PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 30 - 11 - 2007
NO. JUDUL : 2630
NO. INV. : 512000263000/
NO. INDUK. : 002630

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGURANGAN AIR DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU 25 MPa

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata (S1) Teknik Sipil

Firmansyah
02 511 224

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGURANGAN AIR DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU 25 MPa

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Sarjana Strata (S1) Teknik Sipil

Disusun oleh :

Firmansyah
02 511 224

Disetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. H. A. Kadir Aboe, MS.	**Ir. Helmy Akbar Bale, MT**
Tanggal : 16/04-2007	**Tanggal :**

HALAMAN MOTTO

- " Kesyirikan adalah penyebab manusia kekal di dalam neraka, *TEGAKKAN TAUHID DAN SUNNAH DI BUMI ALLAH.*"

  Katakanlah: "Dia-lah Allah, yang Maha Esa. Allah adalah Tuhan yang bergantung kepada-Nya segala sesuatu. Dia tiada beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak ada seorangpun yang setara dengan Dia." (Q.S. Al – Ikhlas : 1 - 4)

- *" Hai orang-orang yang beriman, beratqwalah kepada Allah 'azza wajalla dengan sebenar-benarnya taqwa, dan janganlah sekali-kali kamu mati melainkan dalam keadaan beragama Islam."* (Q.S. Ali Imran : 102)

- *" Hai orang-orang yang beriman, bertaqwalah kamu kepada Allah dan katakanlah perkataan yang benar, niscaya Allah memperbaiki bagimu amalan-amalanmu dan mengampuni bagimu dosa-dosamu. Dan barangsiapa mentaati Allah dan Rasul-Nya, sesungguhnya dia telah mendapatkan kemenangan yang besar."* (Q.S. Al Ahzab : 70-71)

- *" Berhati-hatilah terhadap perkara yang baru, karena perkara yang baru adalah bid'ah, sesungguhnya setiap bid'ah adalah sesat dan setiap kesesatan tempatnya di neraka."*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk...

Ayahanda tercinta H. Ahmad Ali, Bundaku tercinta Hj. Aminah Sahuna, kakakku tercinta dan tersayang Aca' Uni, Aca' Ani, Aca' Din, Aca' Rini, Aca' Rohana, Aca' Ratna, Kak Tuan Husni, Kak Ati, Kak Ani, Kak Tito, Kak Lhist, Duanda Hendra, Gita dan Rudi tersayang, jazakumullahu khairan katsiran atas pengorbanan yang telah diberikan yang tak ternilai harganya, atas motivasi, nasehat dan do'a. Juga kepada guruku, sahabatku Iwan ZA, Reza Ibnu Ilyas, saudara-saudaraku yang berada di Keluarga Besar Takmir Masjid Ulil Albab, Asrma Takmir Putra Al Zain, Asrama Takmir Putri Al Mahfudz Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Asrama Al Kahfi Mbonjotan dan semua orang yang telah banyak memberikan semangat dan motivasi hingga Tugas Akhir ini bisa terselesaikan dengan baik.

4. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
5. Staf Bagian Pengajaran Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Unversitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Mamiq dan Emak serta kakak-kakakku tercinta yang telah memberikan do'a dan dorongan serta semangat didalam melaksanakan Tugas Akhir, sehingga dapat terselesaikan.
8. Saudara-saudaraku tercinta yang di Asrama Al Zain Takmir Masjid Ulil Albab UII, ada Mas Cecep, Mas Salem, Mas Anang, Mas Bram, Chairul koko, Hardiman, Rudi, Putra, Muflih, Dani Ukasah, Ade, Rizal, MAI Ali Imran, Syafiq, Ovide CMPL, Ivan, Teman kamar Why, Adek Maki, Angga, Umar, Amir, Adek Bulat Gita, Antum abang Koko.
9. Saudariku yang di Asrama Al Mahfudz Takmir Masjid Ulil Albab UII, ada mbak Rika Novi, mbak Winda Ayu Lestari, Heni Budiarti, Nurkhakimah, Intan Rahmah Annisa', Laily Jumiati, Tuti, Pipit, Siti Fatima, Latifa, Anjar.
10. Sahabatku tercinta Aan, Iwan, Amal Brother, Reza Brother, Reza Ibnu Ilyas Al Luwuki.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik membangun

yang disampaikan kepada penyusun sangat diharapkan dan akan diterima sebagai koreksi kedepannya.

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

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Maret 2007

Firmansyah

ABSTRAKSI

Di dalam rekayasa ketekniksipilan, beton merupakan bahan utama dalam setiap pembangunan struktur. Beton memiliki kuat tekan yang tinggi, bahan penyusunnya mudah didapatkan, mudah dibentuk dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan strukur dari bahan yang lain. Beton normal berdasarkan komposisi campurannya masih bisa untuk ditingkatkan kuat tekannya dengan cara diperkecil nilai fasnya (jumlah airnya dikurangi) dengan syarat air yang tersisa tidak kurang dari 30 % dari jumlah air normal (untuk proses hidrasi). Apabila air dikurangi kandungannya, maka workabilitas beton akan berkurang. Untuk mempertahankan wokabilitas beton tersebut (slump > 150 mm) maka ditambahkan superplasticizer dengan tetap menjaga kondisi beton dari segregasi dan bleeding. Mutu beton yang diencanakan 25 MPa yang diuji pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pengurangan air dan penambahan superplasticizer maka nilai slump lebih besar dari 150 mm dapat tercapai tanpa terjadi bleeding dan segregasi. Kuat tekan optimum sebesar 49,1983 MPa diperoleh pada pengurangan kandungan air 30 % dan penambahan superplasticizer sebesar 3,29 % dari berat semen. Pada pengurangan air 30 % dengan kombinasi penambahan superplasticizer 3,29 % dapat menyebabkan proses hidrasi terhambat pada umur 3, 7, dan 14 hari dengan kuat tekan lebih rendah dari variasi pengurangan air 25 %.

Kata kunci: kandungan air, superplasticizer, workabilitas, kuat tekan beton.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

ABSTRAKSI iv

DAFTAR ISI viii

DAFTAR SIMBOL xii

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR LAMPIRAN xviii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Pengertian Umum 6

2.2 *Superplasticizer* 8

2.3 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan 9

2.4 Penelitian yang akan Dilakukan 10

BAB III LANDASAN TEORI 11

3.1 Pengertian Umum 11

3.2 Beton 12

3.2.1 Semen Portland 12

3.2.2 Agerigat 17

3.2.3 Air 17

3.3 Bahan Tambah 19

3.4 *Superplasticizer* 21

3.5 Faktor air semen (fas) 24

3.6 Slump 26

3.7 *Workability* 27

3.8 Perencanaan Adukan Beton 28

3.9 Kuat Tekan Beton 42

3.10 Modulus Elastisitas Beton 44

BAB IV METODE PENELITIAN 45

4.1 Bahan dan Alat..... 45

4.1.1 Material Pembentuk Beton..... 45

4.1.1 Peralatan Pengujian..... 46

4.2 Pemeriksaan Material..... 48

4.2.1 Pemeriksaan Agerigat Halus.....48

4.2.2 Pemeriksaan Agerigat Kasar.....50

4.3 Perhitungan Campuran Beton 51

4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....51

4.5 Pengujian Kuat Tekan dan Tegangan Regangan Benda Uji.....53

4.6 Pengolahan Data.....53

4.7 Langkah-langkah Penelitian..... 54

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....55

5.1 Pengertian Umum..... 55

5.2 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Workabilitas Beton Segar.....55

5.3 Pengaruh Pengurangan Air, fas Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Superplasticizer 61

5.4 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton..... 69

5.5 Tegangan Regangan..... 75

5.6 Modulus Elastisitas.....81

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....84

6.1 Kesimpulan..... 84

6.2 Saran..... 85

DAFTAR PUSTAKA 86

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jenis dan Jumlah Sampel..... 5

Tabel 3.1 Persentase bahan penyusun semen portland 13

Tabel 3.2 Senyawa utama penyusun semen portland.....14

Tabel 3.3 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan dan standar deviasi.....29

Tabel 3.4 Faktor Pengali Deviasi Standar 29

Tabel 3.5 Perkiraan kuat tekan beton (Mpa) dengan faktor air semen 0,50.....32

Tabel 3.6 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.....35

Tabel 3.7 Faktor air semen untuk beton bertulang dalam air 35

Tabel 3.8 Penetapan nilai slump.....36

Tabel 3.9 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter).....36

Tabel 3.10 Penentuan kebutuhan air berdasarkan agregat.....37

Tabel 3.11 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus 38

Tabel 3.12 Gradasi Pasir 39

Tabel 5.1 Nilai Slump.....56

Tabel 5.2 Kuat Tekan Beton 61

Tabel 5.3 Persentase kenaikan kuat tekan beton berdasarkan umur.....69

Tabel 5.4 Nilai tegangan – regangan.....75

Tabel 5.5 Nilai Modulus Elastisitas Beton.....81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai f.a.s)..... .32

Gambar 3.2 Mencari faktor air semen.....33

Gambar 3.3 Presntase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.....40

Gambar 3.4 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton.....41

Gambar 3.5 Pengujian kuat tekan beton dan berat beton..... .43

Gambar 5.1 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* (nilai slump > 15 cm).....56

Gambar 5.2 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton umur 3 hari 62

Gambar 5.3 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton umur 7 hari 63

Gambar 5.4 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton umur 14 hari 64

Gambar 5.5 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton umur 28 hari 65

Gambar 5.6 Hubungan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton untuk semua umur.....66

Gambar 5.7 Hubungan fas terhadap kuat tekan beton pada sampel umur 28 hari.....

Gambar 5.7 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-0% (penambahan SP 0,30 % dari berat semen).....70

Gambar 5.8 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-5% (penambahan SP 0,45 % dari berat semen).....70

Gambar 5.9 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-10% (penambahan SP 1,35 % dari berat semen).....71

Gambar 5.10 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-15% (penambahan SP 1,50 % dari berat semen).....71

Gambar 5.11 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-20% (penambahan SP 1,53 % dari berat semen).....72

Gambar 5.12 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-25% (penambahan SP 1,95 % dari berat semen).....72

Gambar 5.13 Hubungan kuat tekan dengan umur beton pada variasi B25-30% (penambahan SP 3,29 % dari berat semen).....73

Gambar 5.14 Hubungan kuat tekan dengan umur beton Untuk gabunagn semua variasi.....73

Gambar 5.16 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-0 %.....76

Gambar 5.17 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-5 %.....76

Gambar 5.18 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-10 %.....77
Gambar 5.19 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-15 %.....77
Gambar 5.20 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-20 %.....78
Gambar 5.21 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-25 %.....78
Gambar 5.22 Hubungan tegangan regangan hasil penelitian variasi B25-30 %.....79
Gambar 5.23 Gabungan hubungan tegangan regangan hasil penelitian..... 79
Gambar 5.24 Perbandingan Modulus Elastisitas hasil penelitian dengan hasil teoritis (rumus SNI) 82

DAFTAR LAMPIRAN

1. LEMBAR KONSULTASI
2. HASIL PENGUJIAN TEGANGANREGANGAN
3. HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN
4. HASIL PENGUJIAN MATERIAL
5. HASIL PERHITUNGAN BERAT VOLUME
6. HASIL PERHITUNGAN MIX DESAIN DAN KEBUTUHAN BAHAN
7. DOKUMENTASI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di bidang konstruksi, beton merupakan salah satu bagian yang tidak bisa terlepaskan atau disepelekan. Beton sudah sejak lama dipakai sebagai bahan konstruksi karena beton mempunyai kuat tekan yang memadai, mudah diproduksi, ekonomis dan mudah dibentuk. Pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan fasilitas umum lainnya membutuhkan beton dengan kekuatan tinggi.

Bahan penyusun beton yang paling umum digunakan di Indonesia adalah semen, pasir, air, dan batu pecah (agerigat kasar). Untuk mendapatkan kekuatan beton yang sesuai dengan keinginan kita maka tidak hanya mencampur antara semen portland, air, agerigat kasar dan agerigat halus saja, akan tetapi diperlukan penambahan zat campur seperti bahan kimia.

Dalam penelitian ini bahan campuran yang digunakan adalah *superplasticizer* dengan merk dagang SIKAMENT NN, yaitu bahan kimia yang dapat mengurangi jumlah air, dan meningkatkan workabilitas beton pada tingkat yang cukup besar. Ada beberapa metode untuk merencanakan campuran beton, antara lain metode ACI dari Amerika, metode DOE dari Inggris. Komposisi campuran beton yang didapatkan dengan metode tersebut dapat ditingkatkan lagi

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk

1. mendapatkan informasi tentang workabilitas beton segar dan kekuatan tekan beton dengan pengurangan kandunag air sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25%, 30 % dengan penambahan zat aditif *superplasticizer*,
2. mengetahui kuat tekan beton umur 3, 7, 14, dan 28 hari dengan variasi pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*,
3. mengetahui tegangan regangan,
4. mengetahui modulus elastisitas beton.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. mendapatkan campuran beton yang lebih lecak (*workable*), lebih tinggi kuat tekannya,
2. memberikan informasi mengenai karakteristik beton akibat pengurangan kandungan air setiap 5% dan penambahan *superplasticizer* pada beton umur 3, 7, 14 dan 28 hari,
3. mendapatkan nilai tegangan regangan dan modulus elastisitas beton.

1.5 Batasan Masalah

1. metode disain yang akan digunakan dalam memodifikasi adalah metode DOE (*Departement Of Environmental*) atau metode Inggris,
2. kuat tekan yang akan diteliti adalah 25 MPa pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari,
3. nilai slump asal 0 – 60 mm (sebelum dimodifikasi) akan ditingkatkan menjadi ≥ 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi dengan penambahan SP,
4. pengurangan air dilakukan secara gradual mulai 5, 10, 15, 20, 25 dan 30%,
5. air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII,
6. menggunakan semen jenis I (Standar ASTM) yaitu *Portland Cement* Gresik,
7. ukuran maksimum agregat kasar 20 mm dari Celereng, Kulonprogo,
8. menggunakan *superplasticizer* (SP) berbasis *naphthalene formaldehyde sulphonate* dengan merk dagang SIKAMENT NN produksi PT Sika Nusantara Pratama Bogor Indonesia,
9. penambahan *superplasticizer* (SP) dilakukan sedikit demi sedikit sampai dicapai slump ≥ 150 mm tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi,
10. benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat tekan beton adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm,
11. perawatan benda uji dengan cara direndam dalam air sampai diuji,
12. pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan,
13. penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII,

14. jumlah dan jenis benda uji

Tabel 1.1. Jenis dan jumlah benda uji

No	Jenis Pengujian	Jumlah benda uji	Total benda uji
1	Kuat tekan: Umur 3 hari Umur 7 hari Umur 14 hari Umur 28 hari	 21 21 21 35	 21 21 21 35
2	Diagram tegangan-regangan: Umur 28 hari	7	7
Total seluruh benda uji			105

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik *(portland cement),* agerigat kasar, agerigat halus, air dan bahan tambah *(admixture atau additive) (Tri Mulyono, 2004).*

Beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari campuran atas semen portland, pasir, krikil dan air *(Kardiono, 1992).*

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

Komposisi unsur utama semen portland terdiri dari *trikalsium silikat* (C_3S), *dikalsium silikat* (C_2S), *trikalsium aluminat* (C_3A), *tetra kalsium* (C_4AF). *(Neville, 1975).*

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mongering akan mempunyai kekuatan seperti batu. *(Nawy, 1990*

Pemilihan dengan komposisi yang proporsional dari semen, air dan agerigat disebut desain campuran. Syarat yang terpenting dari pembuatan beton *(Kong dan evans, 1987)* adalah:

1. beton segar harus dapat dikerjakan atau dituang,
2. beton yang dikerjakan harus cukup kuat untuk menahan beban dari yang direncanakan,
3. beton keras harus dapat menahan kondisi yang akan diterima dalam pekerjaannya,
4. beton tersebut harus dapat dibuat secara ekonomis.

2.2 *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan yang mudah larut dalam air atau agen penyebar polimer buatan dan bahan utamanya *formaldehyde condensate salts of melamine* atau *napthaline sulphonic acid*. SP disebut juga sebagai pengurang air jumlah tinggi, karena dapat mengurangkan jumlah air campuran beton sebanyak 15 sampai 30 persen tanpa mempengaruhi kelecakannya *(Singh dkk., 1992)*.

Superplasticizer bertindak memisahkan butir-butir semen yang menggumpal dalam campuran air rendah. Ini berarti melepaskan air untuk memperbaiki kelecakan, karena dapat memberikan keleluasaan bergeraknya air lebih baik di antara butir-butir semen, serta menghasilkan derajat hidrasi lebih besar dan kekuatan lebih tinggi *(Cong dkk. 1992)*.

2.4 Penelitian yang akan Dilakukan

Pada penelitian eksperimental ini akan dicari pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap workabilitas dan kuat tekan beton, pengaruh pengurangan kandungan air yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% terhadap kuat tekan, pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Umum

Pengolahan beton yang mudah merupakan sifat yang perlu bagi beton yang belum mengeras. Sifat ini dapat diamati dengan uji penurunan. Kerucut baja diameter dalam 10 cm di bagian atas dan diameter dalam bagian bawah 20 cm tingginya 30 cm diisi beton. Kemudian kerucut beton diangkat dan penurunan beton bagian atas diukur dalam cm *(T.Surdia dan S. Saito, 1992).*

Karakteristik dari beton perlu dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Kuat desak beton dipengaruhi oleh jenis dan kualitas semen, bentuk dan tekstur permukaan agregat, bahan campuran, perawatan, suhu, umur beton.

Bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) adalah bahan tambah yang dicampurkan kedalam adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang sedikit berbeda pada beton segar atau beton yang dihasilkan, sehingga contoh sifat pengerjaan yang lebih mudah, sifat pengikatan yang lebih cepat, laju kenaikan kekuatan yang lebih cepat. Sebelum bahan kimia tambahan dipakai, sebaiknya dibuktikan dulu dengan percobaan laboratorium untuk memastikan manfaat dari bahan tambah tersebut.

3.2 Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya *(Nawy 1990).* Beton adalah suatu bahan elemen struktur yang memiliki suatu karakteristik yang spesifik yang terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut.

3.2.1 Semen Portland

Semen adalah bahan anorganik yang mengeras pada percampuran dengan air atau garam *(T.Surdia dan S. Saito, 1992).*

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis yang digiling halus dan dibakar yang terdiri dari batu kapur, lempung, pasir silika, pasir besi, gips. Semen potland ditemukan dengan membakar batu kapur sampai terjadi peleburan sebagian pada tahun 1825 oleh tukang batu Aspidin di Leeds, Inggris *(Kusmartadi, 1999).*

Menurut ASTM C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya

Semen merupakan bahan ikat yang penting yang banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agerigat halus, pasta semen akan menjadi

Tabel 3.2 Senyawa utama penyusun semen portland

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C_3S	3 CaO SiO_2
Dikalsium Silikat	C_2S	2 CaO SiO_2
Trikalsium Aluminat	C_3A	3 CaO AI_2O_3
Tetrakalsium Aluminoferrite	C_4AF	4 CaO AI_2O_3 Fe_3O_3

(*Ir. Trimulyono, MT, 2004:27-41*)

Semen portland sebagai penyusun beton mempunyai sifat sebagai berikut ini. Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan terjadinya proses ikatan dan pengerasan. Ada empat oksida utama pada semen yang akan membentuk senyawa-senyawa kimia yaitu, sebagai berikut.

a. Trikalsium silikat, 3CaO.SiO2 (C3S)

   Sifatnya hampir sama dengan sifat semen umumnya yaitu apabila ditambah dengan air senyawa ini akan mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas panas.

b. Dikalsium silikat, 2CaO.SiO2 (C2S)

   Senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, yang terjadi dari 14 sampai 28 hari dan seterusnya. Proporsi yang banyak dalam semen akan menyebabkan semen mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap

Beton yang memiliki *workability* didefinisikan sebagai beton yang dapat dengan mudah dikerjakan atau dituangkan ke dalam cetakan dan dapat dengan mudah dibentuk. Kekuatan beton akan menurun jika air yang ditambahkan ke dalam campuran semakin banyak. Karena itu penambahan air harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai nilai maksimum yang tercantum dalam rencana tercapai.

Peraturan beton 1989 (SKBI. I.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman 1, membagi semen portland menjadi 5 jenis (SK-SNI T-15-1990-03:2), yaitu sebagai berikut.

Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.

Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat *(Tri Mulyono, 2004).*

kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar (PB 1989:9).

Air yang digunakan untuk campuran beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut *(Tri Mulyono, 2004)* :

1. air harus bersih,
2. tidak boleh mengandung minyak,
3. tidak boleh mengandung asam,
4. tidak boleh mengandung alkali,
5. tidak boleh mengandung zat organis atau bahan lainnya yang dapt merusak beton atau tulangan.

3.3 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*), adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada sst atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya *(Tri Mulyono, 2004).*

Admixture atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standar Definitions of Terminology relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, ageregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan selama atau sebelum penagdukan berlangaung.

Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi *(Tri Mulyono, 2004).*

Beberapa alasan penggunaan bahan tambah menurut *manual of concrete practice* dalam *admixtures and concrete* (ACI.212.1R-81, Revised 1986) antara lain *(Tri Mulyono, 2004):*

a) memodifikasi beton segar, mortar dan grouting,
b) menambah sifat kemudahan pengerjaan tanpa menambah kandungan air dengan sifat pengerjaan yang sama,
c) menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton,
d) mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton,
e) mengurangi segregasi,
f) mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar,
g) mengurangi kehilangan nilai slump.

3.4 *Superplasticizer* (SP)

Superplasticizer merupakan jenis bahan tambahan baru yang dapat disebut sebagai "bahan tambah kimia pengurang air". Tiga jenis plasticizer adalah:

1. kondensasi sulfonat malamin formaldehid dengan kandunagn klorida sebesar 0.005%,
2. sulfonat nathalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan,
3. modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

Ketiga jenis bahan tambahan ini dibuat dari sulfonat organik dan di sebut superplasticizer karena bahan ini dapat banyak mengurangi air pada campuran beton sementara slump beton bertambah sampai 8 inchi (208 mm) atau lebih.. Dosis yang disarankan adalah 1 sampai 2%. Dosis yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan pada beton. (Nawi, 1990) dan (Tri Mulyono, 2004). Secara alternatif *superplasticizer* dapat digolongkan sebagai alat dimana kadar air beton dapat dikuranginya tanpa kehilangan workabilitas (kemudahan pengerjaan). Oleh karena itu bahan-bahan ini diklasifikasikan sebagai bahan campuran untuk mereduksi air. Sampai seberapa jauh pengurangan kadar air dengan penggunaan bahan campuran ini tergantung pada karakteristik bahan campurannya, tetapi umumnya antara 5 dan 10 % lebih sebagai hasil pengurangan kadar air ini *(Murdock dan K. M. brook, 1999).*

kekohesifan beton baik. Kekohesifan yang tinggi dari campuran semen dan air memerlukan dosis *superplasticizer* relatif lebih tinggi untuk memisahkan butir-butir semen yang menggumpal dan menyebarkan butir-butirnya *(Gagne dkk. 1996).*

Pada faktor air-semen sama, kekuatan benda uji pasta dengan campuran *superplasticizer* lebih rendah dibanding dengan benda uji tanpa *superplasticizer* jika terjadi segregasi bahan-bahannya. Segregasi ini terjadi disebabkan oleh dosis *superplasticizer* tinggi *(Cong dkk., 1992).*

Superplasticizer secara umum diketahui sangat berpengaruh dalam memperbaiki kelecakan beton biasa. Walau bagaimanapun, penggunaan *superplasticizer* dalam beton mutu tinggi dimana kandungan air rendah, mempunyai masalah yang serius dalam kehilangan slump. Ini karena kehilangan slump disebabkan oleh banyak faktor yang rumit, sedangkan metode untuk mencegah kehilangan slump masih belum jelas yang tergantung pada faktor fisik dan kimia. Untuk faktor fisik, sebab utama kehilangan slump adalah jumlah partikel di dalam satuan volume meningkat yang disebabkan oleh penyebaran dan penghalusan butir-butir semen *(Fukuda dkk., 1990).* Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah jenis superplasticizer merk Sikament-NN produksi PT. Sika Nusantara Pratama.

Keistimewaan *superplasticizer* dalam penggunaannya sebagai campuran pada pasta semen maupu campuran beton adalah :*(Smith and Andreas, 1989)*

1. sangat efektif untuk mendispersikan semen,
2. tidak adanya udara yang masuk. Penambahan 1% udara kedalam beton dapat menyebabkan pengurangan *strength* rata-rata 6 %. Untuk memperoleh kekuatan yang tinggi, diharapkan dapat menjaga kandungan udara *(air content)* di dalam beton serendah mungkin. Penggunaan Sp menyebabkan bahkan tidak ada udara masuk kedalam beton,
3. sedikit masalah terhadap retardasi. Adanya retardasi terhadap *dispersing agent* adalah hal yang tidak diinginkan, karena hal itu berarti panjangnya waktu untuk menunggu campuran beton untuk mencapai pengerasan,
4. tidak adanya pengaruh korosi terhadap tulangan. Karena *superplasticizer* formulasinya tidak mengandung klorida yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan beton.

3.5 Faktor air semen (fas)

Hukum perbandingan air semen dari Abrams sebagai berikut: "Pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menetukan kekuatan beton selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan". Hukum ini memberi arti bahwa beton yang dipadatkan sempurna

dengan ageregat yang baik pada kadar semen tertentu, kekuatannya tergantung pada keadaan air semen.

Kenaikan faktor air semen mempunyai pengaruh sebaliknya terhadap sifat-sifat beton, seperti permeabilitas(sifat kedap air), ketahanan terhadap gaya frost (pembekuan pada musim dingin dan pengaruh cuaca, ketahan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, moduldus ruftur robek, dan penyusutan. *(Murdock dan K. M. brook, 1999)*

Perbandingan antara jumlah air terhadap semen (disebut fas atau *water-cement ratio*) merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi didalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan (mudahnya beton untuk dicorkan) *(Cua-Kia Wang, 1993)*.

Faktor air semen (fas) *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton. Faktor air semen (fas) adalah berat air dibagi berat semen.

$$\text{fas} = \frac{Wa}{Ws} \quad \text{.....(3.1)}$$

Keterangan :

fas = faktor air semen

Wa = berat air

Ws = berat semen

mempengaruhinya antara lain pertama jumlah air pencampur, semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan dan semakin sedikit jumlah air semakin sulit untuk dikerjakan, kedua adalah kandungan semen, jika fas tetap semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannyapun akan lebih tinggi (*Tri Mulyono, 2004).*

Pada penelitian ini untuk nilai slump diharapkan menjadi ≥ 150 mm, setelah campuran beton ditambah *superplasticizer* merk Sikament NN.

3.7 Workability

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

1. kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dengan rongga-rongga udara diambil,
2. mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali,
3. stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasiatau pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya. *(Murdock dan K. M. brook, 1999).*

Tabel 3.3 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan dan standar deviasi

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

(*Sumber: Triono Budi Astanto, 2001*)

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

Tabel 3.4 Faktor Pengali Deviasi Standar

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Menghitung nilai tambah Margin (M)

M = K x Sd .....(3.2)

Keterangan :

M = Nilai tambah

K = 1,64

Sd = Standar deviasi

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

3. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$f'cr = f'c + M$ .....(3.3)

Keterangan :

f'cr = Kuat tekan rata-rata

f'c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

4. Menetapkan jenis semen

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

a) Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras.

b) Jenis II, yaitu jeis semen yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

c) Jenis III, yaitu jenis semen untuk struktur yang menuntut kekuatan yang tinggi atau cepat mengeras.

d) Jenis IV, yaitu jenis semen yang menuntut panas hidrasi yang rendah.

e) Jenis V, yaitu jenis semen yang sangat tahan terhadap sulfat.

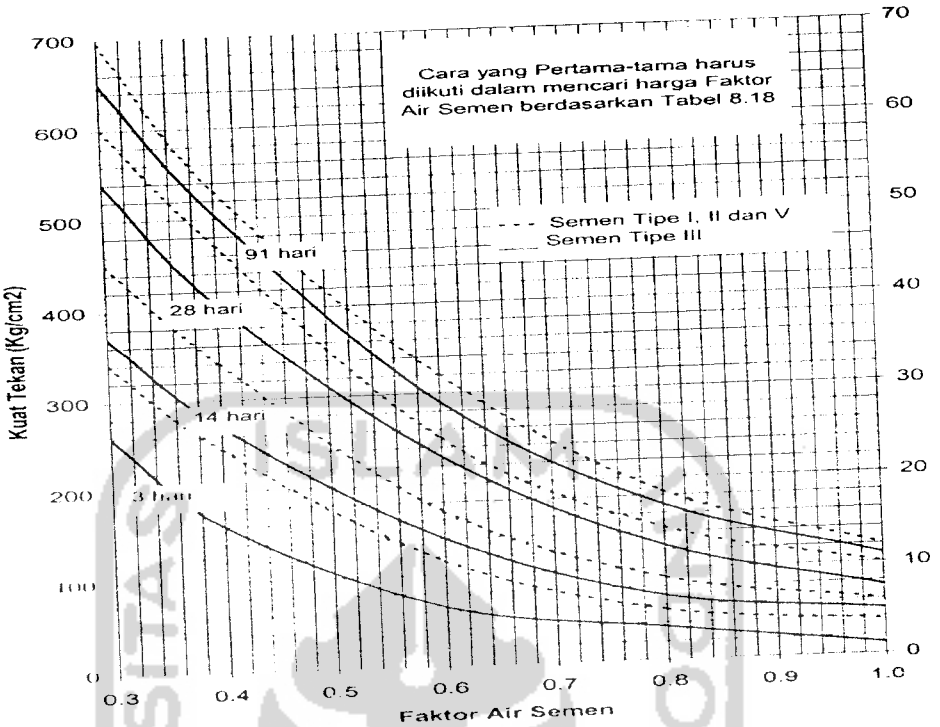
5. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil).

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

6. Menetapkan faktor air-semen

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

Cara pertama : kuat silinder (f'cr = 41,64 Mpa) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air-semen, yaitu 0,36. Jadi f.a.s pertama – 0,36



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai f.a.s)

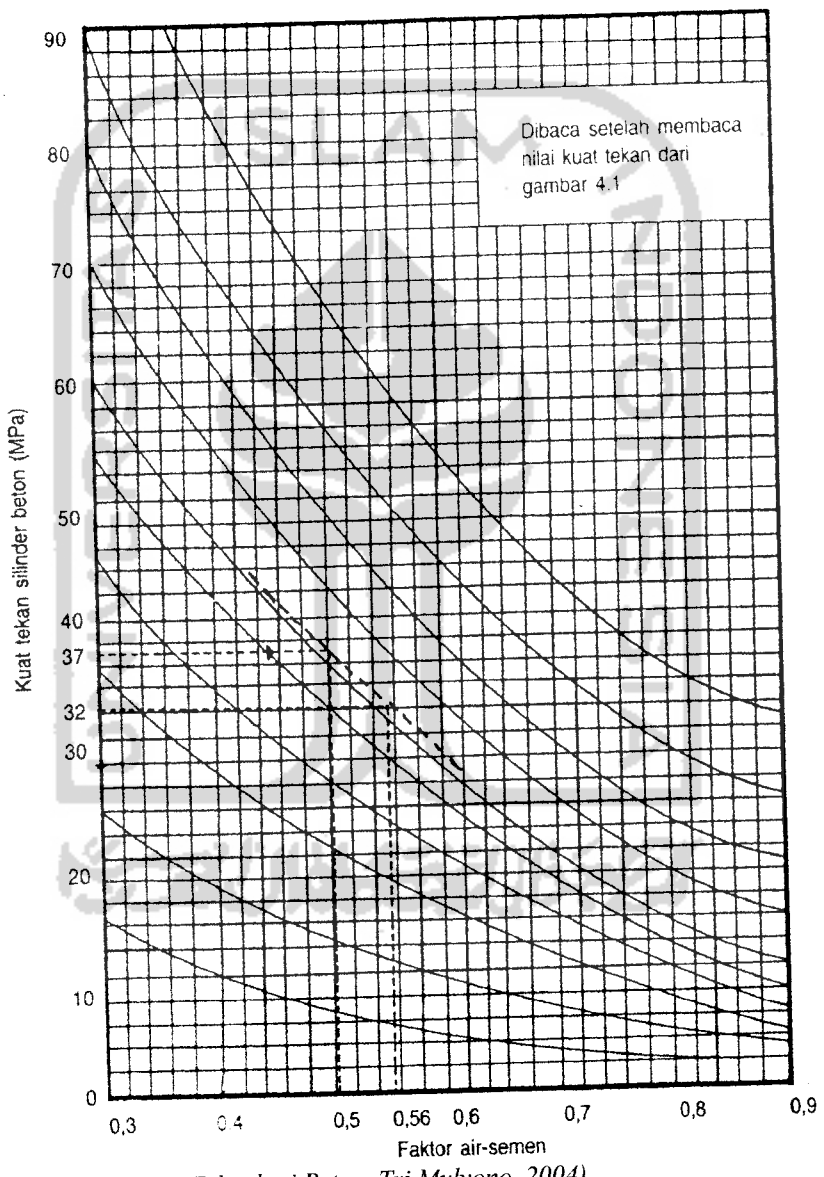
Cara kedua : Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

Tabel 3.5 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen 0,50

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

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



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.2 Mencari faktor air semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar 37, tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya. Sekarang dengan f'cr = 41,64 tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru yaitu = 0,56. Jadi F.A.S kedua = 0,56

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

Dengan cara ini diperoleh :

a) Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,6

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

c) Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air-semennya = 0,50

Dari ketiga cara di atas diperoleh masing-masing 0,6; 0,5; dan 0,5 diambil harga yang terendah yaitu 0,5 maka diperoleh faktor air-semennya = 0,5

Tabel 3.6 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.7 Faktor air semen untuk beton bertulang dalam air

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

7. Menetapkan nilai Slump

Tabel 3.8 Penetapan nilai slump

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

8. Menetapkan kebutuhan air

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

Tabel 3.9 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

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 :

$$A = 0{,}67\ A_h + 0{,}33\ A_k \quad \text{..... (3.4)}$$

Keterangan :

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

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat halusnya

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya

Tabel 3.10 Penentuan kebutuhan air berdasarkan agregat

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

9. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{F.a.s} = \frac{W}{C} \quad \text{.....(3.5)}$$

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air-semen maksimum

10. Menetapkan kebutuhan semen minimum

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

Tabel 3.11 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

11. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

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

12. Menentukan golongan pasir

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

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

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

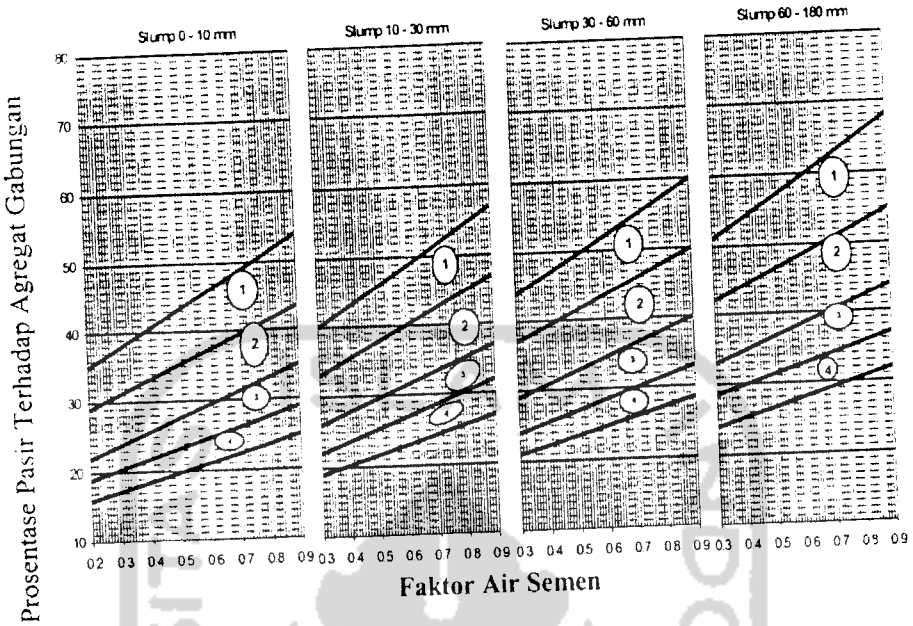
Tabel 3.12 Gradasi Pasir

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

13. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

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



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3. 3 Presntase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

14. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

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

b) Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus

$$\text{Bj campuran} = \frac{P}{100} \text{ x Bj pasir} + \frac{K}{100} \text{ x Bj kerikil} \quad \text{.....(3.6)}$$

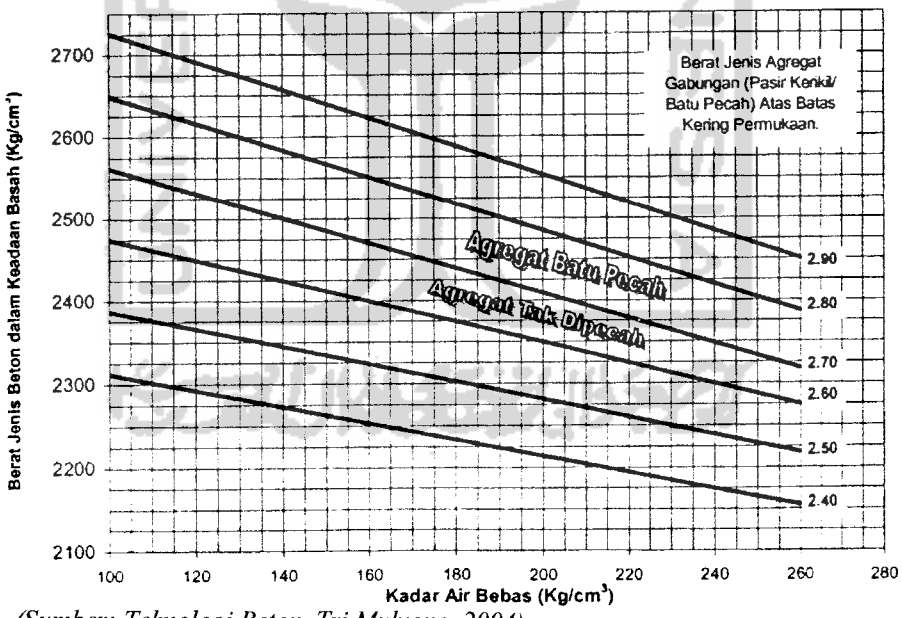
Keterangan :

Bj campuran = Berat jenis campuran

P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

15. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran kebutuhan dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan dalam grafik beton di bawah ini



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.4 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

16. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

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

17. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = Kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

18. Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = Kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir

K= Persentase kerikil terhadap agregat campuran

3.9 Kuat tekan

Kuat desak adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu.

Perhitungan kekuatan desak dengan memakai rumus :

$$\text{Kuat desak } f_c = \frac{P}{A} \quad \text{..... (3.7)}$$

Keterangan: P = beban maksimum (N)

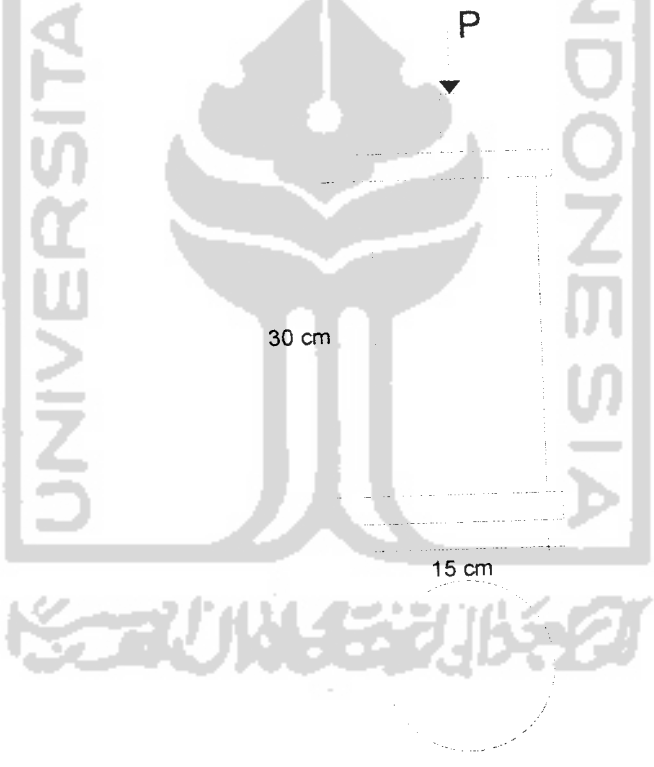
A = luas penampang benda uji (mm^2)

$$f'cr = \frac{\sum_{i}^{N} fc}{N} \quad \text{..... (3.8)}$$

Keterangan: fc = kuat desak beton masing-masing benda uji (MPa)

f'cr = kuat desak beton rata-rata (MPa)

N = jumlah benda uji



Gambar 3. 5 Pengujian kuat tekan beton

3.10 Modulus Elastisitas

Modulus Elastis adalah hubungan linier antara tegangan dan regangan yang sangat penting dan banyak digunakan. Bila nilai modulus elastisitas semakin kecil, akan semakin mudah bagi bahan mengalami perpanjangan atau perpendekan dan sebaliknya *(R. Sagel, 1997).* Kemiringan garis yang melalui titik 0,4 f'_c didefinisikan sebagai modulus sekan (*secant modulus*), yang lebih umum diambil sebagai modulus elastis beton (Ec).

$$\text{Modulus Elastis (Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.9)$$

Keterangan :

σ = Tegangan pada 40 % kuat tekan uji (kg/cm^2)

ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan

SK SNI 03-XXX-2002 menetapkan nilai dari modulus Ec, ini sebagai nilai variable yang tergantung dari mutu beton dan dirumuskan sebagai berikut :

$$Ec = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.10)$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan cara membuat benda uji di laboratorium, kemudian diuji dengan cara didesak dengan variasi umur beton adalah 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari

4.1 Bahan dan Alat

4.1.1 Material Pembentuk Beton

1. Semen

   Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen jenis I merk Gresik kemasan 50 kg.

2. Agregat

   Terdapat dua macam agregat yang digunakan yaitu :

   a) agregat halus, digunakan pasir dengan ukuran maksimum 5 mm,

   b) agregat kasar, digunakan kerikil dengan ukuran butir maksimum 20 mm.

3. Air

   Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4. *Superplasticizer* (Sikament NN).

   Superplasticizer yang digunakan untuk penelitian ini di ambil merk Sikament NN berbasis *naphthalene formaldehyde sulphonate* dengan berat jenis 1,17 kg/liter.

4.1.2 Peralatan Pengujian

Untuk penelitian ini digunakan beberapa peralatan sebagai sarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian, yaitu :

1. Timbangan

   Timbangan yang digunakan memiliki kapasitas 20 kg. Digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan untuk penelitian.

2. Kaliper dan Penggaris

   Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi sample beton. Penggaris digunakan untuk mengukur slump.

3. Ayakan

   Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Untuk mengayak dalam jumlah besar guna membuat beton maka digunakan ayakan dari kawat kasa dengan lubang maksimal untuk pasir 5 mm dan untuk kerikil 20 mm.

4. Mesin pengaduk beton

   Mesin pengaduk Beton (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan susun beton (semen, kerikil, pasir, *superplasticizer*, dan air) sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

5. Cetok dan Talam baja

   Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton. Talam baja di gunakan sebagai penampungan sementara adukan beton yang dikeluarkan dari *mixer*.

6. Kerucut Abrams

   Alat ini di gunakan untuk mengukur tingkat kelecekan beton (*slump*), tinggi 30 cm, dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm.

7. Tongkat penumbuk

   Alat ini digunakan untuk menumbuk beton cair di dalam cetakan untuk memadatkan beton.

8. Mesin uji kuat desak.

   Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton.

9. Ember

   Ember digunakan untuk mengangkat material setelah diukur.

10. Palu karet

    Palu karet digunakan untuk memukul bagian luar cetakan supaya beton cair menjadi padat saat di tuang ke dalam cetakan, kemudian supaya gelembung-gelembung udara dalam beton cair juga terkurangi.

11. Cetakan Silinder

12. Seperangkat alat kunci

    Alat-alat kunci digunakan untuk mengencangkan dan membuka baut pada cetakan silinder beton.

4.2 Pemeriksaan Material

4.2.1 Pemeriksaan agerigat halus

Pemeriksaan agerigat halus dalam penelitian ini antara lain:

1. Pemeriksaan berat jenis agerigat halus

Alat yang digunakan :

a) Gelas ukur kapasitas 1000 cc
b) Timbangan, merk Ohaus dengan ketelitian 0.01 gram
c) Piring, sekop kecil

Cara pemeriksaan:

a) Menimbang pasir yang telah dicuci dan dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram (*W*),
b) Menakar air dengan gelas ukur sebanyak 500 cc (*V1*),
c) Masukkan air yang telah ditimbang ke dalam gelas ukur berisi air 500 cc (*V2*),
d) Mencatat kenaikan ketinggian air dalan gelas ukur,
e) Menghitung berat jenis,

$$\text{Berat jenis} = \frac{W}{(V2 - V1)} \quad \text{.....(4.1)}$$

2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agerigat Halus

Urutan Proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

a) Benda uji dikringkan dalam oven dengan suhu (110±5)°C, sampai berat tetap.

b) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Sarinagn diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

3. Pemeriksaan Butiran yang lewat ayakan no. 200

Urutan pelaksanaannya:

a) Keringkan agerigat halus sampai berat tetap pada suhu (110±5)°C, kemudian ditimbang dengan timbangan dengan ketelitian 0.1 gram (W1)

b) Letakkan agerigat halus dalam ayakan dan alirkan air di atasnya

c) Gerakkan agerigat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 mm (no 200) dan bagian yang kasar tertinggal diatas ayakan

d) Ulangi pekerjaan no tiga diatas hingga air pencuci menjadi jernih,

e) Keringkan agerigat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu (110±5)°C dan ditimbang dengan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (W2)

f) Rumus :

$$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\% \quad \text{.....(4.2)}$$

Keterangan :

W1 = berat agerigat awal (gram)

W2 = berat setelah dicuci (gram)

4.2.2 Pemeriksaan Agerigat Kasar

Pemeriksaan agerigat kasar dalam penelitian ini antara lain:

1. Pemriksaaan Berat Jenis Agerigat kasar

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

a) Cuci agerigat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
b) Keringkan agerigat kasar dalam oven pada suhu (110±5)°C samapai berat tetap
c) Rendam agerigat kasar dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam,
d) Keluarkan agerigat kasar dari air, lap dengan kain sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu
e) Timbang agerigat kering permukaan jenuh (Bj)
f) Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya dalam air (Ba)
g) Berat jenis

   Berat jenis = Bj/(Bj-Ba)

   Keterangan :

   Bj = berat kondisi jenuh kering muka (gram)

   Ba = berat agerigat dalam air (gram)

2. Pemeriksaan Analisa Saringan Agerigat Kasar

Urutan Proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

a) Benda uji dikringkan dalam oven dengan suhu (110±5)°C, sampai berat tetap.

b) Saring benda uji lewat susunan sarinagn dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit.

4.3 Perhitungan Campuran Beton

Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah metode DOE (*Departement Of Environment*), perhitungannya terlampir pada lampiran 6.

4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

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

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji, menimbang bahan yang dibutuhkan.
2. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang kedalam molen dalam keadaan kering, setelah tercampur rata antara pasir, semen, kerikil, kemudian dimasukkan air sedikit demi sedikit dan diaduk sampai merata dengan ciri-ciri adalah permukaannya kelihatan mengkilap.
3. Kemudian dilakukan pengujian slump sebelum ditambah SP, maka diperoleh nilai slump sebelum penambahan SP.
4. Jika slumpnya belum mencapai 15 cm, maka dilakukan penambahan SP sedikit demi sedikit, setelah SP bercampur rata dengan beton, maka dilakukan

pengukuran slump yang kedua, sehingga diperoleh ukuran slump setelah penambahan SP. Apabila ukuran slump yang diperoleh setelah penambahan SP belum mencapai 15 cm, maka jumlah SP ditambahkan lagi sedikit demi sedikit, setelah SP bercampur rata dengan beton, maka dilakukan pengukuran slump yang berikutnya, demikian seterusnya sampai diperoleh ukuran slump ≥ 15 cm.

5. Setelah slump yang diperoleh sesuai dengan rencana (ukurannya ≥ 15 cm), kemudian beton dikeluarkan dari molen dan dituang ke talam baja kemudian dimasukkan ke dalam cetakan silinder. Pengisian dilakukan dalam tiga tahap, masing-masin 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (diameter 16 mm dan panjang 60 mm) sebanyak 25 kali sampai beton memadat.
6. Selanjutnya cetakan yang sudah terisi beton, dipukul-pukul dengan palu karet dengan maksud supaya udara-udara yang terperangkap dalam beton bisa keluar ke permukaan.
7. Setelah padat , kmudian permukaannya diratakan dengan cetok perata yang terbuat dari baja.
8. Cetakan yang sudah diisikan beton kemudian ditempatkan pada tempat yang rata dan bebas dari gangguan-gangguan lain dan dibiarkan selama 24 jam.
9. Setelah 24 jam cetakan dilepas dan benda uji diberi notasi atau tanda kemudian direndam di dalam bak air.
10. Sampel beton dikeluarkan dari rendaman adalah pada hari H-1 pengujian.

4.5 Pengujian Kuat Desak dan Tegangan Regangan Benda Uji

Pengujian kuat desak dan tegangan regangan dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut:

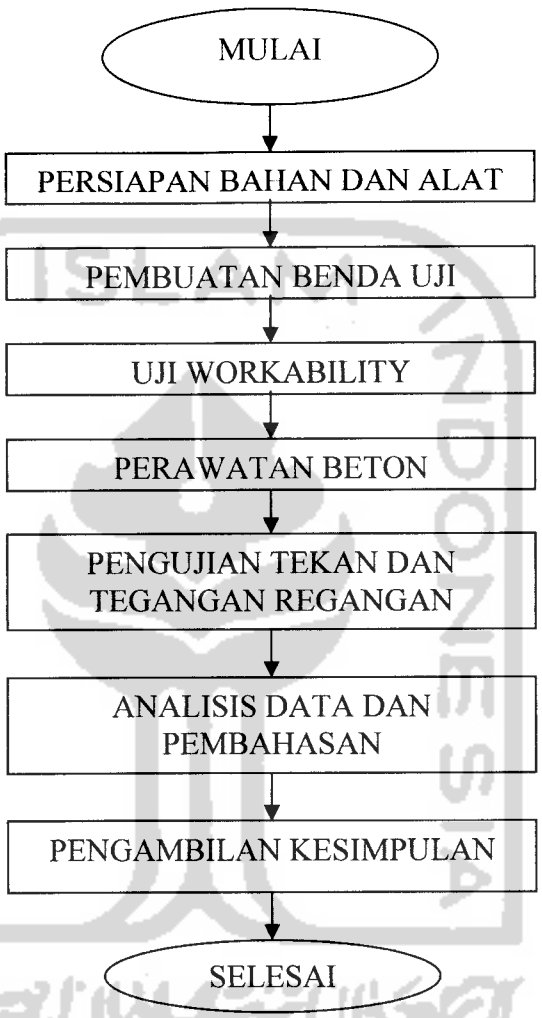
1. Benda uji dikeluarkan dari rendaman satu hari sebelum pengujian
2. Benda uji dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel
3. Menimbang berat benda uji
4. Mengukur dimensi benda uji
5. Benda uji diletakkan pada mesin desak
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat pembebanan maksimumnya
7. Untuk benda uji tegangan regangan, besarnya regangan dibaca setiap pembebanan 10 KN.

4.6 Pengolahan Data

Hasil dari pengujian berupa data-data kasar yang masih perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara satu pengujian dengan pengujian yang lain. Hasil pengujian yang dilakukan nantinya akan mengahasilkan pengaruh perawatan dan penambahan *superplasticizer* pada mutu beton.

4.7 Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada *flow chart* berikut ini:



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengertian Umum

Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII akan dibuat pembahasannya pada bab ini. Pada analisis hasil penelitian ini akan dibahas antara lain pengaruh dan hubungan yang terjadi antara penambahan *superplasticizer* dan pengurangan kandungan air terhadap *wokrability* (kemudahan dalam pengerjaan), pengaruh pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan, pengaruh umur terhadap kuat tekan beton, modulus elastisitas beton dan tegangan regangan.

5.2 Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Workabilitas Beton Segar

Pada penelitian ini beton dengan pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* ditetapkan memiliki nilai slump ≥ 15 cm. Data pengujian beton segar berupa nilai slump dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Nilai Slump

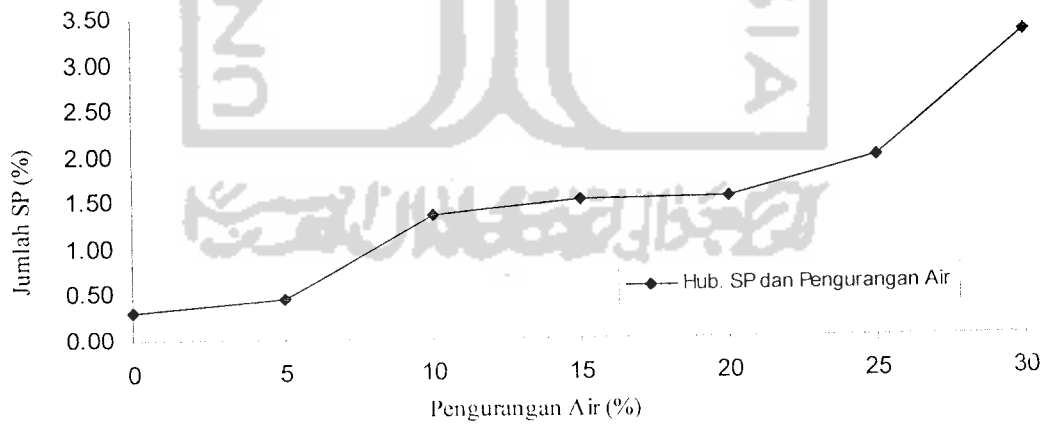
Variasi	Jumlah Pengurangan Air (%)	fas	Slump sebelum ditambah SP (cm)	Jumlah penambahan SP (%)	Slump setelah ditambah SP (cm)
B25-0%	0	0,49	13,80	0,30	16,75
B25-5%	5	0,47	10,50	0,45	16,75
B25-10%	10	0,44	4,50	1,35	17,25
B25-15%	15	0,42	0	1,50	17,25
B25-20%	20	0,39	0	1,53	16,50
B25-25%	25	0,37	0	1,95	17,15
B25-30%	30	0,34	0	3,29	17,60

Keterangan :

B25-0% : Beton kuat tekan 25 MPa dengan pengurangan air 0%

Pengurangan air : Pengurangan air dalam persen (%) terhadap kebutuhan air yang diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan campuran

Penambahan SP : Penambahan *superplasticizer* (SP) yang dipersentasekan terhadap berat semen.



Gambar 5.1 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* (Nilai Slump > 15 cm)

Hasil pengujian slump (lihat tabel 5.1) semua sampel sebelum ditambahkan *superplasticizer* memiliki slump dibawah 15 cm, sehingga semua variasi harus ditambahkan *superplasticizer* agar mencapai slump yang sama sesuai dengan slump yang direncanakan yaitu ≥ 15 cm. *Superplasticizer* dimasukkan dengan cara dicoba-coba dan dimasukkan sedikit demi sedikit pada saat pengadukan. Setelah *superplasticizer* terlihat bercampur rata dengan beton maka dilakukan pengujian slump berikutnya beberapa kali sehinga diperoleh nilai slump setelah penambahan *superplasticizer*. Dalam pengujian ini diperoleh nilai slump setelah penambahan *superplasticizer* minimum sebesar 16,5 cm dan maksimum sebesar 17,6 cm (lihat tabel 5.1). Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua nilai slump setelah penambahan SP berada > 15 cm (seperti yang direncanakan). Hal ini sesuai dengan yang diperoleh *Hastoro dan Syafruddin (2005),* sedangkan *Swamy (1989)* menyatakan bahwa dengan penggunaan *superplasticizer* pada campuran beton maka nilai slump yang diperoleh yaitu antara 150-250 mm.

Hasil pengujian (lihat tabel 5.1) menunjukkan juga bahwa semakin dikurangi kandungan air dalam adukan yang berarti nilai fas rendah maka nilai slumpnya semakin turun, hal ini disebabkan oleh berkurangnya air di dalam adukan dimana air didalam adukan memiliki salah satu fungsi yaitu sebagai bahan yang memberikan sifat mengalir dan untuk melumas campuran *(Nawy 1990),* sehingga semakin sedikit air maka sifat mengalirnya kecil dan slumpnya juga rendah.

Pada sampel B25-0 % dan B25-5 % beton segar sebelum ditambahkan *superplasticizer* masih bisa dan mudah untuk dikerjakan, terlihat dari nilai slumpnya 13,8 dan 10,5 cm. Sesuai dengan pernyataan *L. Wahyudi (1997),* bahwa daya kerja beton diukur dari nilai slump dan nilai slump untuk bangunan berkisar antara 7,5 hingga 15 cm. Sedangkan pada sampel B25-10 %, B25-15 %, B25-20 %, B25-25 %, B25-30 %, beton segar sebelum ditambahkan *superplasticizer* sudah sulit untuk dikerjakan karena slump yang diperoleh sangat kecil bahkan 0 cm, hal ini adalah akibat dari pengurangan jumlah air yang dilakukan. Pada variasi tersebut untuk mendapatkan nilai slump ≥ 15 cm penambahan zat aditif berupa *superplasticizer* sangat dibutuhkan

Dengan penambahan *superplasticizer* nilai slumpnya menjadi naik. Hal ini disebabkan oleh sifat *superplasticizer* sebagai bahan untuk mempertinggi kelecakan, karena semakin lecak adukan beton tersebut maka nilai slumpnya semakin tinggi. Sesuai dengan penyataan *R. Sagel (1994),* bahwa *superplasticizer* betujuan untuk mempertinggi kelecakan, mengurangi jumlah air pencampur. *Tri Mulyono (2004)* juga mengatakan bahwa bahan susunan *superplasticizer* dapat mengurangi pemakaian air dalam campuran beton dan dapat meningkatkan slump beton sampai 208 mm. Adapun cara kerja *superplasticizer* adalah melapisi partikel semen, kemudian memisahkan dan melepaskan semen dari ikatan akibat air, pelapisan ini juga menyebabkan muatan negatif pada partikel semen, mengakibatkan adanya gaya tolak menolak antar partikel semen, akibat yang

ditimbulkan yaitu tingkat workabilitas meningkat tanpa peningkatan nilai fas atau menimbulkan *bleeding*. (*R.C. Smith, C.K Andres; Material of Construction*)

Hasil pengujian menunjukkan semakin banyak jumlah air yang dikurangi pada adukan beton, maka semakin banyak jumlah *superplasticizer* yang dibutuhkan untuk mendapatkan slump yang sama (lihat gambar 5.1). Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan sifat *superplasticizer* bisa memperbaiki kinerja beton sesuai dengan pernyataan *Tri Mulyono (2004)*, bahwa bahan tambah mineral ini (*superplasticizer*) merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Hal ini sesuai juga dengan pernyataan *Murdock dan K. M. Brook (1999)*, bahwa secara alternatif bahan-bahan *superplasticizer* ini dapat digolongkan sebagai alat dimana kadar air beton dapat dikuranginya tanpa kehilangan workabilitas (kemudahan pengerjaannya).

Pada variasi B25-0 %, B25-5 %, B25-10 %, B25-15 %, B25-20 %, B25-25 % setelah penambahan *superplasticizer* kelecakan beton meningkat drastis sehingga mudah untuk dikerjakan demikian juga saat penuangan dan pemadatan di dalam cetakan lebih mudah karena lebih lecak (*workable*) tanpa terjadi segregasi dan *bleeding*.

Akan tetapi pada variasi B25-30 % (pengurangan air 30 % dengan penambahan SP 3,29 % berat semen) pengadukan sudah agak kesulitan dan membutuhkan waktu yang relatif lama yaitu sekitar 30-45 menit. Pada saat penuangan ke dalam cetakan mengalami hambatan karena campuran adukan beton

agak lebih cepat mengeras dibandingkan dengan variasi yang lainnya, sehingga dalam keadaan tersebut sebelum dicetak beton segar diaduk secara manual agar kembali plastis. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan air dalam beton dan banyaknya *superplasticizer* yang dimasukkan kedalam campuran beton yaitu 3,29 % dari berat semen (melebihi batas yang di anjurkan oleh penelitian terdahulu yaitu sebesar 2 %, dosis yang berlebihan mennyebabkan berkurangnya kekuatan tekan pada beton *Edward G. Nawy*). Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian terdahulu (*Hastoro* dkk), bahwa pada variasi pengurangan air sampai 30 % beton normal sudah sulit untuk dikerjakan. Dalam hal ini *Ramachandran (1979)*, mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi cepat mengerasnya adukan antara lain tipe dan jumlah penambahan *superplasticizer*, tipe dan jumlah kandungan semen, waktu penambahan *superplasticizer*, kelembaban dan temperatur udara, cara pengadukan dan pemakaian bahan tambah lainnya. Pada variasi B25-30% walaupun pengadukannya relatif sulit dan lama, dengan penambahan *superplasticizer* nilai slump ≥ 150 mm masih dapat dicapai (workabilitas masih bisa dipertahankan). Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan peneletian sebelumnya yaitu pada pengurangan kandungan air 30 % dan penambahan SP > 3 % workabilitas masih bisa dipertahankan dengan diperoleh nilai slump >180 mm (*Syafruddin, dkk 2005*).

5.3 Pengaruh Pengurangan Air, FAS Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan *Superplasticizer*

Pada penelitian ini jumlah air dilakukan pengurangan sebesar 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dan 30 % dari jumlah air normal setiap pengadukan. Pengurangan air yang berlebihan akan menghasilkan beton dengan porositas tinggi dan workabilitas rendah sehingga untuk mempertahankan workabilitas pada beton segar tersebut ditambahkan bahan tambah kimia berupa *superplasticizer*. Penambahan tersebut dilakukan dengan cara coba-coba sampai mendapatkan nilai slump $\geq$ 15 cm. Pengaruh pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* terhadap kuat tekan dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut

Tabel 5.2 Kuat Tekan Beton

Variasi	Pengurangan Air (%)	fas	Jumlah SP (%)	Kuat Tekan (MPa)			
				3 hari	7 hari	14 hari	28 hari
B25-0%	0	0,49	0,30	12,7634	16,1743	22,8287	33,7465
B25-5%	5	0,47	0,45	14,3417	21,6362	27,0686	36,4670
B25-10%	10	0,44	1,35	19,1762	22,0073	27,5200	37,5852
B25-15%	15	0,42	1,50	19,3247	25,8968	32,0893	41,2977
B25-20%	20	0,39	1,53	23,8075	31,9175	34,8086	43,5642
B25-25%	25	0,37	1,95	31,1360	37,4947	44,6643	45,8731
B25-30%	30	0,34	3,29	29,5716	32,2821	37,0303	49,1983

Keterangan :

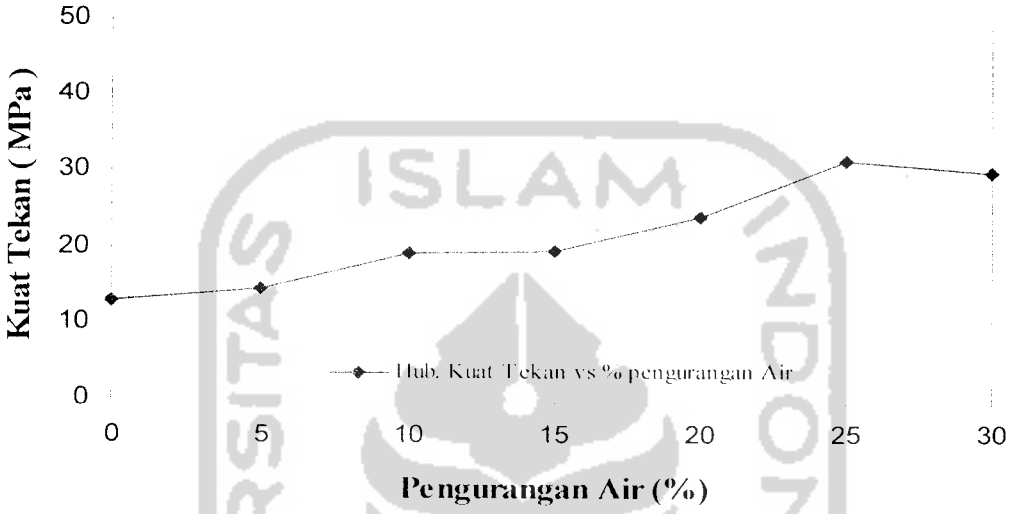
B25-0% : beton kuat tekan 25 MPa dengan pengurangan air 0%

Pengurangan air : pengurangan air dalam persen (%) terhadap kebutuhan air yang diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan campuran

Jumlah SP : penambahan *superplasticizer* (SP) yang dipersentasekan terhadap berat semen.

Kuat tekan beton : kuat tekan yang diperoleh setelah pengujian dengan cara ditekan.

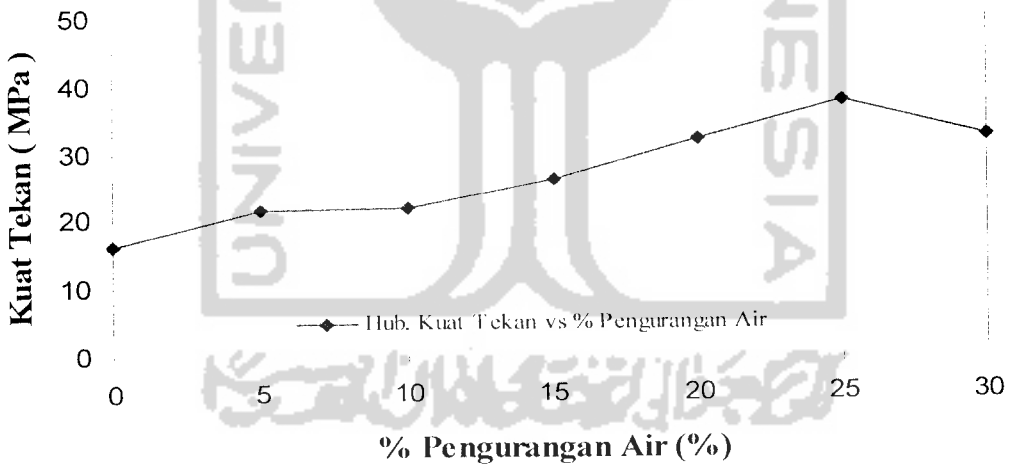
3, 7, 14, 28 hari : umur beton saat diuji terhitung sejak beton dicetak



Gambar 5.2 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Hasil pengujian pada sampel umur 3 hari (lihat gambar 5.2) diperoleh hasil bahwa semakin jumlah airnya dikurangi yang berarti nilai fas semakin kecil maka kekuatannya semakin meningkat. hal ini sesuai dengan pernyataan *L. Wahyudi (1997)*, bahwa proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton. Rata-rata kenaikan kekuatannya adalah 20,168 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan *L. J. Murdock dan K. M. Brook (1999)*, bahwa kenaikan kekuatan mungkin mencapai 10 % lebih sebagai hasil pengurangan kadar air ini. Jadi rata-rata kekuatan naik pada sampel umur 3 hari berada diatas 10 %.

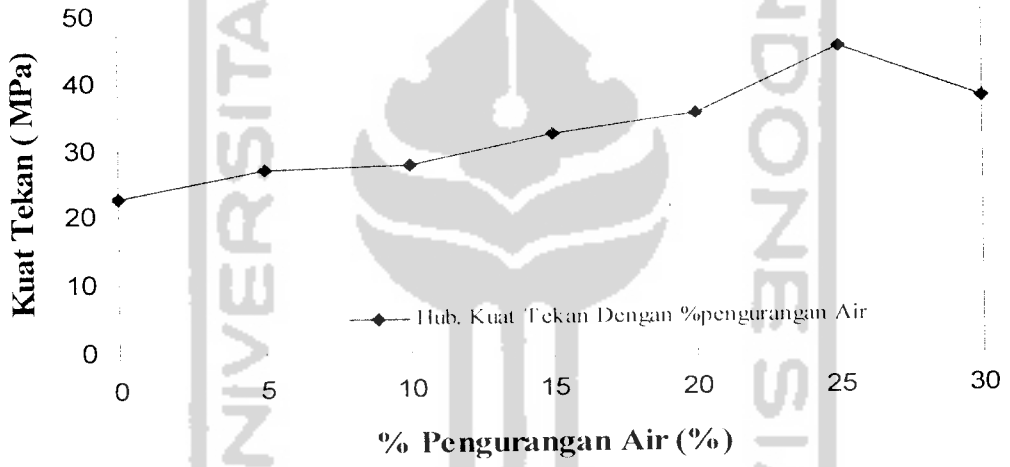
Kuat tekan optimum terjadi pada variasi B25-25 % (pengurangan air 25 %) sebesar 31,1360 MPa dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 1,95 % dari berat semen. Pada variasi B25- 30 % kekuatan menurun sebesar 5,0242 % dari kuat tekan optimum. Hal ini disebabkan oleh pengikatan awal beton pada prosentase SP yang tinggi membutuhkan waktu yang lama, terlihat pada variasi B25-30 % (SP = 3,29 %) peningkatan kuat tekan dari umur 3 ke 7 hari hanya 9,1658 % dan dari umur 7 ke 14 hari hanya 14,7083 % (lihat tabel 5.3 hal 69). Secara rata-rata peningkatan kekuatan tersebut lebih rendah dari variasi-variasi yang lain.



Gambar 5.3 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Pada sampel umur 7 hari sama halnya dengan sampel umur 3 hari pengurangan air sampai dengan 25 % menunjukkan peningkatan kekuatan rata-

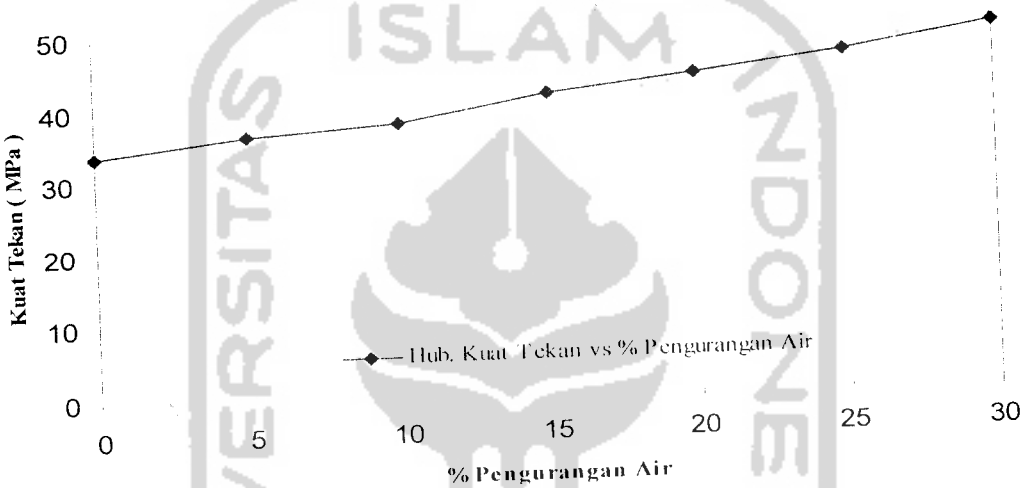
rata sebesar 18,7761 %. Kuat tekan optimum terjadi pada variasi B25-25 % sebesar 37,4947 MPa. Pada variasi B25-30 % kekuatan menurun sebesar 13,9002 % dari kuat tekan optimum. Hal ini penyebabnya sama seperti sampel umur 3 hari. Pada hasil penelitian yaitu pada variasi yang sama (B25-30 %) ini walaupun terjadi penurunan kekuatan tetapi masih lebih tinggi dari kuat tekan sampel umur 3 hari.



Gambar 5.4 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Hasil pengujian sampel umur 14 hari diperoleh hasil bahwa kuat tekan mengalami peningkatan secara bertahap seiring dengan pengurangan air sampai dengan pengurangan air 25 %, rata-rata kenaikannya adalah 18,8405 %. Kuat tekan optimum terjadi pada B25-25 % sebesar 44,6643 MPa. Hasil pengujian sampel umur 14 hari pada variasi B25-30% terjadi penurunan kekuatan tekan

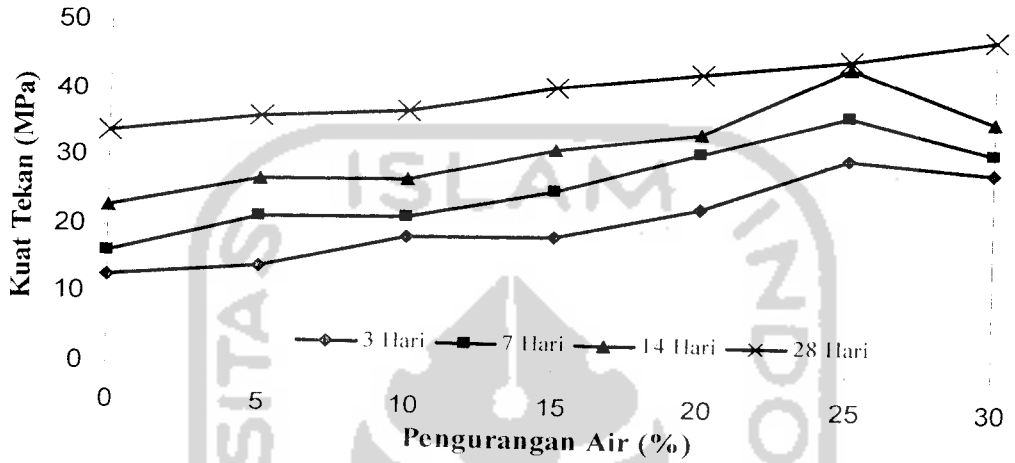
sebesar 17,0921 % dari kuat tekan optimum hal ini penyebabnya sama seperti sampel umur 3 hari dan 7 hari. Pada hasil penelitian ini walaupun terjadi penurunan kekuatan tetapi masih lebih tinggi dari kuat tekan sampel umur 3 dan 7 hari pada variasi yang sama yaitu variasi B25-30%.



Gambar 5.5 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Pada sampel umur 28 hari (lihar gambar 5.5) diperoleh hasil dengan kuat tekan selalu mengalami kenaikan seiring dengan semakin besarnya jumlah air yang dikurangi (fas semakin kecil) yaitu rata-rata 6,5259 %. Kuat tekan maksimum dicapai pada variasi B25-30 % dengan kuat tekan 49,1983 MPa. Hal ini disebabkan oleh reaksi yang tepat antara semen, air dan *superplasticizer* sehingga kuat tekan maksimal dapat tercapai. Pada variasi B25-30 % ini memberikan kesamaan pada penelitian sebelumnya yaitu pada variasi

pengurangan air 30 % diperoleh kuat tekan yang maksimum untuk mutu beton 30 dan 40 MPa *(Hastoro dkk 2005).*

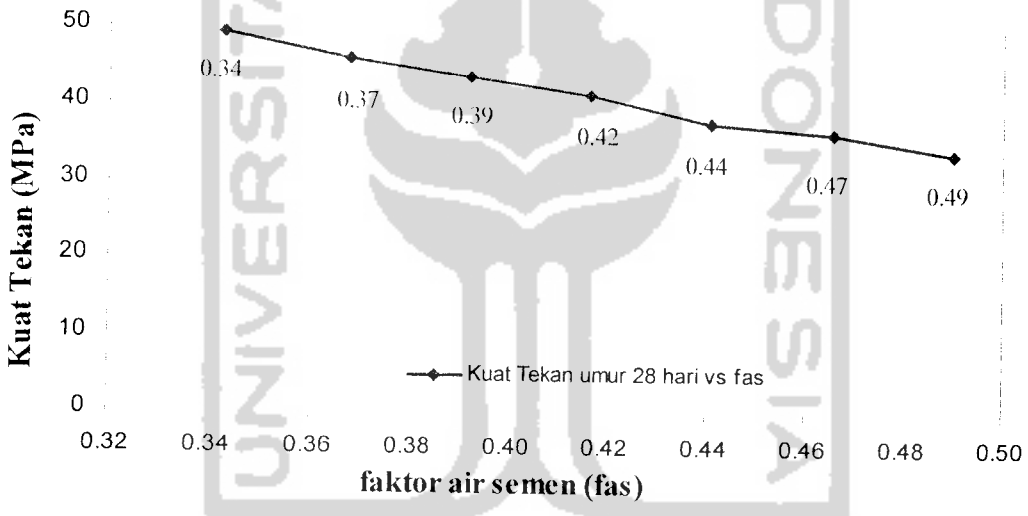


Gambar 5.6 Hubungan Pengurangan Air dan Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Untuk Semua Umur

Hasil pengujian (lihat gambar 5.6) sampel pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari terlihat perbedaan kelakuan terutama pada variasi B25-30 %. Pada variasi ini (pengurangan air 30 %), SP yang digunakan paling besar yaitu 3,29 % dari berat semen, jumlah ini lebih besar 68,72 % dari jumlah SP yang dimasukkan pada variasi B25-25 % (pengurangan air 25 %). Pada sampel umur 3, 7 dan 14 hari variasi B25-30 % kuat tekan lebih rendah dari variasi B25-25 % hal lebih ini disebabkan oleh banyaknya jumlah SP yang dimasukkan kedalam campuran tersebut, sehingga mempengaruhi waktu proses pengerasan beton, namun kekuatan ini akan terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton.

Sedangkan pada sampel umur 28 hari pada variasi yang sama (B25-30 %), kuat tekannya lebih besar dari variasi B25-25 %, hal ini disebabkan oleh beton sudah mencapai umur yang lebih tua walaupun kenaikan kuat tekannya relatif lambat pada umur-umur muda.

Hubungan antara fas dengan kuat tekan beton pada umur 28 hari dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 5.7 Hubungan FAS Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Sampel Umur 28 Hari

Pada gambar 5.7 terlihat bahwa semakin besar fas maka kuat tekannya semakin rendah dan sebaliknya semakin kecil fas maka kuat tekannya semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar kenaikan rata-rata kuat tekan beton akibat dari fasnya semakin kecil adalah sebesar 6,5259%. Nilai fas besar yang berarti jumlah airnya banyak menyebabkan kekuatannya semakin kecil, hal

ini menurut *Lucio Canonica 1991.* disebabkan oleh butir-butir semen berjarak semakin jauh satu sama lain sehingga daya ikatannya akan menjadi lebih kecil. Sedangkan semakin kecil fas yang berarti jumlah airnya sedikit menyebabkan kekuatannya semakin besar, hal ini menurut *Tri Mulyono 2004* disebabkan oleh jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya masa semen lebih menunjukkan keterkaitannya (kekuatannya lebih berpengaruh). Apabila dibandingkan dengan grafik fas standar (gambar 3.1) maka menunjukkan kesamaan kelakuan.

5.4 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton

Pada penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap yaitu pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan tujuan agar dapat diketahui pengaruh umur beton terhadap kenaikan kuat tekan. Pada pengamatan ini hanya dilakukan sampai pada umur 28 hari, sehingga diasumsikan bahwa pada umur 0 hari kuat tekan beton 0 % dan pada umur 28 hari kuat tekan beton mencapai 100 %. Pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton untuk berbagai variasi pengurangan kandungan air dan penambahan *superplasticizer* ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.3 Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur

Umur (hari)	Kuat Tekan Beton (%)						
	B25-0%	B25-5%	B25-10%	B25-15%	B25-20%	B25-25%	B25-30%
3 - 7	26,7241	50,8620	14,7637	34,0090	34,0648	20,4224	9,1658
7 - 14	41,1420	25,1079	25,0491	23,9124	9,0580	19,1217	14,7083
14 - 28	47,8250	34,7204	36,5742	28,6961	25,1536	2,7064	32,8596

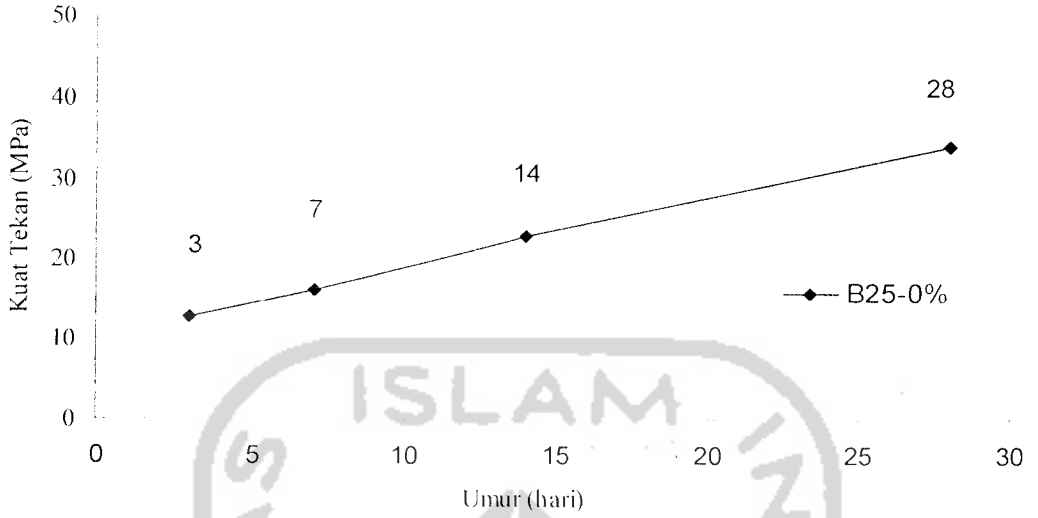
Keterangan :

Kuat tekan beton : kuat tekan beton yang diperoleh setelah pengujian dengan cara uji ditekan.

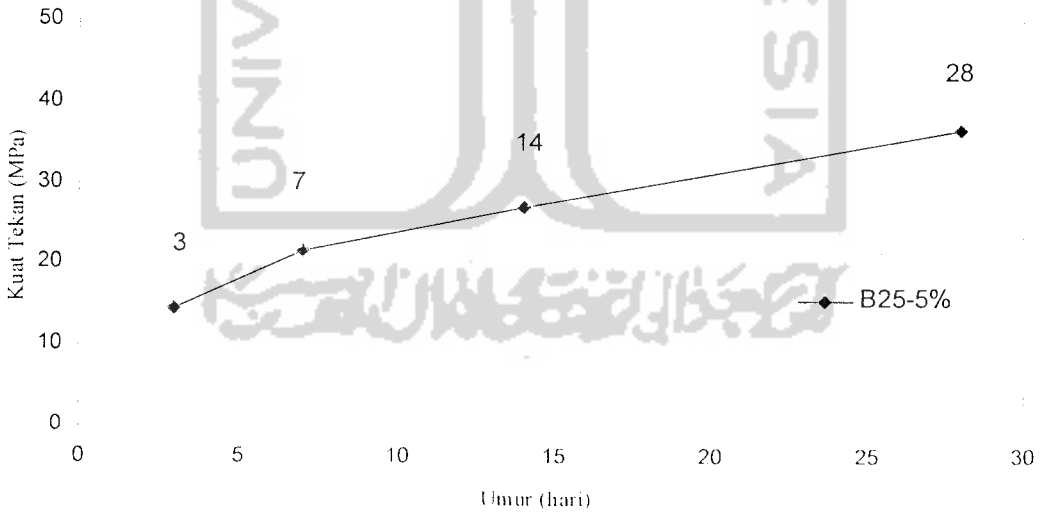
3 – 7 hari : peningkatan kekuatan beton dari umur 3 hari ke umur 7 hari (%).

7 – 14 hari : peningkatan kekuatan beton dari umur 7 hari ke umur 14 hari (%).

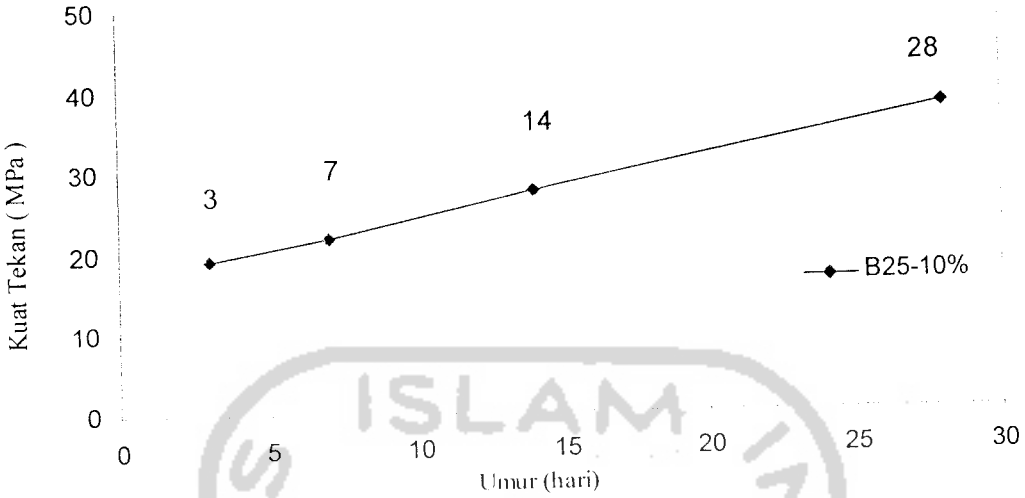
14 – 28 hari : peningkatan kekuatan beton dari umur 14 hari ke umur 28 hari (%).



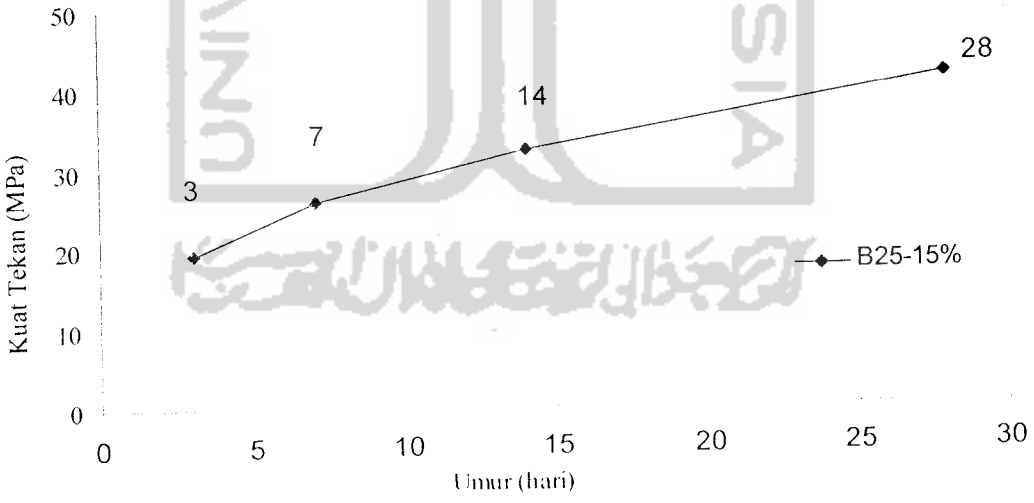
Gambar 5.8 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 0,30 % Dari Berat Semen).



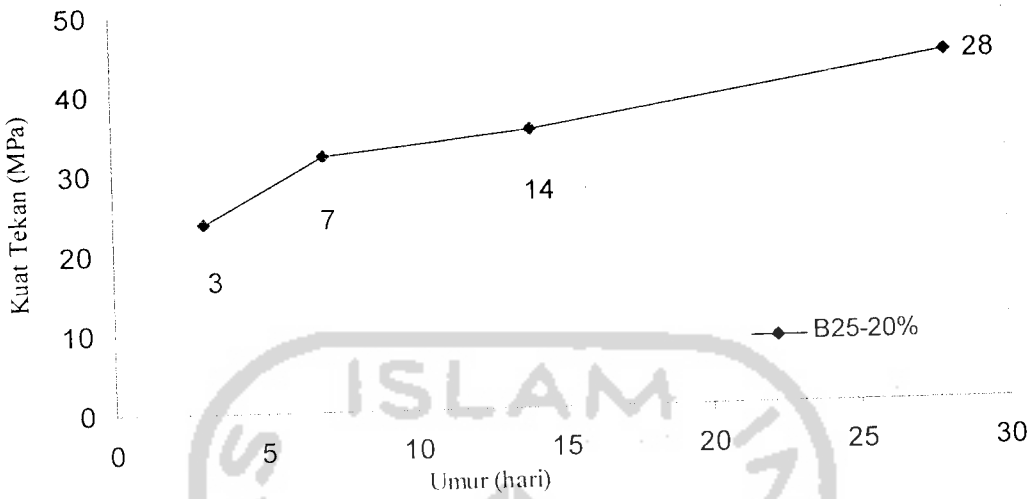
Gambar 5.9 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 0,45 % Dari Berat Semen).



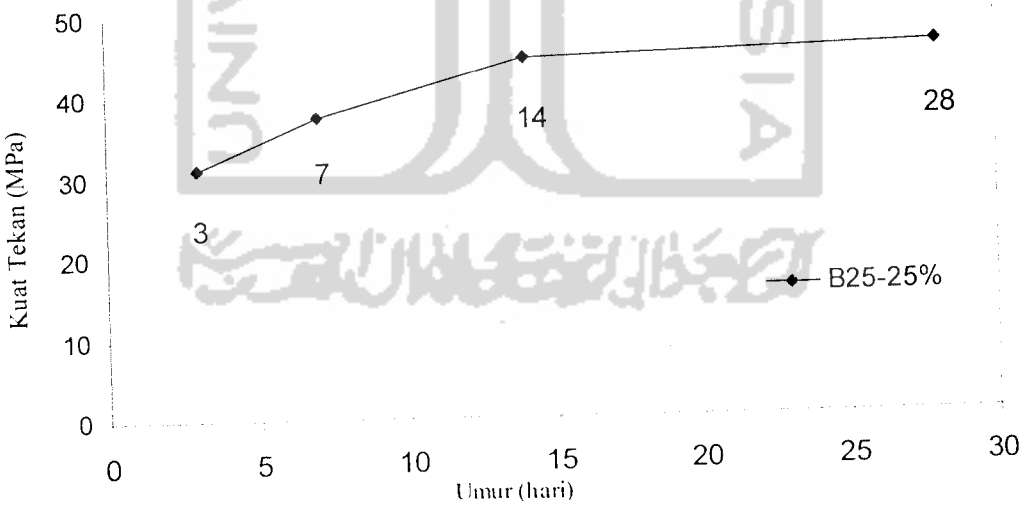
Gambar 5.10 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 1,35 % Dari Berat Semen).



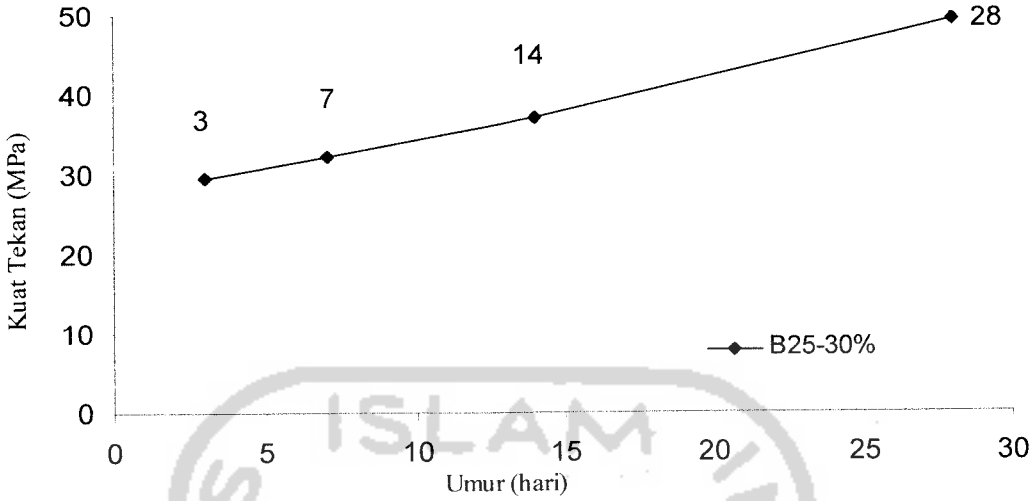
Gambar 5.11 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 1,50 % Dari Berat Semen).



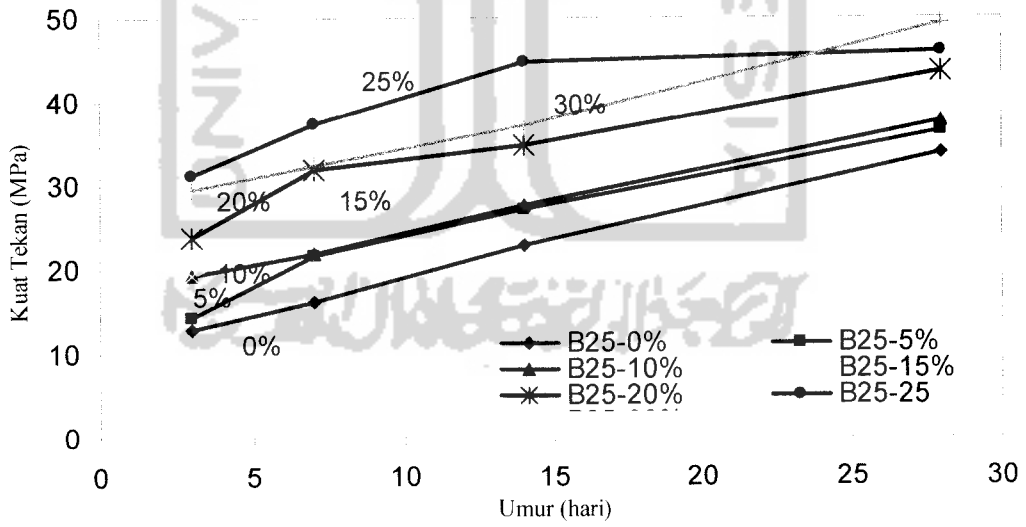
Gambar 5.12 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 1,53 % Dari Berat Semen).



Gambar 5.13 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 1,95 % Dari Berat Semen).



Gambar 5.14 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Variasi B25-0% (Penambahan SP 3,29 % Dari Berat Semen).



Gambar 5.15 Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton Pada Semua Variasi

Dari gambar 5.7-5.15 diatas terlihat bahwa semakin bertambahnya umur beton maka kuat tekan beton juga mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan pendapat *Kardiyono(1988),* bahwa kekuatan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur.

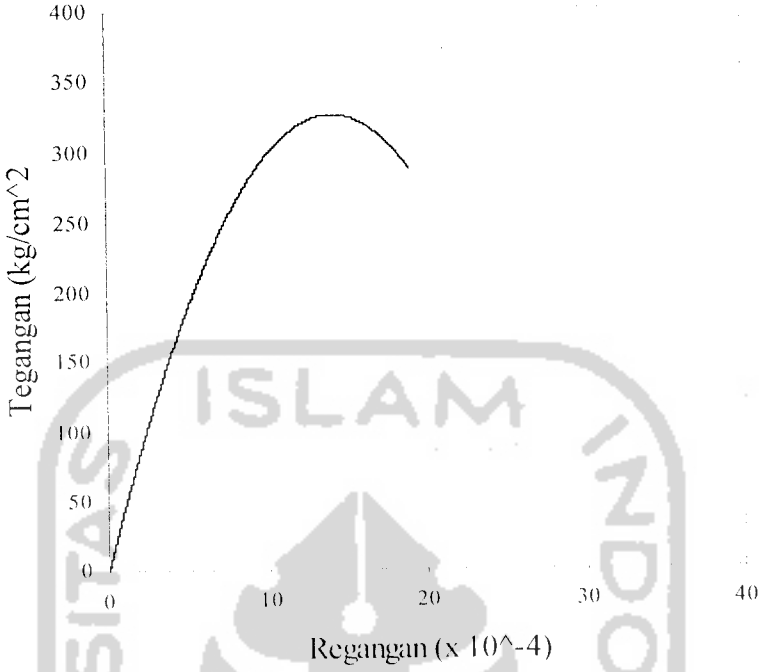
Dari masing-masing umur beton yang mengalami peningkatan kuat tekan yang siginifikan terjadi pada umur 28 hari, hal ini disebabkan karena lamanya perawatan beton yang direndam dalam air, semakin lama perawatan beton yang direndam dalam air maka kuat tekan beton akan meningkat karena proses hidrasi kimia antara pasta semen dan air terus berlangsung selama perawatan 28 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat *Van Vlack (1986)* yang mengatakan bahwa beton tidak akan mengeras karena pengeringan akan tetapi oleh proses hidrasi kimia antara pasta semen dan air maka beton harus tetap basah untuk menjamin pengerasan yang baik. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang terdahulu yang menggunakan bahan campuran yang sama pada beton yaitu penelitian yang dilakukan oleh *Fitria dan Asna (2003), Drio dan Nurhadi (2005), Syafruddin dan Hastoro (2005)* menyatakan bahwa beton dengan campuran *superplasticizer* menunujukkan peningkatan kuat tekan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton dan masih terjadi sampai pada umur 28 hari.

5.5 Tegangan Regangan

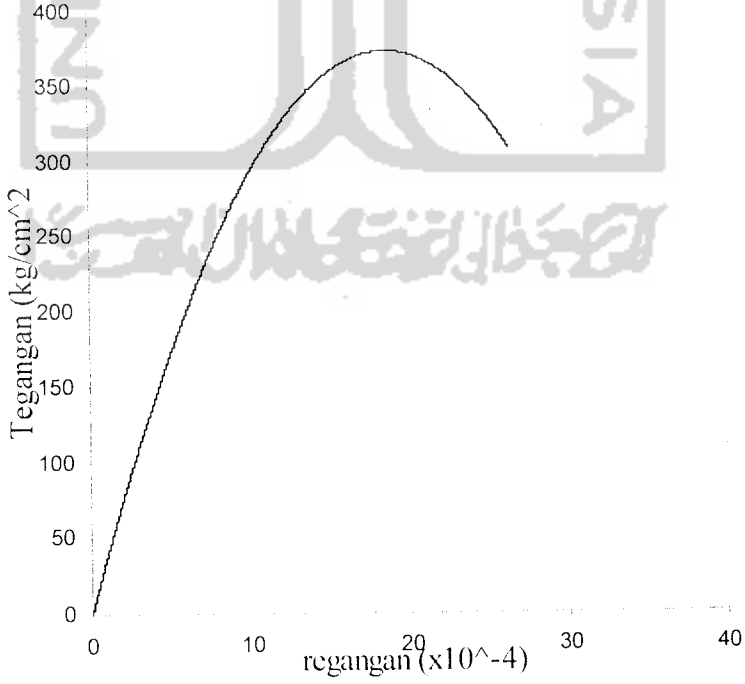
Dari hasil pegujian tekan beton dapat dibuat suatu kurva yang menyatakan hubungan antara nilai tegangan yang bersesuaian dengan nilai regangan betonnya. Pengujian tegangan regangan dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan daktilitas beton. Uji tegangan-regangan ini dilakukan dengan cara diambil satu sample benda uji untuk setiap variasi dan khusus pada sampel umur 28 hari saja. Pada pembahasan tegangan-regangan ini, digambar berdasarkan gambar yang sudah diregresi dan dikoreksi seperti yang terlihat pada gambar 5.16-5.23, dan nilai tegangan regangan hancur beton dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Nilai Tegangan - Regangan

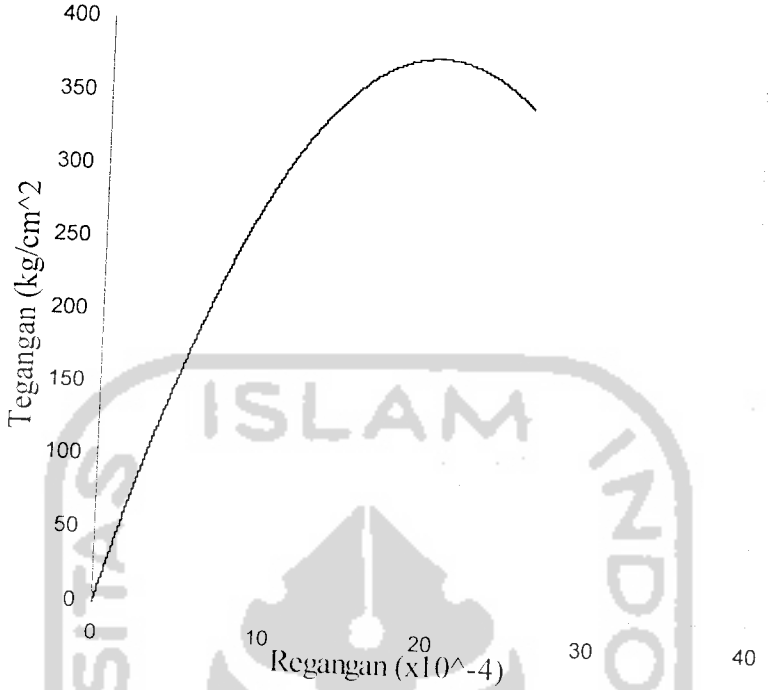
Variasi	*Superplasticizer* (%)	Tegangan Hancur (kg/cm^2)	Regangan Hancur ($X\ 10^{-4}$)
B25-0%	0,30	313,3162	10,1667
B25-5%	0,45	358,1711	15,0000
B25-10%	1,35	391,0679	20,7333
B25-15%	1,50	396,8970	16,1667
B25-20%	1,53	407,5017	22,0000
B25-25%	1,95	473,5018	20,7333
B25-30%	3,29	384,9907	14,3000



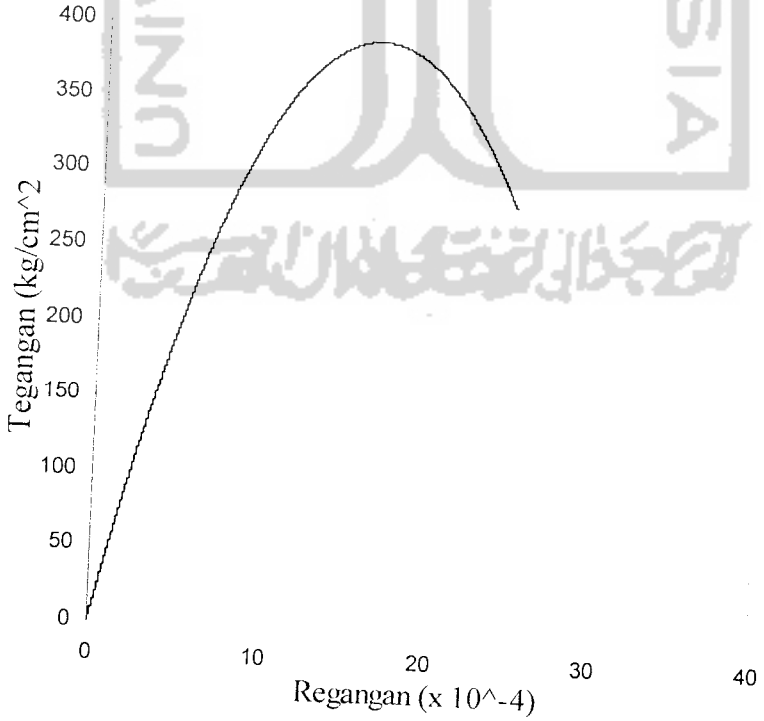
Gambar 5.16 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-0 %



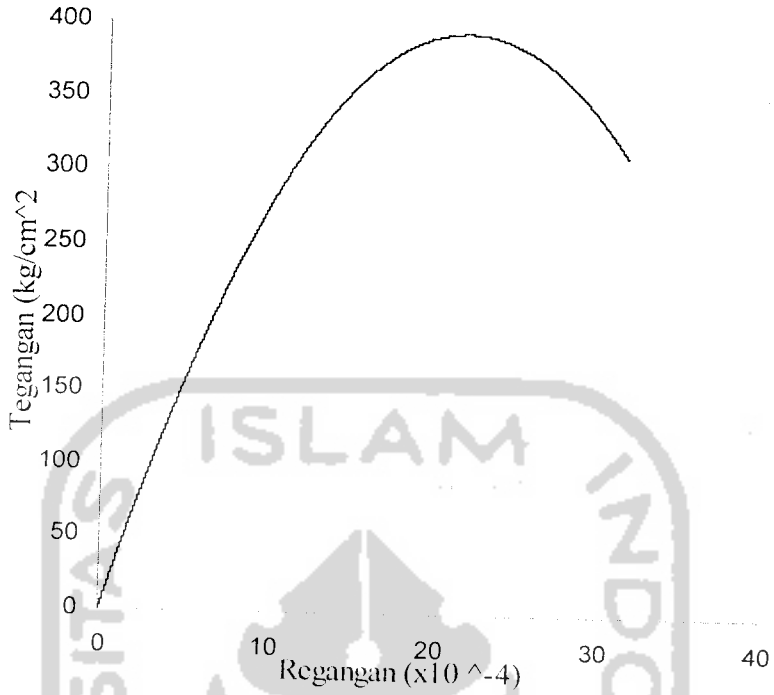
Gambar 5.17 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-5 %



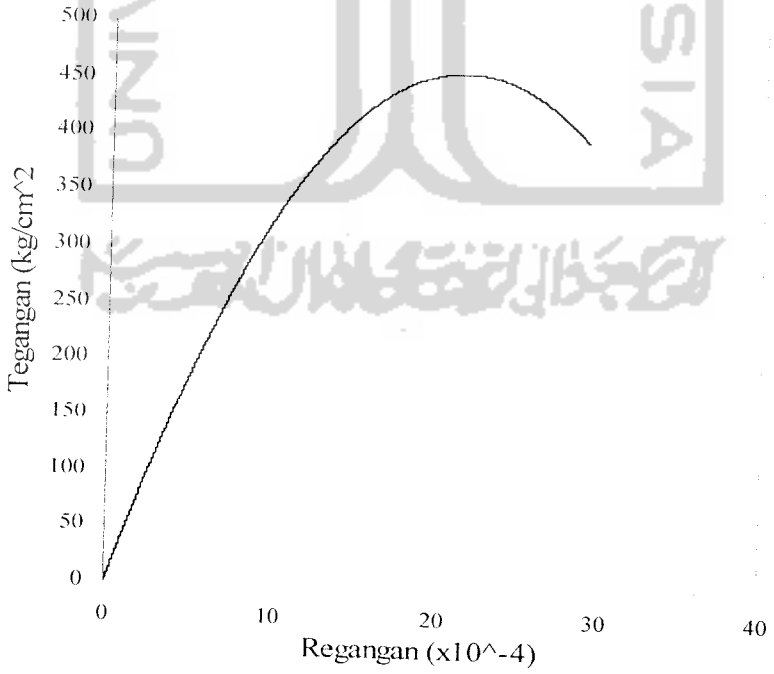
Gambar 5.18 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-10 %



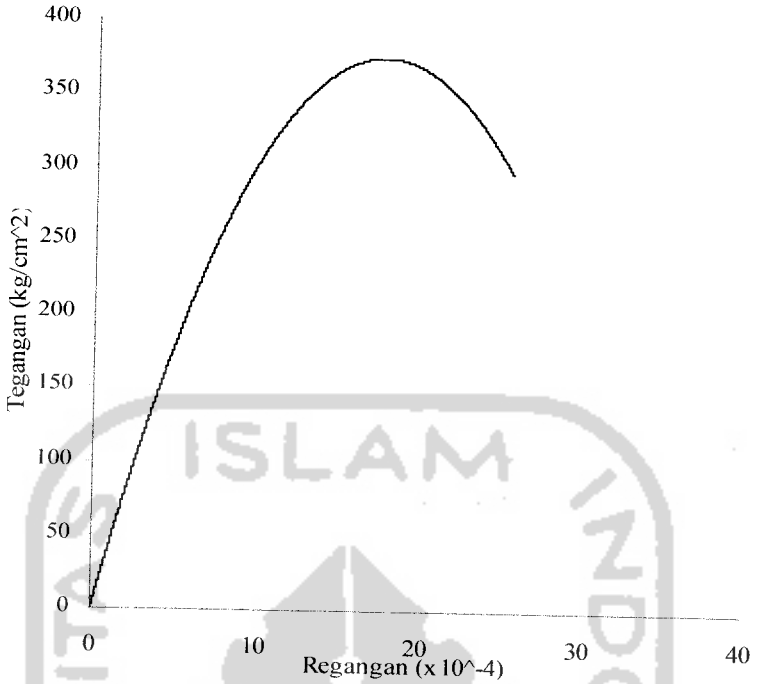
Gambar 5.19 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-15 %



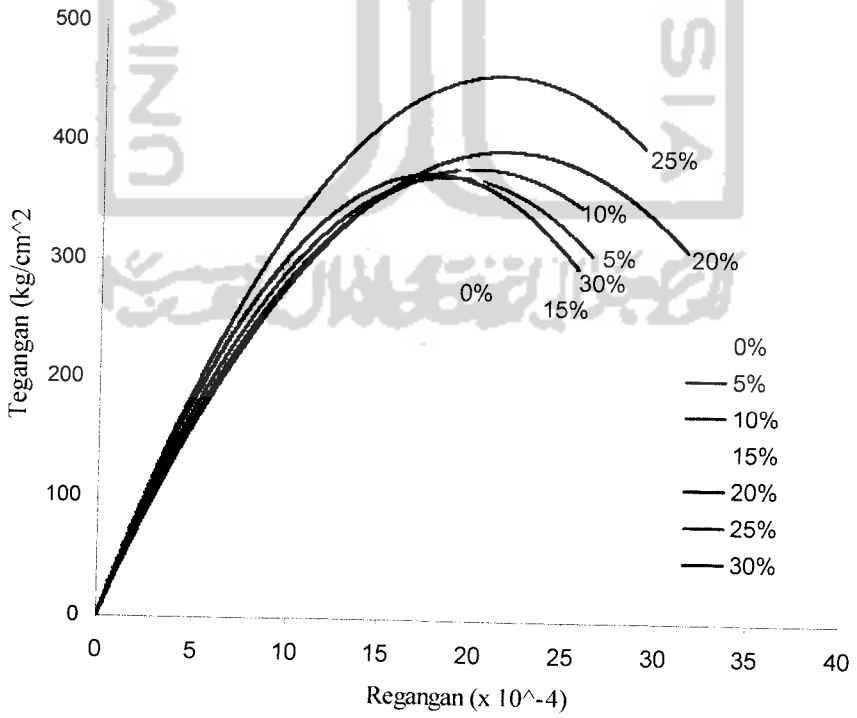
Gambar 5.20 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-20 %



Gambar 5.21 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-25 %



Gambar 5.22 Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian Variasi B25-30 %



Gambar 5.23 Gabungan Hubungan Tegangan Regangan Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian, untuk beton normal pada umumnya tegangan maksimum terjadi pada saat regangan beton mencapai ± 0,002 dan setelah titik maksimum tercapai, kurva akan menurun lagi sampai sampel benda uji beton hancur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin dikurangi air pada kandungan beton (nilai fas semakin kecil) dan dengan ditambah SP (untuk mempertahankan workabilitas) maka tegangannya semakin tinggi. Menurut *Tri Mulyono 2004*, hal ini disebabkan oleh air yang berada di antara bagian-bagian semen jumlahnya sedikit dan jarak antara butiran-butiran semen menjadi pendek. Akibatnya masa semen lebih menunjukkan keterikatannya (kekuatan lebih berpengaruh).

Dari hasil uji tegangan regangan diperoleh tegangan maksimum yaitu sebesar 473,5018 kg/cm^2 dan terjadi pada sampel dengan pengurangan air sebesar 25 % (variasi B25-25 % dengan jumlah SP sebesar 1,95 % berat semen). Akan tetapi pada variasi B25-30 % (pengurangan air 30 % dan SP sebesar 3,29 % berat semen) tegangannya lebih rendah dari variasi B25-25 %, hal ini disebabkan oleh banyaknya SP yang ditambahkan (melebihi dosis yang dianjurkan 2 % berat semen, *Edward G Nawy*). Menurut *Ilham (2003)* penggunaan SP yang terlalu banyak akan menyebabkan hidrasi menjadi lambat dan kemungkinan kuat tekannya rendah.

Pada tabel 5.4 dapat dilihat bahwa nilai regangan hancur yang diperoleh sangat bervariasi sehingga kurva yang terbentuk juga berbeda-beda, sementara

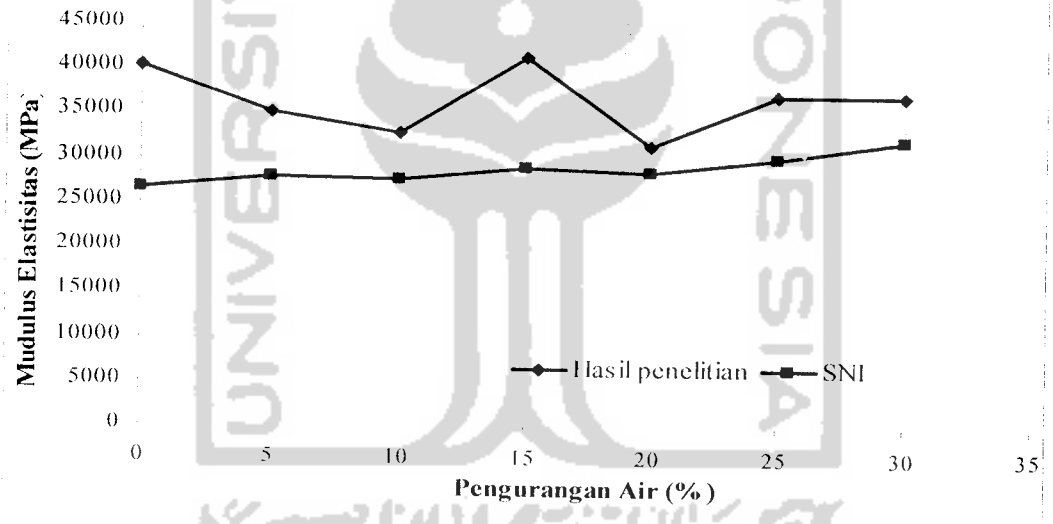
mutu dan variasi beton adalah sama. Regangan yang bervariasi ini lebih disebabkan oleh kondisi pembebanan yang berbeda, hal ini sesuai dengan pernyataan *Istimawan (1994)* yang menyatakan bahwa hubungan tegangan-regangan untuk mutu beton sama akan membentuk kurva yang berbeda apabila kondisi pembebanan berbeda. Atau dengan kata lain, dengan kondisi pembebanan berbeda yang berarti nilai regangannya berbeda maka diperoleh kurva yang berbeda pula. Pada kurva tegangan regangan bahwa sekitar 40 % dari tegangan maksimum pada umumnya dianggap linier dengan asumsi bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan tersebut pada dasarnya dianggap elastis. Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Beton Suatu Pendekatan Dasar; *Nawy, 1990*).

5.7 Modulus Elastisitas (Ec)

Dari pengujian tegangan-regangan dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas yang dihitung dengan menggunakan rumus yang sesuai dengan persamaan (3.9). Hasil perhitungan modulus elastisitas (Ec) dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 5.5 Nilai Modulus Elastisitas Beton

No	Variasi	Jumlah SP (%)	Slump (cm)	Mudulus Elastisitas (MPa)	
				Hasil Penelitian	SNI (4700√f'c)
1	B25-0 %	0,30	16,75	40218,1740	27303,1356
2	B25-5 %	0,45	16,75	35011,2644	28382,3123
3	B25-10 %	1,35	17,25	32820,6896	28617,2046
4	B25-15 %	1,50	17,25	41433,6856	30203,7528
5	B25-20 %	1,53	16,5	31517,2277	31021,4920
6	B25-25 %	1,95	17,15	37087,0788	31832,9523
7	B25-30 %	3,29	17,60	37051,8503	32966,4920



Gambar 5.24 Perbandingan Modulus Elastisitas Hasil Penelitian Dengan Tasil Teoritis (Rumus SNI)

Modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami perpanjangan atau perpendekan (disebut deformasi). Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa modulus elastisitas beton dengan pengurangan air sebesar 20 % (B25-20%) memiliki modulus elastisitas paling

rendah dengan nilai 31517,2277 MPa. Hal ini disebabkan oleh besarnya regangan yang terjadi pada saat 40 % tegangan maksimun. Modulus elastisitas terbesar terjadi pada sampel dengan variasi pengurangan air 15 % (B25-15% dengan penambahan SP 1,5 %) sebesar 41433,6856 MPa. Hal ini disebabkan oleh komposisi SP yang tepat (sesuai dengan dosis yang dianjurkan oleh produsen yaitu maksimum 1,5 % berat semen).

Pada gambar 5.22 dapat dilihat perbandingan antara modulus elastisitas hasil pengujian di laboratorium dengan hasil perhitungan secara teoritis (SNI). Dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian di laboratorium lebih tinggi dari hasil perhitungan secara teoritis. Dengan demikian beton normal yang dilakukan pengurangan kadar air (fas diperkecil) kemudian ditambahkan SP (untuk mempertahankan workabilitas), memenuhi syarat SNI karena hasil pengujian di laboratorium lebih besar dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus SNI (4700 $\sqrt{f'c}$).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. dengan penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan slump rata-rata sebesar 129,2143 mm
2. pengurangan air sampai dengan 30 % pada beton normal, dengan penambahan *superplasticizer,* workabilitas dapat dipertahankan (nilai slump > 15 cm) dan beton masih mudah untuk dikerjakan,
3. pada sampel umur 3, 7 dan 14 hari pada sampel dengan variasi pengurangan air sebesar 30 % dan penambahan *superplasticizer* sebesar 3,29 % dari berat semen (untuk menjaga workabilitas) kuat tekan mengalami penurunan,
4. jumlah SP yang banyak menyebabkan proses ikatan awal beton menjadi lebih lama pada umur 3, 7 dan 14 hari,
5. semakin besar jumlah pengurangan air pada beton normal maka semakin besar *superplasticizer* yang dibutuhkan untuk menjaga workabilitas beton,

6. pada sampel umur 28 hari semakin besar pengurangan air, kuat tekan semakin tinggi dan diperoleh kuat tekan maksimum sebesar 49,1983 MPa,
7. semakin besar pengurangan air dan penambahan *superplasticizer* (untuk menjaga workabilitas) pada beton normal maka modulus elastisitasnya semakin besar,
8. penambahan SP sebesar 3,29 % berat semen yang melebihi dosis anjuran oleh pabrik (1,5 % dari berat semen) dan pada beton normal yang dilakukan pengurangan air sebesar 30 %, kuat tekan beton masih menunjukkan peningkatan.

6.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan berkaitan dengan penelitian ini adalah:

1. untuk beton yang memiliki workabilitas kurang baik seperti beton serat dapat menggunakan bahan tambah *superplasticizer* supaya lebih mudah dalam pengerjaannya,
2. perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode perhitungan campuran yang berbeda,
3. pengujian slump dilakukan beberapa kali pada setiap sampel untuk meyakinkan besarnya nilai slump yang diperoleh,
4. dalam pelaksanaan pembuatan sampel, proses pemadatan harus merata supaya tidak mengahasilkan benda uji yang keropos, gunakan *vibrator*.

DAFTAR PUSTAKA

Astanto Budi Triono, 2001, KOSTRUKSI BETON BERTULANG, Kanisius, Yogyakarta,

Buku Panduan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik, 2004, Jurusan Teknik Sipil fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Canonica Lucio, 1991, MEMAHAMI BETON BERTULANG, Angkasa, Bandung.

Ch. Kusmartadi, Heinz Frick, 1999, ILMU BAHAN BANGUNAN. Kanisius, Yogyakarta.

Candra Suwardani dan Faisal Sahdi, 2005, PENGARUH BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* (SIKAMENT NN) TERHADAP KUAT TEKAN BETON, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Cong, X., Gong, S., Darwin, D. & McCabe, S.L. 1992. *Role of silica fume in compressive strength of cement paste, mortar, and concrete*. ACI Materials Journal. July-August 1992. Vol. 89, No. 4, hal. 375-387.

Drio Bramantyo dan Noviraldi Susanto, 2005, TUGAS AKHIR PENGARUH PENAMBAHAN AIR DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* PADA KARAKTERISTIK BETON DENGAN KUAT TEKAN 20 MPa DAN 25MPa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Fitria Harini dan Asna Luthfan, 2003, TUGAS AKHIR UJI LABORATORIUM TINJAUAN PEMAKAIAN *SUPERPLASTICIZER* PADA BETON MUTU TINGGI TERHADAP KUAT DESAK DAN KADAR OPTIMUM, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Ir. Tri mulyono, MT, 2004, TEKNOLOGI BETON, ANDI, Yogyakarta.

Kusuma Gideon, Sagel. R, Kole. P, 1994, PEDOMAN PENGERJAAN BETON, Erlangga, Jakarta.

Murdock, L. J, K. M. Brook, dan Stephanus Hendarko., 1991, BAHAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.

M. Syafruddin PN dan Hastoro PS, 2005, PENGARUH PENGURANGAN KANDUNGAN AIR DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER PADA KOMPOSISI CAMPURAN BETON KUAT TEKAN 30 DAN 40 MPa, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Nawy, E. G., 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, PT. Eresco, Bandung.

Neville, A.M. 1975. *Properties of Concrete*. Fourth Edition. England: Longman Group Limited.

Popovics, 1998, STRENGTH AND RELATED PROPERTIES OF CONCRETE, John Wileys and Sons Inc. Canada.

Ramachandran, V. S., 1979, *Superplasticizer in Concrete*. http://www.ircmo-cbc.gc.ca/cbd/cbd203e.html.

SNI, 03-1972-1990, METODE PENGUJIAN SLUMP BETON

SNI, 03-1974-1990, METODE PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Surdia. T dan Saito. S, 1992, PENGETAHUAN BAHAN TEKNIK, PT Paradnya Paramita, Jakarta.

Singh, N.B., Sarvahi, R. & Singh, N.V. 1992. *Effect superplasticizers on the Hydration of Cement.* Cement and Concrete Research. Vol. 22, hal. 725-735.

Swamy, R. N., 1989, *Superplasticizer and concrete durability*, American Concrete Institute pp. 361-382. (ACI SP-119) , Detroit, MI, USA. www.cnr.it encosrlITA/servizi/pdf degrado/62.pdf

Tjokrodimulyo, K, 1992, TEKNOLOGI BETON, Nafiri, Yogyakarta.

Van Vlack, 1986, ILIMU DAN TEKNOLOGI BAHAN, Erlangga, Jakarta

Wahyudi . L, A. rahim Syahril, 1997, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wang Chua-Kia, G. Salmon Charles, Hariandja Binsar, 1993, DESAIN BETON BERTULANG EDISI IV, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN 1

(Kartu Peserta Tugas Akhir)

JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Firmansyah	02 511 224	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

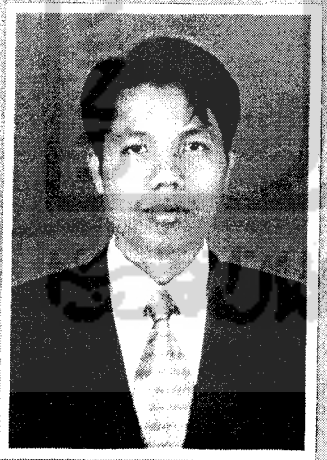
Pengaruh Pengurangan Air dan Penambahan Superplasticier Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu Beton 25 Mpa

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

No.	Kegiatan	Bulan Ke : SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham,Dr.Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr.Ir,MT



Jogjakarta , 6-Sep-06
a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan :

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TAN TANG
1	01/03-07	- Laporan diperbaiki - Pembahasan diperdalam	
2	02/03-07	- Seminar	
3	17/03-07	- Siapkan sidang	
4	26/03-07	- Siapkan pendadaran	

UNIVERSITAS ANDALAS

LAMPIRAN 2

(Hasil Pengujian Tegangan-Regangan)

Variasi B25-0 %

Tinggi	= 30	cm
Diameter	= 14.80	cm
Luas (Ao)	= 171.95	cm2
Volume	= 5158.39	cm3
Lo	= 15	cm
Tegangan (σ)	= P/Ao	
	= (1019.37)/(171.95)	
	= 5.9284	kg/cm2
Regangan (ξ)	= (ΔL*0.5) / Lo	
	= (3*0.5) / 15	
	= 0.1 x (10^-4)	

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1019.368	3	5.9284	0.1000	0.0315
3	20	2038.736	8	11.8568	0.2667	0.1982
4	30	3058.104	12	17.7852	0.4000	0.3315
5	40	4077.472	16	23.7136	0.5333	0.4648
6	50	5096.84	20	29.6420	0.6667	0.5982
7	60	6116.208	24	35.5704	0.8000	0.7315
8	70	7135.576	28	41.4988	0.9333	0.8648
9	80	8154.944	32	47.4272	1.0667	0.9982
10	90	9174.312	36	53.3556	1.2000	1.1315
11	100	10193.68	41	59.2841	1.3667	1.2982
12	110	11213.05	46	65.2125	1.5333	1.4648
13	120	12232.42	50	71.1409	1.6667	1.5982
14	130	13251.78	55	77.0693	1.8333	1.7648
15	140	14271.15	60	82.9977	2.0000	1.9315
16	150	15290.52	61	88.9261	2.0333	1.9648
17	160	16309.89	71	94.8545	2.3667	2.2982
18	170	17329.26	76	100.7829	2.5333	2.4648
19	180	18348.62	81	106.7113	2.7000	2.6315
20	190	19367.99	85	112.6397	2.8333	2.7648
21	200	20387.36	92	118.5681	3.0667	2.9982
22	210	21406.73	97	124.4965	3.2333	3.1648
23	220	22426.1	104	130.4249	3.4667	3.3982
24	230	23445.46	108	136.3533	3.6000	3.5315
25	240	24464.83	113	142.2817	3.7667	3.6982
26	250	25484.2	120	148.2101	4.0000	3.9315

27	260	26503.57	122	154.1385	4.0667	3.9982
28	270	27522.94	130	160.0669	4.3333	4.2648
29	280	28542.3	133	165.9954	4.4333	4.3648
30	290	29561.67	139	171.9238	4.6333	4.5648
31	300	30581.04	145	177.8522	4.8333	4.7648
32	310	31600.41	150	183.7806	5.0000	4.9315
33	320	32619.78	157	189.7090	5.2333	5.1648
34	330	33639.14	162	195.6374	5.4000	5.3315
35	340	34658.51	168	201.5658	5.6000	5.5315
36	350	35677.88	175	207.4942	5.8333	5.7648
37	360	36697.25	182	213.4226	6.0667	5.9982
38	370	37716.62	188	219.3510	6.2667	6.1982
39	380	38735.98	195	225.2794	6.5000	6.4315
40	390	39755.35	200	231.2078	6.6667	6.5982
41	400	40774.72	206	237.1362	6.8667	6.7982
42	410	41794.09	214	243.0646	7.1333	7.0648
43	420	42813.46	218	248.9930	7.2667	7.1982
44	430	43832.82	226	254.9214	7.5333	7.4648
45	440	44852.19	233	260.8498	7.7667	7.6982
46	450	45871.56	241	266.7782	8.0333	7.9648
47	460	46890.93	247	272.7067	8.2333	8.1648
48	470	47910.3	256	278.6351	8.5333	8.4648
49	480	48929.66	265	284.5635	8.8333	8.7648
50	490	49949.03	273	290.4919	9.1000	9.0315
51	500	50968.4	280	296.4203	9.3333	9.2648
52	510	51987.77	290	302.3487	9.6667	9.5982
53	520	53007.14	295	308.2771	9.8333	9.7648
54	**528.5**	53873.6	305	313.3162	10.1667	10.0982
55	510	51987.77	410	302.3487	13.6667	13.5982
56	500	50968.4	520	296.4203	17.3333	17.2648
57	490	49949.03	580	290.4919	19.3333	19.2648

Variasi : B25-5 %
Tinggi = 29.7 cm
Diameter = 15 cm
Luas (Ao) = 176.63 cm2
Volume = 5245.76 cm3
Lo = 15 cm
Tegangan (σ) = P/Ao
= (1019.37)/(176.63)
= 5.7714 kg/cm2

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (8*0.5) / 15
= 0.2667 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	($X10^{-3}$mm)	(Kg/cm^2)	($x10^{-4}$)	($x10^{-4}$)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1019.37	8	5.7714	0.2667	(0.1598)
3	20	2038.74	11	11.5427	0.3667	(0.0598)
4	30	3058.10	16	17.3141	0.5333	0.1068
5	40	4077.47	20	23.0855	0.6667	0.2402
6	50	5096.84	26	28.8568	0.8667	0.4402
7	60	6116.21	31	34.6282	1.0333	0.6068
8	70	7135.58	37	40.3996	1.2333	0.8068
9	80	8154.94	44	46.1709	1.4667	1.0402
10	90	9174.31	50	51.9423	1.6667	1.2402
11	100	10193.68	57	57.7137	1.9000	1.4735
12	110	11213.05	63	63.4851	2.1000	1.6735
13	120	12232.42	69	69.2564	2.3000	1.8735
14	130	13251.78	76	75.0278	2.5333	2.1068
15	140	14271.15	81	80.7992	2.7000	2.2735
16	150	15290.52	88	86.5705	2.9333	2.5068
17	160	16309.89	92	92.3419	3.0667	2.6402
18	170	17329.26	98	98.1133	3.2667	2.8402
19	180	18348.62	103	103.8846	3.4333	3.0068
20	190	19367.99	109	109.6560	3.6333	3.2068
21	200	20387.36	112	115.4274	3.7333	3.3068
22	210	21406.73	119	121.1987	3.9667	3.5402
23	220	22426.10	125	126.9701	4.1667	3.7402
24	230	23445.46	131	132.7415	4.3667	3.9402
25	240	24464.83	135	138.5128	4.5000	4.0735

26	250	25484.20	141	144.2842	4.7000	4.2735
27	260	26503.57	147	150.0556	4.9000	4.4735
28	270	27522.94	153	155.8270	5.1000	4.6735
29	280	28542.30	160	161.5983	5.3333	4.9068
30	290	29561.67	166	167.3697	5.5333	5.1068
31	300	30581.04	171	173.1411	5.7000	5.2735
32	310	31600.41	178	178.9124	5.9333	5.5068
33	320	32619.78	183	184.6838	6.1000	5.6735
34	330	33639.14	189	190.4552	6.3000	5.8735
35	340	34658.51	194	196.2265	6.4667	6.0402
36	350	35677.88	200	201.9979	6.6667	6.2402
37	360	36697.25	206	207.7693	6.8667	6.4402
38	370	37716.62	212	213.5406	7.0667	6.6402
39	380	38735.98	219	219.3120	7.3000	6.8735
40	390	39755.35	225	225.0834	7.5000	7.0735
41	400	40774.72	231	230.8547	7.7000	7.2735
42	410	41794.09	237	236.6261	7.9000	7.4735
43	420	42813.46	245	242.3975	8.1667	7.7402
44	430	43832.82	252	248.1689	8.4000	7.9735
45	440	44852.19	259	253.9402	8.6333	8.2068
46	450	45871.56	265	259.7116	8.8333	8.4068
47	460	46890.93	271	265.4830	9.0333	8.6068
48	470	47910.30	279	271.2543	9.3000	8.8735
49	480	48929.66	287	277.0257	9.5667	9.1402
50	490	49949.03	292	282.7971	9.7333	9.3068
51	500	50968.40	301	288.5684	10.0333	9.6068
52	510	51987.77	308	294.3398	10.2667	9.8402
53	520	53007.14	314	300.1112	10.4667	10.0402
54	530	54026.50	323	305.8825	10.7667	10.3402
55	540	55045.87	332	311.6539	11.0667	10.6402
56	550	56065.24	341	317.4253	11.3667	10.9402
57	560	57084.61	351	323.1966	11.7000	11.2735
58	570	58103.98	360	328.9680	12.0000	11.5735
59	580	59123.34	370	334.7394	12.3333	11.9068
60	590	60142.71	380	340.5108	12.6667	12.2402
61	600	61162.08	389	346.2821	12.9667	12.5402
62	610	62181.45	398	352.0535	13.2667	12.8402
63	620	63200.82	400	357.8249	13.3333	12.9068
64	620.6	63261.98	450	358.1711	15.0000	14.5735
65	610	62181.45	550	352.0535	18.3333	17.9068
66	570	58103.98	694	328.9680	23.1333	22.7068
67	560	57084.61	789	323.1966	26.3000	25.8735

Variasi : B25-10 %
Tinggi = 29.6 cm
Diameter = 15
Luas (Ao) = 176.63 cm2
Volume = 5228.10 cm3
Lo = 15 cm
Tegangan (σ) = P/Ao
= (1019.37)/(176.63)
= 5.7714 kg/cm2

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (2*0.5) / 15
= 0.0667 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1,019.37	2	5.7714	0.0667	0.3020
3	20	2,038.74	6	11.5427	0.2000	0.4353
4	30	3,058.10	10	17.3141	0.3333	0.5686
5	40	4,077.47	14	23.0855	0.4667	0.7020
6	50	5,096.84	18	28.8568	0.6000	0.8353
7	60	6,116.21	23	34.6282	0.7667	1.0020
8	70	7,135.58	28	40.3996	0.9333	1.1686
9	80	8,154.94	34	46.1709	1.1333	1.3686
10	90	9,174.31	37	51.9423	1.2333	1.4686
11	100	10,193.68	42	57.7137	1.4000	1.6353
12	110	11,213.05	47	63.4851	1.5667	1.8020
13	120	12,232.42	51	69.2564	1.7000	1.9353
14	130	13,251.78	56	75.0278	1.8667	2.1020
15	140	14,271.15	61	80.7992	2.0333	2.2686
16	150	15,290.52	66	86.5705	2.2000	2.4353
17	160	16,309.89	71	92.3419	2.3667	2.6020
18	170	17,329.26	76	98.1133	2.5333	2.7686
19	180	18,348.62	81	103.8846	2.7000	2.9353
20	190	19,367.99	87	109.6560	2.9000	3.1353
21	200	20,387.36	92	115.4274	3.0667	3.3020
22	210	21,406.73	97	121.1987	3.2333	3.4686
23	220	22,426.10	103	126.9701	3.4333	3.6686
24	230	23,445.46	108	132.7415	3.6000	3.8353
25	240	24,464.83	114	138.5128	3.8000	4.0353
26	250	25,484.20	120	144.2842	4.0000	4.2353
27	260	26,503.57	125	150.0556	4.1667	4.4020
28	270	27,522.94	130	155.8270	4.3333	4.5686
29	280	28,542.30	136	161.5983	4.5333	4.7686
30	290	29,561.67	141	167.3697	4.7000	4.9353
31	300	30,581.04	147	173.1411	4.9000	5.1353

L2.6

32	310	31,600.41	153	178.9124	5.1000	5.3353
33	320	32,619.78	160	184.6838	5.3333	5.5686
34	330	33,639.14	166	190.4552	5.5333	5.7686
35	340	34,658.51	171	196.2265	5.7000	5.9353
36	350	35,677.88	179	201.9979	5.9667	6.2020
37	360	36,697.25	185	207.7693	6.1667	6.4020
38	370	37,716.62	191	213.5406	6.3667	6.6020
39	380	38,735.98	198	219.3120	6.6000	6.8353
40	390	39,755.35	205	225.0834	6.8333	7.0686
41	400	40,774.72	214	230.8547	7.1333	7.3686
42	410	41,794.09	220	236.6261	7.3333	7.5686
43	420	42,813.46	229	242.3975	7.6333	7.8686
44	430	43,832.82	237	248.1689	7.9000	8.1353
45	440	44,852.19	245	253.9402	8.1667	8.4020
46	450	45,871.56	254	259.7116	8.4667	8.7020
47	460	46,890.93	263	265.4830	8.7667	9.0020
48	470	47,910.30	274	271.2543	9.1333	9.3686
49	480	48,929.66	283	277.0257	9.4333	9.6686
50	490	49,949.03	293	282.7971	9.7667	10.0020
51	500	50,968.40	300	288.5684	10.0000	10.2353
52	510	51,987.77	312	294.3398	10.4000	10.6353
53	520	53,007.14	313	300.1112	10.4333	10.6686
54	530	54,026.50	334	305.8825	11.1333	11.3686
55	540	55,045.87	345	311.6539	11.5000	11.7353
56	550	56,065.24	359	317.4253	11.9667	12.2020
57	560	57,084.61	371	323.1966	12.3667	12.6020
58	570	58,103.98	385	328.9680	12.8333	13.0686
59	580	59,123.34	399	334.7394	13.3000	13.5353
60	590	60,142.71	416	340.5108	13.8667	14.1020
61	600	61,162.08	435	346.2821	14.5000	14.7353
62	610	62,181.45	458	352.0535	15.2667	15.5020
63	620	63,200.82	488	357.8249	16.2667	16.5020
64	630	64,220.18	522	363.5962	17.4000	17.6353
65	640	65,239.55	556	369.3676	18.5333	18.7686
66	650	66,258.92	568	375.1390	18.9333	19.1686
67	660	67,278.29	580	380.9103	19.3333	19.5686
68	670	68,297.66	603	386.6817	20.1000	20.3353
69	677.6	69,072.38	622	391.0679	20.7333	20.9686
70	670	68,297.66	637	386.6817	21.2333	21.4686
71	660	67,278.29	654	380.9103	21.8000	22.0353
72	650	66,258.92	666	375.1390	22.2000	22.4353
73	640	65,239.55	678	369.3676	22.6000	22.8353

Variasi	: B25-15 %		L2-7
Tinggi	= 30	cm	
Diameter	= 15	cm	
Luas (Ao)	= 176.63	cm2	
Volume	= 5298.75	cm3	
Lo	= 15	cm	
Tegangan (σ)	= P/Ao		
	= (1019.37)/(176.63)		
	= 5.7714	kg/cm2	

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (3.5*0.5) / 15
= 0.1167 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1019.37	3.5	5.7714	0.1167	-0.0411
3	20	2038.74	7	11.5427	0.2333	0.0755
4	30	3058.10	10	17.3141	0.3333	0.1755
5	40	4077.47	13	23.0855	0.4333	0.2755
6	50	5096.84	17	28.8568	0.5667	0.4089
7	60	6116.21	21	34.6282	0.7000	0.5422
8	70	7135.58	25	40.3996	0.8333	0.6755
9	80	8154.94	27	46.1709	0.9000	0.7422
10	90	9174.31	33	51.9423	1.1000	0.9422
11	100	10193.68	37	57.7137	1.2333	1.0755
12	110	11213.05	42	63.4851	1.4000	1.2422
13	120	12232.42	46	69.2564	1.5333	1.3755
14	130	13251.78	51	75.0278	1.7000	1.5422
15	140	14271.15	55	80.7992	1.8333	1.6755
16	150	15290.52	60	86.5705	2.0000	1.8422
17	160	16309.89	64	92.3419	2.1333	1.9755
18	170	17329.26	69	98.1133	2.3000	2.1422
19	180	18348.62	73	103.8846	2.4333	2.2755
20	190	19367.99	79	109.6560	2.6333	2.4755
21	200	20387.36	84	115.4274	2.8000	2.6422
22	210	21406.73	89	121.1987	2.9667	2.8089
23	220	22426.10	95	126.9701	3.1667	3.0089
24	230	23445.46	100	132.7415	3.3333	3.1755
25	240	24464.83	105	138.5128	3.5000	3.3422
26	250	25484.20	111	144.2842	3.7000	3.5422
27	260	26503.57	116	150.0556	3.8667	3.7089
28	270	27522.94	122	155.8270	4.0667	3.9089
29	280	28542.30	128	161.5983	4.2667	4.1089
30	290	29561.67	134	167.3697	4.4667	4.3089

L2-8

31	300	30581.04	140	173.1411	4.6667	4.5089
32	310	31600.41	145	178.9124	4.8333	4.6755
33	320	32619.78	152	184.6838	5.0667	4.9089
34	330	33639.14	158	190.4552	5.2667	5.1089
35	340	34658.51	165	196.2265	5.5000	5.3422
36	350	35677.88	171	201.9979	5.7000	5.5422
37	360	36697.25	178	207.7693	5.9333	5.7755
38	370	37716.62	183	213.5406	6.1000	5.9422
39	380	38735.98	190	219.3120	6.3333	6.1755
40	390	39755.35	196	225.0834	6.5333	6.3755
41	400	40774.72	202	230.8547	6.7333	6.5755
42	410	41794.09	207	236.6261	6.9000	6.7422
43	420	42813.46	211	242.3975	7.0333	6.8755
44	430	43832.82	215	248.1689	7.1667	7.0089
45	440	44852.19	220	253.9402	7.3333	7.1755
46	450	45871.56	222	259.7116	7.4000	7.2422
47	460	46890.93	228	265.4830	7.6000	7.4422
48	470	47910.30	233	271.2543	7.7667	7.6089
49	480	48929.66	238	277.0257	7.9333	7.7755
50	490	49949.03	244	282.7971	8.1333	7.9755
51	500	50968.40	248	288.5684	8.2667	8.1089
52	510	51987.77	256	294.3398	8.5333	8.3755
53	520	53007.14	263	300.1112	8.7667	8.6089
54	530	54026.50	270	305.8825	9.0000	8.8422
55	540	55045.87	275	311.6539	9.1667	9.0089
56	550	56065.24	281	317.4253	9.3667	9.2089
57	560	57084.61	287	323.1966	9.5667	9.4089
58	570	58103.98	292	328.9680	9.7333	9.5755
59	580	59123.34	296	334.7394	9.8667	9.7089
60	590	60142.71	295	340.5108	9.8333	9.6755
61	600	61162.08	294	346.2821	9.8000	9.6422
62	610	62181.45	296	352.0535	9.8667	9.7089
63	620	63200.82	301	357.8249	10.0333	9.8755
64	630	64220.18	308	363.5962	10.2667	10.1089
65	640	65239.55	319	369.3676	10.6333	10.4755
66	650	66258.92	330	375.1390	11.0000	10.8422
67	660	67278.29	342	380.9103	11.4000	11.2422
68	670	68297.66	360	386.6817	12.0000	11.8422
69	680	69317.02	382	392.4531	12.7333	12.5755
70	687.7	70101.94	485	396.8970	16.1667	16.0089
71	670	68297.66	515	386.6817	17.1667	17.0089
72	660	67278.29	540	380.9103	18.0000	17.8422
73	650	66258.92	555	375.1390	18.5000	18.3422
74	640	65239.55	578	369.3676	19.2667	19.1089
75	630	64220.18	590	363.5962	19.6667	19.5089
76	620	63200.82	610	357.8249	20.3333	20.1755

72	710	72375.13	620	393.8554	20.6667	20.8909
73	720	73394.50	626	399.4027	20.8667	21.0909
74	730	74413.86	627	404.9499	20.9000	21.1242
75	734.6	74882.77	660	407.5017	22.0000	22.2242
76	730	74413.86	700	404.9499	23.3333	23.5575
77	720	73394.50	710	399.4027	23.6667	23.8909
78	710	72375.13	711	393.8554	23.7000	23.9242
79	700	71355.76	712	388.3082	23.7333	23.9575
80	690	70336.39	712	382.7609	23.7333	23.9575

L2-8

31	300	30581.04	140	173.1411	4.6667	4.5089
32	310	31600.41	145	178.9124	4.8333	4.6755
33	320	32619.78	152	184.6838	5.0667	4.9089
34	330	33639.14	158	190.4552	5.2667	5.1089
35	340	34658.51	165	196.2265	5.5000	5.3422
36	350	35677.88	171	201.9979	5.7000	5.5422
37	360	36697.25	178	207.7693	5.9333	5.7755
38	370	37716.62	183	213.5406	6.1000	5.9422
39	380	38735.98	190	219.3120	6.3333	6.1755
40	390	39755.35	196	225.0834	6.5333	6.3755
41	400	40774.72	202	230.8547	6.7333	6.5755
42	410	41794.09	207	236.6261	6.9000	6.7422
43	420	42813.46	211	242.3975	7.0333	6.8755
44	430	43832.82	215	248.1689	7.1667	7.0089
45	440	44852.19	220	253.9402	7.3333	7.1755
46	450	45871.56	222	259.7116	7.4000	7.2422
47	460	46890.93	228	265.4830	7.6000	7.4422
48	470	47910.30	233	271.2543	7.7667	7.6089
49	480	48929.66	238	277.0257	7.9333	7.7755
50	490	49949.03	244	282.7971	8.1333	7.9755
51	500	50968.40	248	288.5684	8.2667	8.1089
52	510	51987.77	256	294.3398	8.5333	8.3755
53	520	53007.14	263	300.1112	8.7667	8.6089
54	530	54026.50	270	305.8825	9.0000	8.8422
55	540	55045.87	275	311.6539	9.1667	9.0089
56	550	56065.24	281	317.4253	9.3667	9.2089
57	560	57084.61	287	323.1966	9.5667	9.4089
58	570	58103.98	292	328.9680	9.7333	9.5755
59	580	59123.34	296	334.7394	9.8667	9.7089
60	590	60142.71	295	340.5108	9.8333	9.6755
61	600	61162.08	294	346.2821	9.8000	9.6422
62	610	62181.45	296	352.0535	9.8667	9.7089
63	620	63200.82	301	357.8249	10.0333	9.8755
64	630	64220.18	308	363.5962	10.2667	10.1089
65	640	65239.55	319	369.3676	10.6333	10.4755
66	650	66258.92	330	375.1390	11.0000	10.8422
67	660	67278.29	342	380.9103	11.4000	11.2422
68	670	68297.66	360	386.6817	12.0000	11.8422
69	680	69317.02	382	392.4531	12.7333	12.5755
70	687.7	70101.94	485	396.8970	16.1667	16.0089
71	670	68297.66	515	386.6817	17.1667	17.0089
72	660	67278.29	540	380.9103	18.0000	17.8422
73	650	66258.92	555	375.1390	18.5000	18.3422
74	640	65239.55	578	369.3676	19.2667	19.1089
75	630	64220.18	590	363.5962	19.6667	19.5089
76	620	63200.82	610	357.8249	20.3333	20.1755

Variasi : B25-20 %
Tinggi = 29.9 cm
Diameter = 15.30 cm
Luas (Ao) = 183.76 cm2
Volume = 5494.44 cm3
Lo = 15 cm
Tegangan (σ) = P/Ao
= (1019.37)/(183.76)
= 5.5473 kg/cm2

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (3.5*0.5) / 15
= 0.1167 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1019.37	3.5	5.5473	0.1167	0.3409
3	20	2038.74	7	11.0945	0.2333	0.4575
4	30	3058.10	12	16.6418	0.4000	0.6242
5	40	4077.47	16	22.1890	0.5333	0.7575
6	50	5096.84	20	27.7363	0.6667	0.8909
7	60	6116.21	24	33.2836	0.8000	1.0242
8	70	7135.58	28	38.8308	0.9333	1.1575
9	80	8154.94	33	44.3781	1.1000	1.3242
10	90	9174.31	37	49.9253	1.2333	1.4575
11	100	10193.68	42	55.4726	1.4000	1.6242
12	110	11213.05	47	61.0199	1.5667	1.7909
13	120	12232.42	51	66.5671	1.7000	1.9242
14	130	13251.78	56	72.1144	1.8667	2.0909
15	140	14271.15	61	77.6616	2.0333	2.2575
16	150	15290.52	65	83.2089	2.1667	2.3909
17	160	16309.89	71	88.7562	2.3667	2.5909
18	170	17329.26	75	94.3034	2.5000	2.7242
19	180	18348.62	81	99.8507	2.7000	2.9242
20	190	19367.99	87	105.3979	2.9000	3.1242
21	200	20387.36	91	110.9452	3.0333	3.2575
22	210	21406.73	96	116.4924	3.2000	3.4242
23	220	22426.10	103	122.0397	3.4333	3.6575
24	230	23445.46	107	127.5870	3.5667	3.7909
25	240	24464.83	112	133.1342	3.7333	3.9575
26	250	25484.20	120	138.6815	4.0000	4.2242
27	260	26503.57	125	144.2287	4.1667	4.3909

28	270	27522.94	130	149.7760	4.3333	4.5575
29	280	28542.30	135	155.3233	4.5000	4.7242
30	290	29561.67	140	160.8705	4.6667	4.8909
31	300	30581.04	147	166.4178	4.9000	5.1242
32	310	31600.41	151	171.9650	5.0333	5.2575
33	320	32619.78	158	177.5123	5.2667	5.4909
34	330	33639.14	163	183.0596	5.4333	5.6575
35	340	34658.51	171	188.6068	5.7000	5.9242
36	350	35677.88	178	194.1541	5.9333	6.1575
37	360	36697.25	183	199.7013	6.1000	6.3242
38	370	37716.62	190	205.2486	6.3333	6.5575
39	380	38735.98	197	210.7959	6.5667	6.7909
40	390	39755.35	205	216.3431	6.8333	7.0575
41	400	40774.72	210	221.8904	7.0000	7.2242
42	410	41794.09	215	227.4376	7.1667	7.3909
43	420	42813.46	223	232.9849	7.4333	7.6575
44	430	43832.82	230	238.5322	7.6667	7.8909
45	440	44852.19	237	244.0794	7.9000	8.1242
46	450	45871.56	245	249.6267	8.1667	8.3909
47	460	46890.93	253	255.1739	8.4333	8.6575
48	470	47910.30	261	260.7212	8.7000	8.9242
49	480	48929.66	270	266.2685	9.0000	9.2242
50	490	49949.03	278	271.8157	9.2667	9.4909
51	500	50968.40	285	277.3630	9.5000	9.7242
52	510	51987.77	295	282.9102	9.8333	10.0575
53	520	53007.14	305	288.4575	10.1667	10.3909
54	530	54026.50	312	294.0047	10.4000	10.6242
55	540	55045.87	322	299.5520	10.7333	10.9575
56	550	56065.24	332	305.0993	11.0667	11.2909
57	560	57084.61	341	310.6465	11.3667	11.5909
58	570	58103.98	352	316.1938	11.7333	11.9575
59	580	59123.34	365	321.7410	12.1667	12.3909
60	590	60142.71	380	327.2883	12.6667	12.8909
61	600	61162.08	399	332.8356	13.3000	13.5242
62	610	62181.45	412	338.3828	13.7333	13.9575
63	620	63200.82	425	343.9301	14.1667	14.3909
64	630	64220.18	440	349.4773	14.6667	14.8909
65	640	65239.55	462	355.0246	15.4000	15.6242
66	650	66258.92	495	360.5719	16.5000	16.7242
67	660	67278.29	521	366.1191	17.3667	17.5909
68	670	68297.66	539	371.6664	17.9667	18.1909
69	680	69317.02	551	377.2136	18.3667	18.5909
70	690	70336.39	610	382.7609	20.3333	20.5575
71	700	71355.76	615	388.3082	20.5000	20.7242

72	710	72375.13	620	393.8554	20.6667	20.8909
73	720	73394.50	626	399.4027	20.8667	21.0909
74	730	74413.86	627	404.9499	20.9000	21.1242
75	734.6	74882.77	660	407.5017	22.0000	22.2242
76	730	74413.86	700	404.9499	23.3333	23.5575
77	720	73394.50	710	399.4027	23.6667	23.8909
78	710	72375.13	711	393.8554	23.7000	23.9242
79	700	71355.76	712	388.3082	23.7333	23.9575
80	690	70336.39	712	382.7609	23.7333	23.9575

Variasi : B25-25 %
Tinggi = 30 cm
Diameter = 14.80 cm
Luas (Ao) = 171.95 cm2
Volume = 5158.39 cm3
Lo = 15 cm
Tegangan (σ) = P/Ao
= (1019.37)/(171.95)
= 5.9284 kg/cm2

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (4*0.5) / 15
= 0.1333 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1019.37	4	5.9284	0.1333	0.2252
3	20	2038.74	8	11.8568	0.2667	0.3586
4	30	3058.10	12	17.7852	0.4000	0.4919
5	40	4077.47	16	23.7136	0.5333	0.6252
6	50	5096.84	21	29.6420	0.7000	0.7919
7	60	6116.21	25	35.5704	0.8333	0.9252
8	70	7135.58	30	41.4988	1.0000	1.0919
9	80	8154.94	34	47.4272	1.1333	1.2252
10	90	9174.31	38	53.3556	1.2667	1.3586
11	100	10193.68	43	59.2841	1.4333	1.5252
12	110	11213.05	57	65.2125	1.9000	1.9919
13	120	12232.42	51	71.1409	1.7000	1.7919
14	130	13251.78	56	77.0693	1.8667	1.9586
15	140	14271.15	60	82.9977	2.0000	2.0919
16	150	15290.52	65	88.9261	2.1667	2.2586
17	160	16309.89	70	94.8545	2.3333	2.4252
18	170	17329.26	75	100.7829	2.5000	2.5919
19	180	18348.62	80	106.7113	2.6667	2.7586
20	190	19367.99	84	112.6397	2.8000	2.8919
21	200	20387.36	87	118.5681	2.9000	2.9919
22	210	21406.73	92	124.4965	3.0667	3.1586
23	220	22426.10	96	130.4249	3.2000	3.2919
24	230	23445.46	100	136.3533	3.3333	3.4252
25	240	24464.83	104	142.2817	3.4667	3.5586
26	250	25484.20	108	148.2101	3.6000	3.6919
27	260	26503.57	113	154.1385	3.7667	3.8586

28	270	27522.94	118	160.0669	3.9333	4.0252
29	280	28542.30	122	165.9954	4.0667	4.1586
30	290	29561.67	125	171.9238	4.1667	4.2586
31	300	30581.04	132	177.8522	4.4000	4.4919
32	310	31600.41	136	183.7806	4.5333	4.6252
33	320	32619.78	141	189.7090	4.7000	4.7919
34	330	33639.14	144	195.6374	4.8000	4.8919
35	340	34658.51	153	201.5658	5.1000	5.1919
36	350	35677.88	158	207.4942	5.2667	5.3586
37	360	36697.25	165	213.4226	5.5000	5.5919
38	370	37716.62	170	219.3510	5.6667	5.7586
39	380	38735.98	178	225.2794	5.9333	6.0252
40	390	39755.35	185	231.2078	6.1667	6.2586
41	400	40774.72	190	237.1362	6.3333	6.4252
42	410	41794.09	195	243.0646	6.5000	6.5919
43	420	42813.46	202	248.9930	6.7333	6.8252
44	430	43832.82	208	254.9214	6.9333	7.0252
45	440	44852.19	213	260.8498	7.1000	7.1919
46	450	45871.56	220	266.7782	7.3333	7.4252
47	460	46890.93	226	272.7067	7.5333	7.6252
48	470	47910.30	233	278.6351	7.7667	7.8586
49	480	48929.66	240	284.5635	8.0000	8.0919
50	490	49949.03	246	290.4919	8.2000	8.2919
51	500	50968.40	254	296.4203	8.4667	8.5586
52	510	51987.77	261	302.3487	8.7000	8.7919
53	520	53007.14	268	308.2771	8.9333	9.0252
54	530	54026.50	277	314.2055	9.2333	9.3252
55	540	55045.87	284	320.1339	9.4667	9.5586
56	550	56065.24	301	326.0623	10.0333	10.1252
57	560	57084.61	309	331.9907	10.3000	10.3919
58	570	58103.98	318	337.9191	10.6000	10.6919
59	580	59123.34	325	343.8475	10.8333	10.9252
60	590	60142.71	338	349.7759	11.2667	11.3586
61	600	61162.08	350	355.7043	11.6667	11.7586
62	610	62181.45	362	361.6327	12.0667	12.1586
63	620	63200.82	374	367.5611	12.4667	12.5586
64	630	64220.18	383	373.4895	12.7667	12.8586
65	640	65239.55	390	379.4180	13.0000	13.0919
66	650	66258.92	395	385.3464	13.1667	13.2586
67	660	67278.29	403	391.2748	13.4333	13.5252
68	670	68297.66	410	397.2032	13.6667	13.7586
69	680	69317.02	421	403.1316	14.0333	14.1252
70	690	70336.39	434	409.0600	14.4667	14.5586

71	700	71355.76	452	414.9884	15.0667	15.1586
72	710	72375.13	470	420.9168	15.6667	15.7586
73	720	73394.50	484	426.8452	16.1333	16.2252
74	730	74413.86	502	432.7736	16.7333	16.8252
75	740	75433.23	518	438.7020	17.2667	17.3586
76	750	76452.60	532	444.6304	17.7333	17.8252
77	760	77471.97	572	450.5588	19.0667	19.1586
78	770	78491.34	595	456.4872	19.8333	19.9252
79	780	79510.70	602	462.4156	20.0667	20.1586
80	790	80530.07	610	468.3440	20.3333	20.4252
81	798.7	81416.92	622	473.5018	20.7333	20.8252
82	790	80530.07	662	468.3440	22.0667	22.1586
83	780	79510.70	672	462.4156	22.4000	22.4919
84	770	78491.34	684	456.4872	22.8000	22.8919
85	760	77471.97	690	450.5588	23.0000	23.0919
86	750	76452.60	696	444.6304	23.2000	23.2919

Variasi : B25-30 %
Tinggi = 30 cm
Diameter = 14.80 cm
Luas (Ao) = 171.95 cm2
Volume = 5158.39 cm3
Lo = 15 cm
Tegangan (σ) = P/Ao
= (1019.37)/(171.95)
= 5.9284 kg/cm2

Regangan (ξ) = (ΔL*0.5) / Lo
= (4*0.5) / 15
= 0.1333 x (10^-4)

No	Beban (P)		Dial (ΔL)	Tegangan σ = P/Ao	Regangan ξ = ΔL*0.5/Lo	Regangan terkoreksi
	KN	Kg	(X10⁻³mm)	(Kg/cm²)	(x10⁻4)	(x10⁻4)
1	0	0	0	0	0	0
2	10	1,019.37	4	5.9284	0.1333	0.2707
3	20	2,038.74	10	11.8568	0.3333	0.4707
4	30	3,058.10	14	17.7852	0.4667	0.6041
5	40	4,077.47	20	23.7136	0.6667	0.8041
6	50	5,096.84	23	29.6420	0.7667	0.9041
7	60	6,116.21	27	35.5704	0.9000	1.0374
8	70	7,135.58	30	41.4988	1.0000	1.1374
9	80	8,154.94	32	47.4272	1.0667	1.2041
10	90	9,174.31	36	53.3556	1.2000	1.3374
11	100	10,193.68	40	59.2841	1.3333	1.4707
12	110	11,213.05	45	65.2125	1.5000	1.6374
13	120	12,232.42	47	71.1409	1.5667	1.7041
14	130	13,251.78	55	77.0693	1.8333	1.9707
15	140	14,271.15	62	82.9977	2.0667	2.2041
16	150	15,290.52	65	88.9261	2.1667	2.3041
17	160	16,309.89	70	94.8545	2.3333	2.4707
18	170	17,329.26	75	100.7829	2.5000	2.6374
19	180	18,348.62	80	106.7113	2.6667	2.8041
20	190	19,367.99	84	112.6397	2.8000	2.9374
21	200	20,387.36	88	118.5681	2.9333	3.0707
22	210	21,406.73	89	124.4965	2.9667	3.1041
23	220	22,426.10	90	130.4249	3.0000	3.1374
24	230	23,445.46	92	136.3533	3.0667	3.2041
25	240	24,464.83	97	142.2817	3.2333	3.3707
26	250	25,484.20	102	148.2101	3.4000	3.5374
27	260	26,503.57	106	154.1385	3.5333	3.6707

28	270	27,522.94	112	160.0669	3.7333	3.8707
29	280	28,542.30	120	165.9954	4.0000	4.1374
30	290	29,561.67	124	171.9238	4.1333	4.2707
31	300	30,581.04	127	177.8522	4.2333	4.3707
32	310	31,600.41	128	183.7806	4.2667	4.4041
33	320	32,619.78	132	189.7090	4.4000	4.5374
34	330	33,639.14	136	195.6374	4.5333	4.6707
35	340	34,658.51	140	201.5658	4.6667	4.8041
.36	350	35,677.88	220	207.4942	7.3333	7.4707
37	360	36,697.25	220	213.4226	7.3333	7.4707
38	370	37,716.62	220	219.3510	7.3333	7.4707
39	380	38,735.98	220	225.2794	7.3333	7.4707
40	390	39,755.35	220	231.2078	7.3333	7.4707
41	400	40,774.72	221	237.1362	7.3667	7.5041
42	410	41,794.09	225	243.0646	7.5000	7.6374
43	420	42,813.46	240	248.9930	8.0000	8.1374
44	430	43,832.82	245	254.9214	8.1667	8.3041
45	440	44,852.19	248	260.8498	8.2667	8.4041
46	450	45,871.56	252	266.7782	8.4000	8.5374
47	460	46,890.93	256	272.7067	8.5333	8.6707
48	470	47,910.30	260	278.6351	8.6667	8.8041
49	480	48,929.66	265	284.5635	8.8333	8.9707
50	490	49,949.03	268	290.4919	8.9333	9.0707
51	500	50,968.40	271	296.4203	9.0333	9.1707
52	510	51,987.77	275	302.3487	9.1667	9.3041
53	520	53,007.14	278	308.2771	9.2667	9.4041
54	530	54,026.50	284	314.2055	9.4667	9.6041
55	540	55,045.87	288	320.1339	9.6000	9.7374
56	550	56,065.24	292	326.0623	9.7333	9.8707
57	560	57,084.61	374	331.9907	12.4667	12.6041
58	570	58,103.98	380	337.9191	12.6667	12.8041
59	580	59,123.34	390	343.8475	13.0000	13.1374
60	590	60,142.71	396	349.7759	13.2000	13.3374
61	600	61,162.08	406	355.7043	13.5333	13.6707
62	610	62,181.45	411	361.6327	13.7000	13.8374
63	620	63,200.82	415	367.5611	13.8333	13.9707
64	630	64,220.18	420	373.4895	14.0000	14.1374
65	649.4	66,197.76	429	384.9907	14.3000	14.4374
66	640	65,239.55	440	379.4180	14.6667	14.8041
67	630	64,220.18	454	373.4895	15.1333	15.2707
68	620	63,200.82	476	367.5611	15.8667	16.0041
69	610	62,181.45	486	361.6327	16.2000	16.3374
70	609	62,079.51	502	361.0399	16.7333	16.8707

LAMPIRAN 3

(Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton)

HASIL PENELITIAN
NILAI KUAT TEKAN BETON f'c 25 MPa

SAMPEL UMUR 3 HARI

Pengurangan Air 0 % + SP 0,30 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,8	171,95	221,20	12,8645
2	14,9	174,28	236,40	13,5645
3	15,1	178,99	212,30	11,8611

Pengurangan Air 5 % + SP 0,45 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	261,50	15,0048
2	15	176,63	241,60	13,6787
3	15	176,63	211,20	11,9575

Pengurangan Air 10 % + SP 1,35 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	479,70	27,1592
2	15	176,63	338,70	19,1762
3	14,9	174,28	397,40	22,8027

Pengurangan Air 15 % + SP 1,50 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	333,20	18,8648
2	15	176,63	316,50	17,9193
3	14,9	174,28	344,80	19,7845

Pengurangan Air 20 % + SP 1,53 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	442,20	25,0361
2	14,8	171,95	359,60	20,9135
3	15	176,63	398,80	22,5789

Pengurangan Air 25 % + SP 1,95 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,6	167,33	548,00	32,7495
2	14,6	167,33	397,40	23,7494
3	14,6	167,33	494,00	29,5224

Pengurangan Air 30 % + SP 3,29 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,8	171,95	537,50	31,2597
2	14,6	167,33	485,80	29,0323
3	14,6	167,33	475,60	28,4228

SAMPEL UMUR 7 HARI

Pengurangan Air 0 % + SP 0,30 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	443,40	25,1040
2	15,1	178,99	421,10	23,5267
3	15,1	178,99	289,50	16,1743

Pengurangan Air 5 % + SP 0,45 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	368,60	20,8691
2	15	176,63	395,70	22,4034
3	15,1	178,99	420,10	23,4709

Pengurangan Air 10 % + SP 1,35 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,6	167,33	377,00	22,5302
2	14,9	174,28	622,80	35,7360
3	14,6	167,33	359,50	21,4844

Pengurangan Air 15 % + SP 1,50 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,7	169,63	303,60	17,8977
2	14,7	169,63	422,80	24,9247
3	14,8	171,95	462,00	26,8688

Pengurangan Air 20 % + SP 1,53 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,7	169,63	526,60	31,0439
2	14,9	174,28	586,70	33,6646
3	14,7	169,63	526,60	31,0439

Pengurangan Air 25 % + SP 1,95 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	632,40	35,8047
2	14,9	174,28	702,20	40,2920
3	15	176,63	692,10	39,1847

Pengurangan Air 30 % + SP 3,29 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	544,30	31,2317
2	14,9	174,28	558,20	32,0293
3	15	176,63	593,20	33,5853

SAMPEL UMUR 14 HARI

Pengurangan Air 0 % + SP 0,30 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,1	178,99	414,80	23,1748
2	15	176,63	397,10	22,4827
3	15	176,63	378,20	21,4126

Pengurangan Air 5 % + SP 0,45 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,2	181,37	604,40	33,3248
2	15	176,63	478,30	27,0800
3	15	176,63	477,90	27,0573

Pengurangan Air 10 % + SP 1,35 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	481,20	27,6111
2	15,15	180,18	494,20	27,4289
3	15,1	178,99	546,50	30,5328

Pengurangan Air 15 % + SP 1,50 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,08	178,51	582,90	32,6529
2	15,19	181,13	512,20	28,2784
3	14,92	174,75	550,90	31,5258

Pengurangan Air 20 % + SP 1,53 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,4	186,17	678,10	36,4236
2	15,35	184,96	540,30	29,2111
3	14,99	176,39	585,50	33,1936

Pengurangan Air 25 % + SP 1,95 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	769,80	44,1708
2	14,85	173,11	819,40	47,3340
3	14,9	174,28	787,00	45,1578

Pengurangan Air 30 % + SP 3,29%

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	Mpa
1	15	176,63	765,40	43,3347
2	14,8	171,95	644,50	37,4826
3	15,1	178,99	654,70	36,5779

SAMPEL UMUR 28 HARI

Pengurangan Air 0 % + SP 0,30 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	594,30	34,1007
2	14,7	169,63	566,40	33,3902
3	14,8	171,95	530,40	30,8468
4	14,8	171,95	524,74	30,5176
5	14,9	174,28	608,70	34,9270
6	14,8	171,94	560	32,5683

Pengurangan Air 5 % + SP 0,45 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,1	178,99	656,70	36,6896
2	15	176,63	568,40	32,1812
3	15	176,63	641,30	36,3086
4	15	176,63	549,10	31,0885
5	15,2	181,37	674,70	37,2009
6	15	176,62	630	35,6688

Pengurangan Air 10 % + SP 1,35 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	671,00	37,9901
2	15,1	178,99	599,60	33,4995
3	15,1	178,99	626,90	35,0247
4	15,2	181,37	653,50	36,0320
5	14,9	174,28	659,10	37,8189
6	15	176,62	680	38,4996

Pengurangan Air 15 % + SP 1,50 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,95	175,45	758,80	43,2489
2	15	176,63	595,50	33,7155
3	15	176,63	700,00	39,6320
4	15	176,63	703,80	39,8471
5	15	176,63	564,50	31,9604
6	15	176,62	750	42,4628

Pengurangan Air 20 % + SP 1,53 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15,1	178,99	642,90	35,9186
2	15,1	178,99	691,80	38,6507
3	15	176,63	547,10	30,9752
4	15	176,63	731,90	41,4381
5	15,2	181,37	829,20	45,7196
6	15,3	183,76	800	43,5349

Pengurangan Air 25 % + SP 1,95 %

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	14,9	174,28	753,90	43,2585
2	14,8	171,95	842,50	48,9978
3	14,9	174,28	730,00	41,8871
4	15	176,63	696,50	39,4338
5	15,1	178,99	590,90	33,0134
6	14,8	171,94	780	45,3630

Pengurangan Air 30 % + SP 3,29%

No	Diameter (cm)	Luas (cm^2)	Kuat Tekan	
			KN	MPa
1	15	176,63	875,40	49,5626
2	14,8	171,95	817,40	47,5381
3	14,8	171,95	133,00	77,7568
4	14,8	171,95	697,30	40,5533
5	14,9	174,28	880,00	50,4941
6	14,8	171,94	649,40	37,7676

LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Material)

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

L4 - 1

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

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

Penguji : Firmansyah
Ditest tanggal : 22 Juni 2006
Pasir asal : Cangkringan Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

URAIAN	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
Berat Pasir Kering Mutlak, gram (Bk)	474	480	478
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500	500	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt)	1142	1147,5	1132
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B)	831,5	831,5	831,5
Berat Jenis Curah, gram/cm^3..... (1) Bk / (B + 500 - Bt)	2,5013	2,609	2,396
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm^3..... (2) 500 / (B + 500 - Bt)	2,64	2,717	2,506
Berat Jenis Semu..... (3) Bk / (B + Bk - Bt)	2,899	2,926	2,693
Penyerapan Air..... (4) (500 - Bk) / Bk x 100%	5,485 %	4,167 %	4,603 %

URAIAN	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak, gram (Bk)	477,33
Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, gram	500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt)	1140,5
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B)	831,5
Berat Jenis Curah, gram/cm^3..... (1) Bk / (B + 500 - Bt)	2,502
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, gram/cm^3..... (2) 500 / (B + 500 - Bt)	2,621
Berat Jenis Semu..... (3) Bk / (B + Bk - Bt)	2,834
Penyerapan Air..... (4) (500 - Bk) / Bk x 100%	4,752 %

Keterangan :

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,621 gr/cm^3

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Firmansyah

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR
KRICAK/KERIKIL
No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

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

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

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

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2,643 gr/cm^3

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Firmansyah

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

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

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

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

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

Yogyakarta, Desember 2006

Dikerjakan oleh

Disyahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Firmansyah

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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

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

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

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

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

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Firmansyah

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

GRADASI PASIR

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

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

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, Desember 2006

Disyahkan

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Dikerjakan oleh

Firmansyah

LAMPIRAN 5

(Hasil Perhitungan Berat Volume Beton)

BERAT VOLUME SAMPEL UMUR 3 HARI

B25-0%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,6	0,1480	0,3020	0,0172	0,0052	0,0126	2,4264
2	12,7	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0127	2,4291
3	12,7	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0127	2,3652
					Total		7,2207
					rata-rata		2,4069

B25-5%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,7	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0127	2,4291
2	12,7	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0127	2,3968
3	12,7	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0127	2,4048
					Total		7,2307
					rata-rata		2,4102

B25-10%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0130	2,4616
2	13,1	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0131	2,4805
3	12,9	0,1490	0,2990	0,0174	0,0052	0,0129	2,4756
					Total		7,4177
					rata-rata		2,4726

B25-15%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1500	0,3010	0,0177	0,0053	0,0129	2,4264
2	13	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0130	2,4534
3	12,8	0,1490	0,2980	0,0174	0,0052	0,0128	2,4646
					Total		7,3445
					rata-rata		2,4482

B25-20%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0129	2,4427
2	12,9	0,1480	0,2980	0,0172	0,0051	0,0129	2,5176
3	12,9	0,1500	0,2970	0,0177	0,0052	0,0129	2,4591
					Total		7,4194
					rata-rata		2,4731

B25-25%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,2	0,1460	0,2990	0,0167	0,0050	0,0132	2,6383
2	13,2	0,1460	0,2990	0,0167	0,0050	0,0132	2,6383
3	13	0,1460	0,2980	0,0167	0,0050	0,0130	2,6071
					Total		7,8837
					rata-rata		2,6279

B25-30%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,2	0,1480	0,3010	0,0174	0,0052	0,0132	2,5163
2	13,2	0,1460	0,3010	0,0174	0,0052	0,0132	2,5163
3	13,2	0,1460	0,3040	0,0177	0,0054	0,0132	2,4584
					Total		7,4910
					rata-rata		2,4970

BERAT VOLUME SAMPEL UMUR 7 HARI

B25-0%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,7	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0127	2,4048
2	12,8	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0128	2,3838
3	12,9	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0129	2,4024
					Total		7,1910
					rata-rata		2,3970

B25-5%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1500	0,3010	0,0177	0,0053	0,0129	2,4264
2	13	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0130	2,4616
3	12,7	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0127	2,3652
					Total		7,2532
					rata-rata		2,4177

B25-10%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,1	0,1460	0,3000	0,0167	0,0050	0,0131	2,6096
2	12,9	0,1490	0,3020	0,0174	0,0053	0,0129	2,4510
3	13,1	0,1460	0,3020	0,0167	0,0051	0,0131	2,5923
					Total		7,6529
					rata-rata		2,5510

B25-15%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1470	0,3000	0,0170	0,0051	0,0129	2,5349
2	13	0,1470	0,3020	0,0170	0,0051	0,0130	2,5377
3	13	0,1480	0,2980	0,0172	0,0051	0,0130	2,5371
					Total		7,6097
					rata-rata		2,5366

B25-20%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1470	0,3000	0,0170	0,0051	0,0129	2,5349
2	13	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0130	2,4865
3	12,8	0,1470	0,2980	0,0170	0,0051	0,0128	2,5321
					Total		7,5535
					rata-rata		2,5178

B25-25%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,05	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0131	2,4628
2	13	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0130	2,4865
3	13,02	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0130	2,4654
					Total		7,4147
					rata-rata		2,4716

B25-30%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,1	0,1490	0,3030	0,0174	0,0053	0,0131	2,4808
2	13,3	0,1490	0,3030	0,0174	0,0053	0,0133	2,5186
3	13,16	0,1500	0,3020	0,0177	0,0053	0,0132	2,4672
					Total		7,4666
					rata-rata		2,4889

BERAT VOLUME SAMPEL UMUR 14 HARI

B25-0%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,8	0,1510	0,2980	0,0179	0,0053	0,0128	2,3998
2	12,8	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0128	2,4157
3	12,8	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0128	2,4237
					Total		7,2392
					rata-rata		2,4131

B25-5%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,15	0,1520	0,3030	0,0181	0,0055	0,0132	2,3929
2	13	0,1500	0,3020	0,0177	0,0053	0,0130	2,4372
3	13,2	0,1500	0,3030	0,0177	0,0054	0,0132	2,4665
					Total		7,2966
					rata-rata		2,4322

B25-10%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,7	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0127	2,4291
2	13,1	0,1515	0,3050	0,0180	0,0055	0,0131	2,3838
3	12,65	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0127	2,3558
					Total		7,1687
					rata-rata		2,3896

B25-15%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13	0,1508	0,3010	0,0179	0,0054	0,0130	2,4194
2	13,01	0,1519	0,3020	0,0181	0,0055	0,0130	2,3784
3	12,9	0,1492	0,2990	0,0175	0,0052	0,0129	2,4689
					Total		7,2667
					rata-rata		2,4222

BERAT VOLUME SAMPEL UMUR 28 HARI

B25-0%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	12,9	0,1490	0,2990	0,0174	0,0052	0,0129	2,4756
2	13	0,1470	0,3000	0,0170	0,0051	0,0130	2,5546
3	12,9	0,1480	0,3000	0,0172	0,0052	0,0129	2,5008
4	13	0,1480	0,3000	0,0172	0,0052	0,0130	2,5202
5	12,9	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0129	2,4673
					Total		12,5184
					rata-rata		2,5037

B25-5%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,06	0,1510	0,2980	0,0179	0,0053	0,0131	2,4485
2	13,16	0,1500	0,2980	0,0177	0,0053	0,0132	2,5003
3	13,05	0,1500	0,2980	0,0177	0,0053	0,0131	2,4794
4	13,08	0,1500	0,2980	0,0177	0,0053	0,0131	2,4851
5	13,03	0,1520	0,2980	0,0181	0,0054	0,0130	2,4109
					Total		12,3241
					rata-rata		2.4648

B25-10%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,1	0,1500	0,2980	0,0177	0,0053	0,0131	2,4889
2	13,25	0,1510	0,2980	0,0179	0,0053	0,0133	2,4841
3	13,25	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0133	2,4676
4	13,12	0,1520	0,2980	0,0181	0,0054	0,0131	2,4275
5	13,09	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0131	2,5037
					Total		12,3718
					rata-rata		2,4744

B25-15%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,01	0,1495	0,2980	0,0175	0,0052	0,0130	2,4883
2	13,25	0,1500	0,2990	0,0177	0,0053	0,0133	2,5090
3	13,12	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0131	2,4761
4	13,04	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0130	2,4610
5	13,28	0,1500	0,3010	0,0177	0,0053	0,0133	2,4979
					Total		12,4322
					rata-rata		2,4864

B25-20%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,3	0,1510	0,3030	0,0179	0,0054	0,0133	2,4524
2	13,1	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0131	2,4396
3	13,25	0,1500	0,3020	0,0177	0,0053	0,0133	2,4840
4	13,22	0,1500	0,3030	0,0177	0,0054	0,0132	2,4702
5	13,08	0,1520	0,3000	0,0181	0,0054	0,0131	2,4040
					Total		12,2502
					rata-rata		2,4500

B25-25%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0130	2,4865
2	13,2	0,1480	0,3000	0,0172	0,0052	0,0132	2,5589
3	13,3	0,1490	0,3020	0,0174	0,0053	0,0133	2,5270
4	13	0,1500	0,2980	0,0177	0,0053	0,0130	2,4699
5	13	0,1510	0,3000	0,0179	0,0054	0,0130	2,4210
					Total		12,4633
					rata-rata		2,4927

B25-30%

No	Berat (kg)	Diameter (m)	Tinggi (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Berat (ton)	Berat Volume (ton/m^3)
1	13,3	0,1500	0,3000	0,0177	0,0053	0,0133	2,5100
2	13,2	0,1480	0,3000	0,0172	0,0052	0,0132	2,5589
3	13,2	0,1480	0,3020	0,0172	0,0052	0,0132	2,5420
4	13,3	0,1480	0,2980	0,0172	0,0051	0,0133	2,5956
5	13,4	0,1490	0,3000	0,0174	0,0052	0,0134	2,5630
					Total		12,7695
					rata-rata		2,5539

LAMPIRAN 6

(Mix Desain dan Kebutuhan Bahan)

Perencanaan Kebutuhan Bahan Beton Mutu 25 Mpa

A. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan 28 hari.

Beton akan dipakai untuk pembuatan sampel dengan kuat tekan f'c = 25 MPa

Jenis semen	: jenis I (Portland Cement)
Jenis kerikil	: batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	: 20 mm
Nilai slump	: 30 – 60 mm
Jenis pasir	: agak kasar (golongan dua)

B. Menetapkan nilai deviasi standar (sd).

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

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

Tabel 3.1 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan dan standar deviasi

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

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

Tabel 3.2 Faktor Pengali Deviasi Standar

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

C. Menghitung nilai tambah Margin (M)

$M = K \times Sd$ .....(3.2)

Keterangan :

M = Nilai tambah

K = 1,64

Sd = Standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai N langsung diambil 12 Mpa. Standar deviasi nilainya diambil dari tabel 1.1 dengan nilai 4,2 karena pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji

Maka nilai tambah margin adalah :

$M = 1,64 \times 4,2 = 6,888$ Mpa

D. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$f'cr = f'c + M$ .....(3.3)

Keterangan :

f'cr = Kuat tekan rata-rata

f'c = Kuat tekan yang disyaratkan

M = Nilai tambah

f'cr = 25 + 6,888= 31,888 Mpa

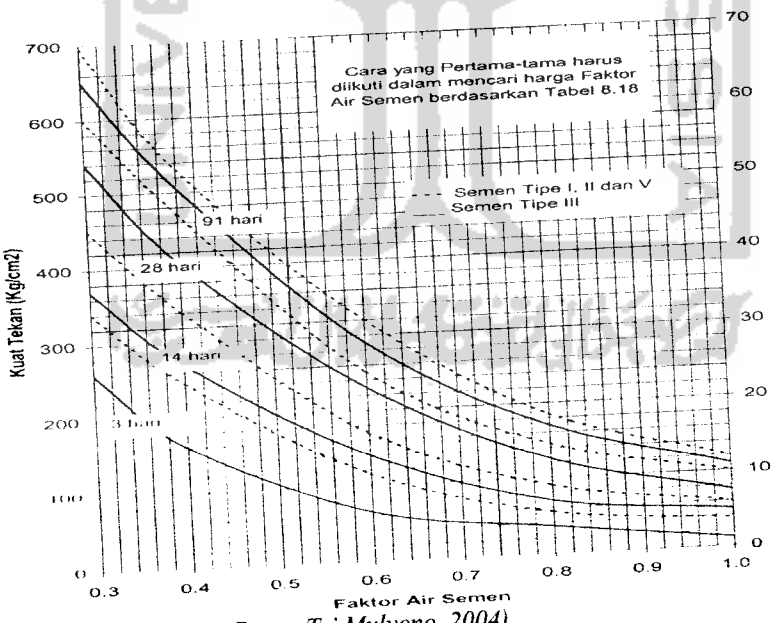
E. Menetapkan Jenis Semen

Jenis semen yang dipakai adalah semen Jenis I, yaitu jenis semen biasa yang cepat mengeras.

F. Menetapkan faktor air-semen

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

Cara pertama : kuat silinder (f'cr = 31,888 Mpa) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air-semen, yaitu 0,36. Jadi f.a.s pertama – 0,49



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.1 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai f.a.s)

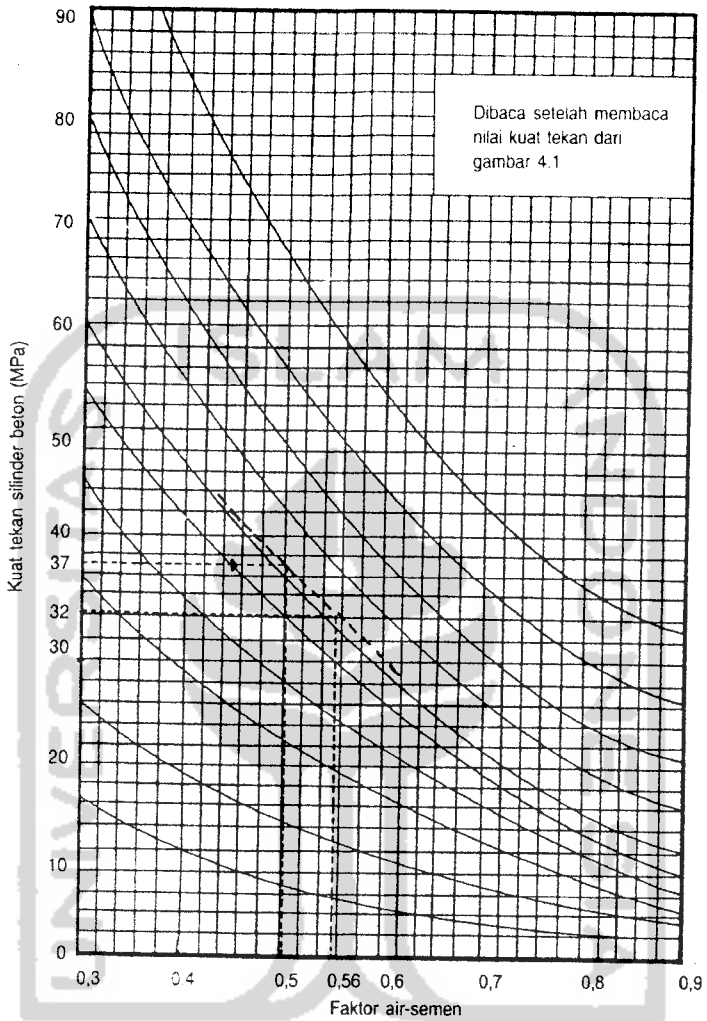
Cara kedua : Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari maka digunakan tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Perkiraan kuat tekan beton (Mpa) dengan faktor air semen 0,50

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

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



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.2 Mencari faktor air semen

Caranya, tarik garis kekanan mendatar 37, tarik garis keatas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya. Sekarang dengan f'cr = 31,888 tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air-semen yang baru yaitu = 0,565. Jadi fas kedua = 0,565

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

Dengan cara ini diperoleh :

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

Dari ketiga cara di atas diperoleh masing-masing 0,6; 0,5; dan 0,5 diambil harga yang terendah yaitu 0,5 maka diperoleh faktor air-semennya = 0,5

Tabel 3.4 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Dari ketiga cara diatas, diperoleh masing-masing fas 0,49 ; 0,565; 0,6 maka nilai fas diambil nilai yang terendah yaitu 0,49

G. Menetapkan nilai Slump

Tabel 3.5 Penetapan nilai slump

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

H. Menetapkan kebutuhan air

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

Tabel 3.6 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Tabel 3.7 Penentuan kebutuhan air berdasarkan agregat

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

I. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan :

$$\text{F.a.s} = \frac{W}{C} \quad \text{.....(3.1)}$$

Keterangan :

W = Jumlah air yang dibutuhkan

C = Faktor air-semen maksimum

$$\text{F.a.s} = 210 / 0{,}49 = 428{,}57 \text{ kg/m}^3$$

J. Menetapkan kebutuhan semen minimum

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

Tabel 3.8 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Diambil kebutuhan semen dengan nilai terbesar adalah 583,3 kg/m^3

K. Menentukan golongan pasir

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

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

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

Tabel 3.8 Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

Diambil kebutuhan semen dengan nilai terbesar adalah 583,3 kg/m^3

K. Menentukan golongan pasir

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

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

Daerah I = Pasir kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

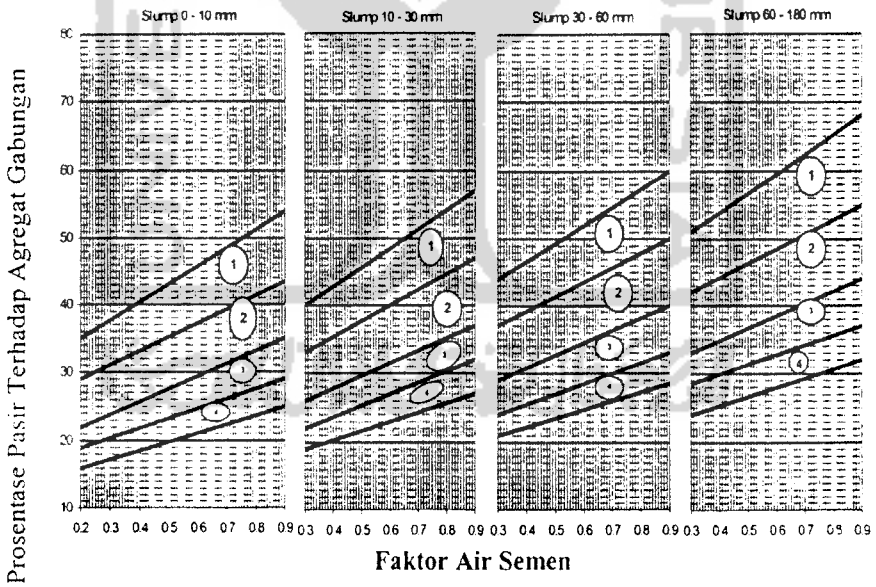
Tabel 3.9 Gradasi Pasir

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

(Sumber: Triono Budi Astanto, 2001)

L. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

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



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.3. Persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

fas = 0,49

Daerah pasir = daerah 2

Slump = 30 – 60 mm

Agregat maksimum = 20 mm

Maka didapat persentase pasir = 35%

persentase kerikil = 65%

M. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

$$\text{Bj campuran} = \frac{P}{100} \text{ x Bj pasir} + \frac{K}{100} \text{ x Bj kerikil} \quad \text{.....(3.4)}$$

Keterangan :

Bj campuran = Berat jenis campuran

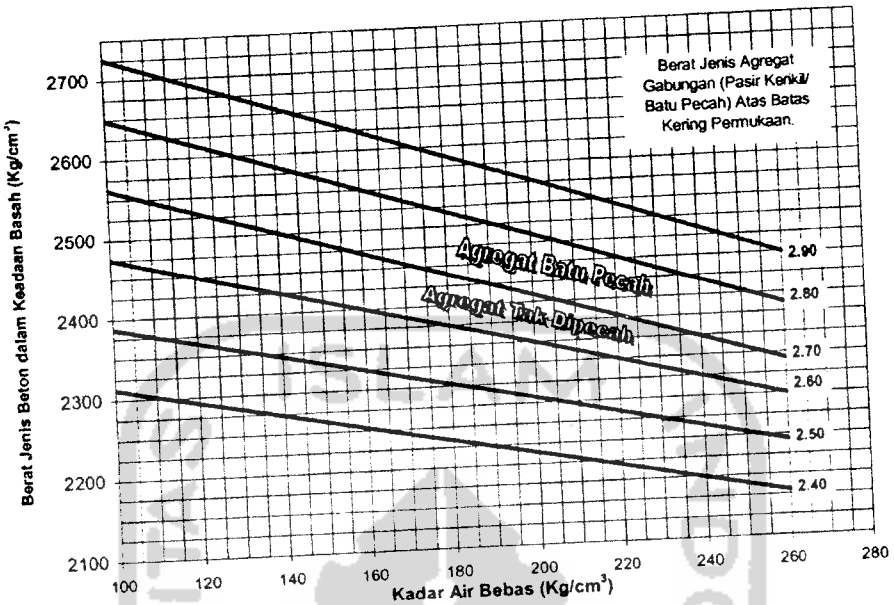
P = Persentase pasir terhadap agregat campuran

K = Persentase kerikil terhadap agregat campuran

$$\text{Bj campuran} = (33/100 \text{ x } 2{,}621) + (67/100 \text{ x } 2{,}643) = 2{,}6353 \text{ t/m}^3$$

N. Menentukan Berat Beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran kebutuhan dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan dalam grafik beton di bawah ini



(Sumber: Teknologi Beton, Tri Mulyono, 2004)

Gambar 3.4 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton

Maka didapat berat beton adalah 2362.5 kg/m^3 dengan cara kebutuhan air

O. Menentukan Kebutuhan Pasir dan Kerikil

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

= 2362,5 – 210 – 428,57 = 1723,93 kg

P. Menentukan Kebutuhan Pasir

Kebutuhan pasir = 1723,93 x 35% = 603,3755 kg

Q. Menentukan Kebutuhan Kerikil

1723,93 – 603,3755 = 1120, 55 kg

Formulir Perancangan Adukan Beton

(Menurut Standar Pekerjaan Umum)

No	Uraian	Jumlah
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari	25 Mpa
2	Deviasi standar	4,2 MPa
3	Nilai tambah	6,9 Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan	31,888 MPa
5	Jenis semen	biasa
6	Jenis agregat kasar	batu pecah
7	Faktor air semen	0,49
8	Nilai slump	9 mm
9	Ukuran maksimum agregat	20 mm
10	Kebutuhan Air	210 ltr
11	Kebutuhan semen portland	428,57 kg
12	Daerah gradasi agregat halus	II
13	Persen berat agregat halus terhadap campuran	35%
14	Berat jenis agregat campuran	2,6353 t/m^3
15	Berat jenis beton	2362,5 kg/m^3
16	Kebutuhan agregat	1723,93kg/m^3
17	Kebutuhan agregat halus	603,3755 kg/m^3
18	Kebutuhan agregat kasar	1120,55 kg/m^3

Kesimpulan

Volume	Berat total	Air	Semen	Agerigat. halus	Agerigat kasar
1 m^3	2362,5 kg	210 kg	428,57 kg	603,38 kg	1120,55 kg
1 adukan (14 slinder)	175,2562 kg	15,5783 kg	31,7942 kg	44,7602 kg	83,1252 kg

PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN CAMPURAN BETON

Diketahui Kebutuhan Bahan untuk 1m^3 beton:

PC	=	428,57	kg
Ps	=	603,38	kg
Kr	=	1120,55	kg
Air	=	210	lt

Untuk satu kali adukan dengan jumlah silinder 14 buah

Volume = 14 x 0,25 x 3,14 x D^2 x 0,30
= 0,0742 m^3

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 0 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	15,5783	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 5 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	14,7994	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 10 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	14,0205	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 15 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	13,2416	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 20%:

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	12,4627	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 25 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	11,6837	lt

Kebutuhan bahan dengan volume 0,0742 m^3 dengan pengurangan air 30 % :

PC	=	31,7924	kg
Ps	=	44,7602	kg
Kr	=	83,1252	kg
Air	=	10,9048	lt

LAMPIRAN 7

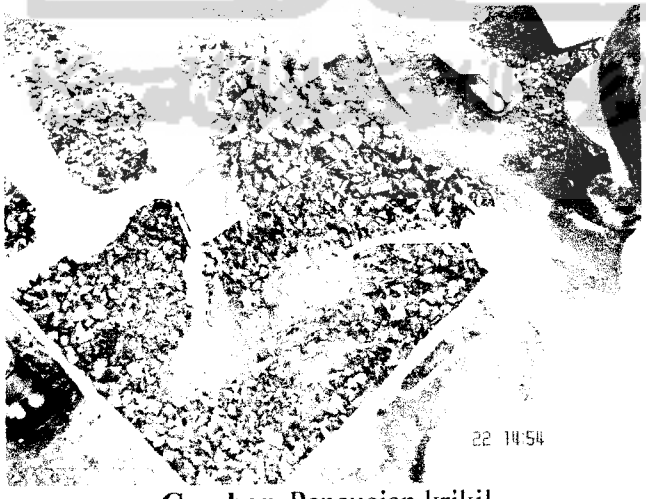
(Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian)



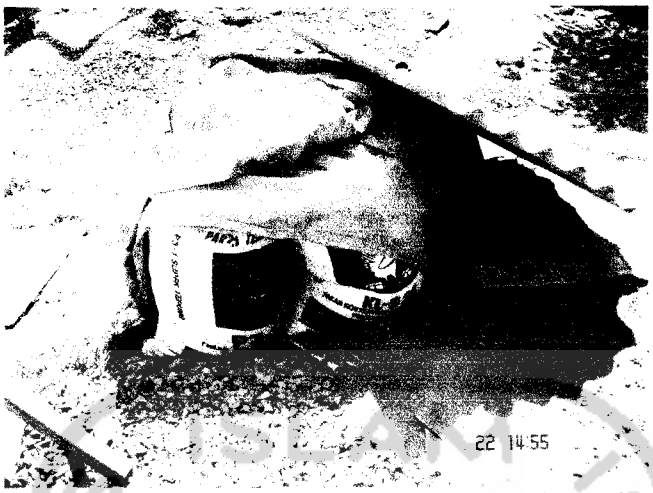
Gambar. Pengayakan pasir



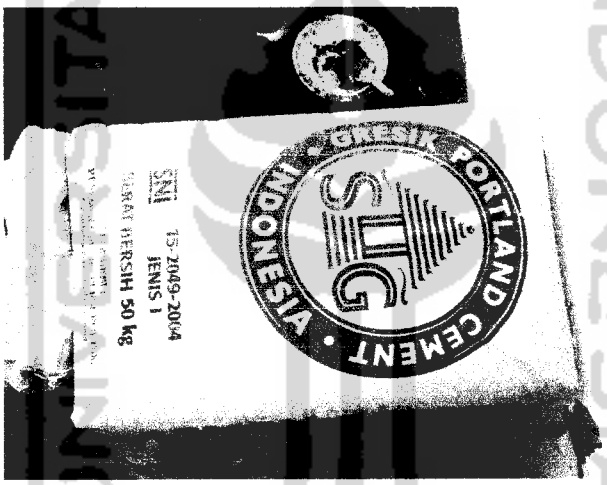
Gambar. Pengayakan krikil



Gambar. Pencucian krikil



Gambar. Pasir dan krikil dimasukkan dalam karung untuk menjaga kondisi SSD



Gambar. Semen PC



Gambar. *Superplasticizer* merk Sikament NN



Gambar. Menimbang material



Gambar. Pengukuran jumlah *Superplasticizer*



Gambar. Persiapan alat



Gambar. Persiapan material di dalam molen



Gambar. Proses pengadukan dalam molen



Gambar. Proses penambahan *superplasticizer*



Gambar. Pengujian *slump*



Gambar. Pengujian *slump*



Gambar. Pengujian *slump*



Gambar. Pengukuran *slump*



Gambar. Penuangan beton segar



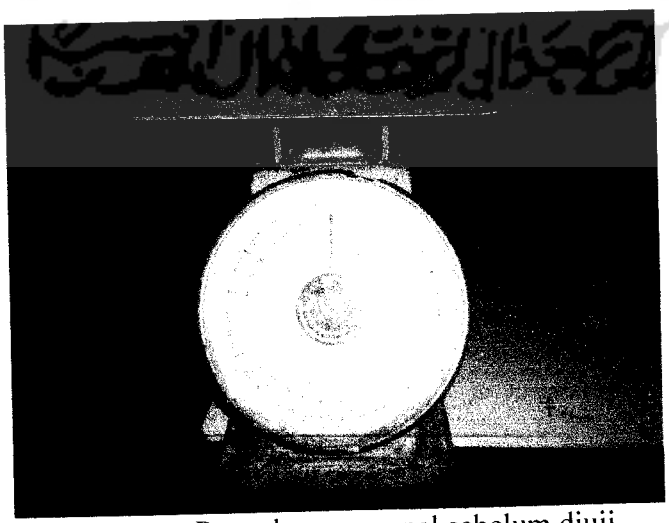
Gambar. Pencetakan benda uji



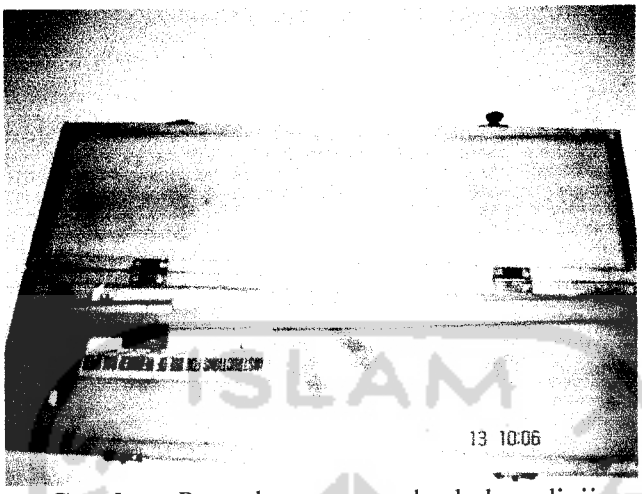
Gambar. Pencetakan benda uji



Gambar. Perawatan benda uji



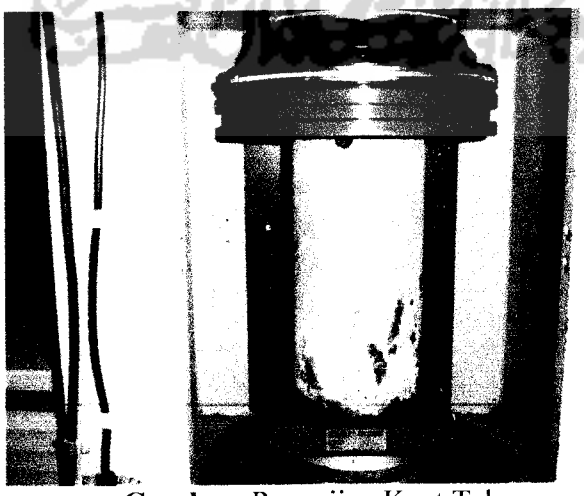
Gambar. Pengukuran sampel sebelum diuji



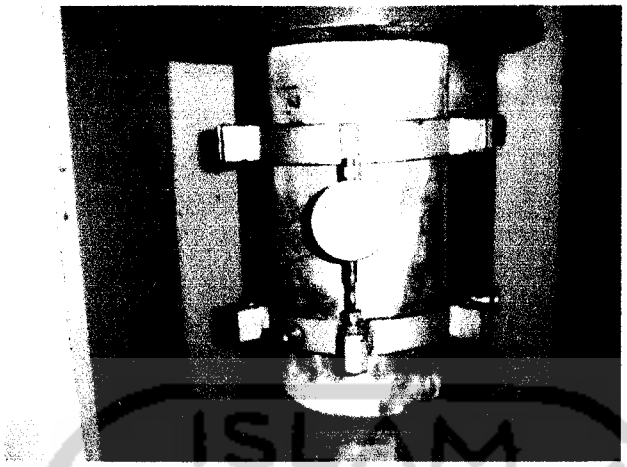
Gambar. Pengukuran sampel sebelum diuji



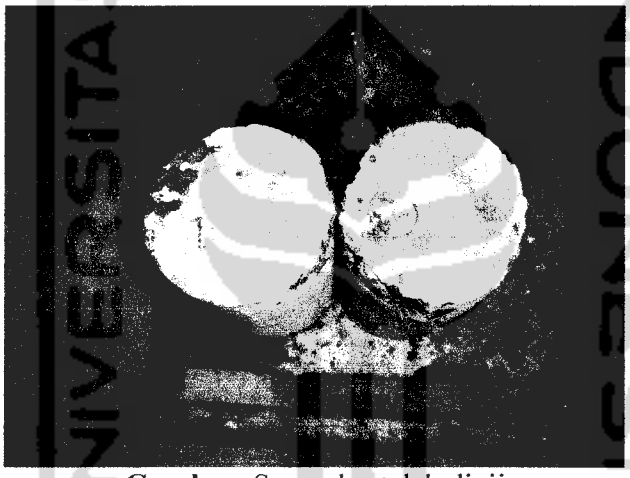
Gambar. Mesin uji tekan dan tegangan regangan



Gambar. Pengujian Kuat Tekan



Gambar. Pengujian Tegangan Regangan



Gambar. Sampel setelah diuji



Gambar. Limbah beton setelah diuji

LAMPIRAN 8

(Data Teknis Sikament NN)

Technical Data Sheet
Edition 2, 2005
Identification no.
02 01 01 01 100 0 000081
Version no. 0010
Sikament® -NN

Sikament® -NN

High Range Water - Reducing

Description

A highly effective dual action liquid superplasticizer for the production of free flowing concrete or as a substantial water-reducing agent for promoting high early and ultimate strengths. Chloride free.
Complies with A.S.T.M. C 494-92 Type F

Use

Sikament-NN is used as a super plasticizer in the production of free flowing concrete for use in :

- Slabs and foundations
- Walls, columns and piers.
- Slender components with densely packed reinforcement.
- Textured surface finishes.

It is also used as a water-reducing agent leading to high early strength concrete for use in :

- Pre-cast concrete elements
- Pre-stressed concrete
- Bridges and cantilever structures
- Areas of concrete where formwork must be removed quickly or early load will be applied.

Advantages

Sikament NN provides the following properties :

As a Superplasticizer :

- Workability is greatly improved. Increased placeability in slender components with packed reinforcement.
- Decreases the amount of vibration required. Normal set without retardation.
- Significantly reduces risk of segregation.

As a Water reducer :

- Up to 20% reduction of water will produce 40% increase in 28 days compressive strength.
- High strength after 12 hours.

Dosage

0.6 % - 1.5 % by weight of cement.
It is advisable to carry out trial mixes to establish the exact dosage rate required.
Sikament-NN is compatible with all type of Portland cement including S.R.C.

Dispensing

Sikament-NN can be added to the mixing water prior to its addition to the aggregates or as in most cases, it can be added directly to the freshly mixed concrete.
When added directly to the freshly mixed concrete, the plasticizing effect is more pronounced.
For ready-mix concrete, Sikament-NN is added to the concrete immediately prior to discharge and after further mixing has taken place for about three to five minutes.

Combinations	Sikament NN may be combined with the following products: ▪ Plastocrete series ▪ Plastiment series ▪ Sika Pump ▪ SikaFume ▪ SikaAER Pre-trials are recommended if combinations with the above products are required. Please consult our Technical Service Department.

Technical Data

Type	Naphthalene Formaldehyde Sulphonate
Colour	Dark brown
Specific Gravity	1.16 – 1.18 kg/ ltr
Shelf Life	Minimum 1 year if stored in original unopened container
Storage	Dry, cool, shaded place
Packaging	250 kg drum

Handling Precautions:

Avoid contact with skin and eyes
Wear protective gloves and eye protection during work
If skin contact occurs, wash skin thoroughly.
If in eyes, hold eyes open, flood with warm water and seek medical attention without delay.

Legal Notes

The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's instructions. In practice, the differences in materials, substrates and actual conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any other written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.

PT. Sika Indonesia
Jl. Raya Cibinong- Bekasi km. 20
Limusnunggal- Cileungsi
BOGOR 16820- Indonesia
Tel. +62 21 8230025
Fax +62 21 8230025
www.sika.co.id
e-mail: marketing@sika.co.id

Branches
Surabaya,
Tel : 031-8690202
Fax : 031-8682123
Medan,
Tel : 061-7941200
Fax : 061-7940822
Batam,
Tel : 0778 424928,
Fax : 0778-426913

Sub Distributor
Bandung, Tel : 022-5423855,5423857, Fax : 022-5423517
Denpasar, Tel : 0361-235998 – 235973, Fax : 0361-237053
Makassar, Tel : 0411- 859147 – 858527, Fax : 0411-858527
Balikpapan, Tel : 0542-411258 Fax : 0542-412230
Pekanbaru Tel : 0761-46993 – 47677, Fax : 0761-45112
Dumai/Dumai Tel : 0765-595259 Fax : 0765-91135
Palembang Tel : 0711-351523 Fax : 0711-369858
Palu, Tel : 0451-454855 – 422122, Fax : 0451-454855
Manado, Tel./Fax : (0431) 324069