071	6,832899282
220	22426,096	239	119,5	5,975	13,04252265	7,232899282
230	23445,464	254	127	6,35	13,63536459	7,607899282
240	24464,832	270	135	6,75	14,22820653	8,007899282
250	25484,2	288	144	7,2	14,82104847	8,457899282
260	26503,568	305	152,5	7,625	15,41389041	8,882899282
270	27522,936	322	161	8,05	16,00673235	9,307899282
280	28542,304	336	168	8,4	16,59957428	9,657899282
290	29561,672	352	176	8,8	17,19241622	10,05789928
300	30581,04	373	186,5	9,325	17,78525816	10,58289928
310	31600,408	393	196,5	9,825	18,3781001	11,08289928
320	32619,776	413	206,5	10,325	18,97094204	11,58289928
330	33639,144	435	217,5	10,875	19,56378398	12,13289928
340	34658,512	456	228	11,4	20,15662592	12,65789928
350	35677,88	480	240	12	20,74946786	13,25789928
360	36697,248	500	250	12,5	21,34230979	13,75789928
370	37716,616	625	312,5	15,625	21,93515173	16,88289928
380	38735,984	650	325	16,25	22,52799367	17,50789928
390	39755,352	678	339	16,95	23,12083561	18,20789928
400	40774,72	708	354	17,7	23,71367755	18,95789928
410	41794,088	735	367,5	18,375	24,30651949	19,63289928
420	42813,456	764	382	19,1	24,89936143	20,35789928
430	43832,824	795	397,5	19,875	25,49220337	21,13289928
440	44852,192	830	415	20,75	26,0850453	22,00789928
450	45871,56	875	437,5	21,875	26,67788724	23,13289928

460	46890,928	925	462,5	23,125	27,27072918	24,38289928
470	47910,296	985	492,5	24,625	27,86357112	25,88289928
480	48929,664	1055	527,5	26,375	28,45641306	27,63289928
490	49949,032	1155	577,5	28,875	29,049255	30,13289928
500	50968,4	1350	675	33,75	29,64209694	35,00789928
501,1	**51080,5305**	**1450**	**725**	**36,25**	**29,70730955**	**37,50789928**
500	50968,4	1490	745	37,25	29,64209694	38,50789928
490	49949,032	1510	755	37,75	29,049255	39,00789928
480	48929,664	1530	765	38,25	28,45641306	39,50789928
470	47910,296	1644	822	41,1	27,86357112	42,35789928
460	46890,928	1740	870	43,5	27,27072918	44,75789928
0	0	0	0	0	0	1,257899282
10	1019,368	8	4	0,2	0,592841939	1,457899282
20	2038,736	16	8	0,4	1,185683877	1,657899282
30	3058,104	25	12,5	0,625	1,778525816	1,882899282
40	4077,472	35	17,5	0,875	2,371367755	2,132899282
50	5096,84	44	22	1,1	2,964209694	2,357899282
60	6116,208	54	27	1,35	3,557051632	2,607899282
70	7135,576	63	31,5	1,575	4,149893571	2,832899282
80	8154,944	72	36	1,8	4,74273551	3,057899282
90	9174,312	82	41	2,05	5,335577449	3,307899282
100	10193,68	91	45,5	2,275	5,928419387	3,532899282
110	11213,048	101	50,5	2,525	6,521261326	3,782899282
120	12232,416	111	55,5	2,775	7,114103265	4,032899282
130	13251,784	121	60,5	3,025	7,706945204	4,282899282
140	14271,152	131	65,5	3,275	8,299787142	4,532899282
150	15290,52	141	70,5	3,525	8,892629081	4,782899282
160	16309,888	152	76	3,8	9,48547102	5,057899282
170	17329,256	163	81,5	4,075	10,07831296	5,332899282
180	18348,624	175	87,5	4,375	10,6711549	5,632899282
190	19367,992	187	93,5	4,675	11,26399684	5,932899282
200	20387,36	199	99,5	4,975	11,85683877	6,232899282
210	21406,728	212	106	5,3	12,44968071	6,557899282
220	22426,096	224	112	5,6	13,04252265	6,857899282
230	23445,464	237	118,5	5,925	13,63536459	7,182899282
240	24464,832	252	126	6,3	14,22820653	7,557899282
250	25484,2	265	132,5	6,625	14,82104847	7,882899282
260	26503,568	280	140	7	15,41389041	8,257899282
270	27522,936	296	148	7,4	16,00673235	8,657899282
280	28542,304	312	156	7,8	16,59957428	9,057899282
290	29561,672	328	164	8,2	17,19241622	9,457899282
300	30581,04	345	172,5	8,625	17,78525816	9,882899282
310	31600,408	360	180	9	18,3781001	10,25789928
320	32619,776	380	190	9,5	18,97094204	10,75789928
330	33639,144	396	198	9,9	19,56378398	11,15789928
340	34658,512	421	210,5	10,525	20,15662592	11,78289928
350	35677,88	443	221,5	11,075	20,74946786	12,33289928
360	36697,248	465	232,5	11,625	21,34230979	12,88289928
370	37716,616	496	248	12,4	21,93515173	13,65789928
380	38735,984	520	260	13	22,52799367	14,25789928

390	39755,352	553	276,5	13,825	23,12083561	15,08289928
400	40774,72	590	295	14,75	23,71367755	16,00789928
410	41794,088	635	317,5	15,875	24,30651949	17,13289928
420	42813,456	732	366	18,3	24,89936143	19,55789928
422,2	**43037,717**	**763**	**381,5**	**19,075**	**25,02978665**	**20,33289928**
420	42813,456	782	391	19,55	24,89936143	20,80789928
410	41794,088	812	406	20,3	24,30651949	21,55789928
400	40774,72	845	422,5	21,125	23,71367755	22,38289928
390	39755,352	1015	507,5	25,375	23,12083561	26,63289928
380	38735,984	1280	640	32	22,52799367	33,25789928

Hasil uji tegangan regangan umur 7 hari (BN 25%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Regangan (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	7	3,5	0,175	0,592841939	0,268027305
20	2038,736	16	8	0,4	1,185683877	0,493027305
30	3058,104	26	13	0,65	1,778525816	0,743027305
40	4077,472	35	17,5	0,875	2,371367755	0,968027305
50	5096,84	43	21,5	1,075	2,964209694	1,168027305
60	6116,208	52	26	1,3	3,557051632	1,393027305
70	7135,576	60	30	1,5	4,149893571	1,593027305
80	8154,944	70	35	1,75	4,74273551	1,843027305
90	9174,312	80	40	2	5,335577449	2,093027305
100	10193,68	89	44,5	2,225	5,928419387	2,318027305
110	11213,048	99	49,5	2,475	6,521261326	2,568027305
120	12232,416	109	54,5	2,725	7,114103265	2,818027305
130	13251,784	119	59,5	2,975	7,706945204	3,068027305
140	14271,152	130	65	3,25	8,299787142	3,343027305
150	15290,52	140	70	3,5	8,892629081	3,593027305
160	16309,888	151	75,5	3,775	9,48547102	3,868027305
170	17329,256	162	81	4,05	10,07831296	4,143027305
180	18348,624	173	86,5	4,325	10,6711549	4,418027305
190	19367,992	185	92,5	4,625	11,26399684	4,718027305
200	20387,36	195	97,5	4,875	11,85683877	4,968027305
210	21406,728	207	103,5	5,175	12,44968071	5,268027305
220	22426,096	219	109,5	5,475	13,04252265	5,568027305
230	23445,464	231	115,5	5,775	13,63536459	5,868027305
240	24464,832	243	121,5	6,075	14,22820653	6,168027305
250	25484,2	255	127,5	6,375	14,82104847	6,468027305
260	26503,568	270	135	6,75	15,41389041	6,843027305
270	27522,936	282	141	7,05	16,00673235	7,143027305
280	28542,304	295	147,5	7,375	16,59957428	7,468027305
290	29561,672	308	154	7,7	17,19241622	7,793027305
300	30581,04	320	160	8	17,78525816	8,093027305
310	31600,408	334	167	8,35	18,3781001	8,443027305
320	32619,776	349	174,5	8,725	18,97094204	8,818027305
330	33639,144	363	181,5	9,075	19,56378398	9,168027305
340	34658,512	380	190	9,5	20,15662592	9,593027305
350	35677,88	395	197,5	9,875	20,74946786	9,968027305
360	36697,248	410	205	10,25	21,34230979	10,3430273
370	37716,616	425	212,5	10,625	21,93515173	10,7180273
380	38735,984	440	220	11	22,52799367	11,0930273
390	39755,352	455	227,5	11,375	23,12083561	11,4680273
400	40774,72	472	236	11,8	23,71367755	11,8930273
410	41794,088	490	245	12,25	24,30651949	12,3430273
420	42813,456	507	253,5	12,675	24,89936143	12,7680273
430	43832,824	525	262,5	13,125	25,49220337	13,2180273
440	44852,192	545	272,5	13,625	26,0850453	13,7180273
450	45871,56	567	283,5	14,175	26,67788724	14,2680273

460	46890,928	590	295	14,75	27,27072918	14,8430273
470	47910,296	615	307,5	15,375	27,86357112	15,4680273
480	48929,664	643	321,5	16,075	28,45641306	16,1680273
490	49949,032	672	336	16,8	29,049255	16,8930273
500	50968,4	704	352	17,6	29,64209694	17,6930273
510	51987,768	740	370	18,5	30,23493888	18,5930273
520	53007,136	775	387,5	19,375	30,82778081	19,4680273
530	54026,504	812	406	20,3	31,42062275	20,3930273
540	55045,872	858	429	21,45	32,01346469	21,5430273
550	56065,24	928	464	23,2	32,60630663	23,2930273
560	57084,608	1050	525	26,25	33,19914857	26,3430273
563,8	**57471,96784**	**1210**	**605**	**30,25**	**33,42442851**	**30,3430273**
560	57084,608	1233	616,5	30,825	33,19914857	30,9180273
550	56065,24	1300	650	32,5	32,60630663	32,5930273
540	55045,872	1346	673	33,65	32,01346469	33,7430273
530	54026,504	1385	692,5	34,625	31,42062275	34,7180273
520	53007,136	1440	720	36	30,82778081	36,0930273
510	51987,768	1470	735	36,75	30,23493888	36,8430273
0	0	0	0	0	0	0,093027305
10	1019,368	9	4,5	0,225	0,577136872	0,318027305
20	2038,736	19	9,5	0,475	1,154273744	0,568027305
30	3058,104	28	14	0,7	1,731410616	0,793027305
40	4077,472	38	19	0,95	2,308547488	1,043027305
50	5096,84	55	27,5	1,375	2,88568436	1,468027305
60	6116,208	72	36	1,8	3,462821231	1,893027305
70	7135,576	92	46	2,3	4,039958103	2,393027305
80	8154,944	110	55	2,75	4,617094975	2,843027305
90	9174,312	122	61	3,05	5,194231847	3,143027305
100	10193,68	133	66,5	3,325	5,771368719	3,418027305
110	11213,048	141	70,5	3,525	6,348505591	3,618027305
120	12232,416	150	75	3,75	6,925642463	3,843027305
130	13251,784	160	80	4	7,502779335	4,093027305
140	14271,152	173	86,5	4,325	8,079916207	4,418027305
150	15290,52	184	92	4,6	8,657053079	4,693027305
160	16309,888	195	97,5	4,875	9,23418995	4,968027305
170	17329,256	206	103	5,15	9,811326822	5,243027305
180	18348,624	217	108,5	5,425	10,38846369	5,518027305
190	19367,992	229	114,5	5,725	10,96560057	5,818027305
200	20387,36	241	120,5	6,025	11,54273744	6,118027305
210	21406,728	253	126,5	6,325	12,11987431	6,418027305
220	22426,096	266	133	6,65	12,69701118	6,743027305
230	23445,464	280	140	7	13,27414805	7,093027305
240	24464,832	293	146,5	7,325	13,85128493	7,418027305
250	25484,2	305	152,5	7,625	14,4284218	7,718027305
260	26503,568	318	159	7,95	15,00555867	8,043027305
270	27522,936	331	165,5	8,275	15,58269554	8,368027305
280	28542,304	346	173	8,65	16,15983241	8,743027305
290	29561,672	361	180,5	9,025	16,73696929	9,118027305
300	30581,04	377	188,5	9,425	17,31410616	9,518027305
310	31600,408	392	196	9,8	17,89124303	9,893027305

320	32619,776	408	204	10,2	18,4683799	10,2930273
330	33639,144	424	212	10,6	19,04551677	10,6930273
340	34658,512	439	219,5	10,975	19,62265364	11,0680273
350	35677,88	455	227,5	11,375	20,19979052	11,4680273
360	36697,248	474	237	11,85	20,77692739	11,9430273
370	37716,616	490	245	12,25	21,35406426	12,3430273
380	38735,984	506	253	12,65	21,93120113	12,7430273
390	39755,352	526	263	13,15	22,508338	13,2430273
400	40774,72	547	273,5	13,675	23,08547488	13,7680273
410	41794,088	564	282	14,1	23,66261175	14,1930273
420	42813,456	582	291	14,55	24,23974862	14,6430273
430	43832,824	602	301	15,05	24,81688549	15,1430273
440	44852,192	623	311,5	15,575	25,39402236	15,6680273
450	45871,56	647	323,5	16,175	25,97115924	16,2680273
460	46890,928	674	337	16,85	26,54829611	16,9430273
470	47910,296	701	350,5	17,525	27,12543298	17,6180273
480	48929,664	730	365	18,25	27,70256985	18,3430273
490	49949,032	755	377,5	18,875	28,27970672	18,9680273
500	50968,4	780	390	19,5	28,8568436	19,5930273
510	51987,768	810	405	20,25	29,43398047	20,3430273
520	53007,136	855	427,5	21,375	30,01111734	21,4680273
530	54026,504	905	452,5	22,625	30,58825421	22,7180273
540	55045,872	965	482,5	24,125	31,16539108	24,2180273
550	56065,24	1040	520	26	31,74252795	26,0930273
560	57084,608	1150	575	28,75	32,31966483	28,8430273
570	58103,976	1220	610	30,5	32,8968017	30,5930273
580	59123,344	1250	625	31,25	33,47393857	31,3430273
588,6	60000,00048	1295	647,5	32,375	33,97027628	32,4680273
580	59123,344	1327	663,5	33,175	33,47393857	33,2680273

Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	5	2,5	0,125	0,57714	0,388
20	2038,736	9	4,5	0,225	1,15427	0,488
30	3058,104	15	7,5	0,375	1,73141	0,638
40	4077,472	23	11,5	0,575	2,30855	0,838
50	5096,840	29	14,5	0,725	2,88568	0,988
60	6116,208	35	17,5	0,875	3,46282	1,138
70	7135,576	43	21,5	1,075	4,03996	1,338
80	8154,944	50	25,0	1,250	4,61709	1,513
90	9174,312	58	29,0	1,450	5,19423	1,713
100	10193,680	64	32,0	1,600	5,77137	1,863
110	11213,048	72	36,0	1,800	6,34851	2,063
120	12232,416	80	40,0	2,000	6,92564	2,263
130	13251,784	88	44,0	2,200	7,50278	2,463
140	14271,152	95	47,5	2,375	8,07992	2,638
150	15290,520	102	51,0	2,550	8,65705	2,813
160	16309,888	110	55,0	2,750	9,23419	3,013
170	17329,256	120	60,0	3,000	9,81133	3,263
180	18348,624	218	109,0	5,450	10,38846	5,713
190	19367,992	223	111,5	5,575	10,96560	5,838
200	20387,360	240	120,0	6,000	11,54274	6,263
210	21406,728	255	127,5	6,375	12,11987	6,638
220	22426,096	265	132,5	6,625	12,69701	6,888
230	23445,464	273	136,5	6,825	13,27415	7,088
240	24464,832	282	141,0	7,050	13,85128	7,313
250	25484,200	292	146,0	7,300	14,42842	7,563
260	26503,568	300	150,0	7,500	15,00556	7,763
270	27522,936	310	155,0	7,750	15,58270	8,013
280	28542,304	321	160,5	8,025	16,15983	8,288
290	29561,672	335	167,5	8,375	16,73697	8,638
300	30581,040	348	174,0	8,700	17,31411	8,963
310	31600,408	359	179,5	8,975	17,89124	9,238
320	32619,776	372	186,0	9,300	18,46838	9,563
330	33639,144	382	191,0	9,550	19,04552	9,813
340	34658,512	391	195,5	9,775	19,62265	10,038
350	35677,880	405	202,5	10,125	20,19979	10,388
360	36697,248	415	207,5	10,375	20,77693	10,638
370	37716,616	430	215,0	10,750	21,35406	11,013
380	38735,984	515	257,5	12,875	21,93120	13,138
390	39755,352	525	262,5	13,125	22,50834	13,388
400	40774,720	535	267,5	13,375	23,08547	13,638
410	41794,088	546	273,0	13,650	23,66261	13,913
420	42813,456	556	278,0	13,900	24,23975	14,163
430	43832,824	570	285,0	14,250	24,81689	14,513
440	44852,192	582	291,0	14,550	25,39402	14,813

450	45871,560	606	303,0	15,150	25,97116	15,413
460	46890,928	625	312,5	15,625	26,54830	15,888
470	47910,296	648	324,0	16,200	27,12543	16,463
480	48929,664	678	339,0	16,950	27,70257	17,213
490	49949,032	736	368,0	18,400	28,27971	18,663
500	50968,400	773	386,5	19,325	28,85684	19,588
510	51987,768	802	401,0	20,050	29,43398	20,313
520	53007,136	834	417,0	20,850	30,01112	21,113
530	54026,504	871	435,5	21,775	30,58825	22,038
540	55045,872	915	457,5	22,875	31,16539	23,138
550	56065,240	970	485,0	24,250	31,74253	24,513
560	57084,608	1044	522,0	26,100	32,31966	26,363
567,6	**57859,328**	**1075**	**537,5**	**26,875**	**32,75829**	**27,138**
560	57084,608	1100	550,0	27,500	32,31966	27,763
550	56065,240	1160	580,0	29,000	31,74253	29,263
540	55045,872	1200	600,0	30,000	31,16539	30,263
530	54026,504	1230	615,0	30,750	30,58825	31,013
0	0	0	0	0	0	0,263
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,57714	0,413
20	2038,736	12	6,0	0,300	1,15427	0,563
30	3058,104	18	9,0	0,450	1,73141	0,713
40	4077,472	30	15,0	0,750	2,30855	1,013
50	5096,840	40	20,0	1,000	2,88568	1,263
60	6116,208	49	24,5	1,225	3,46282	1,488
70	7135,576	61	30,5	1,525	4,03996	1,788
80	8154,944	73	36,5	1,825	4,61709	2,088
90	9174,312	83	41,5	2,075	5,19423	2,338
100	10193,680	97	48,5	2,425	5,77137	2,688
110	11213,048	100	50,0	2,500	6,34851	2,763
120	12232,416	115	57,5	2,875	6,92564	3,138
130	13251,784	140	70,0	3,500	7,50278	3,763
140	14271,152	149	74,5	3,725	8,07992	3,988
150	15290,520	160	80,0	4,000	8,65705	4,263
160	16309,888	170	85,0	4,250	9,23419	4,513
170	17329,256	182	91,0	4,550	9,81133	4,813
180	18348,624	191	95,5	4,775	10,38846	5,038
190	19367,992	202	101,0	5,050	10,96560	5,313
200	20387,360	215	107,5	5,375	11,54274	5,638
210	21406,728	222	111,0	5,550	12,11987	5,813
220	22426,096	232	116,0	5,800	12,69701	6,063
230	23445,464	242	121,0	6,050	13,27415	6,313
240	24464,832	251	125,5	6,275	13,85128	6,538
250	25484,200	261	130,5	6,525	14,42842	6,788
260	26503,568	276	138,0	6,900	15,00556	7,163
270	27522,936	291	145,5	7,275	15,58270	7,538
280	28542,304	302	151,0	7,550	16,15983	7,813
290	29561,672	312	156,0	7,800	16,73697	8,063
300	30581,040	325	162,5	8,125	17,31411	8,388
310	31600,408	336	168,0	8,400	17,89124	8,663
320	32619,776	350	175,0	8,750	18,46838	9,013

330	33639,144	365	182,5	9,125	19,04552	9,388
340	34658,512	375	187,5	9,375	19,62265	9,638
350	35677,880	382	191,0	9,550	20,19979	9,813
360	36697,248	397	198,5	9,925	20,77693	10,188
370	37716,616	409	204,5	10,225	21,35406	10,488
380	38735,984	424	212,0	10,600	21,93120	10,863
390	39755,352	439	219,5	10,975	22,50834	11,238
400	40774,720	451	225,5	11,275	23,08547	11,538
410	41794,088	465	232,5	11,625	23,66261	11,888
420	42813,456	480	240,0	12,000	24,23975	12,263
430	43832,824	490	245,0	12,250	24,81689	12,513
440	44852,192	505	252,5	12,625	25,39402	12,888
450	45871,560	520	260,0	13,000	25,97116	13,263
460	46890,928	535	267,5	13,375	26,54830	13,638
470	47910,296	550	275,0	13,750	27,12543	14,013
480	48929,664	643	321,5	16,075	27,70257	16,338
490	49949,032	673	336,5	16,825	28,27971	17,088
500	50968,400	692	346,0	17,300	28,85684	17,563
510	51987,768	710	355,0	17,750	29,43398	18,013
520	53007,136	725	362,5	18,125	30,01112	18,388
530	54026,504	736	368,0	18,400	30,58825	18,663
540	55045,872	751	375,5	18,775	31,16539	19,038
550	56065,240	770	385,0	19,250	31,74253	19,513
560	57084,608	787	393,5	19,675	32,31966	19,938
570	58103,976	807	403,5	20,175	32,89680	20,438
580	59123,344	825	412,5	20,625	33,47394	20,888
590	60142,712	843	421,5	21,075	34,05108	21,338
597,4	60897,044	869	434,5	21,725	34,47816	21,988
590	60142,712	873	436,5	21,825	34,05108	22,088
580	59123,344	891	445,5	22,275	33,47394	22,538
570	58103,976	960	480,0	24,000	32,89680	24,263
560	57084,608	1040	520,0	26,000	32,31966	26,263
550	56065,240	1055	527,5	26,375	31,74253	26,638

Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN 5%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,57714	0,426
20	2038,736	13	6,5	0,325	1,15427	0,601
30	3058,104	20	10,0	0,500	1,73141	0,776
40	4077,472	27	13,5	0,675	2,30855	0,951
50	5096,840	35	17,5	0,875	2,88568	1,151
60	6116,208	42	21,0	1,050	3,46282	1,326
70	7135,576	49	24,5	1,225	4,03996	1,501
80	8154,944	59	29,5	1,475	4,61709	1,751
90	9174,312	65	32,5	1,625	5,19423	1,901
100	10193,680	75	37,5	1,875	5,77137	2,151
110	11213,048	82	41,0	2,050	6,34851	2,326
120	12232,416	90	45,0	2,250	6,92564	2,526
130	13251,784	99	49,5	2,475	7,50278	2,751
140	14271,152	106	53,0	2,650	8,07992	2,926
150	15290,520	115	57,5	2,875	8,65705	3,151
160	16309,883	122	61,0	3,050	9,23419	3,326
170	17329,256	135	67,5	3,375	9,81133	3,651
180	18348,624	146	73,0	3,650	10,38846	3,926
190	19367,992	152	76,0	3,800	10,96560	4,076
200	20387,360	160	80,0	4,000	11,54274	4,276
210	21406,728	170	85,0	4,250	12,11987	4,526
220	22426,096	181	90,5	4,525	12,69701	4,801
230	23445,464	192	96,0	4,800	13,27415	5,076
240	24464,832	200	100,0	5,000	13,85128	5,276
250	25484,200	210	105,0	5,250	14,42842	5,526
260	26503,568	232	116,0	5,800	15,00556	6,076
270	27522,936	241	120,5	6,025	15,58270	6,301
280	28542,304	252	126,0	6,300	16,15983	6,576
290	29561,672	263	131,5	6,575	16,73697	6,851
300	30581,040	275	137,5	6,875	17,31411	7,151
310	31600,408	286	143,0	7,150	17,89124	7,426
320	32619,776	293	146,5	7,325	18,46838	7,601
330	33639,144	312	156,0	7,800	19,04552	8,076
340	34658,512	322	161,0	8,050	19,62265	8,326
350	35677,880	337	168,5	8,425	20,19979	8,701
360	36697,248	346	173,0	8,650	20,77693	8,926
370	37716,616	360	180,0	9,000	21,35406	9,276
380	38735,984	375	187,5	9,375	21,93120	9,651
390	39755,352	386	193,0	9,650	22,50834	9,926
400	40774,720	402	201,0	10,050	23,08547	10,326
410	41794,088	413	206,5	10,325	23,66261	10,601
420	42813,456	424	212,0	10,600	24,23975	10,876
430	43832,824	440	220,0	11,000	24,81689	11,276
440	44852,192	460	230,0	11,500	25,39402	11,776

450	45871,560	476	238,0	11,900	25,97116	12,176
460	46890,928	493	246,5	12,325	26,54830	12,601
470	47910,296	510	255,0	12,750	27,12543	13,026
480	48929,664	524	262,0	13,100	27,70257	13,376
490	49949,032	552	276,0	13,800	28,27971	14,076
500	50968,400	573	286,5	14,325	28,85684	14,601
510	51987,768	596	298,0	14,900	29,43398	15,176
520	53007,136	519	259,5	12,975	30,01112	13,251
530	54026,504	545	272,5	13,625	30,58825	13,901
540	55045,872	575	287,5	14,375	31,16539	14,651
550	56065,240	596	298,0	14,900	31,74253	15,176
560	57084,608	619	309,5	15,475	32,31966	15,751
570	58103,976	645	322,5	16,125	32,89680	16,401
580	59123,344	675	337,5	16,875	33,47394	17,151
586	**59734,966**	**705**	**352,5**	**17,625**	**33,82022**	**17,901**
580	59123,344	749	374,5	18,725	33,47394	19,001
570	58103,976	806	403,0	20,150	32,89680	20,426
560	57084,608	935	467,5	23,375	32,31966	23,651
550	56065,240	1050	525,0	26,250	31,74253	26,526
540	55045,872	1155	577,5	28,875	31,16539	29,151
530	54026,504	1207	603,5	30,175	30,58825	30,451
0	0	0	0	0	0	0,276
10	1019,368	5	2,5	0,125	0,60093	0,401
20	2038,736	12	6,0	0,300	1,20187	0,576
30	3058,104	19	9,5	0,475	1,80280	0,751
40	4077,472	25	12,5	0,625	2,40373	0,901
50	5096,840	33	16,5	0,825	3,00466	1,101
60	6116,208	40	20,0	1,000	3,60560	1,276
70	7135,576	47	23,5	1,175	4,20653	1,451
80	8154,944	56	28,0	1,400	4,80746	1,676
90	9174,312	62	31,0	1,550	5,40839	1,826
100	10193,680	69	34,5	1,725	6,00933	2,001
110	11213,048	75	37,5	1,875	6,61026	2,151
120	12232,416	83	41,5	2,075	7,21119	2,351
130	13251,784	89	44,5	2,225	7,81212	2,501
140	14271,152	98	49,0	2,450	8,41306	2,726
150	15290,520	107	53,5	2,675	9,01399	2,951
160	16309,888	115	57,5	2,875	9,61492	3,151
170	17329,256	125	62,5	3,125	10,21585	3,401
180	18348,624	135	67,5	3,375	10,81679	3,651
190	19367,992	142	71,0	3,550	11,41772	3,826
200	20387,360	152	76,0	3,800	12,01865	4,076
210	21406,728	157	78,5	3,925	12,61958	4,201
220	22426,096	171	85,5	4,275	13,22052	4,551
230	23445,464	182	91,0	4,550	13,82145	4,826
240	24464,832	191	95,5	4,775	14,42238	5,051
250	25484,200	202	101,0	5,050	15,02332	5,326
260	26503,568	210	105,0	5,250	15,62425	5,526
270	27522,936	220	110,0	5,500	16,22518	5,776
280	28542,304	238	119,0	5,950	16,82611	6,226
290	29561,672	249	124,5	6,225	17,42705	6,501

300	30581,040	268	134,0	6,700	18,02798	6,976
310	31600,408	285	142,5	7,125	18,62891	7,401
320	32619,776	306	153,0	7,650	19,22984	7,926
330	33639,144	312	156,0	7,800	19,83078	8,076
340	34658,512	321	160,5	8,025	20,43171	8,301
350	35677,880	332	166,0	8,300	21,03264	8,576
360	36697,248	344	172,0	8,600	21,63357	8,876
370	37716,616	355	177,5	8,875	22,23451	9,151
380	38735,984	366	183,0	9,150	22,83544	9,426
390	39755,352	379	189,5	9,475	23,43637	9,751
400	40774,720	392	196,0	9,800	24,03730	10,076
410	41794,088	407	203,5	10,175	24,63824	10,451
420	42813,456	426	213,0	10,650	25,23917	10,926
430	43832,824	455	227,5	11,375	25,84010	11,651
440	44852,192	506	253,0	12,650	26,44103	12,926
448,5	**45718,655**	**690**	**345,0**	**17,250**	**26,95183**	**17,526**
440	44852,192	700	350,0	17,500	26,44103	17,776

Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN 10%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	5	2,5	0,125	0,59284	0,506
20	2038,736	11	5,5	0,275	1,18568	0,656
30	3058,104	18	9,0	0,450	1,77853	0,831
40	4077,472	26	13,0	0,650	2,37137	1,031
50	5096,840	34	17,0	0,850	2,96421	1,231
60	6116,208	41	20,5	1,025	3,55705	1,406
70	7135,576	48	24,0	1,200	4,14989	1,581
80	8154,944	54	27,0	1,350	4,74274	1,731
90	9174,312	61	30,5	1,525	5,33558	1,906
100	10193,680	67	33,5	1,675	5,92842	2,056
110	11213,048	73	36,5	1,825	6,52126	2,206
120	12232,416	84	42,0	2,100	7,11410	2,481
130	13251,784	86	43,0	2,150	7,70695	2,531
140	14271,152	91	45,5	2,275	8,29979	2,656
150	15290,520	98	49,0	2,450	8,89263	2,831
160	16309,888	104	52,0	2,600	9,48547	2,981
170	17329,256	111	55,5	2,775	10,07831	3,156
180	18348,624	118	59,0	2,950	10,67115	3,331
190	19367,992	126	63,0	3,150	11,26400	3,531
200	20387,360	134	67,0	3,350	11,85684	3,731
210	21406,728	140	70,0	3,500	12,44968	3,881
220	22426,096	147	73,5	3,675	13,04252	4,056
230	23445,464	155	77,5	3,875	13,63536	4,256
240	24464,832	162	81,0	4,050	14,22821	4,431
250	25484,200	170	85,0	4,250	14,82105	4,631
260	26503,568	177	88,5	4,425	15,41389	4,806
270	27522,936	186	93,0	4,650	16,00673	5,031
280	28542,304	194	97,0	4,850	16,59957	5,231
290	29561,672	200	100,0	5,000	17,19242	5,381
300	30581,040	207	103,5	5,175	17,78526	5,556
310	31600,408	215	107,5	5,375	18,37810	5,756
320	32619,776	224	112,0	5,600	18,97094	5,981
330	33639,144	231	115,5	5,775	19,56378	6,156
340	34658,512	241	120,5	6,025	20,15663	6,406
350	35677,880	248	124,0	6,200	20,74947	6,581
360	36697,248	258	129,0	6,450	21,34231	6,831
370	37716,616	268	134,0	6,700	21,93515	7,081
380	38735,984	277	138,5	6,925	22,52799	7,306
390	39755,352	287	143,5	7,175	23,12084	7,556
400	40774,720	296	148,0	7,400	23,71368	7,781
410	41794,088	306	153,0	7,650	24,30652	8,031
420	42813,456	317	158,5	7,925	24,89936	8,306
430	43832,824	328	164,0	8,200	25,49220	8,581
440	44852,192	339	169,5	8,475	26,08505	8,856

450	45871,560	350	175,0	8,750	26,67789	9,131
460	46890,928	362	181,0	9,050	27,27073	9,431
470	47910,296	375	187,5	9,375	27,86357	9,756
480	48929,664	387	193,5	9,675	28,45641	10,056
490	49949,032	400	200,0	10,000	29,04925	10,381
500	50968,400	415	207,5	10,375	29,64210	10,756
510	51987,768	429	214,5	10,725	30,23494	11,106
520	53007,136	448	224,0	11,200	30,82778	11,581
530	54026,504	460	230,0	11,500	31,42062	11,881
540	55045,872	476	238,0	11,900	32,01346	12,281
550	56065,240	495	247,5	12,375	32,60631	12,756
560	57084,608	512	256,0	12,800	33,19915	13,181
570	58103,976	530	265,0	13,250	33,79199	13,631
580	59123,344	553	276,5	13,825	34,38483	14,206
590	60142,712	575	287,5	14,375	34,97767	14,756
600	61162,080	599	299,5	14,975	35,57052	15,356
610	62181,448	622	311,0	15,550	36,16336	15,931
620	63200,816	651	325,5	16,275	36,75620	16,656
630	64220,184	682	341,0	17,050	37,34904	17,431
640	65239,552	712	356,0	17,800	37,94188	18,181
650	66258,920	745	372,5	18,625	38,53473	19,006
660	67278,288	790	395,0	19,750	39,12757	20,131
666,5	**67940,877**	**855**	**427,5**	**21,375**	**39,51292**	**21,756**
660	67278,288	930	465,0	23,250	39,12757	23,631
650	66258,920	1030	515,0	25,750	38,53473	26,131
640	65239,552	1140	570,0	28,500	37,94188	28,881
630	64220,184	1200	600,0	30,000	37,34904	30,381
620	63200,816	1280	640,0	32,000	36,75620	32,381
610	62181,448	1370	685,0	34,250	36,16336	34,631
0	0	0	0	0	0	0,381
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,56205	0,531
20	2038,736	13	6,5	0,325	1,12410	0,706
30	3058,104	18	9,0	0,450	1,68615	0,831
40	4077,472	24	12,0	0,600	2,24820	0,981
50	5096,840	30	15,0	0,750	2,81025	1,131
60	6116,208	36	18,0	0,900	3,37230	1,281
70	7135,576	42	21,0	1,050	3,93435	1,431
80	8154,944	50	25,0	1,250	4,49640	1,631
90	9174,312	55	27,5	1,375	5,05845	1,756
100	10193,680	63	31,5	1,575	5,62050	1,956
110	11213,048	68	34,0	1,700	6,18255	2,081
120	12232,416	75	37,5	1,875	6,74460	2,256
130	13251,784	83	41,5	2,075	7,30665	2,456
140	14271,152	90	45,0	2,250	7,86870	2,631
150	15290,520	98	49,0	2,450	8,43075	2,831
160	16309,888	106	53,0	2,650	8,99280	3,031
170	17329,256	113	56,5	2,825	9,55485	3,206
180	18348,624	123	61,5	3,075	10,11690	3,456
190	19367,992	130	65,0	3,250	10,67895	3,631
200	20387,360	138	69,0	3,450	11,24100	3,831
210	21406,728	148	74,0	3,700	11,80305	4,081

220	22426,096	157	78,5	3,925	12,36510	4,306
230	23445,464	167	83,5	4,175	12,92716	4,556
240	24464,832	175	87,5	4,375	13,48921	4,756
250	25484,200	185	92,5	4,625	14,05126	5,006
260	26503,568	192	96,0	4,800	14,61331	5,181
270	27522,936	204	102,0	5,100	15,17536	5,481
280	28542,304	212	106,0	5,300	15,73741	5,681
290	29561,672	220	110,0	5,500	16,29946	5,881
300	30581,040	231	115,5	5,775	16,86151	6,156
310	31600,408	250	125,0	6,250	17,42356	6,631
320	32619,776	258	129,0	6,450	17,98561	6,831
330	33639,144	268	134,0	6,700	18,54766	7,081
340	34658,512	278	139,0	6,950	19,10971	7,331
350	35677,880	290	145,0	7,250	19,67176	7,631
360	36697,248	303	151,5	7,575	20,23381	7,956
370	37716,616	313	156,5	7,825	20,79586	8,206
380	38735,984	325	162,5	8,125	21,35791	8,506
390	39755,352	336	168,0	8,400	21,91996	8,781
400	40774,720	348	174,0	8,700	22,48201	9,081
410	41794,088	362	181,0	9,050	23,04406	9,431
420	42813,456	375	187,5	9,375	23,60611	9,756
430	43832,624	395	197,5	9,875	24,16816	10,256
440	44852,192	406	203,0	10,150	24,73021	10,531
450	45871,560	418	209,0	10,450	25,29226	10,831
460	46890,928	432	216,0	10,800	25,85431	11,181
470	47910,296	445	222,5	11,125	26,41636	11,506
480	48929,664	459	229,5	11,475	26,97841	11,856
490	49949,032	472	236,0	11,800	27,54046	12,181
500	50968,400	487	243,5	12,175	28,10251	12,556
510	51987,768	503	251,5	12,575	28,66456	12,956
520	53007,136	516	258,0	12,900	29,22661	13,281
530	54026,504	530	265,0	13,250	29,78866	13,631
540	55045,872	546	273,0	13,650	30,35071	14,031
550	56065,240	564	282,0	14,100	30,91276	14,481
560	57084,608	582	291,0	14,550	31,47481	14,931
570	58103,976	602	301,0	15,050	32,03686	15,431
580	59123,344	621	310,5	15,525	32,59891	15,906
590	60142,712	642	321,0	16,050	33,16096	16,431
600	61162,080	661	330,5	16,525	33,72301	16,906
610	62181,448	680	340,0	17,000	34,28506	17,381
620	63200,816	725	362,5	18,125	34,84711	18,506
630	64220,184	760	380,0	19,000	35,40916	19,381
640	65239,552	842	421,0	21,050	35,97121	21,431
650	66258,920	860	430,0	21,500	36,53326	21,881
660	67278,288	900	450,0	22,500	37,09531	22,881
670	68297,656	990	495,0	24,750	37,65736	25,131
680	69317,024	1075	537,5	26,875	38,21941	27,256
680,3	**69347,605**	**1110**	**555,0**	**27,750**	**38,29628**	**28,131**
670	68297,656	1131	565,5	28,275	37,65736	28,656
660	67278,288	1135	567,5	28,375	37,09531	28,756
650	66258,920	1145	572,5	28,625	36,53326	29,006

Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN 15%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,58491	0,960
20	2038,736	14	7,0	0,350	1,16982	1,160
30	3058,104	21	10,5	0,525	1,75473	1,335
40	4077,472	29	14,5	0,725	2,33964	1,535
50	5096,840	36	18,0	0,900	2,92455	1,710
60	6116,208	44	22,0	1,100	3,50946	1,910
70	7135,576	52	26,0	1,300	4,09436	2,110
80	8154,944	60	30,0	1,500	4,67927	2,310
90	9174,312	69	34,5	1,725	5,26418	2,535
100	10193,680	77	38,5	1,925	5,84909	2,735
110	11213,048	85	42,5	2,125	6,43400	2,935
120	12232,416	94	47,0	2,350	7,01891	3,160
130	13251,784	103	51,5	2,575	7,60382	3,385
140	14271,152	113	56,5	2,825	8,18873	3,635
150	15290,520	122	61,0	3,050	8,77364	3,860
160	16309,888	133	66,5	3,325	9,35855	4,135
170	17329,256	145	72,5	3,625	9,94346	4,435
180	18348,624	155	77,5	3,875	10,52837	4,685
190	19367,992	169	84,5	4,225	11,11327	5,035
200	20387,360	180	90,0	4,500	11,69818	5,310
210	21406,728	191	95,5	4,775	12,28309	5,585
220	22426,096	203	101,5	5,075	12,86800	5,885
230	23445,464	215	107,5	5,375	13,45291	6,185
240	24464,832	226	113,0	5,650	14,03782	6,460
250	25484,200	243	121,5	6,075	14,62273	6,885
260	26503,568	254	127,0	6,350	15,20764	7,160
270	27522,936	265	132,5	6,625	15,79255	7,435
280	28542,304	278	139,0	6,950	16,37746	7,760
290	29561,672	292	146,0	7,300	16,96237	8,110
300	30581,040	305	152,5	7,625	17,54728	8,435
310	31600,408	318	159,0	7,950	18,13218	8,760
320	32619,776	330	165,0	8,250	18,71709	9,060
330	33639,144	345	172,5	8,625	19,30200	9,435
340	34658,512	360	180,0	9,000	19,88691	9,810
350	35677,880	375	187,5	9,375	20,47182	10,185
360	36697,248	392	196,0	9,800	21 05673	10,610
370	37716,616	407	203,5	10,175	21,64164	10,985
380	38735,984	420	210,0	10,500	22,22655	11,310
390	39755,352	438	219,0	10,950	22,81146	11,760
400	40774,720	452	226,0	11,300	23,39637	12,110
410	41794,088	469	234,5	11,725	23,98128	12,535
420	42813,456	485	242,5	12,125	24,56619	12,935
430	43832,824	503	251,5	12,575	25,15109	13,385
440	44852,192	518	259,0	12,950	25,73600	13,760

450	45871,560	536	268,0	13,400	26,32091	14,210
460	46890,928	555	277,5	13,875	26,90582	14,685
470	47910,296	575	287,5	14,375	27,49073	15,185
480	48929,664	596	298,0	14,900	28,07564	15,710
490	49949,032	615	307,5	15,375	28,66055	16,185
500	50968,400	647	323,5	16,175	29,24546	16,985
510	51987,768	685	342,5	17,125	29,83037	17,935
520	53007,136	730	365,0	18,250	30,41528	19,060
530	54026,504	845	422,5	21,125	31,00019	21,935
540	55045,872	1050	525,0	26,250	31,58510	27,060
550	56065,240	1100	550,0	27,500	32,17000	28,310
560	57084,608	1190	595,0	29,750	32,75491	30,560
570	58103,976	1203	601,5	30,075	33,33982	30,885
580	59123,344	1298	649,0	32,450	33,92473	33,260
588,8	**60020,388**	**1302**	**651,0**	**32,550**	**34,43945**	**33,360**
580	59123,344	1385	692,5	34,625	33,92473	35,435
570	58103,976	1450	725,0	36,250	33,33982	37,060
560	57084,608	1470	735,0	36,750	32,75491	37,560
550	56065,240	1540	770,0	38,500	32,17000	39,310
540	55045,872	1595	797,5	39,875	31,58510	40,685
530	54026,504	1630	815,0	40,750	31,00019	41,560
520	53007,136	1675	837,5	41,875	30,41528	42,685
0	0	0	0	0	0	0,810
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,57714	0,960
20	2038,736	14	7,0	0,350	1,15427	1,160
30	3058,104	21	10,5	0,525	1,73141	1,335
40	4077,472	29	14,5	0,725	2,30855	1,535
50	5096,840	36	18,0	0,900	2,88568	1,710
60	6116,208	44	22,0	1,100	3,46282	1,910
70	7135,576	52	26,0	1,300	4,03996	2,110
80	8154,944	60	30,0	1,500	4,61709	2,310
90	9174,312	69	34,5	1,725	5,19423	2,535
100	10193,680	77	38,5	1,925	5,77137	2,735
110	11213,048	85	42,5	2,125	6,34851	2,935
120	12232,416	94	47,0	2,350	6,92564	3,160
130	13251,784	103	51,5	2,575	7,50278	3,385
140	14271,152	113	56,5	2,825	8,07992	3,635
150	15290,520	122	61,0	3,050	8,65705	3,860
160	16309,888	133	66,5	3,325	9,23419	4,135
170	17329,256	145	72,5	3,625	9,81133	4,435
180	18348,624	155	77,5	3,875	10,38846	4,685
190	19367,992	169	84,5	4,225	10,96560	5,035
200	20387,360	180	90,0	4,500	11,54274	5,310
210	21406,728	191	95,5	4,775	12,11987	5,585
220	22426,096	203	101,5	5,075	12,69701	5,885
230	23445,464	215	107,5	5,375	13,27415	6,185
240	24464,832	226	113,0	5,650	13,85128	6,460
250	25484,200	243	121,5	6,075	14,42842	6,885
260	26503,568	254	127,0	6,350	15,00556	7,160
270	27522,936	265	132,5	6,625	15,58270	7,435
280	28542,304	278	139,0	6,950	16,15983	7,760

290	29561,672	292	146,0	7,300	16,73697	8,110
300	30581,040	305	152,5	7,625	17,31411	8,435
310	31600,408	318	159,0	7,950	17,89124	8,760
320	32619,776	330	165,0	8,250	18,46838	9,060
330	33639,144	345	172,5	8,625	19,04552	9,435
340	34658,512	360	180,0	9,000	19,62265	9,810
350	35677,880	375	187,5	9,375	20,19979	10,185
360	36697,248	392	196,0	9,800	20,77693	10,610
370	37716,616	407	203,5	10,175	21,35406	10,985
380	38735,984	420	210,0	10,500	21,93120	11,310
390	39755,352	438	219,0	10,950	22,50834	11,760
400	40774,720	452	226,0	11,300	23,08547	12,110
410	41794,088	469	234,5	11,725	23,66261	12,535
420	42813,456	485	242,5	12,125	24,23975	12,935
430	43832,824	503	251,5	12,575	24,81689	13,385
440	44852,192	518	259,0	12,950	25,39402	13,760
450	45871,560	536	268,0	13,400	25,97116	14,210
460	46890,928	555	277,5	13,875	26,54830	14,685
470	47910,296	575	287,5	14,375	27,12543	15,185
480	48929,664	596	298,0	14,900	27,70257	15,710
490	49949,032	615	307,5	15,375	28,27971	16,185
500	50968,400	647	323,5	16,175	28,85684	16,985
505,7	**51549,440**	**685**	**342,5**	**17,125**	**29,18581**	**17,935**
500	50968,400	730	365,0	18,250	28,85684	19,060
490	49949,032	845	422,5	21,125	28,27971	21,935
480	48929,664	1050	525,0	26,250	27,70257	27,060
470	47910,296	1100	550,0	27,500	27,12543	28,310
460	46890,928	1190	595,0	29,750	26,54830	30,560
450	45871,560	1203	601,5	30,075	25,97116	30,885

Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN 20%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	6	3,0	0,150	0,57714	0,172
20	2038,736	12	6,0	0,300	1,15427	0,322
30	3058,104	19	9,5	0,475	1,73141	0,497
40	4077,472	26	13,0	0,650	2,30855	0,672
50	5096,840	30	15,0	0,750	2,88568	0,772
60	6116,208	40	20,0	1,000	3,46282	1,022
70	7135,576	47	23,5	1,175	4,03996	1,197
80	8154,944	53	26,5	1,325	4,61709	1,347
90	9174,312	60	30,0	1,500	5,19423	1,522
100	10193,680	66	33,0	1,650	5,77137	1,672
110	11213,048	74	37,0	1,850	6,34851	1,872
120	12232,416	81	40,5	2,025	6,92564	2,047
130	13251,784	92	46,0	2,300	7,50278	2,322
140	14271,152	96	48,0	2,400	8,07992	2,422
150	15290,520	105	52,5	2,625	8,65705	2,647
160	16309,888	112	56,0	2,800	9,23419	2,822
170	17329,256	120	60,0	3,000	9,81133	3,022
180	18348,624	128	64,0	3,200	10,38846	3,222
190	19367,992	136	68,0	3,400	10,96560	3,422
200	20387,360	145	72,5	3,625	11,54274	3,647
210	21406,728	155	77,5	3,875	12,11987	3,897
220	22426,096	163	81,5	4,075	12,69701	4,097
230	23445,464	171	85,5	4,275	13,27415	4,297
240	24464,832	180	90,0	4,500	13,85128	4,522
250	25484,200	189	94,5	4,725	14,42842	4,747
260	26503,568	198	99,0	4,950	15,00556	4,972
270	27522,936	206	103,0	5,150	15,58270	5,172
280	28542,304	215	107,5	5,375	16,15983	5,397
290	29561,672	224	112,0	5,600	16,73697	5,622
300	30581,040	233	116,5	5,825	17,31411	5,847
310	31600,408	242	121,0	6,050	17,89124	6,072
320	32619,776	250	125,0	6,250	18,46838	6,272
330	33639,144	260	130,0	6,500	19,04552	6,522
340	34658,512	270	135,0	6,750	19,62265	6,772
350	35677,880	279	139,5	6,975	20,19979	6,997
360	36697,248	288	144,0	7,200	20,77693	7,222
370	37716,616	296	148,0	7,400	21,35406	7,422
380	38735,984	306	153,0	7,650	21,93120	7,672
390	39755,352	315	157,5	7,875	22,50834	7,897
400	40774,720	325	162,5	8,125	23,08547	8,147
410	41794,088	335	167,5	8,375	23,66261	8,397
420	42813,456	343	171,5	8,575	24,23975	8,597
430	43832,824	353	176,5	8,825	24,81689	8,847
440	44852,192	362	181,0	9,050	25,39402	9,072

450	45871,560	369	184,5	9,225	25,97116	9,247
460	46890,928	378	189,0	9,450	26,54830	9,472
470	47910,296	388	194,0	9,700	27,12543	9,722
480	48929,664	398	199,0	9,950	27,70257	9,972
490	49949,032	409	204,5	10,225	28,27971	10,247
500	50968,400	419	209,5	10,475	28,85684	10,497
510	51987,768	430	215,0	10,750	29,43398	10,772
520	53007,136	442	221,0	11,050	30,01112	11,072
530	54026,504	454	227,0	11,350	30,58825	11,372
540	55045,872	467	233,5	11,675	31,16539	11,697
550	56065,240	475	237,5	11,875	31,74253	11,897
560	57084,608	485	242,5	12,125	32,31966	12,147
570	58103,976	495	247,5	12,375	32,89680	12,397
580	59123,344	507	253,5	12,675	33,47394	12,697
590	60142,712	519	259,5	12,975	34,05108	12,997
600	61162,080	529	264,5	13,225	34,62821	13,247
610	62181,448	541	270,5	13,525	35,20535	13,547
620	63200,816	555	277,5	13,875	35,78249	13,897
630	64220,184	560	280,0	14,000	36,35962	14,022
640	65239,552	596	298,0	14,900	36,93676	14,922
650	66258,920	706	353,0	17,650	37,51390	17,672
660	67278,288	724	362,0	18,100	38,09103	18,122
667,7	**68063,201**	**773**	**386,5**	**19,325**	**38,53543**	**19,347**
660	67278,288	803	401,5	20,075	38,09103	20,097
650	66258,920	835	417,5	20,875	37,51390	20,897
640	65239,552	906	453,0	22,650	36,93676	22,672
0	42813,456	0	0	0	0	0,022
10	43832,824	4	2,0	0,100	24,81689	0,122
20	44852,192	11	5,5	0,275	25,39402	0,297
30	45871,560	20	10,0	0,500	25,97116	0,522
40	46890,928	26	13,0	0,650	26,54830	0,672
50	47910,296	35	17,5	0,875	27,12543	0,897
60	48929,664	44	22,0	1,100	27,70257	1,122
70	49949,032	51	25,5	1,275	28,27971	1,297
80	50968,400	58	29,0	1,450	28,85684	1,472
90	51987,768	65	32,5	1,625	29,43398	1,647
100	53007,136	74	37,0	1,850	30,01112	1,872
110	54026,504	82	41,0	2,050	30,58825	2,072
120	55045,872	89	44,5	2,225	31,16539	2,247
130	56065,240	96	48,0	2,400	31,74253	2,422
140	57084,608	104	52,0	2,600	32,31966	2,622
150	58103,976	112	56,0	2,800	32,89680	2,822
160	59123,344	121	60,5	3,025	33,47394	3,047
170	60142,712	129	64,5	3,225	34,05108	3,247
180	61162,080	138	69,0	3,450	34,62821	3,472
190	62181,448	145	72,5	3,625	35,20535	3,647
200	63200,816	155	77,5	3,875	35,78249	3,897
210	64220,184	164	82,0	4,100	36,35962	4,122
220	65239,552	172	86,0	4,300	36,93676	4,322
230	66258,920	180	90,0	4,500	37,51390	4,522

240	67278,288	188	94,0	4,700	38,09103	4,722
250	68297,656	197	98,5	4,925	38,66817	4,947
260	69317,024	205	102,5	5,125	39,24531	5,147
270	70336,392	213	106,5	5,325	39,82244	5,347
280	71355,760	223	111,5	5,575	40,39958	5,597
290	72375,128	233	116,5	5,825	40,97672	5,847
300	73394,496	240	120,0	6,000	41,55385	6,022
310	74413,864	250	125,0	6,250	42,13099	6,272
320	74821,611	259	129,5	6,475	42,36185	6,497
330	74413,864	268	134,0	6,700	42,13099	6,722
340	73394,496	277	138,5	6,925	41,55385	6,947
350	72375,128	286	143,0	7,150	40,97672	7,172
360	71355,760	295	147,5	7,375	40,39958	7,397
370	37716,616	305	152,5	7,625	21,35406	7,647
380	38735,984	315	157,5	7,875	21,93120	7,897
390	39755,352	325	162,5	8,125	22,50834	8,147
400	40774,720	335	167,5	8,375	23,08547	8,397
410	41794,088	345	172,5	8,625	23,66261	8,647
420	42813,456	356	178,0	8,900	24,23975	8,922
430	43832,824	369	184,5	9,225	24,81689	9,247
440	44852,192	379	189,5	9,475	25,39402	9,497
450	45871,560	390	195,0	9,750	25,97116	9,772
460	46890,928	402	201,0	10,050	26,54830	10,072
470	47910,296	414	207,0	10,350	27,12543	10,372
480	48929,664	427	213,5	10,675	27,70257	10,697
490	49949,032	439	219,5	10,975	28,27971	10,997
500	50968,400	451	225,5	11,275	28,85684	11,297
510	51987,768	463	231,5	11,575	29,43398	11,597
520	53007,136	476	238,0	11,900	30,01112	11,922
530	54026,504	489	244,5	12,225	30,58825	12,247
540	55045,872	503	251,5	12,575	31,16539	12,597
550	56065,240	515	257,5	12,875	31,74253	12,897
560	57084,608	530	265,0	13,250	32,31966	13,272
570	58103,976	542	271,0	13,550	32,89680	13,572
580	59123,344	560	280,0	14,000	33,47394	14,022
590	60142,712	572	286,0	14,300	34,05108	14,322
600	61162,080	590	295,0	14,750	34,62821	14,772
610	62181,448	605	302,5	15,125	35,20535	15,147
620	63200,816	620	310,0	15,500	35,78249	15,522
630	64220,184	640	320,0	16,000	36,35962	16,022
640	65239,552	660	330,0	16,500	36,93676	16,522
650	66258,920	680	340,0	17,000	37,51390	17,022
660	67278,288	703	351,5	17,575	38,09103	17,597
670	68297,656	730	365,0	18,250	38,66817	18,272
680	69317,024	758	379,0	18,950	39,24531	18,972
690	70336,392	790	395,0	19,750	39,82244	19,772
700	71355,760	915	457,5	22,875	40,39958	22,897
710	72375,128	946	473,0	23,650	40,97672	23,672
720	73394,496	982	491,0	24,550	41,55385	24,572
730	74413,864	1032	516,0	25,800	42,13099	25,822

734	74821,611	1085	542,5	27,125	42,36185	27,147
730	74413,864	1089	544,5	27,225	42,13099	27,247
720	73394,496	1162	581,0	29,050	41,55385	29,072
710	72375,128	1220	610,0	30,500	40,97672	30,522
700	71355,76	1280	640,0	32,000	40,39958	32,022

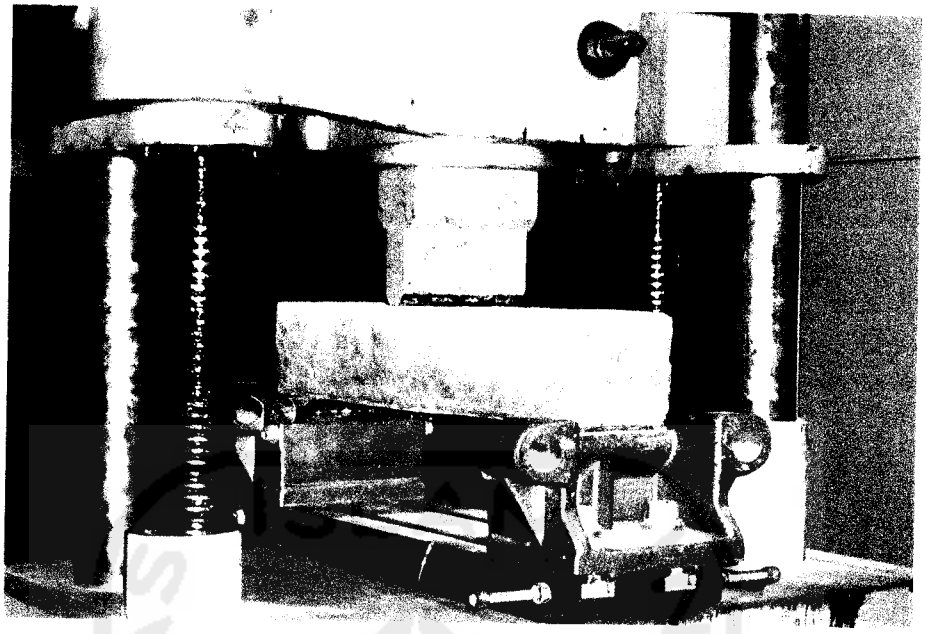
Hasil uji tegangan regangan umur 28 hari (BN 25%)

Beban (KN)	Beban (Kg)	Δ L (10^-3)mm	Δ L (10^-3)mm	Reg (10^-4)	Tegangan (MPa)	Reg_Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	4	2,0	0,100	0,57714	0.244
20	2038,736	8	4,0	0,200	1,15427	0.344
30	3058,104	14	7,0	0,350	1,73141	0,494
40	4077,472	20	10,0	0,500	2,30855	0,644
50	5096,840	29	14,5	0,725	2,88568	0.869
60	6116,208	34	17,0	0,850	3,46282	0.994
70	7135,576	41	20,5	1,025	4,03996	1,169
80	8154,944	46	23,0	1,150	4,61709	1,294
90	9174,312	51	25,5	1,275	5,19423	1,419
100	10193,680	59	29,5	1,475	5,77137	1,619
110	11213,048	68	34,0	1,700	6,34851	1,844
120	12232,416	74	37,0	1,850	6,92564	1,994
130	13251,784	83	41,5	2,075	7,50278	2,219
140	14271,152	90	45,0	2,250	8,07992	2,394
150	15290,520	98	49,0	2,450	8,65705	2,594
160	16309,888	108	54,0	2,700	9,23419	2,844
170	17329,256	111	55,5	2,775	9,81133	2,919
180	18348,624	123	61,5	3,075	10,38846	3,219
190	19367,992	128	64,0	3,200	10,96560	3,344
200	20387,360	130	65,0	3,250	11,54274	3,394
210	21406,728	139	69,5	3,475	12,11987	3,619
220	22426,096	158	79,0	3,950	12,69701	4,094
230	23445,464	168	84,0	4,200	13,27415	4,344
240	24464,832	173	86,5	4,325	13,85128	4,469
250	25484,200	179	89,5	4,475	14,42842	4,619
260	26503,568	172	86,0	4,300	15,00556	4,444
270	27522,936	195	97,5	4,875	15,58270	5,019
280	28542,304	202	101,0	5,050	16,15983	5,194
290	29561,672	213	106,5	5,325	16,73697	5,469
300	30581,040	221	110,5	5,525	17,31411	5,669
310	31600,408	231	115,5	5,775	17,89124	5,919
320	32619,776	239	119,5	5,975	18,46838	6,119
330	33639,144	250	125,0	6,250	19,04552	6,394
340	34658,512	259	129,5	6,475	19,62265	6,619
350	35677,880	268	134,0	6,700	20,19979	6,844
360	36697,248	275	137,5	6,875	20,77693	7,019
370	37716,616	284	142,0	7,100	21,35406	7,244
380	38735,984	294	147,0	7,350	21,93120	7,494
390	39755,352	304	152,0	7,600	22,50834	7,744
400	40774,720	311	155,5	7,775	23,08547	7,919
410	41794,088	321	160,5	8,025	23,66261	8,169
420	42813,456	330	165,0	8,250	24,23975	8,394
430	43832,824	339	169,5	8,475	24,81689	8,619
440	44852,192	350	175,0	8,750	25,39402	8,894

450	45871,560	359	179,5	8,975	25,97116	9,119
460	46890,928	371	185,5	9,275	26,54830	9,419
470	47910,296	384	192,0	9,600	27,12543	9,744
480	48929,664	395	197,5	9,875	27,70257	10,019
490	49949,032	406	203,0	10,150	28,27971	10,294
500	50968,400	419	209,5	10,475	28,85684	10,619
510	51987,768	430	215,0	10,750	29,43398	10,894
520	53007,136	442	221,0	11,050	30,01112	11,194
530	54026,504	468	234,0	11,700	30,58825	11,844
540	55045,872	477	238,5	11,925	31,16539	12,069
550	56065,240	489	244,5	12,225	31,74253	12,369
560	57084,608	490	245,0	12,250	32,31966	12,394
570	58103,976	510	255,0	12,750	32,89680	12,894
580	59123,344	512	256,0	12,800	33,47394	12,944
590	60142,712	534	267,0	13,350	34,05108	13,494
600	61162,080	568	284,0	14,200	34,62821	14,344
610	62181,448	570	285,0	14,250	35,20535	14,394
620	63200,816	579	289,5	14,475	35,78249	14,619
630	64220,184	589	294,5	14,725	36,35962	14,869
640	65239,552	599	299,5	14,975	36,93676	15,119
650	66258,920	611	305,5	15,275	37,51390	15,419
660	67278,288	623	311,5	15,575	38,09103	15,719
670	68297,656	639	319,5	15,975	38,66817	16,119
680	69317,024	650	325,0	16,250	39,24531	16,394
690	70336,392	661	330,5	16,525	39,82244	16,669
700	71355,760	678	339,0	16,950	40,39958	17,094
710	72375,128	691	345,5	17,275	40,97672	17,419
720	73394,496	705	352,5	17,625	41,55385	17,769
730	74413,864	716	358,0	17,900	42,13099	18,044
740	75433,232	735	367,5	18,375	42,70813	18,519
750	76452,600	751	375,5	18,775	43,28527	18,919
760	77471,968	768	384,0	19,200	43,86240	19,344
770	78491,336	783	391,5	19,575	44,43954	19,719
780	79510,704	798	399,0	19,950	45,01668	20,094
790	80530,072	818	409,0	20,450	45,59381	20,594
800	81549,440	834	417,0	20,850	46,17095	20,994
810	82568,808	852	426,0	21,300	46,74809	21,444
820	83588,176	874	437,0	21,850	47,32522	21,994
830	84607,544	894	447,0	22,350	47,90236	22,494
840	85626,912	915	457,5	22,875	48,47950	23,019
850	86646,280	942	471,0	23,550	49,05663	23,694
860	87665,648	968	484,0	24,200	49,63377	24,344
870	88685,016	1005	502,5	25,125	50,21091	25,269
874,3	**89123,344**	**1033**	**516,5**	**25,825**	**50,45908**	**25,969**
870	88685,016	1106	553,0	27,650	50,21091	27,794
860	87665,648	1156	578,0	28,900	49,63377	29,044
850	86646,280	1198	599,0	29,950	49,05663	30,094
840	85626,912	1235	617,5	30,875	48,47950	31,019
0	0	0	0	0	0	0,144
10	1019,368	8	4,0	0,200	0,57714	0,344
20	2038,736	16	8,0	0,400	1,15427	0,544

30	3058,104	22	11,0	0,550	1,73141	0,694
40	4077,472	33	16,5	0,825	2,30855	0,969
50	5096,840	40	20,0	1,000	2,88568	1,144
60	6116,208	49	24,5	1,225	3,46282	1,369
70	7135,576	56	28,0	1,400	4,03996	1,544
80	8154,944	67	33,5	1,675	4,61709	1,819
90	9174,312	75	37,5	1,875	5,19423	2,019
100	10193,680	83	41,5	2,075	5,77137	2,219
110	11213,048	94	47,0	2,350	6,34851	2,494
120	12232,416	103	51,5	2,575	6,92564	2,719
130	13251,784	106	53,0	2,650	7,50278	2,794
140	14271,152	115	57,5	2,875	8,07992	3,019
150	15290,520	122	61,0	3,050	8,65705	3,194
160	16309,888	133	66,5	3,325	9,23419	3,469
170	17329,256	152	76,0	3,800	9,81133	3,944
180	18348,624	164	82,0	4,100	10,38846	4,244
190	19367,992	168	84,0	4,200	10,96560	4,344
200	20387,360	178	89,0	4,450	11,54274	4,594
210	21406,728	189	94,5	4,725	12,11987	4,869
220	22426,096	195	97,5	4,875	12,69701	5,019
230	23445,464	206	103,0	5,150	13,27415	5,294
240	24464,832	212	106,0	5,300	13,85128	5,444
250	25484,200	225	112,5	5,625	14,42842	5,769
260	26503,568	236	118,0	5,900	15,00556	6,044
270	27522,936	246	123,0	6,150	15,58270	6,294
280	28542,304	254	127,0	6,350	16,15983	6,494
290	29561,672	262	131,0	6,550	16,73697	6,694
300	30581,040	274	137,0	6,850	17,31411	6,994
310	31600,408	284	142,0	7,100	17,89124	7,244
320	32619,776	293	146,5	7,325	18,46838	7,469
330	33639,144	303	151,5	7,575	19,04552	7,719
340	34658,512	312	156,0	7,800	19,62265	7,944
350	35677,880	324	162,0	8,100	20,19979	8,244
360	36697,248	335	167,5	8,375	20,77693	8,519
370	37716,616	341	170,5	8,525	21,35406	8,669
380	38735,984	352	176,0	8,800	21,93120	8,944
390	39755,352	361	180,5	9,025	22,50834	9,169
400	40774,720	373	186,5	9,325	23,08547	9,469
410	41794,088	382	191,0	9,550	23,66261	9,694
420	42813,456	393	196,5	9,825	24,23975	9,969
430	43832,824	403	201,5	10,075	24,81689	10,219
440	44852,192	412	206,0	10,300	25,39402	10,444
450	45871,560	424	212,0	10,600	25,97116	10,744
460	46890,928	433	216,5	10,825	26,54830	10,969
470	47910,296	442	221,0	11,050	27,12543	11,194
480	48929,664	454	227,0	11,350	27,70257	11,494
490	49949,032	463	231,5	11,575	28,27971	11,719
500	50968,400	475	237,5	11,875	28,85684	12,019
510	51987,768	486	243,0	12,150	29,43398	12,294
520	53007,136	496	248,0	12,400	30,01112	12,544
530	54026,504	502	251,0	12,550	30,58825	12,694

540	55045,872	512	256,0	12,800	31,16539	12,944
550	56065,240	525	262,5	13,125	31,74253	13,269
560	57084,608	535	267,5	13,375	32,31966	13,519
570	58103,976	545	272,5	13,625	32,89680	13,769
580	59123,344	559	279,5	13,975	33,47394	14,119
590	60142,712	571	285,5	14,275	34,05108	14,419
600	61162,080	584	292,0	14,600	34,62821	14,744
610	62181,448	597	298,5	14,925	35,20535	15,069
620	63200,816	609	304,5	15,225	35,78249	15,369
630	64220,184	624	312,0	15,600	36,35962	15,744
640	65239,552	655	327,5	16,375	36,93676	16,519
650	66258,920	684	342,0	17,100	37,51390	17,244
660	67278,288	711	355,5	17,775	38,09103	17,919
670	68297,656	735	367,5	18,375	38,66817	18,519
680	69317,024	765	382,5	19,125	39,24531	19,269
690	70336,392	788	394,0	19,700	39,82244	19,844
700	71355,760	915	457,5	22,875	40,39958	23,019
710	72375,128	943	471,5	23,575	40,97672	23,719
720	73394,496	972	486,0	24,300	41,55385	24,444
730	74413,864	1024	512,0	25,600	42,13099	25,744
740	75433,232	1053	526,5	26,325	42,70813	26,469
750	76452,600	1081	540,5	27,025	43,28527	27,169
760	77471,968	1109	554,5	27,725	43,86240	27,869
770	78491,336	1132	566,0	28,300	44,43954	28,444
780	79510,704	1147	573,5	28,675	45,01668	28,819
790	80530,072	1166	583,0	29,150	45,59381	29,294
800	81549,440	1183	591,5	29,575	46,17095	29,719
810	82568,808	1206	603,0	30,150	46,74809	30,294
820	83588,176	1212	606,0	30,300	47,32522	30,444
830	84607,544	1230	615,0	30,750	47,90236	30,894
840	85626,912	1291	645,5	32,275	48,47950	32,419
850	86646,280	1346	673,0	33,650	49,05663	33,794
860	87665,648	1383	691,5	34,575	49,63377	34,719
861,6	**87828,747**	**1409**	**704,5**	**35,225**	**49,72611**	**35,369**
860	87665,648	1412	706,0	35,300	49,63377	35,444
850	86646,280	1489	744,5	37,225	49,05663	37,369
840	85626,912	1523	761,5	38,075	48,47950	38,219
830	84607,544	1559	779,5	38,975	47,90236	39,119
820	83588,176	1597	798,5	39,925	47,32522	40,069



Gambar pengujian kuat lentur balok



Gambar sampel balok untuk uji kuat lentur

FM-UII-AA-FPU-00

UNTUK MAHASISWA

PESERTA TUGAS AKHIR

NO.MHS.	BID.STUDI
02 511 170	Teknik Sip

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Porositas dan Penggunaan Kadar Air Terhadap Beto
di Jogja

(Sept.06 - Febr.07)

2006 - 2007

Sampai Akhir Februari 2007

Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT	NOP.	DES.	JAN.	PEB
Pendaftaran						
Penunjukan Dosen Pembimbing						
Pengajuan Proposal						
Seminar Proposal						
Konsultasi Penyusunan TA						
Seminar Hasil						
Pendadaran						

Pembimbing I : Ir.Kadir Aboe,Ir.H,MS

Pembimbing II : Ir.Kadir Aboe,Ir.H,MS



Jogjakarta, 28-Dec-06

an. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir.Hj.Ervianti, MT

DAN PERENCANAAN
TELP.895042,
YOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	:	I (Sept.06- Pebr.07)
TAHUN TA	:	2006 - 2007
		Sampai Akhir Pebruari 2007

NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
Imgantara	02 511 170	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penambahan Superplasticizer Dan Pengurangan Kadar Air Terhadap Beton Dengan Kuat Tekan Beton 30 Mpa

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

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



Jogjakarta ,28-Dec-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan :

Seminar :

Sidang :

Rendadaran :

TA. diperpanjang
mpai dengan tgl. ..31 Mei '07

Ir. Hartono
Kabag. Akademik

LAMPIRAN 6

(Data Teknis viscocrete-10)

KELOMPOK	PRODUK	KEGUNAAN
Bahan Tambahan Untuk Beton 	SIKA® VISCOCRETE	Teknologi terbaru dari obat beton, super plastisator, menghasilkan beton yang sangat cair, mengalir, kohesif, "self compacted", mutu sangat tinggi dengan pengurangan air s/d 40%.
	PLASTIMENT® VZ	Plastisator dengan pengunduran waktu ikat awal beton dan penurunan nilai slump (slump loss) yang lebih lama. ASTM C 494-92 Type D
	PLASTIMENT® RTD-01 PLASTOCRETE® R	Plastisator dengan pengunduran waktu ikat awal beton dan mengurangi penggunaan air. ASTM C 494-92 Type B & D
	SIKAMENT® NN	Super plastisator, menghasilkan adukan beton yang mudah mengalir tanpa merubah faktor air/semen (w/c ratio) atau dapat pula menghasilkan beton mutu tinggi dengan kapasitas pengurangan air s/d 30%. ASTM 494-92 Type F
	SIKAMENT® LN	Super plastisator khusus untuk industri beton pracetak, kuat tekan awal tinggi dan pengurangan air s/d 30%. ASTM 494-92 Type F
	SIKAMENT® 520	Super plastisator dengan penurunan nilai slump (slump loss) yang terkendali dan pengunduran waktu ikat awal beton. ASTM 494-92 Type G
	SIKA® FUME	Bahan tambahan microsilica untuk beton mutu tinggi, tahan terhadap air laut (sulfat/chlorida) dan menghasilkan beton kedap air.
	SIKACRETE® W	Bahan tambahan microsilica untuk beton kedap air, beton tahan sulfat / chlorida.
	SIKA® AER	Untuk meningkatkan kelecakan dan menambah kekedapan air pada beton massa dengan efek penambahan kadar udara. ASTM C 260-94
	SIKA® FIBRE	Polypropylene fibre untuk mencegah retak susut beton pada tahap awal pengerasan beton
Bahan Tambahan Untuk Shotcrete 	SIGUNIT® 49 AF	Untuk mempercepat pengerasan beton, khususnya beton tembak, (Shotcrete), tidak mengandung alkali. Dalam bentuk bubuk.