

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH METODE Pengerjaan**  
**PENCAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**



MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

**ERMIATI AGUSTINAH**

No Mhs : 94 310 012

NIRM : 940051013114120012

**SAFARUDDIN**

No Mhs : 94 310 310

NIRM : 940051013114120300

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2002**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH METODE Pengerjaan**  
**PENCAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Disusun Oleh :

**ERMIATI AGUSTINAH**

No. Mhs : 94 310 012

NIRM : 940051013114120012

**SAFARUDDIN**

No Mhs : 94 310 310

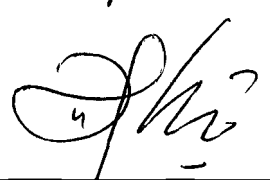
NIRM : 940051013114120300

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Tadjuddin BMA, MS  
Dosen Pembimbing I

  
Tanggal : 3/5-02

Ir. Fitri Nugraheni, MT  
Dosen Pembimbing II

  
Tanggal : 3/5/02

**"Barang siapa yang membiasakan memohon ampun kepada Allah dengan membaca istigfar, maka Allah akan memberikan jalan keluar dari setiap kesusahan dan memberikan kemudahan dari setiap kesulitan serta memberikan rejeki dari jalan yang tiada terduga".**

**(HR. Ibnu Majah)**



**Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, Yang Maha Besar dan Maha Agung atas RahmatNya, kupersembahkan buat:**

- 1. Ayah dan Ibuku tercinta, sebagai tanda terima kasih, hormat dan baktiku.**
- 2. kakak-kakak dan adik-adikku tersayang.**
- 3. Rohilla yang telah membantu dengan sabar dan penuh pengertian.**

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya kepada Peneliti untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini merupakan studi laboratorium yang penelitian dan pengujiannya dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir ini diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh derajat kesarjanaan pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Dengan terselesainya Tugas Akhir ini tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadir, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS, selaku Dosen Pembimbing I

4. Bapak Ir. Herlambang, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II, dengan segala kerendahan hati kami ucapkan terima kasih untuk semua yang Bapak berikan pada kami.
5. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, MT, selaku Dosen Pembimbing II
6. Yang tercinta kedua orang tuaku, kakak-kakak dan adik-adik dan istriku yang telah memberikan dorongan moril dan materil sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
7. Semua karyawan yang berada di lingkup jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, khususnya yang berada di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
8. Semua teman-teman yang telah memberikan bantuan dengan tulus dan ikhlas, Wiwin, Fery, Ari, Iwan, Pijay, Ian, Doel, Pa'e, Agung, Kholid, Hendro, A'an, Bayu, Andi, Hermawan, spesial untuk Harry makasih atas bantuannya, serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu demi melancarkan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari kekurangan-kekurangan yang ada pada kami, sehingga hasilnya sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, Kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang telah membaca Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien Ya Robbal 'Alamin.

*Wassalamualaikum Wr. Wb*

Jogjakarta, April 2002

## DAFTAR ISI

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL . . . . .                     | i   |
| HALAMAN PENGESAHAN . . . . .                | ii  |
| KATA PENGANTAR . . . . .                    | iii |
| DAFTAR ISI . . . . .                        | v   |
| DAFTAR GAMBAR . . . . .                     | ix  |
| DAFTAR TABEL . . . . .                      | x   |
| ABSTRAKSI . . . . .                         | xii |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>                |     |
| 1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .        | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah . . . . .               | 3   |
| 1.3 Tujuan Penelitian . . . . .             | 3   |
| 1.4 Manfaat Penelitian . . . . .            | 4   |
| 1.5 Batasan Masalah . . . . .               | 4   |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>          |     |
| 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu . . . . . | 6   |

### **BAB III LANDASAN TEORI**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 3.1 Bahan Penyusun Beton . . . . .               | 8  |
| 3.1.1 Semen Portland . . . . .                   | 8  |
| 3.1.2 Agregat. . . . .                           | 10 |
| 3.1.3 Air. . . . .                               | 10 |
| 3.1.4 Faktor Air Semen . . . . .                 | 11 |
| 3.1.5 Slump . . . . .                            | 13 |
| 3.1.6 Workability . . . . .                      | 13 |
| 3.2 Perencanaan Campuran Beton . . . . .         | 14 |
| 3.2.1 Perancangan Menurut Metoda DREUX . . . . . | 14 |
| 3.2.1.1 Rasio C/E . . . . .                      | 17 |
| 3.2.1.2 Prosentase Agregat. . . . .              | 18 |
| 3.2.1.3 Menentukan Jumlah Air Bebas. . . . .     | 20 |
| 3.2.1.4 Menentukan Berat Agregat . . . . .       | 20 |
| 3.3 Pengadukan Bahan Susun . . . . .             | 29 |
| 3.4. Pemadatan Beton . . . . .                   | 31 |
| 3.4.1 Pemadatan Dengan Tangan . . . . .          | 32 |
| 3.5 Perawatan Beton . . . . .                    | 33 |
| 3.6 Evaluasi Pekerjaan Beton . . . . .           | 33 |

### **BAB IV METODE PENELITIAN**

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 4.1 Umum . . . . .            | 37 |
| 4.2 Persiapan Bahan . . . . . | 37 |

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 4.3 Persiapan Alat . . . . .           | 37 |
| 4.4 Benda Uji yang Digunakan . . . . . | 38 |
| 4.5 Cara Penelitian . . . . .          | 39 |
| 4.6 Perlakuan Benda Uji . . . . .      | 42 |
| 4.7 Pengujian Slump . . . . .          | 44 |
| 4.8 Pemadatan Adukan Beton . . . . .   | 44 |
| 4.9 Perawatan Beton Cetakan . . . . .  | 44 |
| 4.10 Kuat Tekan Beton . . . . .        | 45 |

## **BAB V PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 5.1 Umum . . . . .                               | 46 |
| 5.2 Persiapan Material . . . . .                 | 46 |
| 5.3 Pemeriksaan Bahan Material . . . . .         | 47 |
| 5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat . . . . .  | 47 |
| 5.3.2 Analisa Saringan dan Modulus . . . . .     |    |
| Halus Butir Agregat Kasar . . . . .              |    |
| dan Agregat Halus . . . . .                      | 48 |
| 5.3.3 Kadar Air Pasir dan Batu Pecah . . . . .   | 51 |
| 5.3.4 Absorpsi Pasir dan Batu Pecah . . . . .    | 53 |
| 5.3.5 Ukuran Butir Maksimum Batu Pecah . . . . . | 54 |
| 5.4 Perhitungan Campuran Beton . . . . .         | 55 |
| 5.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji . . . . .  | 60 |
| 5.6 Pengujian Benda Uji . . . . .                | 62 |

## **BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 6.1 Hasil Penelitian . . . . .           | 63 |
| 6.2 Pembahasan . . . . .                 | 73 |
| 6.2.1 Kemudahan Pekerjaan. . . . .       | 73 |
| 6.2.2 Nilai Deviasi Standar . . . . .    | 73 |
| 6.2.3 Evaluasi Pekerjaan Beton . . . . . | 73 |

## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 7.1 Kesimpulan . . . . . | 80 |
| 7.2 Saran. . . . .       | 81 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **DAFTAR LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                  | Halaman |
|------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 3.1 Hubungan antara kuat tekan beton dengan fas . . . . . | 12      |
| Gambar 3.2 Kurva fungsi C/E slump untuk penentuan . . . . .      |         |
| jumlah semen/m <sup>3</sup> beton. . . . .                       | 23      |
| Gambar 3.3 Kurva granulometri agregat. . . . .                   | 27      |
| Gambar 3.4 Hasil uji kuat tekan silinder. . . . .                | 36      |
| Gambar 3.5 Nilai rata-rata dari empat hasil uji . . . . .        | 36      |
| Gambar 4.1 Sistematika penelitian . . . . .                      | 41      |
| Gambar 4.2 Perlakuan benda uji pada variasi I . . . . .          | 42      |
| Gambar 4.3 Perlakuan benda uji pada variasi II. . . . .          | 43      |
| Gambar 4.4 Perlakuan benda uji pada variasi III . . . . .        | 43      |
| Gambar 6.1 Grafik kuat tekan beton variasi I. . . . .            | 75      |
| Gambar 6.2 Grafik kuat tekan beton variasi II . . . . .          | 77      |
| Gambar 6.3 Grafik kuat tekan beton variasi III . . . . .         | 79      |

## DAFTAR TABEL

|                                                                     | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 3.1 Bagian utama dari klinker . . . . .                       | 8       |
| Tabel 3.2 Nilai slump untuk berbagai jenis struktur . . . . .       | 13      |
| Tabel 3.3 Faktor kekompakan butiran. . . . .                        | 15      |
| Tabel 3.4 Faktor koreksi deviasi standar. . . . .                   | 16      |
| Tabel 3.5 Peningkatan kekuatan untuk kuat tekan beton . . . . .     |         |
| yang diisyaratkan . . . . .                                         | 17      |
| Tabel 3.6 Klasifikasi plastisitas beton berdasarkan slump . . . . . | 19      |
| Tabel 3.7 Harga-harga K, Ks, Kp . . . . .                           | 19      |
| Tabel 3.8 Koreksi kadar air E serbagi fungsi dari D . . . . .       | 20      |
| Tabel 3.9 Koefisien kekompakan butiran beton. . . . .               | 21      |
| Tabel 3.10 Faktor kekompakan butiran . . . . .                      | 26      |
| Tabel 3.11 Koreksi kadar air E sebagai fungsi D . . . . .           | 24      |
| Tabel 3.12 Harga-harga K, Ks, Kp . . . . .                          | 26      |
| Tabel 3.13 Harga-harga koefisien kekompakan. . . . .                | 28      |
| Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan. . . . .                         | 38      |
| Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat . . . . .           | 48      |
| Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan modulus halus butir pasir . . . . .     | 50      |
| Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan modulus halus butir kerikil. . . . .    | 51      |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 5.4 Hasil pemeriksaan kadar air pasir . . . . .             | 52 |
| Tabel 5.5 Hasil pemeriksaan kadar air batu pecah. . . . .         | 53 |
| Tabel 5.6 Hasil pemeriksaan absrobsi pasir . . . . .              | 54 |
| Tabel 5.7 Hasil pemeriksaan absrobsi batu pecah . . . . .         | 54 |
| Tabel 5.8 Peningkatan kekuatan untuk kuat tekan beton . . . . .   | 56 |
| Tabel 5.9 Harga-harga K, Ks, Kp . . . . .                         | 57 |
| Tabel 5.10 Koreksi kadar air E . . . . .                          | 58 |
| Tabel 5.11 Harga-harga koefisien kekompakan . . . . .             | 59 |
| Tabel 6.1 Hasil pengujian variasi I . . . . .                     | 65 |
| Tabel 6.2 Hasil pengujian variasi II. . . . .                     | 66 |
| Tabel 6.3 Hasil pengujian variasi III . . . . .                   | 67 |
| Tabel 6.4 Nilai deviasi standar. . . . .                          | 68 |
| Tabel 6.5 Perhitungan nilai deviasi standar variasi I. . . . .    | 70 |
| Tabel 6.5 Perhitungan nilai deviasi standar variasi II . . . . .  | 71 |
| Tabel 6.5 Perhitungan nilai deviasi standar variasi III . . . . . | 72 |

## ABSTRAKSI

Dunia konstruksi sudah mengenal beton sebagai bahan utama dalam pembuatan bangunan gedung, jembatan, bangunan air dan sebagainya. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu. Teknik pencampuran beton dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton sehingga pada pencampuran beton harus menghasilkan warna adukan tampak rata, campuran homogen dan campuran beton harus dapat mudah dikerjakan.

Semen jika diaduk dengan air akan terbentuk campuran pasta semen, sedangkan jika campuran pasta semen ditambah pasir menjadi mortar semen, jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton.

Cara pencampuran yang berbeda dapat menyebabkan variasi yang berbeda pula. Proses pencampuran beton dengan pengadukan yang baik disebut proses pengadukan beton. Dalam penelitian ini pencampuran beton mempergunakan 3 variasi pencampuran dengan menggunakan metode DREUX sebagai perencanaan campuran beton. Variasi I adalah semen, pasir, kerikil dicampur menjadi satu kemudian terakhir di tambah air, dengan sampel berjumlah 33 sampel. Variasi II adalah semen, pasir, kerikil di aduk kemudian ditambah air sebanyak 50% dari total keseluruhan air yang dibutuhkan dicampur menjadi satu, setelah cukup homogen ditambah air sebanyak 50% dengan sampel berjumlah 33 sampel. Variasi III adalah semen dan air dicampur menjadi satu, kemudian kerikil dan pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah masing-masing campurannya homogen maka kedua campuran tersebut disatukan, dengan sampel berjumlah 33 sampel.

Dari hasil tiga variasi, di uji setelah beton berumur 28 hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan variasi I paling baik dan dapat dipergunakan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Melihat sangat pesatnya perkembangan pembangunan saat ini di Indonesia serta pertumbuhan penduduk yang begitu cepat, dimana hal ini memberi dampak perubahan pada masyarakat terutama pada bidang ekonomi, sosial dan ilmu pengetahuan. Untuk itu diperlukan sarana dan prasarana yang mendukung. Di dalam pembangunan, sarana maupun prasarana seperti gedung, jembatan, jalan raya dan lain sebagainya memerlukan suatu konstruksi yang sesuai dengan kondisi di sekitarnya, misalnya konstruksi beton, konstruksi baja, konstruksi jembatan.

Konstruksi beton sangat banyak dipakai secara luas, beton merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan bangunan gedung, jembatan, bangunan air dan sebagainya. Penggunaan beton sangat *fleksibel* untuk berbagai bangunan baik dari bangunan yang kecil hingga yang bangunan yang sangat besar. sifat dan kekuatan beton dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perancangan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

Penggunaan beton di bidang konstruksi cukup menguntungkan karena sifatnya yang tahan terhadap pengaruh korosif, tahan aus, awet dan beton bukanlah bahan yang mudah dapat terbakar.

Dibandingkan dengan beton yang dibuat di pabrik dimana material pembuatan beton tersebut kualitasnya seragam untuk tipe tertentu, beton yang dibuat atas dasar metode perancangan tentu menghasilkan kekuatan tekan yang bervariasi karena dipengaruhi kualitas material yang digunakan, proses pembuatan, serta pemeliharaan setelah beton tersebut dibuat.

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bilamana dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan.

Proses pencampuran bahan-bahan dasar beton dalam suatu komposisi yang sangat baik disebut proses pengadukan beton. Proses pengadukan ini dilakukan sampai warna adukan tampak rata, kelecakan yang cukup (tidak cair tidak padat) dan tampak campurannya juga homogen.

Untuk mendapatkan penampilan yang memuaskan, pencampuran harus dapat menghasilkan beton yang seragam pada seluruh takaran, sedemikian sehingga jumlah agregat ukuran terbesar pada akhir curahan tidak berbeda.

Supaya diperoleh kepadatan maksimal perlu penggunaan campuran yang mempunyai daya kemudahan pengerjaannya yang cukup sehingga memungkinkan untuk mengecor pada posisinya tanpa kesusahan dengan peralatan yang sudah dimiliki.

Ada berbagai macam teknik dan perlakuan pencampuran beton, yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton, untuk itu perlu diteliti pengaruh teknik pencampuran terhadap kekuatan tekan beton.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kuat tekan beton yang di dapatkan dilapangan mempunyai kecenderungan bervariasi dari satu adukan keadukan yang lain. Untuk mendapatkan kuat tekan beton yang hampir seragam dan sesuai dengan yang kita inginkan sangatlah sulit . Dibutuhkan pengawasan yang sangat ketat agar kuat tekan yang dihasilkan tidak jauh dari yang direncanakan.

Salah satu faktor yang menyebabkan bervariasinya kuat tekan adalah variasi metode pengerjaan pencampuran. Ada banyak macam metode pengerjaan pencampuran beton karena ada banyak metode itulah yang mendasari diadakan penelitian dengan membuat beberapa metode pencampuran yang berbeda.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh teknik-teknik pencampuran bahan pembentuk beton terhadap kuat tekan beton.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan beton yang terbaik dengan cara menggunakan metode pencampuran yang berbeda.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah dan mempersempit masalah yang diteliti maka dibatasi sebagai berikut ini :

1. Agregat kasar yang dipergunakan untuk campuran beton merupakan split batu pecah tidak seragam asal Clereng.
2. Agregat halus yang digunakan untuk campuran beton adalah pasir asal Kaliurang.
3. Air diambil dari laboratorium bahan konstruksi teknik sipil Universitas Islam Indonesia.
4. Semen yang digunakan type I merk Nusantara.
5. Uji tekan dilakukan terhadap benda uji berupa silinder beton ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 99 silinder.
6. Kuat tekan silinder beton direncanakan 22,5 MPa.
7. Uji desak beton dilakukan pada umur beton 28 hari.
8. Desain campuran beton menggunakan metode DREUX.
9. Pembuatan adukan beton menggunakan urutan campuran sebagai berikut:
  1. Metode I, semen, pasir, kerikil, dicampur menjadi satu kemudian terakhir dimasukkan air, dengan sampel berjumlah 33 silinder.

2. Metode II, semen, pasir, kerikil, kemudian ditambah air sebanyak 50% dari total keseluruhan air yang dibutuhkan dicampur menjadi satu, setelah cukup homogen ditambah air sisanya sebanyak 50%, dengan sampel berjumlah 33 silinder.
  3. Metode III, semen dan air dicampur menjadi satu sehingga menjadi pasta semen, kemudian kerikil dan pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah semuanya tercampur menjadi satu kedua campuran tersebut disatukan, dengan sampel berjumlah 33 silinder.
10. Pencampuran adukan menggunakan molen.
  11. Bj semen tidak diadakan pemeriksaan diasumsikan 3.15.
  12. Kekuatan tekan semen tipe I diasumsikan 50 MPa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu**

##### **2.1.1 Penelitian Ani Rumiya dan Dwi Retnosari**

Judul penelitian yang diambil oleh kedua peneliti tersebut adalah “Studi Komparasi Biaya Pembuatan Beton K-300 Dengan Metoda ACI dan DREUX” mencari nilai ekonomis bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan serta kekuatan yang diinginkan. Dari hasil penelitian tersebut didapat suatu gambaran umum sebagai berikut :

1. Nilai slump pada metoda DREUX tidak jauh dari perencanaan.
2. Kuat tekan yang dihasilkan metoda DREUX lebih besar dari metoda ACI.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan 1 m<sup>3</sup> beton untuk metoda ACI dan DREUX relatif sama.

##### **2.1.2 Penelitian Agung Nusantara dan Arie Febriansyah**

Judul penelitiannya adalah “Analisis Kuat Desak Beton Dengan Variasi Gradasi Agregat dari Sungai Boyong, Sungai Krasak dan Sungai Progo” mencari nilai perbandingan pengaturan gradasi yang paling baik untuk ketiga sungai tersebut sehingga dihasilkan kuat desak yang lebih tinggi. Untuk gambaran yang didapat dari penelitian tersebut adalah ;

1. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) campuran semaki kecil atau mendekati nilai 5 nilai kuat desak beton semakin naik.
2. Agar tercapainya mutu beton rencana ( $f'_c$ ) = 22.5 MPa, agregat Sungai Boyong dapat digunakan sebagai bahan beton pada campuran pasir:kerikil antara 1:1.2 sampai 1:1.5, agregat Sungai Krasak pada campuran antara 1:1.2 sampai 1:1.6, dan agregat Sungai Progo pada campuran antara 1:2 sampai 1:2.5.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Bahan Penyusun Beton

##### 3.1.1 Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan Klinker yang terutama terdiri dari Silikat-Silikat Kalsium yang bersifat *hidrolis* dengan *gips* sebagai bahan tambahan [PUBI-1982].

Tabel 3.1 Bagian Utama dari Klinker

| Nama Senyawa                | Komposisi Oksida                                                      | Singkatan             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Dikalsium Silikat           | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                                      | $\text{C}_2\text{S}$  |
| Trikalsium Silikat          | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$                                      | $\text{C}_3\text{S}$  |
| Trikalsium Aluminat         | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$                             | $\text{C}_3\text{A}$  |
| Tetrakalsium Alumina Ferrit | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{C}_4\text{AF}$ |

Karena ada berbagai jenis semen untuk berbagai tujuan, maka perlu dipelajari karakteristik dari semen yaitu :

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

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

Type III : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

Type IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Type V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap Sulfat.

Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adonan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton.

Bahan-bahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu : bahan aktif dan bahan pasif. Kelompok aktif yaitu semen dan air, sedangkan yang pasif yaitu pasir dan kerikil (disebut agregat, agregat halus dan agregat kasar). Kelompok yang pasif disebut bahan pengisi sedangkan yang aktif disebut perekat/pengikat.

Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

Peningkatan mutu beton sejalan dengan penggunaan fas yang dipergunakan berlaku juga pada struktur lain. Kenyataan menunjukkan bahwa semakin padat mortar beton atau semakin kecil pori-pori yang ada maka semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan.

### 3.1.2 Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam Teknologi Beton agregat yang butirnya lebih dari 4,8 mm disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang butirnya kurang dari 4,8 mm disebut agregat halus.

Agregat kasar merupakan bahan yang terbanyak di dalam beton, makin banyak persen agregat dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campuran masih cukup mudah dikerjakan.

Secara umum, agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah, atau split, adapun agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu.

### 3.1.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi

bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Air yang diperlukan dalam adukan beton hanya sekitar 20%-30% dari berat semen. Nilai fas (faktor air semen) yang kecil adukan beton menjadi sulit dikerjakan, maka diberikan tambahan air sebagai pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum).

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal adukan, serta kekuatan betonnya setelah mengeras. Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

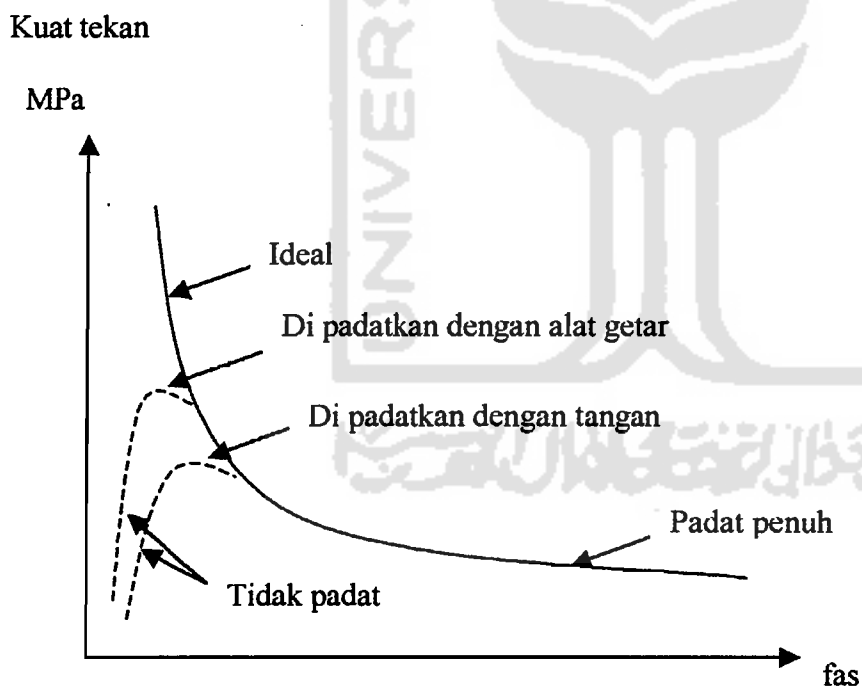
- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung *Klorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa *Sulfat* lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

### 3.1.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai fas 0,40-0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai.

Bila fas terlalu rendah, pasta semen tidak cukup untuk menutupi agregat kasarnya, dan bila terlalu tinggi maka adukan akan terlalu encer. Dengan demikian semakin besar fas, semakin rendah kuat tekan betonnya, seperti diperlihatkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Hubungan antara kuat tekan beton dengan fas

### 3.1.5 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan dengan tingkat kemudahan (*workabilitas*). Semakin besar nilai slump berarti semakin encer adukan beton, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump untuk berbagai macam struktur diperlihatkan pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Nilai Slump untuk berbagai jenis struktur

| JENIS STRUKTUR                    | NILAI SLUMP |          |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   | MINIMUM     | MAKSIMUM |
| Pondasi bertulang dinding, tiang  | 5           | 12,5     |
| Tiang pondasi bertulang, caison   | 2,5         | 10       |
| Pelat, balok, kolom               | 7,5         | 15       |
| Beton untuk jalan (pavement)      | 5           | 7,5      |
| Beton massa (struktur masa berat) | 2,5         | 7,5      |

### 3.1.4 Workability

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton termasuk menuang dan memadatkannya, dan tingkat kemudahan ini sangat dipengaruhi oleh nilai slump. perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain.

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton, mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan akan semakin cair, sehingga semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. penambahan jumlah semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas yang tetap.
3. Pemakaian bahan tambah tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan workabilitas adukan fas rendah, misalnya dengan penambahan *plastizer*.

Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi memiliki resiko yang besar terhadap *bleeding*. Hal ini terjadi karena kecenderungan air campuran untuk naik ke atas (memisahkan diri) pada beton segar.

Air naik ke atas sambil membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada akhirnya setelah beton mengeras akan tampak sebagai lapisan selaput. Lapisan ini dikenal sebagai "laitance".

Pemisahan air ini dapat dikurangi dengan cara-cara sebagai berikut :

1. Memberi lebih banyak semen.
2. Menggunakan air sesedikit mungkin.
3. Menggunakan pasir lebih banyak.

### **3.2 Perencanaan Campuran Beton**

#### **3.2.1 Perancangan Menurut Metoda DREUX**

Metoda ini dikembangkan oleh Prof. Georges Dreux berkebangsaan Perancis melalui penelitian yang dilakukan pada tahun 1979.

Secara garis besar, urutan langkah perencanaan menurut Dreux ialah sebagai berikut:

$$f'_{cr} = G \cdot f_{ce} (C/E - 0,5) \quad (3.1)$$

Dimana:

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari atas dasar benda uji silinder berdiameter 150 mm dengan tinggi 300 mm (MPa).

G = Faktor kekompakan butiran (faktor granulair) ; suatu besaran yang menunjukkan besarnya volume yang diisi oleh agregat kasar

$f_{ce}$  = Kekuatan tekan mortar semen (MPa)

C = Berat semen untuk 1 m<sup>3</sup> beton

E = Berat air untuk 1 m<sup>3</sup> beton

Tabel 3.3 Faktor kekompakan butiran (faktor granulair)

| Kualitas Butiran | Ukuran diameter butiran |                                  |                         |
|------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|                  | Kecil ( $D \leq 16$ mm) | Sedang ( $25 \leq D \leq 40$ mm) | Besar ( $D \geq 63$ mm) |
| Baik sekali      | 0,55                    | 0,60                             | 0,65                    |
| Normal           | 0,45                    | 0,50                             | 0,55                    |
| Bisa dipakai     | 0,35                    | 0,40                             | 0,45                    |

Hubungan antara Kuat Tekan Beton yang disyaratkan dengan kuat tekan beton rata-rata dinyatakan sebagai:

$$f'_c = f'_{cr} - 1,64 s \quad (3.2a)$$

atau

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 s \quad (3.2b)$$

Dimana :

$f'_c$  = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata (MPa)

$S$  = Deviasi standar (MPa)

Pengujian kekuatan dilakukan terhadap 30 buah benda uji silinder. Bila hanya memungkinkan untuk dilakukan pengujian untuk sejumlah benda uji yang kurang dari 30 buah maka diperlukan koreksi terhadap deviasi standar sebagaimana diberikan dalam tabel 3.4

Tabel 3.4 faktor koreksi deviasi standar

| Jumlah Contoh Pengujian | Faktor Koreksi |
|-------------------------|----------------|
| 15                      | 1,16           |
| 20                      | 1,08           |
| 25                      | 1,03           |
| $\geq 30$               | 1,00           |

Besarnya kuat tekan beton rencana yang dipakai pada perencanaan campuran beton adalah nilai terbesar antara :

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 s \quad (\text{MPa}) \quad (3.2a)$$

dan

$$f'_{cr} = f'_c + 2,64 s - 4 \quad (\text{MPa}) \quad (3.3)$$

Bila tidak tersedia data hasil pengujian atau pengalaman sebelumnya maka besarnya kekuatan tekan beton rencana dapat diperhitungkan.

Tabel 3.5 Peningkatan kekuatan yang diperlukan untuk kuat tekan beton yang disyaratkan bila data hasil pengujian tidak tersedia

| Kuat Tekan Beton Yang Disyaratkan | Peningkatan Kekuatan<br>(MPa) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| <21                               | 7,0                           |
| 21-35                             | 8,5                           |
| ≥35                               | 10,0                          |

Dalam pelaksanaan, kekuatan tekan beton dinyatakan sebagai kekuatan tekan karakteristik yang dihitung berdasarkan benda uji kubus dengan sisi 150 mm, sedangkan rumusan perancangan campuran beton menurut Dreux didasarkan atas benda uji silinder berdiameter 150 mm x 300 mm. Oleh karena itu diperlukan konversi kuat tekan benda uji kubus ke benda uji silinder. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan benda uji kubus adalah 1,2 kali lebih besar dari benda uji silinder.

#### 3.2.1.1 Rasio C/E

Dari rumusan Dreux terlihat kekuatan tekan beton tidak tergantung pada jumlah semen yang digunakan, selama perbandingan antara jumlah semen dan air (C/E) tetap. Akan tetapi dalam perancangan campuran perlu diperhatikan faktor-faktor kemudahan pelaksanaan pengecoran beton, campuran beton tidak boleh terlalu kental ataupun encer, sehingga diadakan pembatasan sebagai berikut :

- Rasio jumlah semen terhadap air (C/E) berkisar antara 1,5 sampai 2,5.
- Jumlah semen tidak kurang dari 300kg/m<sup>3</sup> beton.

Jumlah semen yang digunakan dalam campuran beton dapat ditentukan dengan menggunakan gambar 3.2.

Bila dalam jumlah beton digunakan agregat kasar berupa batu pecah, maka harga *slump* dari pembacaan kurva perlu dikurangi sekitar 20 mm.

### 3.2.1.2 Prosentase Agregat

Prosentase Agregat ditentukan dengan menggunakan analisis granulometri.

Gambar 3.3 menyatakan batasan granulometri agregat.

Kurva gabungan agregat yang digunakan sedapat mungkin harus berimpit dengan kurva patokan yang diberikan. Kurva patokan adalah garis bilinear yang menghubungkan titik 0% pada diameter 0,1 mm dan titik 100% pada diameter maksimum (D) dengan titik patah P(X, Y).

Absis X tergantung dari diameter agregat maksimum yang digunakan.

- $X = D/2$ , untuk  $D \leq 25$  mm
- $X = (D-5)/2$ , untuk  $D > 25$  mm

Ordinat Y dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s \quad (3.4)$$

dimana :

D = Diameter maksimum butiran.

K = Angka koreksi yang tergantung dari jumlah semen per meter kubik, jenis agregat dan cara pemadatan. Harga-harga ini dapat diambil dari tabel 3.6 dan 3.7.

$K_s$  = Angka koreksi jika modulus pasir  $M_{fs}$  tidak sama dengan 2,5. Jika modulus pasir  $M_{fs}$  tidak sama dengan 2,5 maka,

$$K_s = 6 M_{fs} - 15$$

Tabel 3.6 Klasifikasi Plastisitas Beton berdasarkan *Slump*

| Plastisitas Beton | Slump (mm) | Pemadatan              |
|-------------------|------------|------------------------|
| Sangat Kental     | 0-20       | Pengetaran sangat kuat |
| Kental            | 30-50      | Pengetaran yang baik   |
| Plastik           | 60-90      | Pengetaran normal      |
| Lembek            | 100-130    | Tusukan                |
| Encer             | $\geq 140$ | Tusukan lemah          |

Tabel 3.7 Harga-harga K,  $K_s$ ,  $K_p$

| Pemadatan       |           | Lemah |       | Normal |       | Kuat |       |
|-----------------|-----------|-------|-------|--------|-------|------|-------|
| Macam butiran   |           | Alam  | Pecah | Alam   | Pecah | Alam | Pecah |
| Dosis           | 400+fluid | -2    | 0     | -4     | -2    | -6   | -4    |
| semen           | 400       | 0     | +2    | -2     | 0     | -4   | -2    |
| $\text{Kg/m}^3$ | 350       | +2    | +4    | 0      | +2    | -2   | 0     |
|                 | 300       | +4    | +6    | +2     | +4    | 0    | +2    |
|                 | 250       | +6    | +8    | +4     | +6    | +2   | +4    |
|                 | 200       | +8    | +10   | +6     | +8    | +4   | +6    |

### 3.2.1.3 Penentuan Jumlah Air Bebas

Dengan menggunakan gambar 3.2 dapat ditentukan jumlah semen yang diperlukan dalam perencanaan campuran beton. Selanjutnya jumlah air yang diperlukan dihitung dari rasio C/E yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk D tidak sama dengan 25 mm diperlukan koreksi terhadap kadar air.

Tabel 3.8 Koreksi kadar air E sebagai fungsi dari D

| D, mm        | 5   | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| Koreksi E 1% | +15 | +9 | +4 | 0  | -4 | -8 | -12 |

### 3.2.1.4 Menentukan Berat Agregat (Kondisi SSD)

Untuk mendapatkan komposisi masing-masing agregat dan semen yang digunakan dalam campuran beton perlu terlebih dahulu diketahui koefisien kekompakan butiran ( $\gamma$ ). Koefisien kekompakan menunjukkan besarnya volume absolut dari semen dan agregat untuk setiap satu  $m^3$  beton. Besarnya koefisien kekompakan tergantung pada diameter maksimum agregat, konsistensi aduakan beton dan cara pemadatan yang dilakukan.

Tabel 3.9 Koefisien Kekompakan Beton

| Kekentalan beton | Cara pemadatan   | Koefisien kekompakan ( $\gamma$ ) |       |       |       |       |       |       |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |                  | D=5                               | D=10  | D=16  | D=25  | D=40  | D=63  | D=100 |
| Lembek           | Tusukan          | 0,750                             | 0,780 | 0,795 | 0,805 | 0,810 | 0,815 | 0,820 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,755                             | 0,785 | 0,800 | 0,810 | 0,815 | 0,820 | 0,825 |
|                  | Pemadatan normal | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
| Plastis          | Tusukan          | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,765                             | 0,795 | 0,820 | 0,825 | 0,830 | 0,830 | 0,835 |
|                  | Pemadatan normal | 0,770                             | 0,800 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,835 | 0,840 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
| Kental           | Pemadatan lemah  | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
|                  | Pemadatan normal | 0,780                             | 0,810 | 0,825 | 0,835 | 0,840 | 0,845 | 0,850 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,785                             | 0,810 | 0,830 | 0,840 | 0,845 | 0,845 | 0,855 |

Untuk kondisi-kondisi tertentu sebagaimana diberikan di bawah ini diperlukan koreksi terhadap besarnya koefisien kekompakan sebagai berikut:

- Untuk campuran yang menggunakan agregat halus alam dengan batu pecah besarnya koefisien kekompakan direduksi sebesar 0,01.
- Untuk campuran yang kedua agregat dipecah direduksi sebesar 0,03.
- Untuk campuran beton yang penggunaan semennya tidak sama dengan 350 kg per kubik beton harus dikoreksi sebesar  $(C-350)/5000$  dimana C merupakan jumlah semen yang dipakai setiap kubikasi beton.
- Untuk campuran beton dengan agregat ringan perlu direduksi dengan 0,03.

Adapun langkah-langkah untuk menghitung komposisi bahan-bahan penyusun adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perbandingan berat semen dengan air. Berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari.

$$f'_{cr} = G f_{ce} (C/E - 0,5)$$

Dimana :

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari, berdasar benda uji silinder.

Dimana :

$$f'_c = f'_{cr} - \delta S$$

$f'_c$  = Kuat tekan beton yang direncanakan ( $\text{kg/cm}^2$ )

$$\delta = 1,64$$

sd = deviasi standar yang diambil sebagai berikut :

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c28} - f'_{cr})^2}{(n - 1)}}$$

Tabel 3.10 Faktor kekompakan butiran (faktor granular)

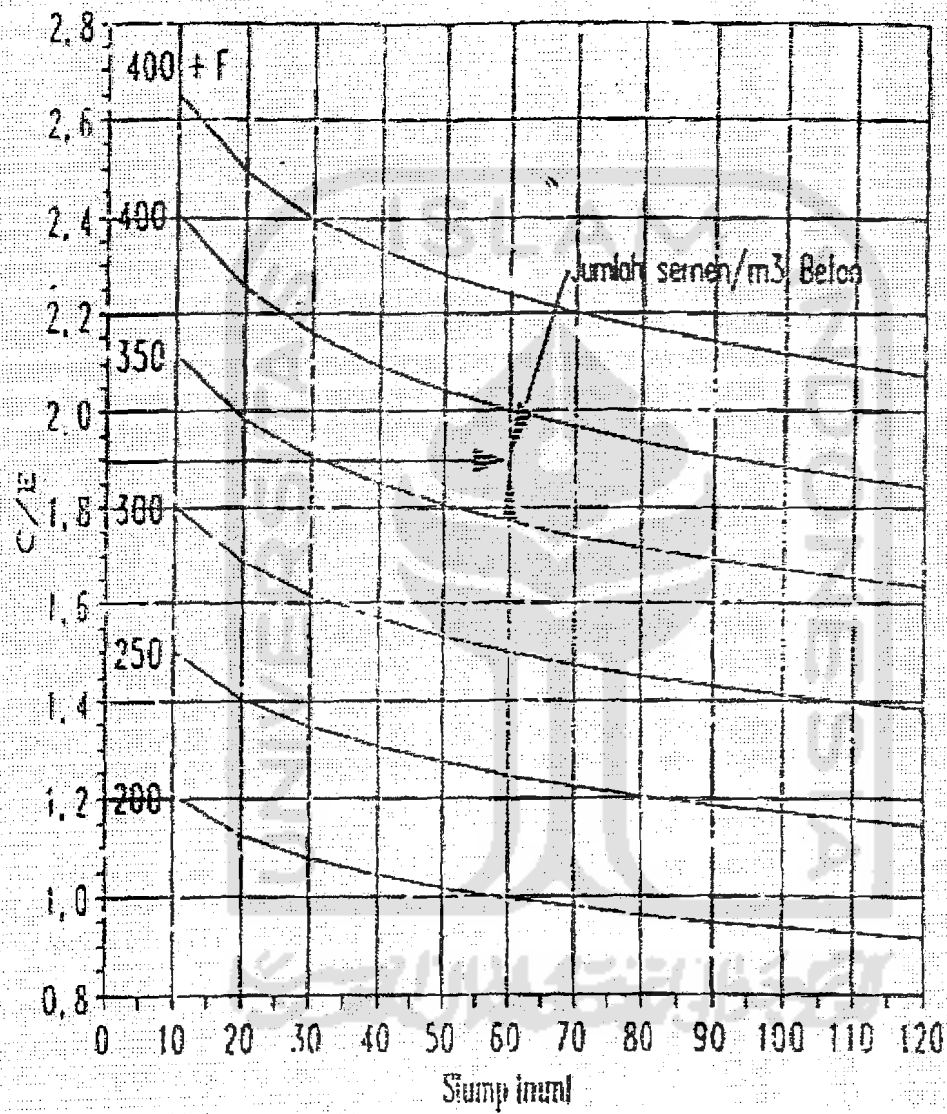
| Kualitas butiran | Ukuran diameter butiran          |                                              |                                  |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
|                  | Kecil ( $D \leq 16 \text{ mm}$ ) | Sedang<br>( $25 \leq D \leq 40 \text{ mm}$ ) | Besar ( $D \geq 63 \text{ mm}$ ) |
| Baik             | 0,55                             | 0,60                                         | 0,65                             |
| Cukup            | 0,45                             | 0,50                                         | 0,55                             |
| Buruk            | 0,35                             | 0,40                                         | 0,45                             |

$f_{ce}$  = Kekuatan semen berdasarkan data dari pabrik semen yang dipakai atau informasi dari lembaga penelitian bahan.

C = berat semen/ $\text{m}^3$  beton

E = berat air/ $\text{m}^3$  beton

2. Menentukan berat semen dari grafik "Slump" dan C/E



Gambar 3.2 Kurva Fungsi C/E-SLUMP untuk penentuan jumlah semen/m<sup>3</sup> beton

Grafik 3.2, tersebut berlaku untuk bahan butiran alam (pasir dan kerikil sungai), jika bahan butiran yang dipakai merupakan batu pecah, maka harga slumpnya harus dikurangi kira-kira 2 cm.

### 3. Menghitung berat air berdasar langkah (2),

$$\text{Berat air} = \frac{\text{berat semen}}{C/E} \quad (3.7)$$

Berat air tersebut diatas harus dikoreksi, besar koreksi disesuaikan dengan diameter maksimum yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Koreksi kadar air E sebagai fungsi dari D

| D, mm        | 5   | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| Koreksi E 1% | +15 | +9 | +4 | 0  | -4 | -8 | -12 |

### 4. Menentukan perbandingan antara butiran halus (pasir) dan butiran kasar (kerikil) atau batu pecah,

- a. Dengan membuat kurva patokan atau reference kurva. Kurva ini dibuat berdasarkan analisa saringan dengan sumbu ordinat merupakan prosentase lolos saring dan sumbu absisnya antara 0,1 – 0,5 mm. Secara umum bentuk kurva distribusi butiran pasir atau kerikil ini merupakan garis cembung (lihat grafik 3.2). Dilain pihak campuran merupakan gabungan dari pasir dan kerikil yang direncanakan harus mempunyai bentuk kurva cekung. Untuk keperluan itu harus

dicari kurva patokan, yaitu kurva yang sedapat mungkin harus didekati oleh granulometri gabungan. Kurva ini merupakan bilinier yang menghubungkan titik 0% pada diameter = 0,1 mm dan titik 100% pada diameter maksimum dengan titik patah A(X,Y).  $X=0,5$  diameter untuk diameter maksimum  $\leq 25$  mm, X diambil titik tengah antara diameter = 5 mm dan diameter maksimal untuk diameter maksimum  $\geq 25$  mm

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s \quad (3.8)$$

Dimana :

D = Diameter maksimum butiran.

K = Angka koreksi yang tergantung dari jumlah semen per meter kubik, bentuk butiran dan cara pemadatan. Harga-harga ini dapat diambil dari tabel 3.12.

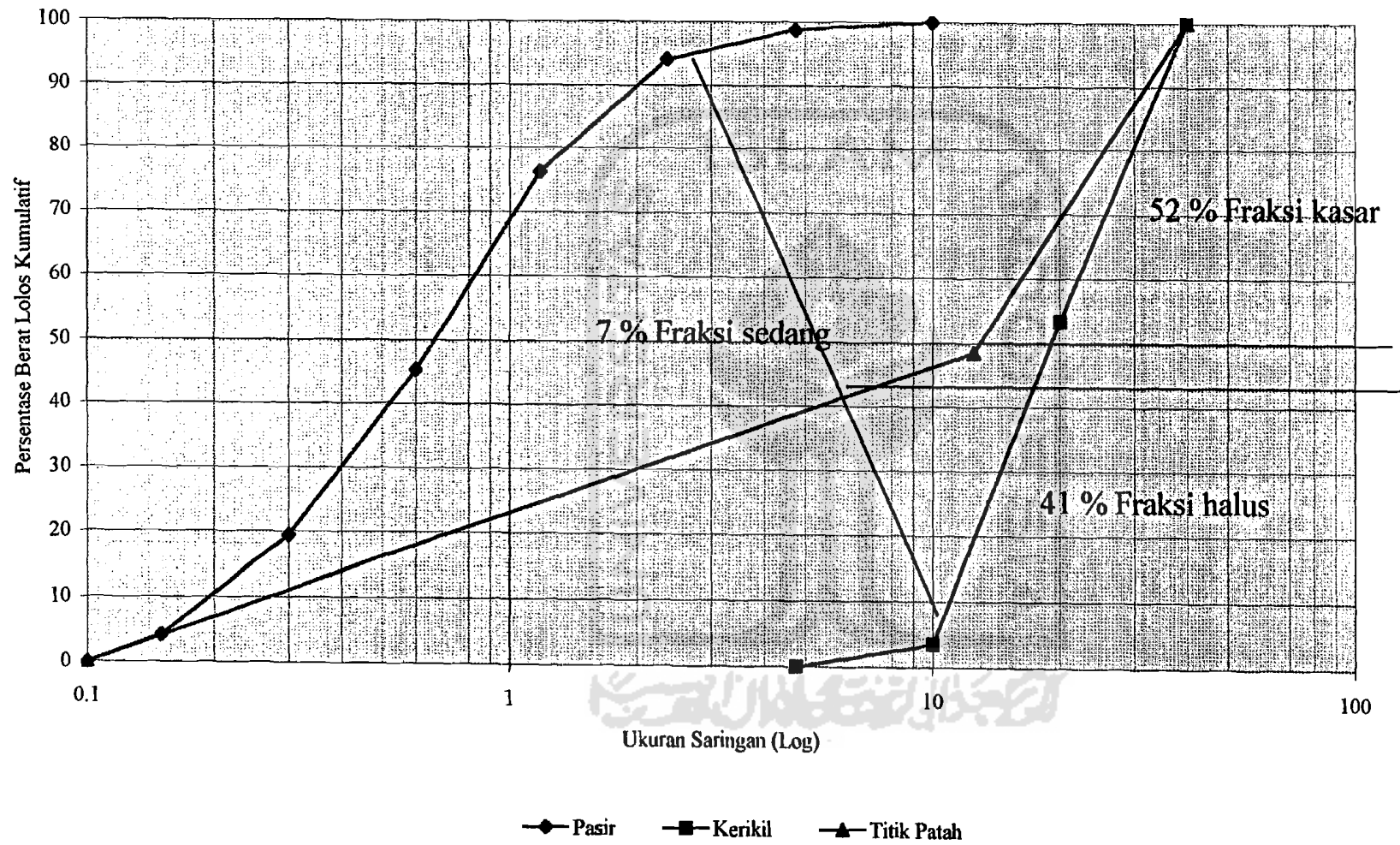
$K_s$  = Angka koreksi jika modulus pasir  $M_{fs}$  tidak sama dengan 2,5. Jika modulus pasir  $M_{fs}$  tidak sama dengan 2,5 maka,

$$K_s = 6 M_{fs} - 15 \quad (3.9)$$

Tabel 3.12 Harga-harga K, Ks, Kp

| Pemadatan                                             |           | Lemah |       | Normal |       | Kuat |       |
|-------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|--------|-------|------|-------|
| Macam butiran                                         |           | Alam  | Pecah | Alam   | Pecah | Alam | Pecah |
| Dosis                                                 | 400+fluid | -2    | 0     | -4     | -2    | -6   | -4    |
| semen                                                 | 400       | 0     | +2    | -2     | 0     | -4   | -2    |
| Kg/m <sup>3</sup>                                     | 350       | +2    | +4    | 0      | +2    | -2   | 0     |
|                                                       | 300       | +4    | +6    | +2     | +4    | 0    | +2    |
|                                                       | 250       | +6    | +8    | +4     | +6    | +2   | +4    |
|                                                       | 200       | +8    | +10   | +8     | +8    | +4   | +8    |
| Koreksi – Ks : Jika Mf tidak sama 2,5 $Ks = 6Mf-15$   |           |       |       |        |       |      |       |
| Koreksi – Kp : Untuk beton yang dipompa $Kp = +5a+10$ |           |       |       |        |       |      |       |

- b. Menentukan persentase pasir dan batu pecah. Besar prosentase ini dapat diperoleh dengan menarik garis lurus yang menghubungkan titik 95% pada kurva pasir dan titik 5% pada kurva kerikil. Ordinat titik potong antara garis tersebut dengan patokan merupakan persentase pasir dari titik potong ini sampai 100% merupakan persentase kerikil.



Gambar 3.3 Kurva Granulometri Agregat

5. Menentukan proporsi agregat dan semen (volume absolut) tiap  $m^3$  beton. Volume absolut ini tergantung kekompakan butiran( $\gamma$ ), yang dapat diambil dari tabel 3.4 yang tergantung pada diameter maksimum dan cara pemadatan. Volume absolut (semen, pasir, kerikil) tiap  $m^3 = 1000 \times \gamma$  terkoreksi. Faktor koreksi tersebut adalah sebagai berikut :

- Untuk campuran pasir alam dan batu pecah, dikoreksi dengan 0,01.
- Untuk campuran pasir pecah dengan batu pecah, dikoreksi dengan 0,003.
- Untuk jumlah semen yang tidak sama dengan 350 Kg/ $m^3$ . Beton dikoreksi dengan  $(C-350)/5000$ , (C = berat semen tiap  $m^3$  beton).
- Untuk bahan butiran ringan dikoreksi dengan  $- 0,03$ .

Tabel 3.12 Harga-harga koefisien kekompakan ( $\gamma$ )

| Kekentalan beton | Cara pemadatan   | Koefisien kekompakan ( $\gamma$ ) |       |       |       |       |       |       |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |                  | D=5                               | D=10  | D=16  | D=25  | D=40  | D=63  | D=100 |
| Lembek           | Tusukan          | 0,750                             | 0,780 | 0,795 | 0,805 | 0,810 | 0,815 | 0,820 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,755                             | 0,785 | 0,800 | 0,810 | 0,815 | 0,820 | 0,825 |
|                  | Pemadatan normal | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
| Plastis          | Tusukan          | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,765                             | 0,795 | 0,820 | 0,825 | 0,830 | 0,830 | 0,835 |
|                  | Pemadatan normal | 0,770                             | 0,800 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,835 | 0,840 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
| Kental           | Pemadatan lemah  | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
|                  | Pemadatan normal | 0,780                             | 0,810 | 0,825 | 0,835 | 0,840 | 0,845 | 0,850 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,785                             | 0,810 | 0,830 | 0,840 | 0,845 | 0,845 | 0,855 |

1) Harga-harga diatas berlaku untuk butiran alam. Jika tidak  $\gamma$  dikoreksi :

- $- 0,01$  untuk pasir alam + batu pecah

- b). – 0,03 untuk butiran dari batu pecah
- 2). Butiran ringan, dikurangi dengan 0,03
- 3). Untuk C tidak sama dengan  $350 \text{ Kg/m}^3$ , koreksi dengan  $(C-350)/5000$ .

6. Menghitung volume semen, pasir dan kerikil.

Volume semen = Berat semen/ BJ semen

Volume agregat =  $1000\gamma$  - volume semen

Volume pasir dan kerikil dapat dihitung berdasarkan persentase yang diperoleh dari langkah (5).

7. Menghitung berat masing-masing bahan untuk  $1 \text{ m}^3$  beton.

Berat semen = Kg (dari langkah (2))

Berat air = Kg (dari langkah (3))

Berat kerikil = Volume x Berat jenis

Berat pasir = Volume x Berat jenis

### 3.3 Pengadukan Bahan Susun

Pengadukan adalah proses pencampuran bahan-bahan susun (semen, air, pasir, kerikil dengan atau tanpa bahan-tambah), sehingga diperoleh suatu adonan yang *plastis* dan homogen.

Komposisi masing-masing bahan susun dapat dalam perbandingan volume atau perbandingan berat. Untuk pekerjaan beton yang tidak menuntut persyaratan

khusus, dapat dipakai perbandingan volume. Sedang untuk beton dengan persyaratan tinggi, dipakai perbandingan berat.

Mekanisme pengadukan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Dibuat di proyek (*site mix*)

- a. Pengadukan dengan cangkul dan sekop, dilakukan dengan tenaga manusia, hanya untuk beton volume kecil.
- b. Pengadukan dengan molen, untuk mempercepat proses pencampuran dan meningkatkan efisiensi kerja. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemakaian molen :
  - Molen ditempatkan sedekat mungkin dengan tempat pencoran.
  - Urutan pemasukan bahan susun ke dalam drum aduk
  - Waktu pengadukan sekitar 1,5 – 3 menit
  - Banyaknya bahan yang dicampur disesuaikan kapasitas drum
  - Tenaga operator harus berpengalaman dan tetap.

2. Beton *Ready Mixed*

Dengan didirikannya pabrik-pabrik pembuat beton jadi (*Ready Mixed Concrete*), masyarakat konsumen di beberapa daerah tertentu, yang tidak mau repot, sudah dapat membeli beton jadi.

Membeli beton jadi juga merupakan alternatif yang efektif, bila kondisi proyek tidak memungkinkan untuk menimbun materail semen, pasir, kerikil (dalam volume besar).

Keuntungan beton jadi, umumnya mempunyai tingkat kualitas yang lebih terkontrol dan seragam.

Waktu untuk pengadukan sebetulnya tidak ada batasnya, hanya bila terlalu cepat akan diperoleh campuran yang belum homogen, sebaliknya bila terlalu lama, akan menghambat pekerjaan pencoran.

Untuk urutan pemasukan bahan dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Dengan tenaga manusia

Pertama-tama semen dan air diaduk dulu hingga rata, kemudian pasir dituang ke dalamnya setelah itu terakhir dimasukkan kerikil.

2. Dengan molen

- a. Bahan yang dimasukkan pertama kali adalah kerikil, kemudian menyusul semen, pasir kemudian baru diberi air.
- b. Pertama kali dimasukkan sedikit air, kemudian kerikil, semen, pasir dan terakhir air lagi.
- c. Semen dan air dimasukkan menjadi satu kemudian menyusul pasir dan kerikil.

### 3.4 Pemadatan Beton

Adukan yang baru dicorkan tidak dapat begitu saja menjadi padat dengan sendirinya. Dari komposisi bahannya, beton segar yang dituang akan membentuk rongga-rongga yang akan terisi oleh udara. Untuk menjadikan masif dan mengeluarkan udara, maka perlu diberikan proses pemadatan sedemikian, sehingga rongga-rongga akan terisi penuh adukan dan sisa udara terjebak tinggal (kurang) 1%.

Tujuan pemadatan beton ialah untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal. Pemadatan juga menjamin suatu perlekatan yang baik antara beton dengan permukaan baja tulangan atau sarana lain yang ikut di cor.

Jumlah udara terjebak tergantung dari workability, bila nilai slump 75 mm dapat mengandung udara 5%, sedang pada slump 25 mm udara terjebak dapat mencapai 20%, itulah sebabnya pada nilai slump rendah perlu usaha pemadatan yang lebih. Rongga udara mengurangi kekuatan beton, untuk 1% udara kekuatan beton menurun 5-6%.

Rongga udara akan menambah permeabilitas dan sifat porous, sehingga material lain di dalam beton tidak terlindung dengan baik. Beton yang dipadatkan dengan baik akan bersifat masif, kuat dan lebih awet. Beton tak dipadatkan/pemadatan kurang baik akan lemah, porous, permukaan kasar dan berlobang-lobang.

Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemadatan :

1. Waktu pemadatan jangan terlalu cepat, tapi juga tidak boleh terlalu lama.
2. Pemadatan dengan mesin harus dilakukan oleh tenaga berpengalaman
3. Satu jam setelah pencoran, tidak boleh lagi ada pemadatan.

#### **3.4.1 Pemadatan Dengan Tangan**

Cara pemadatan biasa dengan tangan terdiri atas menusuk-nusuk adukan beton dengan alat yang tepat. Cetakan silinder diisi dengan beton sebanyak  $\frac{1}{3}$  bagian setelah itu ditusuk-tusuk dengan tongkat besi sebanyak 25 kali tusukan setelah itu

diisi kembali dengan adukan beton sebanyak  $\frac{1}{3}$  bagian kemudian di padatkan dengan tongkat besi, terakhir cetakan beton diisi sampai penuh dan dipadatkan hingga cukup padat.

### 3.5 Perawatan Beton

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan pada perawatan beton. Adapun cara yang dapat dilakukan adalah :

1. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab.
2. Menaruh beton segar di dalam air.
3. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
4. Menggenangi permukaan beton dengan air.
5. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

### 3.6 Evaluasi Pekerjaan Beton

Kekuatan beton di lapangan mempunyai kecenderungan untuk bervariasi dari adukan ke adukan. Besar variasi itu tergantung pada berbagai faktor antara lain:

- a. Variasi mutu bahan (agregat) dari suatu adukan ke adukan lainnya.
- b. Variasi cara pengadukan.
- c. Stabilitas pekerja.

Atas adanya variasi kekuatan beton itu maka diperlukan pengawasan terhadap mutu (*quality control*) agar diperoleh kuat tekan beton yang hampir seragam dan memenuhi kuat tekan yang disyaratkan dalam Rencana Kerja dan Syarat (*bestek*).

Cara pengawasan mutu dilakukan dengan mengambil contoh adukan secara acak yang kemudian dibuat benda uji silinder dari beberapa adukan yang dibuat sehingga mencerminkan variasi mutu beton selama proses pembuatan beton berlangsung.

Setelah proporsi campuran bahan adukan beton ditetapkan, maka pekerjaan pembuatan beton di lapangan dapat dimulai. Pengawasan yang selanjutnya dilakukan ialah pengendalian mutu beton, yaitu menjaga agar beton yang dibuat di lapangan mempunyai kuat tekan sesuai yang diharapkan sebelumnya, yaitu mempunyai kuat tekan yang tidak kurang dari kuat tekan yang disyaratkan dalam Rencana Kerja Syarat.

Pengawasan mutu beton yang dilakukan di lapangan, dilakukan dengan cara membuat digram hasil uji kuat tekan beton dari benda-benda uji yang diambil selama pelaksanaan, sebagaimana tampak pada gambar 3.4 dan gambar 3.5, pengawasan mutu secara terus menerus selama pembuatan beton perlu dilakukan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata dan besar variasi kuat tekan beton yang dibuat di lapangan secara lebih dini.

Dalam gambar 3.4 itu dilukiskan :

- a. Kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan,  $f'_{cr}$
- b. Kuat tekan beton yang disyaratkan  $f'_c$
- c. Delapan puluh lima persen kuat tekan beton yang disyaratkan,  $0,85.f'_c$

Hasil uji (rata-rata dari dua silinder yang dibuat dari satu kali pengambilan contoh adukan) kuat tekan beton dari beton yang telah dibuat di lapangan kemudian diplotkan.

Dalam gambar 3.5 itu dilukiskan :

- a. kuat tekan beton yang disyaratkan ditambah 0,82 deviasi standar,  $f'_c + 0,82.s_d$
- b. kuat tekan beton yang disyaratkan,  $f'_c$

Nilai rata-rata dari 4 hasil uji kuat tekan beton kemudian diplotkan. Untuk memudahkan perhitungan maka dapat dibuat tabel seperti tabel 3.5.

Dengan mengamati dan mencermati hasil penggambaran diagram tersebut kemudian dapat diambil suatu perubahan proporsi campuran apabila hasilnya dianggap terlalu rendah atau terlalu tinggi dari pada kuat tekan yang diharapkan.

Pada perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton beton dinyatakan memenuhi syarat jika:

- a. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari  $(f'_c + 0,82 S_d)$ .
- b. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua silinder) kurang dari  $0,85 f'_c$ .

Jika salah satu dari dua persyaratan tidak terpenuhi, maka untuk adukan berikutnya harus diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kuat tekan rata-rata betonnya

Jika persyaratan kedua tidak terpenuhi maka selain memperbaiki adukan beton berikutnya harus pula diambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa daya dukung struktur beton yang sudah dibuat tidak membahayakan terhadap beban yang ditahan.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Hasil akhir suatu penelitian ditentukan oleh metode yang digunakan pada penelitian tersebut. Berikut diuraikan metode penelitian yang digunakan yaitu persiapan bahan, persiapan alat, benda uji yang digunakan.

#### **4.2 Persiapan Bahan**

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaannya berjalan dengan lancar.

Adapun bahan yang digunakan dalam pencampuran adalah :

1. Semen Portland Merk Nusantara.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari pasir Kaliurang.
3. Agregat kasar (kerikil pecah) berasal dari Clereng.
4. Air yang dipergunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil universitas Islam Indonesia.

#### **4.3 Persiapan Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Tabel 4.1 Alat-alat Yang Digunakan

| No  | Alat yang digunakan | Penggunaannya                             |
|-----|---------------------|-------------------------------------------|
| 1.  | Oven 1 tungku       | Pengering agregat                         |
| 2.  | Piring logam        | Menampung agregat di oven                 |
| 3.  | Ayakan              | Mengayak agregat                          |
| 4.  | Timbangan           | Menimbang bahan yang dibutuhkan           |
| 5.  | Gelas ukur          | Untuk menakar air yang dibutuhkan         |
| 6.  | Ember               | Menampung agregat                         |
| 7.  | Kerucut abrams      | Pengujian slump                           |
| 8.  | Sekop besar         | Mengaduk agregat                          |
| 9.  | Sekop kecil         | Memasukkan adukan beton ke dalam silinder |
| 10. | Tongkat penumbuk    | Memadatkan benda uji                      |
| 11. | Penggaris           | Mengukur slump                            |
| 12. | Kaliper             | Mengukur benda uji                        |
| 13. | Tempat adukan beton | Mengaduk bahan-bahan pembuatan beton      |
| 14. | Molen               | Tempat mencampur bahan-bahan agar homogen |
| 15. | Mesin desak         | Mendesak benda uji                        |

#### 4. 4 Benda Uji yang digunakan

Benda uji/sampel yang digunakan berbentuk silinder dengan jumlah keseluruhan 99 silinder. Pelaksanaan pekerjaan pembuatan sampel dikerjakan selama 5 hari dengan urutan sebagai berikut :

Hari pertama : Campuran I berjumlah 7 sampel.

Campuran II berjumlah 7 sampel.

Campuran III berjumlah 6 sampel.

Hari kedua : Campuran I berjumlah 6 sampel.

Campuran II berjumlah 7 sampel.

Campuran III berjumlah 7 sampel.

Hari ketiga : Campuran I berjumlah 7 sampel.

Campuran II berjumlah 6 sampel.

Campuran III berjumlah 7 sampel.

Hari keempat: Campuran I berjumlah 6 sampel.

Campuran II berjumlah 6 sampel.

Campuran III berjumlah 7 sampel.

Hari kelima : Campuran I berjumlah 7 sampel.

Campuran II berjumlah 7 sampel.

Campuran III berjumlah 6 sampel.

#### 4.5 Cara Penelitian

Cara penelitian yang dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

##### 1. Pemeriksaan bahan campuran beton.

Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan terhadap semen, pasir dan kerikil. semen yang dipakai dipastikan dalam kondisi baik yaitu semen yang belum menggumpal atau mengeras. pasir dan kerikil yang digunakan tidak melampaui kadar lumpur 5%. Selain itu dilakukan pemeriksaan terhadap mhb pasir dan berat jenis dari masing-masing bahan.

##### 2. Perencanaan campuran beton.

Perencanaan campuran menggunakan metode Dreux.

### 3. Pembuatan campuran adukan beton.

Pencampuran dilakukan dengan molen dan setiap adukan direncanakan untuk 6 sampai 7 benda uji.

### 4. Pengukuran Slump.

Setelah adukan dalam molen tercampur rata, kemudian adukan bisa dikeluarkan dari molen dan diukur slumpnya.

### 5. Pembuatan benda uji.

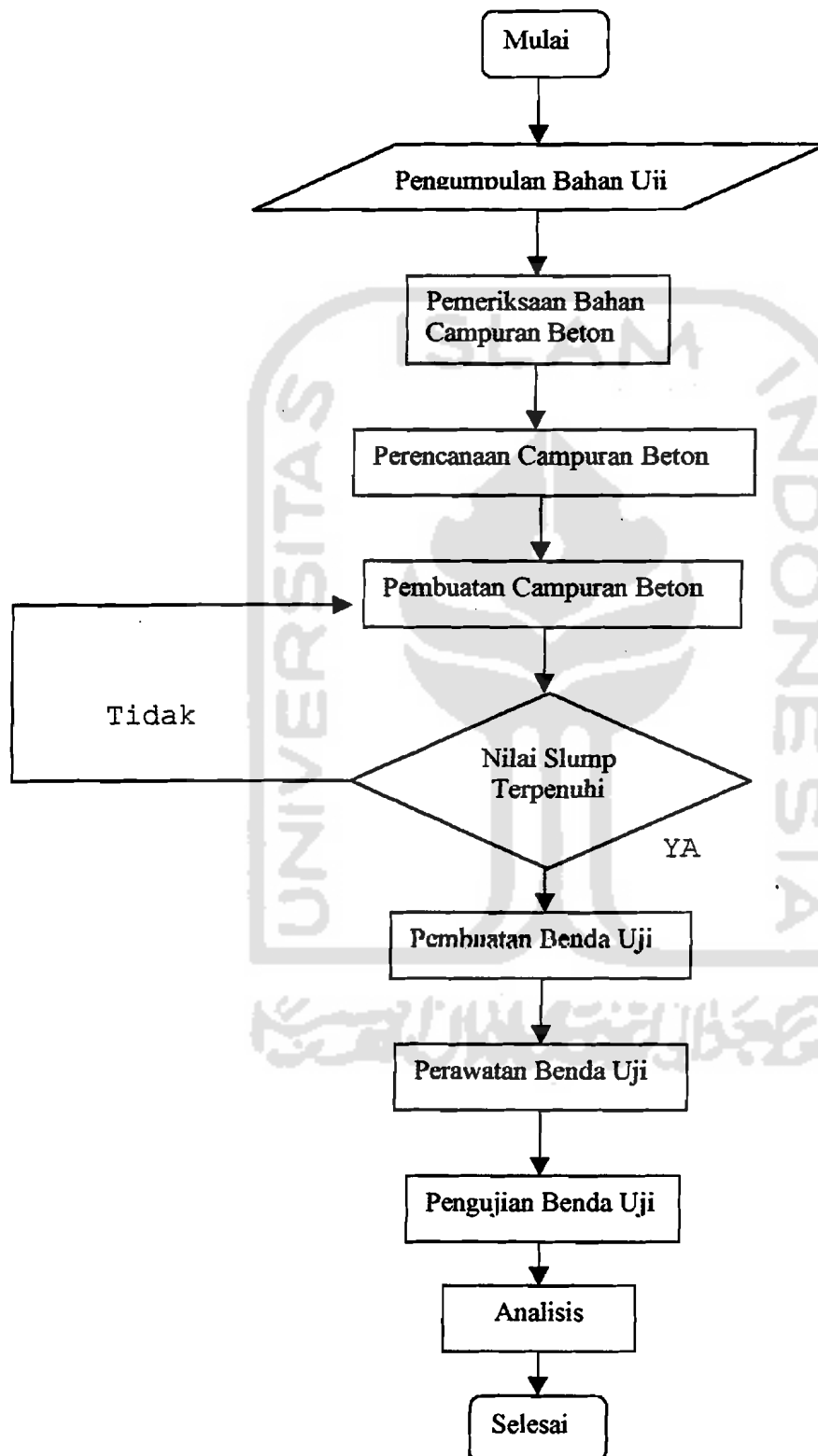
Pembuatan benda uji berupa silinder beton dengan 99 benda uji.

### 6. Perawatan benda uji.

Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji dalam air dan diangkat dua hari sebelum dilakukan pengujian.

### 7. Pengujian benda uji.

Pengujian dilakukan dengan mesin tekan dan dicatat beban maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji.



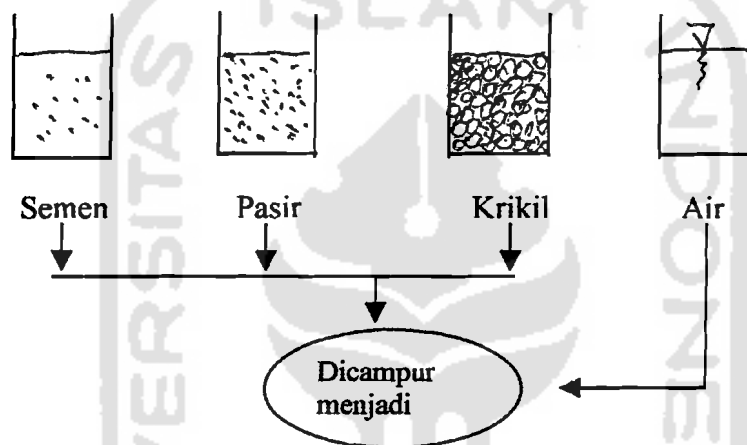
Gambar 4.1 Sistematika Penelitian

#### 4.6 Perlakuan Benda Uji

Adapun perlakuan terhadap benda uji/sampel sebagai berikut :

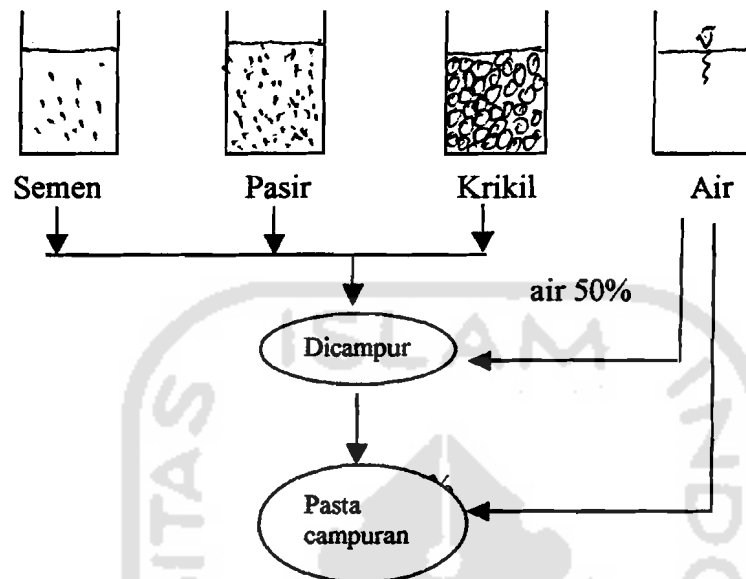
1. Pencampuran I, semen, pasir, kerikil, dicampur menjadi satu kemudian terakhir dimasukkan air, dengan sampel berjumlah 33 silinder.

##### Cara I



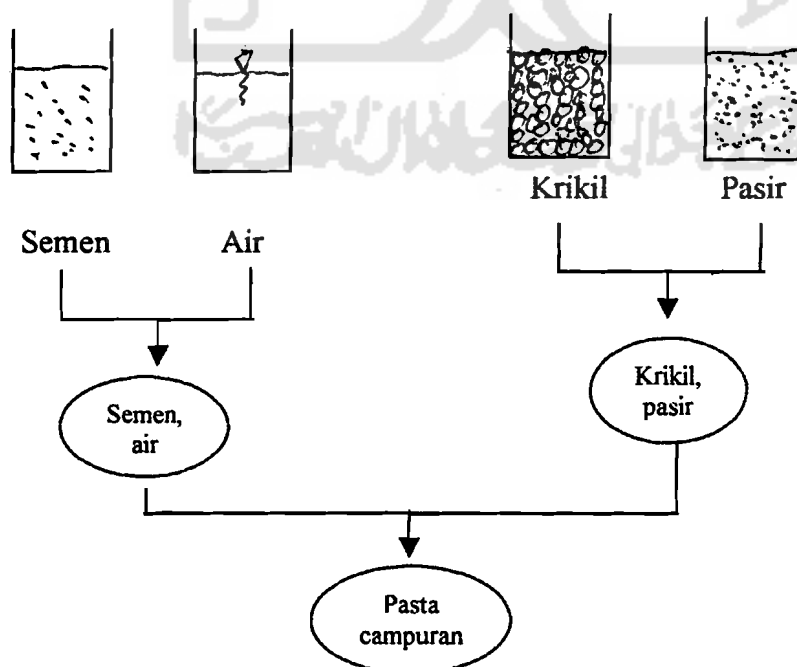
2. Pencampuran II, semen, pasir, kerikil, kemudian ditambah air sebanyak 50% dari total keseluruhan air yang dibutuhkan dicampur menjadi satu, setelah cukup homogen ditambah air sisanya sebanyak 50%, dengan sampel berjumlah 33 silinder.

## Cara II



3. Pencampuran III, Semen dan Air dicampur menjadi satu, kemudian Krikil dan Pasir dicampur menjadi satu ditempat yang berbeda, setelah semuanya tercampur menjadi satu kedua campuran tersebut disatukan, dengan Sampel berjumlah 33 Sampel.

## Cara III



#### **4.7 Pengujian Slump**

Percobaan Slump (Slump test) adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Uji Slump pada adukan beton ini menggunakan nilai Slump 7,5 cm.

#### **4.8 Pemadatan Adukan Beton**

Pemadatan dilakukan untuk menghilangkan pori rongga yang ada di dalam beton. Dalam penelitian ini pemadatan dilakukan dengan cara manual yaitu dengan menggunakan alat bantu berupa tongkat besi yang ditusuk-tusukkan kedalam beton yang berada dalam cetakan silinder, dilakukukan sesuai dengan metode standar pembuatan benda uji

#### **4.9 Perawatan Beton Cetakan**

Setelah cetakan silinder dibuka, kemudian dilakukan perawatan beton. Apabila beton tidak dirawat setelah dibuka dari cetakan maka beton yang dihasilkan kurang kuat dan juga timbul retak-retak.

Untuk penelitian ini dilakukan perawatan beton dengan menaruh beton yang telah jadi ke dalam bak yang berisi genangan air, sebelum dilakukukan tes untuk mengetahui kuat tekan, beton yang berada di dalam genangan air tersebut diangkat untuk di keringkan . Setelah beton memiliki umur sesuai dengan umur yang direncanakan maka diadakan tes uji tekan.

#### 4.10 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton setelah berumur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan.



## **BAB V**

### **PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN**

#### **5.1 Umum**

Penelitian Tugas Akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Urutan pelaksanaan percobaan yang dilakukan dalam penelitian akan dibahas dalam bab ini yaitu, persiapan material, pemeriksaan bahan material, perhitungan campuran beton, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian benda uji.

#### **5.2 Persiapan Material**

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini hendaknya dipersiapkan secara cermat agar tidak menghambat dalam pelaksanaan pekerjaannya nanti.

Bahan campuran adukan beton pada penelitian ini sebahai berikut:

1. Semen portland merk nusantara kemasan 40 Kg.
2. Agregat kasar berupa batu pecah berasal dari Celereng.
3. Agregat halus berupa pasir berasal dari Kaliurang.

4. Air yang dipergunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### 5.3 Pemeriksaan Bahan Material

Pemeriksaan terhadap bahan material yang di perlukan dalam penelitain ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan berat jenis
2. Analisa saringan dan modulus halus butir agregat kasar dan agregat halus.
3. Kadar air pasir dan batu pecah.
4. Absorpsi pasir dan batu pecah.
5. Ukuran butir maksimum batu pecah.

#### 5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan ini dilakukuan untuk mengetahui berat jenis agregat yang akan dipakai. Cara mencarinya adalah sebagai berikut, timbang agregat seberat (W) gram kemudian ambil gelas ukur dan masukkan air seberat ( $V_1$ ) cc ke dalam gelas ukur, masukkan agregat ke dalam gelas ukur yang telah berisi air ( $V_2$ ) cc. Kemudian hitung

berat jenis agregat dengan menggunakan rumus =  $\frac{W}{V_2 - V_1}$  . (5.1)

Dari pemeriksaan yang dilakukan di dapat berat jenis agregat sebagai berikut

Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan berat jenis agregat

| Agregat       | Berat Jenis<br>(gr/cc) |
|---------------|------------------------|
| Agregat halus | 2.58                   |
| Agregat kasar | 2.63                   |

### 5.3.2 Analisa Saringan dan Modulus Halus Butir Agregat Kasar dan Agregat Halus.

Analisa saringan ini bertujuan untuk mengetahui variasi butiran Modulus Halus Butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Cara pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut :

1. Pasir dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  dengan jumlah secukupnya  $\pm 2500$  gram.
2. Siapkan saringan yang berukuran 40, 20, 10, 4.75, 2.36, 1.18, 0.600, 0.300, 0.150 mm + pan, dan di cek urutannya kemudian di bersihkan dengan sikat baja halus untuk saringan diatas 0.300 mm, serta dengan kuas untuk saringan di bawah 0.300 mm.
4. Timbanglah pasir kering oven yang telah didinginkan secukupnya  $\pm 1500$  gram (W).
5. Masukkan pasir tersebut ke dalam saringan yang sudah disusun dari besar ke kecil (4.75 – 0.15 mm, pan) dan tutup yang dengan rapat. Kemudian di ayak dengan mesin penggetar siever selama  $\pm 15$  menit.

6. Pasir yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan ke dalam piring, kemudian ditimbang dalam satuan gram.
7. Timbanglah pasir yang tertahan di tiap-tiap saringan dalam satuan prosen.
8. Hitung berat kumulatifnya dengan cara menjumlahkan semua yang tertahan (dalam satuan prosen) kecuali yang paling bawah (pan) (E Kum).

Perhitungan Modulus Halus Butir (MHB)

$$MHB = \frac{EKum}{100} \times 100\% \quad (5.2)$$

Hasil pemeriksaan analisa saringan pasir dapat dilihat pada Tabel berikut ini.



Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan modulus halus butir pasir

| Saringan |                | Berat Tertinggal<br>(gram) |     | Berat Tertinggal<br>(%) |       | Berat Kumulatif |        |
|----------|----------------|----------------------------|-----|-------------------------|-------|-----------------|--------|
| No       | φ lubang<br>mm | I                          | II  | I                       | II    | I               | II     |
| 1        | 40             | -                          | -   | -                       | -     | -               | -      |
| 2        | 20             | -                          | -   | -                       | -     | -               | -      |
| 3        | 10             | -                          | -   | -                       | -     | -               | -      |
| 4        | 4.75           | 12                         | 24  | 0.81                    | 1.61  | 0.81            | 1.61   |
| 5        | 2.36           | 68                         | 72  | 4.59                    | 4.83  | 5.4             | 6.44   |
| 6        | 1.18           | 268                        | 260 | 18.08                   | 17.43 | 23.48           | 23.87  |
| 7        | 0.600          | 461                        | 461 | 31.11                   | 30.89 | 54.59           | 54.76  |
| 8        | 0.300          | 391                        | 380 | 26.38                   | 25.47 | 80.97           | 80.23  |
| 9        | 0.15           | 224                        | 227 | 15.12                   | 15.21 | 96.09           | 95.44  |
| 10       | Pan            | 58                         | 68  | 3.91                    | 4.56  | -               | -      |
| Jumlah   |                |                            |     |                         |       | 261.34          | 262.35 |

Jumlah rata-rata = 261.845

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB) pasir} = \frac{261.845}{100} = 2.62$$

Untuk mengetahui modulus halus butir kerikil dilakukan cara yang sama seperti yang telah dilakukan untuk mengetahui MHB pasir. Adapun hasil yang di dapat dari perhitungan tersebut adalah :

Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan modulus halus butir kerikil

| Saringan |                | Berat Tertinggal<br>(gram) |        | Berat Tertinggal<br>(%) |       | Berat Kumulatif |        |
|----------|----------------|----------------------------|--------|-------------------------|-------|-----------------|--------|
| No       | φ lubang<br>mm | I                          | II     | I                       | II    | I               | II     |
| 1        | 40             | -                          | -      | -                       | -     | -               | -      |
| 2        | 20             | 1176.5                     | 682.5  | 58.96                   | 34.20 | 58.96           | 34.20  |
| 3        | 10             | 772.5                      | 1220.5 | 38.71                   | 61.16 | 97.67           | 95.36  |
| 4        | 4.75           | 46.5                       | 92.5   | 2.33                    | 4.64  | 100             | 100    |
| 5        | 2.36           | -                          | -      | -                       | -     | 100             | 100    |
| 6        | 1.18           | -                          | -      | -                       | -     | 100             | 100    |
| 7        | 0.600          | -                          | -      | -                       | -     | 100             | 100    |
| 8        | 0.300          | -                          | -      | -                       | -     | 100             | 100    |
| 9        | 0.15           | -                          | -      | -                       | -     | 100             | 100    |
| 10       | Pan            | -                          | -      | -                       | -     | -               | -      |
| Jumlah   |                |                            |        |                         |       | 756.63          | 729.56 |

Jumlah rata-rata = 743.095

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB) kerikil} = \frac{743.095}{100} = 7.43$$

### 5.3.3 Kadar Air Pasir dan Batu Pecah

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat di dalam pasir dan batu pecah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pemeriksaan kadar air adalah sebagai berikut :

1. Pasir yang akan digunakan ditimbang seberat (A) gram.

2. Masukkan pasir yang telah di timbang ke dalam oven dengan suhu 105°C - 110°C selama  $\pm 24$  jam.
3. Keluarkan pasir dari oven kemudian di diamkan sampai dingin.
4. Timbang pasir yang telah dingin tersebut, didapat (B) gram.
5. Hitung kadar air pasir.

$$\text{Kadar air pasir} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \quad (5.3)$$

Tabel 5.3 Hasil pemeriksaan kadar air pasir didapat :

|                                            | Benda Uji I | Benda Uji II |
|--------------------------------------------|-------------|--------------|
| Berat pasir (A)<br>(gram)                  | 500         | 500          |
| Berat pasir setelah di oven (B)<br>(gram)  | 475         | 477          |
| Kadar air = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$ | 5.3%        | 4.8%         |
| Kadar air rata-rata                        | 5.1%        |              |

Tabel 5.4 Hasil pemeriksaan kadar air batu pecah didapat:

|                                             | Benda Uji I | Benda Uji II |
|---------------------------------------------|-------------|--------------|
| Berat kerikil (A)<br>(gram)                 | 500         | 500          |
| Berat kerikil setelah di oven (B)<br>(gram) | 489         | 490          |
| Kadar air = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$  | 2.2%        | 2%           |
| Kadar air rata-rata                         | 2.1%        |              |

#### 5.3.4 Absorpsi Pasir dan Batu Pecah

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kadar penyerapan air terhadap pasir dan kerikil. Urutan-urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan pasir ke dalam oven dengan suhu 105°C - 110°C dengan jumlah secukupnya selama  $\pm 24$  jam.
2. Angkat pasir dari dalam oven kemudian ditimbang seberat (A) gram.
3. Rendam pasir dengan air selama  $\pm 24$  jam.
4. Angin-anginkan pasir sampai mengering dan tidak mengandung air lagi, kemudian timbang pasir yang telah mengering tersebut seberat (B) gram.
5. Hitung absorpsi pasir.

$$\text{Absorpsi pasir} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \quad (5.4)$$

Tabel 5.5 Hasil pemeriksaan absorpsi pasir didapat:

|                                                                     | Benda Uji I | Benda Uji II |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|
| Berat pasir setelah di oven (A)<br>(gram)                           | 475         | 477          |
| Berat pasir setelah di rendam air selama $\pm 24$<br>jam (B) (gram) | 483.5       | 496          |
| Absorpsi = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$                           | 1.76 %      | 1.65 %       |
| Absorpsi rata-rata                                                  | 1.71 %      |              |

Tabel 5.6 Hasil pemeriksaan absorpsi batu pecah didapat:

|                                                                      | Benda Uji I | Benda Uji II |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|
| Berat kerikil setelah di oven(A)<br>(gram)                           | 489         | 490          |
| Berat kerikil setelah direndam air selama $\pm 24$ jam<br>(B) (gram) | 497.5       | 495          |
| Absorpsi = $\frac{A - B}{B} \times 100\%$                            | 1.7 %       | 1.0 %        |
| Absorpsi rata-rata                                                   | 1.35 %      |              |

### 5.3.5 Ukuran Butir Maksimum Batu Pecah

Secara teoritis ukuran agregat maksimum atau ukuran butir maksimum yang ada pada fraksi ukuran butir di-1 ialah agregat dengan ukuran di. Kadang-kadang di disebut juga ukuran nominal maksimum. Akan tetapi dalam praktek selalu ada

butiran-butiran dalam suatu fraksi yang lebih besar daripada ukuran nominal maksimum tersebut. Butiran agregat yang lebih besar dari pada ukuran maksimum itu disebut kelebihan ukuran (oversize). Oleh karena itu, dalam praktek yang dinamakan dengan ukuran maksimum D ialah ukuran butir agregat maksimum yang ada dalam jumlah cukup untuk mempengaruhi sifat fisik beton, pada umumnya dirancang dengan ukuran ayakan tertentu dengan jumlah butir yang tertahan pada ayakan tersebut sebanyak 5 sampai 10 persen berat total. Ukuran agregat maksimum yang dipakai dalam penulisan ini adalah 25 mm.

#### 5.4 Perhitungan Campuran Beton

Perhitungan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui proporsi bahan susun beton. Dalam penelitian ini perhitungan campuran beton menggunakan cara Dreux, yang tahapan perencanaannya telah di jelaskan pada Bab III (Landasan Teori). Perhitungan ini didasarkan pada data bahan susun sebagai berikut :

##### Perhitungan Campuran Beton

Data-data yang tersedia :

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Bj pasir             | = 2.58   |
| Bj batu pecah        | = 2.63   |
| Bj semen             | = 3.15   |
| Kadar air pasir      | = 5.1 %  |
| Kadar air batu pecah | = 2.1 %  |
| Absorpsi pasir       | = 1.71 % |
| Absorpsi batu pecah  | = 1.35 % |

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Kekuatan tekan semen Tipe I | = 50 MPa |
| Ukuran maksimum kerikil     | = 25 mm  |
| MHB Pasir                   | = 2.62   |

### Perhitungan

#### 1. Menentukan besarnya C/E

$$f'_{cr} = G.f_{ce} \cdot (C/E-0,5)$$

$$\text{Kuat tekan rata-rata, } f'_{cr} = f'_c + 1,64s$$

$$\text{Kuat tekan rata-rata, } f'_{cr} = f'_c + 2,64s - 4$$

5.8 Tabel Peningkatan kekuatan yang diperlukan untuk kuat tekan beton yang disyaratkan bila data hasil pengujian tidak tersedia.

| Kuat Tekan Beton yang<br>Disyaratkan (MPa) | Peningkatan Kekuatan<br>(MPa) |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| < 21                                       | 7.0                           |
| 21 - 35                                    | 8.5                           |
| ≥ 35                                       | 10.0                          |

. Karena tidak tersedia data hasil pengujian atau pengalaman sebelumnya, maka besarnya kekuatan tekan beton rencana diperhitungkan berdasarkan tabel



Dari tabel 5.9  $K = 2.8$  untuk semen  $330 \text{ kg/m}^3$  beton

$M_f = 2.62$  ( $M_f \neq 2.5$ ), maka  $K_s = 6(2.62) - 15 = 0.72$

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s = 50 - \sqrt{25} + 2.8 + 0.72 = 48.52\%$$

Titik Patah (12,5 mm, 48.52%)

Dengan menggunakan analisis granulometri agregat diperoleh komposisi :

Fraksi halus = 41%

Fraksi tengah = 7%

Fraksi kasar = 52%

Karena batu pecah yang digunakan tidak diolah, maka fraksi tersebut hanya terdiri atas 2 fraksi, yaitu :

Fraksi halus (pasir) = 41%

Fraksi kasar (batu pecah) = 7% + 52% = 59%

#### 4. Menentukan jumlah air

$$\text{Jumlah air} = C/(C/E) = 330/1.74 = 189.66 \text{ Kg/m}^3$$

Koreksi kadar air (EI) agregat maksimum 25 mm dari tabel 5.10 didapat 0

Tabel 5.10 Koreksi kadar air

| D, mm        | 5   | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| Koreksi E 1% | +15 | +9 | +4 | 0  | -4 | -8 | -12 |

$$\text{Jumlah air bebas} = (1-0) 189.66 = 189.66 \text{ kg/m}^3$$

### 5. Menentukan berat agregat

Untuk beton plastis dengan pemadatan normal bagi agregat maksimum berukuran 25 mm dari tabel didapat  $\gamma = 0,820$

Tabel 5.11 Harga-harga Koefisien Kekompakan ( $\gamma$ )

| Kekentalan beton | Cara pemadatan   | Koefisien kekompakan ( $\gamma$ ) |       |       |       |       |       |       |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |                  | D=5                               | D=10  | D=16  | D=25  | D=40  | D=63  | D=100 |
| Lembek           | Tusukan          | 0,750                             | 0,780 | 0,795 | 0,805 | 0,810 | 0,815 | 0,820 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,755                             | 0,785 | 0,800 | 0,810 | 0,815 | 0,820 | 0,825 |
|                  | Pemadatan normal | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
| Plastis          | Tusukan          | 0,760                             | 0,790 | 0,805 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,830 |
|                  | Pemadatan lemah  | 0,765                             | 0,795 | 0,820 | 0,825 | 0,830 | 0,830 | 0,835 |
|                  | Pemadatan normal | 0,770                             | 0,800 | 0,815 | 0,820 | 0,825 | 0,835 | 0,840 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
| Kental           | Pemadatan lemah  | 0,775                             | 0,805 | 0,820 | 0,830 | 0,835 | 0,840 | 0,845 |
|                  | Pemadatan normal | 0,780                             | 0,810 | 0,825 | 0,835 | 0,840 | 0,845 | 0,850 |
|                  | Pemadatan kuat   | 0,785                             | 0,810 | 0,830 | 0,840 | 0,845 | 0,845 | 0,855 |

### Koreksi $\gamma$

Jumlah semen tidak sama dengan 350, maka  $K_1 = (330-350)/5000 = -0,004$

Agregat berupa pasir alam dan batu pecah, maka  $K_2 = -0,010$ , sehingga  $\gamma = 0,820 +$

$$K_1 + K_2 = 0,820 - 0,004 - 0,010 = 0,806$$

Untuk 1 m<sup>3</sup> beton

$$\text{Volume semen} = 330/3.15 = 104.76 \text{ l}$$

$$\text{Volume agregat } 1000 \times 0.806 - 104.76 = 701.24 \text{ l}$$

$$\text{Jadi berat pasir} = 0.41 \times 701.24 \times 2.58 = 741.77 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat batu} = 0.59 \times 701.24 \times 2.63 = 1088.11 \text{ Kg}$$

Menentukan berat agregat (kondisi lapangan)

$$\text{Jumlah air dalam pasir} = (5.1 - 1.71)/100 \times 741.77 = 24.4 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah air dalam batu} = (2.1 - 1.35)/100 \times 1088.11 = 7.73 \text{ Kg/m}^3$$

Komposisi akhir unsur campuran beton menjadi

$$\text{Jumlah air} = 189.66 - 24.4 - 7.73 = 157.53 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah semen} = 330 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah pasir} = 741.77 + 24.4 = 766.17 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah batu pecah} = 1088.11 + 7.73 = 1095.84 \text{ Kg/m}^3$$

### 5.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dalam waktu lima hari, proses pencampurannya dilakukan sebagai berikut :

1. Semua bahan dan alat untuk campuran beton disiapkan dan di bersihkan.
2. Bahan susun beton ditimbang sesuai dengan perbandingan berat diatas, kemudian diaduk menjadi satu berturut-turut sesuai dengan variasi yang akan di buat. Untuk variasi I, semen, pasir, kerikil, dicampur menjadi satu kemudian terakhir air.

Variasi II, semen, pasir, kerikil, ditambah 50% air dari total jumlah keseluruhan air sampai cukup homogen setelah itu ditambah sisa air yang tersisa. Variasi III, semen dan air dicampur jadi satu, kemudian pasir dan kerikil dicampur jadi satu ditempat yang berbeda, setelah itu kedua campuran tersebut disatukan.

3. Sementara itu cetakan silinder diukur dan diolesi oli sebagai pelumas yang fungsinya untuk mempermudah melepas cetakan. Kemudian kunci silinder dikencangkan.
4. Setelah adukan beton benar-benar tercampur, segera dilakukan pengukuran slump dengan kerucut Abrams diameter diatas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Langkah pengukuran slump sebagai berikut :
  - a. Isi kerucut 1/3 bagian.
  - b. Tusuk-tusuk sebanyak 25 kali.
  - c. Begitu juga berikutnya sampai bagian atas kerucut penuh.
  - d. Angkat kerucut secara vertikal dan ukur penurunannya.
5. Kemudian dilakukan pengisian ke dalam cetakan secara bertahap, pengisian beton 1/3 cetakan dan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja. Begitu juga dengan sisanya dilakukan sampai cetakan penuh. Ratakan permukaannya dan ketuk-ketuk.
6. Biarkan beton dalam cetakan selama  $\pm 24$  jam dan diletakkan pada tempat yang terlindungi dan bebas dari getaran.
7. Setelah  $\pm 24$  jam cetakan dapat dibuka.

Untuk perawatan beton setelah dibuka dimasukkan dalam bak yang diisi air direndam sampai kira-kira 2 hari sebelum dilakukan pengujian.

### 5.6 Pengujian Benda Uji

Untuk pengujian beton benda uji haruslah dalam keadaan kering. Kira-kira 2 hari sebelum tanggal pengujian benda uji diangkat dan dari bak air didiamkan sampai kering.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji desak merk “Controls”.



## **BAB VI**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **6.1 Hasil Penelitian**

Pengujian kuat desak beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Hasil penelitian diperoleh setelah dilakukan uji desak beton pada benda-benda uji silinder beton.

Untuk mengetahui kekuatan beton digunakan alat untuk menguji kuat desak beton merknya "Controls". Pengujian dilakukan dengan memberi beban pada silinder sampai pada tingkatan tertentu, sampai terjadi keruntuhan pada silinder. Benda uji di letakkan pada alat uji tepat di tengah agar terjadi penekanan yang merata dan maksimum. Kekuatan uji desak dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang diterima silinder dengan luas penampang silinder atau mengikuti rumus :

$$\sigma_b = \frac{P}{A} \quad (6.1)$$

Dimana :

$\sigma_b$  = Kuat tekan beton

P = Beban maksimum yang diterima silinder beton

A = Luas penampang silinder

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Untuk menghindari kerancuan pada saat tes berlangsung benda uji diberi kode Variasi I, Variasi II, Variasi III.

Hasil penelitian ini disusun kedalam tabel dan data mengenai hasil pengujian dari laboratorium adalah sebagai berikut :



Tabel 6.1 Hasil Pengujian Variasi I

| Tgl Pembuatan | Tgl Pengujian | No | Berat (gram) | D (cm) | T (cm) | Luas (cm <sup>2</sup> ) | P mak (KN) | Umur (hari) | Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|---------------|----|--------------|--------|--------|-------------------------|------------|-------------|----------------------------------|
| 25/10/2001    | 22/11/2001    | 1  | 12763        | 15.075 | 30.235 | 178.486                 | 395        | 28          | 225.683                          |
| Cusca oerah   |               | 2  | 12883        | 14.900 | 30.130 | 174.366                 | 450        | 28          | 263.182                          |
|               |               | 3  | 12924        | 15.100 | 30.000 | 179.079                 | 430        | 28          | 244.868                          |
|               |               | 4  | 12928        | 15.050 | 30.365 | 177.895                 | 375        | 28          | 214.969                          |
|               |               | 5  | 12713        | 15.000 | 29.975 | 176.715                 | 455        | 28          | 262.570                          |
|               |               | 6  | 13006        | 14.960 | 30.200 | 175.773                 | 370        | 28          | 214.662                          |
| 26/10/2001    | 23/11/2001    | 7  | 12878        | 14.975 | 30.315 | 176.126                 | 460        | 28          | 266.343                          |
| Cusca oerah   |               | 8  | 12914        | 15.120 | 30.100 | 179.553                 | 445        | 28          | 252.739                          |
|               |               | 9  | 12835        | 15.070 | 30.295 | 178.368                 | 455        | 28          | 260.137                          |
|               |               | 10 | 13035        | 15.075 | 30.100 | 178.486                 | 450        | 28          | 257.107                          |
|               |               | 11 | 12768        | 15.000 | 29.965 | 176.715                 | 435        | 28          | 251.029                          |
|               |               | 12 | 12973        | 14.870 | 30.315 | 173.665                 | 480        | 28          | 281.862                          |
|               |               | 13 | 12940        | 14.965 | 30.335 | 175.891                 | 480        | 28          | 278.294                          |
| 27/11/2001    | 24/11/2001    | 14 | 12699        | 14.975 | 30.250 | 176.126                 | 515        | 28          | 298.188                          |
| Cusca oerah   |               | 15 | 12830        | 15.065 | 30.280 | 178.249                 | 455        | 28          | 260.309                          |
|               |               | 16 | 12916        | 15.000 | 30.520 | 176.715                 | 490        | 28          | 282.768                          |
|               |               | 17 | 12854        | 15.120 | 30.275 | 179.553                 | 495        | 28          | 281.137                          |
|               |               | 18 | 12828        | 15.050 | 30.400 | 177.895                 | 550        | 28          | 315.287                          |
|               |               | 19 | 12584        | 14.885 | 31.400 | 174.015                 | 460        | 28          | 269.573                          |
|               |               | 20 | 12930        | 14.960 | 30.170 | 175.773                 | 405        | 28          | 234.968                          |
| 28/10/2001    | 26/11/2001    | 21 | 13729        | 15.040 | 29.915 | 177.658                 | 570        | 29          | 327.187                          |
| Cusca oerah   |               | 22 | 13070        | 15.050 | 30.130 | 177.895                 | 490        | 29          | 280.892                          |
|               |               | 23 | 13025        | 15.050 | 30.070 | 177.895                 | 410        | 28          | 235.032                          |
|               |               | 24 | 13067        | 15.145 | 30.170 | 180.148                 | 545        | 28          | 308.514                          |
|               |               | 25 | 13040        | 15.050 | 30.160 | 177.895                 | 450        | 29          | 257.962                          |
|               |               | 26 | 12760        | 15.045 | 30.040 | 177.776                 | 480        | 29          | 275.343                          |
|               |               | 27 | 13055        | 15.140 | 30.280 | 180.029                 | 410        | 29          | 232.246                          |
| 29/10/2001    | 26/11/2001    | 28 | 13000        | 15.070 | 30.265 | 178.368                 | 470        | 28          | 268.713                          |
| Cusca oerah   |               | 29 | 12740        | 15.070 | 30.220 | 178.368                 | 380        | 28          | 217.257                          |
|               |               | 30 | 12997        | 15.120 | 30.455 | 179.553                 | 425        | 28          | 241.380                          |
|               |               | 31 | 12778        | 15.225 | 30.185 | 182.056                 | 405        | 28          | 226.860                          |
|               |               | 32 | 13017        | 15.110 | 30.190 | 179.316                 | 460        | 28          | 261.605                          |
|               |               | 33 | 12963        | 15.075 | 30.260 | 178.486                 | 395        | 28          | 225.683                          |

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Variasi II

| Tgl Pembuatan | Tgl Pengujian | No | Berat (gram) | D (cm) | T (cm) | Luas (cm <sup>2</sup> ) | P mak (KN) | Umur (hari) | Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|---------------|----|--------------|--------|--------|-------------------------|------------|-------------|----------------------------------|
| 25/10/2001    | 22/11/2001    | 1  | 12967        | 15.020 | 30.235 | 177.186                 | 343        | 28          | 197.411                          |
| Cuaca mendung |               | 2  | 12767        | 15.025 | 30.045 | 177.304                 | 400        | 28          | 230.063                          |
|               |               | 3  | 12747        | 15.045 | 31.000 | 177.776                 | 410        | 28          | 235.188                          |
|               |               | 4  | 12825        | 15.040 | 30.045 | 177.658                 | 450        | 28          | 258.305                          |
|               |               | 5  | 12642        | 15.060 | 30.020 | 178.131                 | 327        | 28          | 187.204                          |
|               |               | 6  | 12731        | 14.900 | 30.335 | 174.366                 | 430        | 28          | 251.485                          |
|               |               | 7  | 12588        | 15.070 | 29.855 | 178.368                 | 327        | 28          | 186.955                          |
| 26/10/2001    | 23/11/2001    | 8  | 12789        | 14.900 | 30.325 | 174.366                 | 329        | 28          | 192.415                          |
| Cuaca mendung |               | 9  | 12891        | 14.960 | 30.440 | 175.773                 | 395        | 28          | 229.166                          |
|               |               | 10 | 13040        | 14.975 | 30.600 | 176.126                 | 390        | 28          | 225.812                          |
|               |               | 11 | 12735        | 14.930 | 30.100 | 175.069                 | 308        | 28          | 179.410                          |
|               |               | 12 | 12770        | 14.975 | 30.135 | 176.126                 | 370        | 28          | 214.232                          |
|               |               | 13 | 12760        | 14.900 | 30.495 | 174.366                 | 330        | 28          | 193.000                          |
|               |               | 14 | 13137        | 15.035 | 30.680 | 177.540                 | 400        | 28          | 229.758                          |
| 27/11/2001    | 24/11/2001    | 15 | 12884        | 15.185 | 30.305 | 181.100                 | 405        | 28          | 228.056                          |
| Cuaca cerah   |               | 16 | 13076        | 15.150 | 30.735 | 180.267                 | 300        | 28          | 169.712                          |
|               |               | 17 | 13040        | 15.075 | 30.610 | 178.486                 | 400        | 28          | 228.540                          |
|               |               | 18 | 12965        | 15.075 | 30.150 | 178.486                 | 395        | 28          | 225.683                          |
|               |               | 19 | 12990        | 15.000 | 30.355 | 176.715                 | 460        | 28          | 265.456                          |
|               |               | 20 | 12757        | 15.050 | 30.415 | 177.895                 | 490        | 28          | 280.892                          |
| 28/10/2001    | 26/11/2001    | 21 | 12.856       | 15.085 | 30.465 | 178.723                 | 335        | 29          | 191.148                          |
| Cuaca cerah   |               | 22 | 13.120       | 15.030 | 30.325 | 177.422                 | 550        | 29          | 316.127                          |
|               |               | 23 | 13.014       | 15.025 | 30.535 | 177.304                 | 365        | 29          | 209.933                          |
|               |               | 25 | 13.080       | 15.085 | 30.460 | 178.723                 | 460        | 29          | 262.473                          |
|               |               | 26 | 12.987       | 15.025 | 30.200 | 177.304                 | 395        | 29          | 227.188                          |
|               |               | 27 | 12.983       | 15.160 | 30.075 | 180.505                 | 405        | 29          | 228.809                          |
| 29/10/2001    | 26/11/2001    | 28 | 12791        | 15.025 | 30.265 | 177.304                 | 430        | 28          | 247.318                          |
| Cuaca cerah   |               | 29 | 12943        | 15.075 | 30.220 | 178.486                 | 365        | 28          | 208.543                          |
|               |               | 30 | 12887        | 15.050 | 30.455 | 177.895                 | 375        | 28          | 214.969                          |
|               |               | 31 | 12585        | 15.000 | 30.185 | 176.715                 | 390        | 28          | 225.060                          |
|               |               | 32 | 12928        | 15.095 | 30.190 | 178.960                 | 365        | 28          | 207.990                          |
|               |               | 33 | 12785        | 15.000 | 30.260 | 176.715                 | 420        | 28          | 242.373                          |

Tabel 6.3 Tabel Pengujian Variasi III

| Tgl<br>Pembuatan | Tgl<br>pengujian | No | Berat<br>(gram) | D<br>(cm) | T<br>(cm) | Luas<br>(cm <sup>2</sup> ) | P rak<br>(KN) | Umur<br>(hari) | Kuat Tekan<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|------------------|----|-----------------|-----------|-----------|----------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| 25/10/2001       | 22/11/2001       | 1  | 12995           | 15.135    | 32.250    | 179.910                    | 400           | 28             | 226.731                             |
| Cuaca Hujan      |                  | 2  | 13017           | 15.030    | 33.650    | 177.422                    | 395           | 28             | 227.037                             |
|                  |                  | 3  | 12698           | 14.935    | 29.835    | 175.186                    | 405           | 28             | 235.755                             |
|                  |                  | 4  | 12523           | 14.825    | 29.880    | 172.615                    | 425           | 28             | 251.082                             |
|                  |                  | 5  | 12828           | 14.890    | 30.025    | 174.132                    | 425           | 28             | 248.895                             |
|                  |                  | 6  | 12770           | 15.300    | 30.045    | 183.854                    | 450           | 28             | 249.601                             |
|                  |                  | 7  | 12795           | 15.075    | 30.255    | 178.486                    | 430           | 28             | 245.680                             |
| 26/10/2001       | 23/11/2001       | 8  | 13036           | 15.020    | 30.400    | 177.186                    | 347           | 28             | 199.713                             |
| Cuaca Mendung    |                  | 9  | 13004           | 15.235    | 30.525    | 182.295                    | 345           | 28             | 192.997                             |
|                  |                  | 10 | 13155           | 15.000    | 30.325    | 176.715                    | 290           | 28             | 167.332                             |
|                  |                  | 11 | 13110           | 15.220    | 30.625    | 181.936                    | 310           | 28             | 173.760                             |
|                  |                  | 12 | 12919           | 15.000    | 30.325    | 176.715                    | 390           | 28             | 225.060                             |
|                  |                  | 13 | 13162           | 15.035    | 30.360    | 177.540                    | 290           | 28             | 166.574                             |
| 27/11/2001       | 24/11/2001       | 14 | 12939           | 15.305    | 30.415    | 183.974                    | 385           | 28             | 213.408                             |
| Cuaca Cerah      |                  | 15 | 12898           | 15.050    | 30.675    | 177.895                    | 340           | 28             | 194.905                             |
|                  |                  | 16 | 12988           | 15.005    | 30.270    | 176.832                    | 360           | 28             | 207.609                             |
|                  |                  | 17 | 12795           | 15.000    | 31.000    | 176.715                    | 455           | 28             | 262.570                             |
|                  |                  | 18 | 12840           | 14.955    | 30.270    | 175.656                    | 455           | 28             | 264.153                             |
|                  |                  | 19 | 12722           | 15.050    | 30.160    | 177.895                    | 430           | 28             | 246.497                             |
|                  |                  | 20 | 12963           | 15.100    | 30.135    | 179.079                    | 440           | 28             | 250.562                             |
| 28/10/2001       | 26/11/2001       | 21 | 12957           | 15.025    | 30.400    | 177.304                    | 345           | 29             | 198.430                             |
| Cuaca Cerah      |                  | 22 | 13006           | 15.025    | 30.465    | 177.304                    | 420           | 29             | 241.567                             |
|                  |                  | 23 | 12905           | 15.075    | 30.180    | 178.486                    | 360           | 29             | 205.686                             |
|                  |                  | 24 | 13064           | 15.030    | 30.200    | 177.422                    | 385           | 29             | 221.289                             |
|                  |                  | 25 | 12928           | 15.180    | 30.180    | 180.981                    | 470           | 29             | 264.832                             |
|                  |                  | 26 | 12824           | 15.185    | 30.335    | 181.100                    | 262           | 29             | 147.533                             |
| 29/10/2001       | 26/11/2001       | 27 | 13070           | 14.980    | 30.695    | 176.244                    | 465           | 28             | 269.058                             |
| Cuaca Cerah      |                  | 28 | 12797           | 14.930    | 30.200    | 175.069                    | 500           | 28             | 291.251                             |
|                  |                  | 29 | 12819           | 14.890    | 30.405    | 174.132                    | 485           | 28             | 284.033                             |
|                  |                  | 30 | 12856           | 15.195    | 30.290    | 181.339                    | 505           | 28             | 283.992                             |
|                  |                  | 31 | 12690           | 14.940    | 30.285    | 175.304                    | 475           | 28             | 276.318                             |
|                  |                  | 32 | 12917           | 15.050    | 30.365    | 177.895                    | 475           | 28             | 272.293                             |
|                  |                  | 33 | 12878           | 15.000    | 30.490    | 176.715                    | 545           | 28             | 314.507                             |

Agar dapat mengetahui gambaran cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan maka diperhitungkan nilai deviasi standar. Untuk mendapatkan nilai deviasi standar diperhitungkan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan umur 28 hari (fc28)} = \frac{\text{Kuat tekan benda uji (fc)}}{\text{faktor umur}}$$

$$\text{Kuat tekan rata-rata, } f'_{cr} = \frac{\sum fc28}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc28 - f'_{cr})^2}{N - 1}}$$

Untuk mengetahui berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan berdasarkan nilai deviasi standar dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 6.4 Nilai Deviasi Standar

| 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      |

Pada perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton dinyatakan memenuhi syarat jika :

- Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji kuat tekan) tidak kurang dari ( $f'c + 0,82 Sd$ ).

b. Tidak satupun dari hasil uji tekan (rata-rata dari dua silinder) kurang dari 0,85  $f'_c$ .

Untuk menghitung nilai rerata dari empat hasil uji dilakukan dengan menjumlahkan empat data silinder kuat tekan yang didapat kemudian dibagi menjadi empat. Hasil dari data tersebut menjadi satu data, seperti yang terlihat pada tabel 6.5  $f'_c$  baris 1, baris 2, baris 3 dan baris 4 di jumlahkan kemudian dibagi menjadi 4 kemudian didapat hasilnya yang tertera pada kolom 6 baris 4.



Tabel 6.5 Perhitungan Nilai Deviasi Standar Variasi I

| No | $f_c$<br>(MPa) | Faktor<br>Umur | $f_{c28}$<br>(MPa) | $f_{cr}$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})^2$<br>(MPa) | Rata-rata:<br>4 hasil uji | $0.85f_c$<br>(MPa) | $f_c+0.825d$<br>(MPa) | Slump<br>(cm) | $S_d$<br>(MPa) | Keterangan                             |
|----|----------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|----------------|----------------------------------------|
| 1  | 22.117         | 1              | 22.117             | 27.050            | -4.933                      | 24.331                        | -                         | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 2  | 25.792         | 1              | 25.792             | 27.050            | -1.258                      | 1.583                         | -                         | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | Kropos bagian bawah ujung sedikit      |
| 3  | 23.997         | 1              | 23.997             | 27.050            | -3.053                      | 9.321                         | -                         | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | Kropos bagian bawah ujung lebih banyak |
| 4  | 21.067         | 1              | 21.067             | 27.050            | -5.983                      | 35.797                        | 23.243                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 5  | 25.732         | 1              | 25.732             | 27.050            | -1.318                      | 1.737                         | 24.147                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 6  | 21.037         | 1              | 21.037             | 27.050            | -6.013                      | 36.158                        | 22.958                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 7  | 26.102         | 1              | 26.102             | 27.050            | -0.948                      | 0.899                         | 23.484                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | Berwarna coklat                        |
| 8  | 24.768         | 1              | 24.768             | 27.050            | -2.282                      | 5.205                         | 24.410                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | Berwarna coklat                        |
| 9  | 25.493         | 1              | 25.493             | 27.050            | -1.557                      | 2.423                         | 24.350                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 10 | 25.197         | 1              | 25.197             | 27.050            | -1.853                      | 3.435                         | 25.390                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 11 | 24.601         | 1              | 24.601             | 27.050            | -2.449                      | 5.999                         | 25.015                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 12 | 27.622         | 1              | 27.622             | 27.050            | 0.572                       | 0.328                         | 25.728                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 13 | 27.273         | 1              | 27.273             | 27.050            | 0.223                       | 0.050                         | 26.173                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | Berwarna coklat                        |
| 14 | 29.222         | 1              | 29.222             | 27.050            | 2.172                       | 4.719                         | 27.180                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 15 | 25.510         | 1              | 25.510             | 27.050            | -1.540                      | 2.371                         | 27.407                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 16 | 27.711         | 1              | 27.711             | 27.050            | 0.661                       | 0.437                         | 27.429                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 17 | 27.551         | 1              | 27.551             | 27.050            | 0.501                       | 0.251                         | 27.499                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 18 | 30.898         | 1              | 30.898             | 27.050            | 3.848                       | 14.808                        | 27.918                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 19 | 26.418         | 1              | 26.418             | 27.050            | -0.632                      | 0.399                         | 28.145                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 20 | 23.027         | 1              | 23.027             | 27.050            | -4.023                      | 16.186                        | 26.974                    | 19.125             | 25.288                | 5             | -              | -                                      |
| 21 | 32.064         | 1              | 32.064             | 27.050            | 5.014                       | 25.143                        | 28.102                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | Berwarna coklat                        |
| 22 | 27.527         | 1              | 27.527             | 27.050            | 0.477                       | 0.228                         | 27.259                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | -                                      |
| 23 | 23.033         | 1              | 23.033             | 27.050            | -4.017                      | 16.135                        | 26.413                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | -                                      |
| 24 | 30.234         | 1              | 30.234             | 27.050            | 3.184                       | 10.140                        | 27.757                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | Berwarna coklat                        |
| 25 | 25.280         | 1              | 25.280             | 27.050            | -1.770                      | 3.132                         | 27.196                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | -                                      |
| 26 | 26.984         | 1              | 26.984             | 27.050            | -0.066                      | 0.004                         | 28.183                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | Berwarna coklat                        |
| 27 | 22.760         | 1              | 22.760             | 27.050            | -4.290                      | 18.403                        | 26.315                    | 19.125             | 25.288                | 5,5           | -              | Kropos sedikit tengah dan bawah        |
| 28 | 26.334         | 1              | 26.334             | 27.050            | -0.716                      | 0.513                         | 25.339                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 29 | 21.291         | 1              | 21.291             | 27.050            | -5.759                      | 33.164                        | 24.342                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 30 | 23.655         | 1              | 23.655             | 27.050            | -3.395                      | 11.524                        | 23.510                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 31 | 22.332         | 1              | 22.332             | 27.050            | -4.818                      | 23.211                        | 23.378                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 32 | 25.637         | 1              | 25.637             | 27.050            | -1.413                      | 1.996                         | 23.204                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
| 33 | 22.117         | 1              | 22.117             | 27.050            | -4.933                      | 24.335                        | 23.026                    | 19.125             | 25.288                | 4,5           | -              | -                                      |
|    | 892.637        |                |                    |                   |                             | 368.842                       |                           |                    |                       |               | 3,4            |                                        |

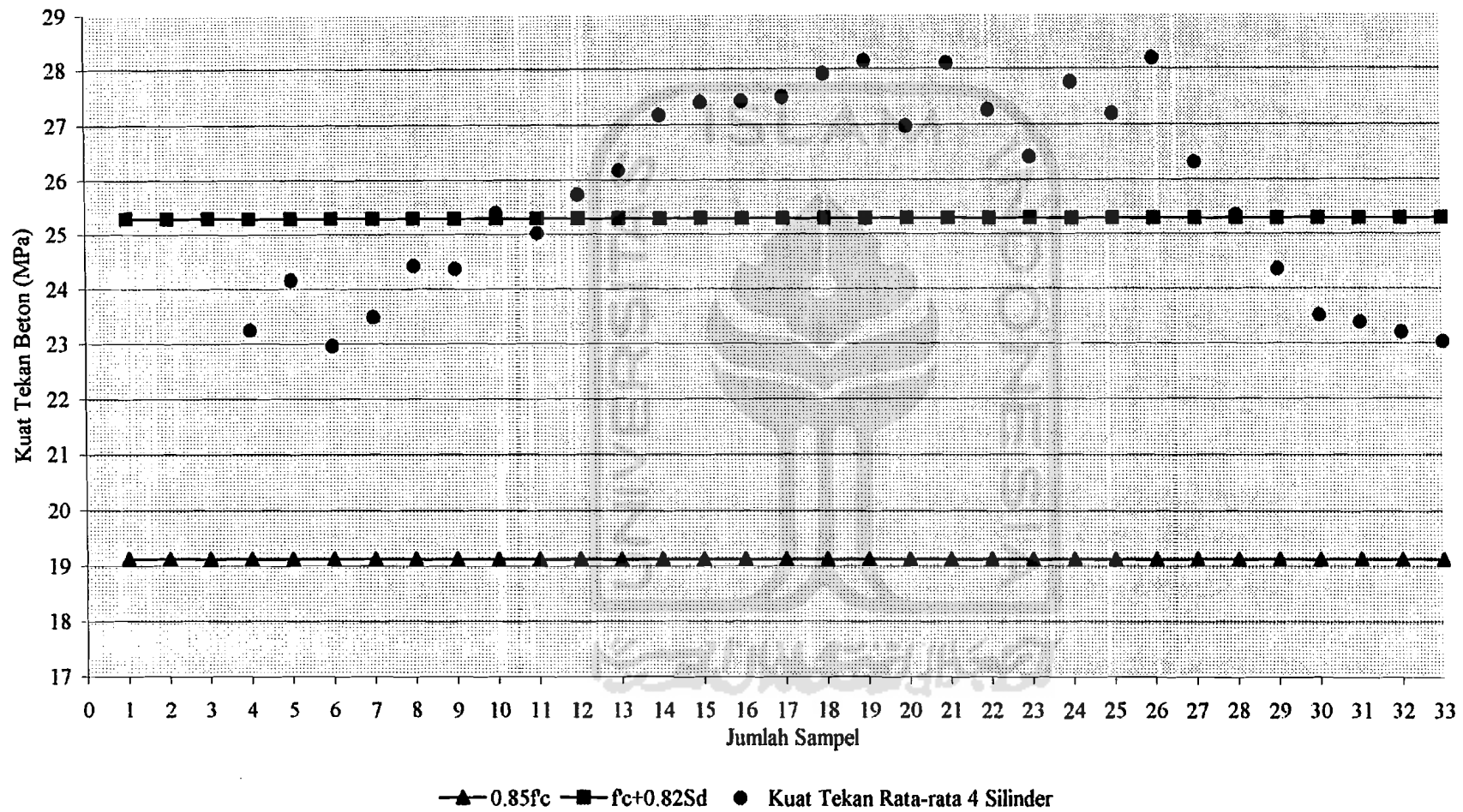
Tabel 6.6 Perhitungan Nilai Deviasi Standar Variasi II

| No | $f_c$<br>(MPa) | Faktor<br>Umur | $f_{c28}$<br>(MPa) | $f_{cr}$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})^2$<br>(MPa) | Rerata dari<br>4 hasil uji | $0.85f_c$<br>(MPa) | $f_c+0.825d$<br>(MPa) | Slump<br>(cm) | $S_d$<br>(MPa) | Keterangan                          |
|----|----------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| 1  | 19.346         | 1              | 19.346             | 22.723            | -3.376                      | 11.400                        | -                          | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Ujung kropos sedikit, oli           |
| 2  | 22.546         | 1              | 22.546             | 22.038            | 0.508                       | 0.258                         | -                          | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Basah kena oli                      |
| 3  | 23.048         | 1              | 23.048             | 22.038            | 1.010                       | 1.021                         | -                          | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Basah kena oli                      |
| 4  | 25.514         | 1              | 25.514             | 22.038            | 3.276                       | 10.732                        | 22.564                     | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Basah kena oli                      |
| 5  | 18.346         | 1              | 18.346             | 22.038            | -3.692                      | 13.631                        | 22.314                     | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Kropos diujung bawah, oli           |
| 6  | 24.646         | 1              | 24.646             | 22.038            | 2.608                       | 6.799                         | 22.838                     | 19.125             | 24.976                | 5             |                | -                                   |
| 7  | 18.522         | 1              | 18.522             | 22.038            | -3.716                      | 13.811                        | 21.657                     | 19.125             | 24.976                | 5             |                | Kropos diujung bawah lumayan banyak |
| 8  | 18.857         | 1              | 18.857             | 22.038            | -3.181                      | 10.121                        | 20.042                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 9  | 22.458         | 1              | 22.458             | 22.038            | 0.420                       | 0.177                         | 21.071                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 10 | 22.130         | 1              | 22.130             | 22.038            | 0.092                       | 0.008                         | 20.442                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 11 | 17.582         | 1              | 17.582             | 22.038            | -4.456                      | 19.854                        | 20.257                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 12 | 20.995         | 1              | 20.995             | 22.038            | -1.043                      | 1.088                         | 20.791                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 13 | 18.914         | 1              | 18.914             | 22.038            | -3.124                      | 9.759                         | 19.905                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 14 | 22.516         | 1              | 22.516             | 22.038            | 0.478                       | 0.229                         | 20.002                     | 19.125             | 24.976                | 4,5           |                | Berwarna coklat                     |
| 15 | 22.350         | 1              | 22.350             | 22.038            | 0.312                       | 0.097                         | 21.194                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | -                                   |
| 16 | 16.632         | 1              | 16.632             | 22.038            | -5.406                      | 29.227                        | 20.103                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | Kropos dipinggir ujung              |
| 17 | 22.397         | 1              | 22.397             | 22.038            | 0.359                       | 0.129                         | 20.974                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | -                                   |
| 18 | 22.117         | 1              | 22.117             | 22.038            | 0.079                       | 0.006                         | 20.874                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | -                                   |
| 19 | 26.015         | 1              | 26.015             | 22.038            | 3.977                       | 15.814                        | 21.790                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | -                                   |
| 20 | 27.527         | 1              | 27.527             | 22.038            | 5.489                       | 30.134                        | 24.514                     | 19.125             | 24.976                | 5,5           |                | -                                   |
| 21 | 18.733         | 1              | 18.733             | 22.038            | -3.305                      | 10.926                        | 23.598                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | Kropos ditengah sedikit             |
| 22 | 30.980         | 1              | 30.980             | 22.038            | 8.942                       | 79.967                        | 25.814                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | -                                   |
| 23 | 20.573         | 1              | 20.573             | 22.038            | -1.465                      | 2.145                         | 24.453                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | Kropos diujung sedikit              |
| 24 | 22.581         | 1              | 22.581             | 22.038            | 0.543                       | 0.295                         | 24.179                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | -                                   |
| 25 | 25.722         | 1              | 25.722             | 22.038            | 3.684                       | 13.574                        | 24.964                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | -                                   |
| 26 | 22.264         | 1              | 22.264             | 22.038            | 0.226                       | 0.051                         | 22.785                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | -                                   |
| 27 | 22.423         | 1              | 22.423             | 22.038            | 0.385                       | 0.148                         | 23.248                     | 19.125             | 24.976                | 6,5           |                | -                                   |
| 28 | 24.237         | 1              | 24.237             | 22.038            | 2.199                       | 4.336                         | 23.662                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
| 29 | 20.437         | 1              | 20.437             | 22.038            | -1.601                      | 2.563                         | 22.341                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
| 30 | 21.067         | 1              | 21.067             | 22.038            | -0.971                      | 0.943                         | 22.041                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
| 31 | 22.056         | 1              | 22.056             | 22.038            | 0.018                       | 0.000                         | 21.949                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
| 32 | 20.583         | 1              | 20.583             | 22.038            | -1.655                      | 2.739                         | 20.986                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
| 33 | 23.753         | 1              | 23.753             | 22.038            | 1.715                       | 2.940                         | 21.815                     | 19.125             | 24.976                | 6             |                | -                                   |
|    | 749.848        |                |                    |                   |                             | 295.718                       |                            |                    |                       |               | 3,02           |                                     |

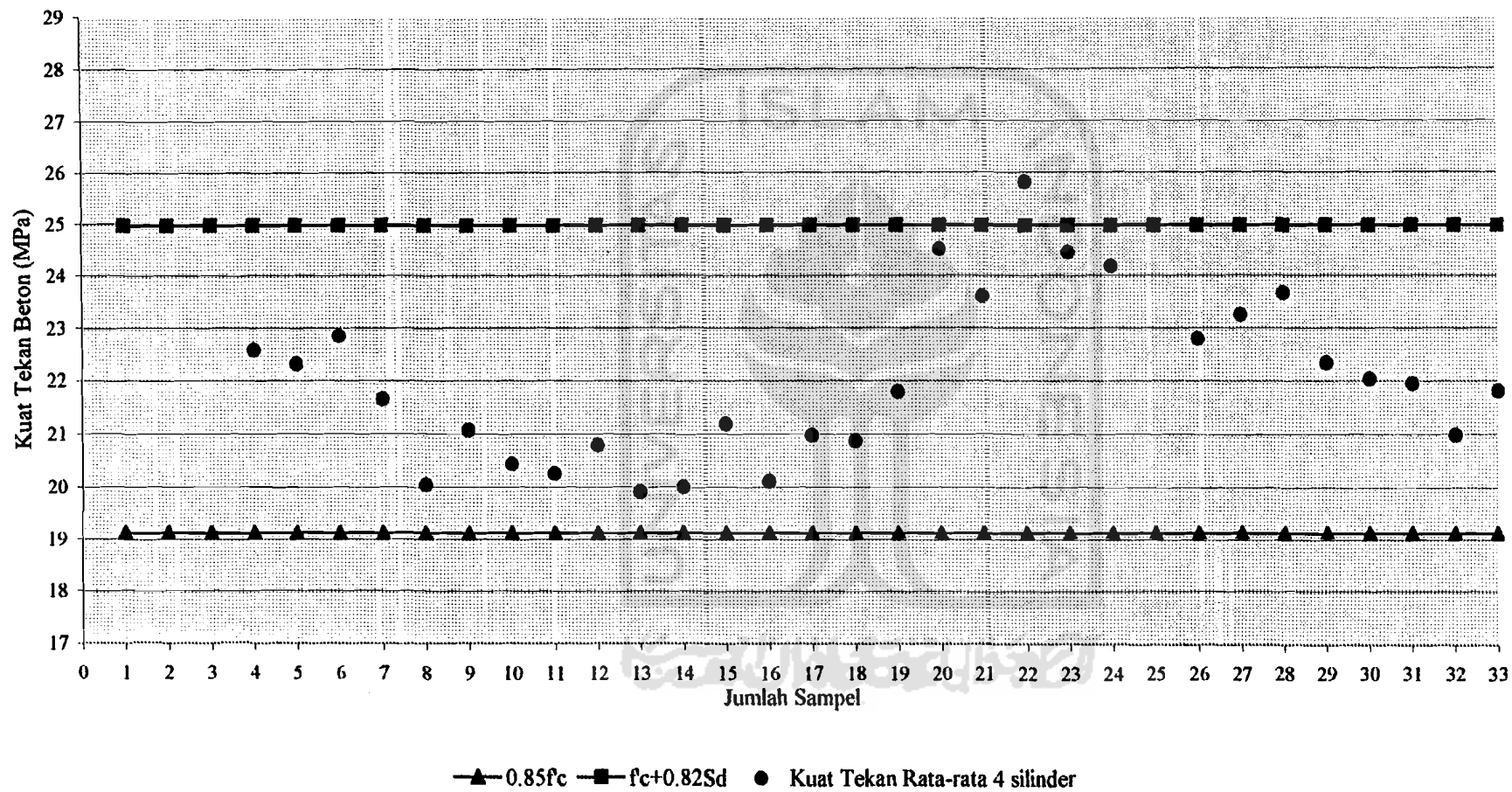
Tabel 6.7 Perhitungan Nilai Deviasi Standar Variasi III

| No | $f_c$<br>(MPa) | Faktor<br>Umur | $f_{c28}$<br>(MPa) | $f_{cr}$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})$<br>(MPa) | $(f_{c28}-f_{cr})^2$<br>(MPa) | Rerata dari<br>4 hasil uji | $0.85f_c$<br>(MPa) | $f_{c+0.825d}$<br>(MPa) | Slump<br>(cm) | $S_d$<br>(MPa) | Keterangan                     |
|----|----------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------------------------|
| 1  | 22.220         | 1              | 22.220             | 22.928            | -0.709                      | 0.502                         | -                          | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 2  | 22.250         | 1              | 22.250             | 22.928            | -0.678                      | 0.460                         | -                          | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 3  | 23.104         | 1              | 23.104             | 22.928            | 0.176                       | 0.031                         | -                          | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 4  | 24.606         | 1              | 24.606             | 22.928            | 1.678                       | 2.816                         | 23.045                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 5  | 24.392         | 1              | 24.392             | 22.928            | 1.464                       | 2.142                         | 23.588                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 6  | 24.461         | 1              | 24.461             | 22.928            | 1.533                       | 2.350                         | 24.141                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 7  | 24.077         | 1              | 24.077             | 22.928            | 1.149                       | 1.319                         | 24.384                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 8  | 19.572         | 1              | 19.572             | 22.928            | -3.356                      | 11.264                        | 23.125                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | Berwarna coklat                |
| 9  | 18.914         | 1              | 18.914             | 22.928            | -4.014                      | 16.114                        | 21.756                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | Kropos sedikit diujung, coklat |
| 10 | 16.401         | 1              | 16.401             | 22.928            | -6.527                      | 42.608                        | 19.741                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | Kropos dipinggir sedikit       |
| 11 | 17.028         | 1              | 17.028             | 22.928            | -5.900                      | 34.805                        | 17.979                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | Berwarna coklat                |
| 12 | 22.056         | 1              | 22.056             | 22.928            | -0.872                      | 0.761                         | 18.600                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | -                              |
| 13 | 16.324         | 1              | 16.324             | 22.928            | -6.604                      | 43.609                        | 17.952                     | 19.125             | 25.714                  | 7,5           |                | -                              |
| 14 | 20.914         | 1              | 20.914             | 22.928            | -2.014                      | 4.056                         | 19.081                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 15 | 19.101         | 1              | 19.101             | 22.928            | -3.827                      | 14.648                        | 19.599                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | Kropos ditengah dan ujung      |
| 16 | 20.346         | 1              | 20.346             | 22.928            | -2.582                      | 6.668                         | 19.171                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 17 | 25.732         | 1              | 25.732             | 22.928            | 2.804                       | 7.862                         | 21.523                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | Kropos ditengah                |
| 18 | 25.887         | 1              | 25.887             | 22.928            | 2.959                       | 8.756                         | 22.766                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 19 | 24.157         | 1              | 24.157             | 22.928            | 1.229                       | 1.510                         | 24.030                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 20 | 24.555         | 1              | 24.555             | 22.928            | 1.627                       | 2.647                         | 25.083                     | 19.125             | 25.714                  | 6             |                | -                              |
| 21 | 19.446         | 1              | 19.446             | 22.928            | -3.482                      | 12.124                        | 23.511                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | Kropos di ujung dan tengah     |
| 22 | 23.674         | 1              | 23.674             | 22.928            | 0.746                       | 0.556                         | 22.958                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | -                              |
| 23 | 20.157         | 1              | 20.157             | 22.928            | -2.771                      | 7.677                         | 21.958                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | -                              |
| 24 | 21.686         | 1              | 21.686             | 22.928            | -1.242                      | 1.542                         | 21.241                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | -                              |
| 25 | 25.954         | 1              | 25.954             | 22.928            | 3.026                       | 9.154                         | 22.868                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | -                              |
| 26 | 14.458         | 1              | 14.458             | 22.928            | -8.470                      | 71.737                        | 20.564                     | 19.125             | 25.714                  | 6,5           |                | Kropos tengah dan ujung        |
| 27 | 26.368         | 1              | 26.368             | 22.928            | 3.440                       | 11.831                        | 22.116                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 28 | 28.543         | 1              | 28.543             | 22.928            | 5.615                       | 31.523                        | 23.831                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 29 | 27.835         | 1              | 27.835             | 22.928            | 4.907                       | 24.081                        | 24.301                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 30 | 27.831         | 1              | 27.831             | 22.928            | 4.903                       | 24.042                        | 27.644                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 31 | 27.079         | 1              | 27.079             | 22.928            | 4.151                       | 17.232                        | 27.822                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 32 | 26.685         | 1              | 26.685             | 22.928            | 3.757                       | 14.113                        | 27.358                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
| 33 | 30.822         | 1              | 30.822             | 22.928            | 7.894                       | 62.311                        | 28.104                     | 19.125             | 25.714                  | 7             |                | -                              |
|    | 756.632        |                |                    |                   |                             | 492.852                       |                            |                    |                         |               | 3,92           |                                |

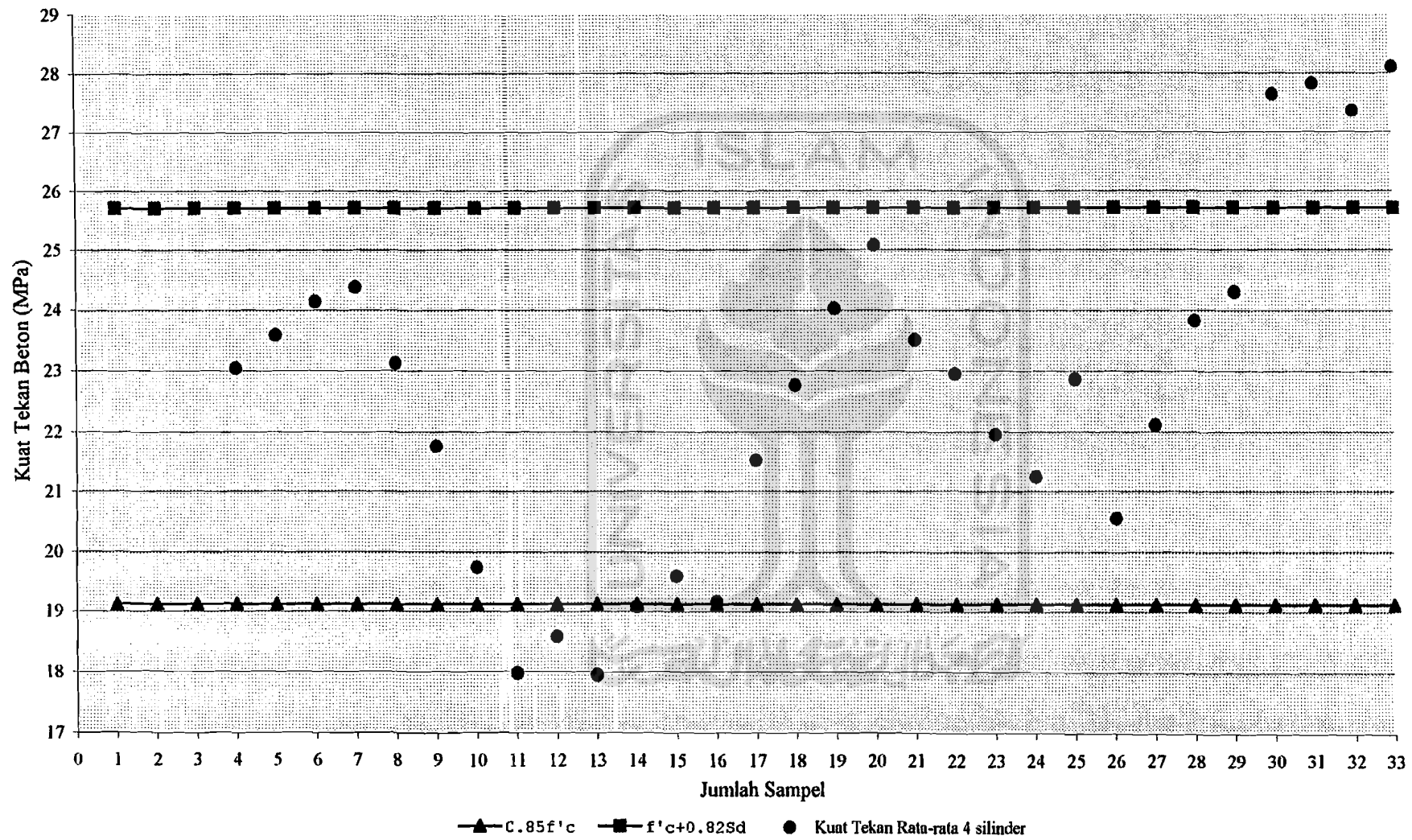
Untuk tgl 26/10/01 semua permukaan sample tidak rata



Gambar 6.1 Grafik Kuat Tekan Beton Variasi I



Gambar 6.2 Grafik Kuat Tekan Beton Variasi II



Gambar 6.3 Grafik Kuat Tekan Beton Variasi III

## 6.2 Pembahasan

Adapun pembahasan dalam tugas akhir ini dilakukan berdasarkan hasil pelaksanaan yang telah dilakukan diantaranya mengenai kemudahan pekerjaan, nilai deviasi standar, evaluasi pekerjaan beton.

### 6.2.1 Kemudahan Pekerjaan

Melihat kemudahannya pada saat pengerjaan relatif mudah untuk dikerjakan karena slump yang digunakan berkisar antara 4,5 sampai 7,5 cm, gradasi antara pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang disarankan dalam peraturan dan sesuai dengan perencanaan menggunakan cara Dreux, pada saat pemadatan dengan menggunakan tangan tidak mengalami kesulitan dengan pemadatan.

### 6.2.2 Nilai Deviasi Standar

Nilai deviasi standar dipergunakan untuk melihat stabilitas pekerja pada saat mengerjakan pekerjaan. Dari perhitungan yang didapat menghasilkan nilai deviasi standar sebanyak 3 buah sesuai dengan banyaknya metode yang ada. Nilai deviasi standar yang dipergunakan dalam perencanaan adalah sebesar 8,5 MPa dengan asumsi bahwa tidak ada data hasil pengujian atau pengalaman sebelumnya. Sedangkan standar deviasi yang didapat dari hasil uji kuat desak beton untuk variasi I didapat deviasi standar sebesar  $(S_d) = 3,4$  MPa untuk tingkat pengendalian mutunya masuk ke dalam kategori sangat baik, sedangkan variasi II deviasi standar  $(S_d) = 3,02$  MPa masuk ke dalam kategori sangat baik dan terakhir variasi III deviasi standar  $(S_d) = 3,92$  MPa masuk ke dalam kategori baik.

### 6.2.3 Evaluasi Pekerjaan Beton

Untuk melakukan evaluasi pekerjaan beton dilakukan dengan menggunakan cara membuat diagram hasil uji kuat tekan beton dari benda-benda yang uji yang diambil selama pelaksanaan. Sebagaimana tampak pada grafik kuat tekan beton variasi I, variasi II dan variasi III.

Berdasarkan kuat tekan betonnya variasi I diperoleh 81,81% berjumlah 27 benda uji diatas  $f'_c$  rencana 22,5 MPa dan sisanya diperoleh 18,18% berjumlah 6 benda uji di bawah 22,5 MPa. Jika dilihat dari hasil diatas variasi I menghasilkan kuat tekan beton diatas 22,5 MPa sebanyak 81,81% hampir mencapai 95% masih belum dapat dikatakan baik, karena belum tercapainya mutu beton yang direncanakan. Untuk pekerjaan selanjutnya variasi I dapat digunakan dengan meningkatkan mutu pekerjaannya.

Pada saat pencampuran pada variasi II, campuran semen, pasir, kerikil dan 50% air membuat campuran tidak rata dan sulit untuk dikerjakan, adanya penggumpalan yang terjadi di dalam campuran, dari gumpalan yang mula-mula kecil kemudian menjadi besar dan gumpalan tersebut tercampur tetapi tidak homogen dengan ditambahnya lagi 50% air sehingga campuran menjadi rata dan homogen serta dapat lebih mudah untuk dikerjakan lagi. Terjadinya penggumpalan ini disebabkan karena air sebesar 50% telah dimasukkan bersama dengan bahan penyusun lain.

Pada variasi II didapat 63,64% berada di bawah  $f'_c = 22,5$  MPa, untuk variasi ini tidak dapat dikatakan baik, hal ini disebabkan karena stabilitas pekerja yang tidak sama keadaannya pada setiap pengadukan dan cuaca yang berbeda setiap

pengadukan, serta urutan pencampuran bahan yang berbeda menyebabkan variasi hasil kuat tekanpun berbeda.

Pada campuran variasi III, yaitu semen dicampurkan dengan air ditempat adukan beton diaduk hingga menjadi rata dengan menggunakan cetok, pada waktu yang bersamaan pasir dicampurkan dengan kerikil di dalam molen, setelah campuran tersebut rata pasta semen dimasukkan ke dalam molen dan diaduk hingga homogen. Pada saat pencampuran semen dengan air terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan ikatan dan pengerasan, semen dan air mulai berhidrasi dan menghasilkan panas. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan pada proses hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semennya karena cuaca yang cerah dan adanya proses hidrasi menyebabkan kesulitan dalam pembuatan beton sehingga diperlukan penambahan air untuk mempermudah pengerjaannya yang menyebabkan kuat tekan beton rendah.

Dari hasil yang didapat pada variasi III sebanyak 45,45% berada di bawah  $f'_c = 22,5 \text{ MPa}$ , hasil pekerjaannya belum dapat dikatakan baik, hal ini disebabkan karena lamanya proses pembuatan pasta semen sehingga menyebabkan semen telah bereaksi dengan air. Untuk pencampuran pengadukan yang dianjurkan adalah sebagai berikut, air dan semen dicampur di dalam molen, sementara pasir dan kerikil diaduk diluar molen, setelah rata pasir dan kerikil dimasukkan ke dalam molen. Selama waktu pengadukan air dan semen belum bereaksi.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium terhadap kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder hasil yang didapat variasi I memiliki kuat tekan yang paling baik dibandingkan dengan variasi lainnya, sedangkan apabila dilihat dari nilai deviasi standar hanya variasi II yang memiliki  $S_d$  paling baik yaitu sebesar 3,02 MPa.

#### **7.2 Saran**

Melihat hasil uji kuat tekan beton yang telah didapat maka sarannya adalah sebagai berikut :

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi lamanya waktu pengadukan.
2. Variasi I dengan metode pencampuran semen, pasir, kerikil dicampur menjadi satu kemudian di tambah air memiliki kuat tekan beton yang paling baik dan metode yang paling mudah untuk di gunakan.
3. Untuk variasi III sebaiknya dilakukan urutan pencampuran sebagai berikut pasir dan kerikil dicampur menjadi satu ditempatkan diluar molen, kemudian air dan semen dicampur menjadi satu di dalam molen, setelah masing-masing campuran

homogen maka campuran pasir dan kerikil tersebut dimasukkan ke dalam molen dan diaduk menjadi satu.



## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Agung Nusantara dan Arie Febriansyah, 1998, **Analisis Kuat Desak Beton Dengan Variasi Gradasi Agregat Dari Sungai Boyong, Sungai Krasak Dan Sungai Progo**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ani Rumiati dan Dwi Retnosari, 1995, **Studi Komparasi Biaya Pembuatan Beton K-300 dengan Metode ACI dan DREUX**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Istimawan Dipohusodo, 1994, **Struktur Beton Bertulang**, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
4. Kardiono Tjokrodinuljo, 1996, **Teknologi Beton**, Nafiri, Yogyakarta.
5. Murdock, L. J dan K. M. Brook, 1999, **Bahan dan Praktek Beton**, Erlangga, Jakarta
6. Parnawa Widagdo, 1998, **Teknologi Beton**, Hand Out, Program Pasca Sarjana Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
7. Ridwan Suhud, Jurnal Teknik Sipil, Dikelola oleh Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Tahun I, No.002, Feb 1991-April 1991, ISSN : 0853-2982.

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir.

Lampiran 2 Data Pemeriksaan Modulus Halus Butir Kerikil.

Lampiran 3 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.

Lampiran 4 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.

Lampiran 5 Data Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus “SSD”.

Lampiran 6 Data Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar “SSD”.

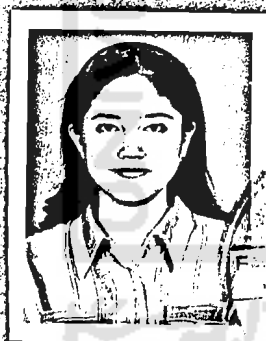


**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

| NO. | N A M A           | NO. MHS.   | BID.STUDI |
|-----|-------------------|------------|-----------|
| 1   | SAFARUDIN         | 94 310 310 | MENKON    |
| 2   | ERMIATI AGUSTINAH | 94 310 012 | MENKON    |

**JUDUL TUGAS AKHIR :****PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP KUAT DESAK BETON.****PERIODE IV : JUNI - NOPEMBER****TAHUN : 2000 / 2001**

| No. | Kegiatan                   | Bulan Ke : |     |         |      |         |     |
|-----|----------------------------|------------|-----|---------|------|---------|-----|
|     |                            | Junl       | Jul | Agustus | Sept | Oktober | Nop |
| 1.  | Pendaftaran                |            |     |         |      |         |     |
| 2.  | Penentuan Dosen Pembimbing |            |     |         |      |         |     |
| 3.  | Pembuatan Proposal         |            |     |         |      |         |     |
| 4.  | Seminar Proposal           |            |     |         |      |         |     |
| 5.  | Konsultasi Penyusunan TA.  |            |     |         |      |         |     |
| 6.  | Sidang-Sidang              |            |     |         |      |         |     |
| 7.  | Pendadaran.                |            |     |         |      |         |     |

**DOSEN PEMBIMBING I : IR. H. TADJUDDIN BMA., MS.****DOSEN PEMBIMBING II : IR. HERLAMBAH, M.Sc**

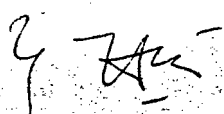
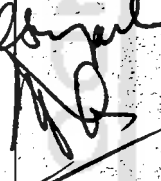
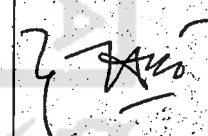
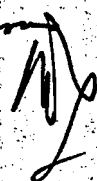
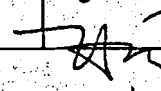
Yogyakarta, 06 Agustus 2001

An. Dekan,

**IR. H. MUNADHIR, MS.****Catatan :**

Seminar : 21 September 2001  
 Sidang : 16 Maret 2002  
 Pendadaran : 20 April 2002

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

| NO | TANGGAL | CATATAN KONSULTASI                                                                                                                                                                                                 | TANDA TANGAN                                                                          |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 26/2/02 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembahasan ole</li> <li>- dapat dilanjutkan ke d.p I</li> </ul>                                                                                                           |    |
|    | 27/2/02 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- lihat kutipan grafik di prosedur apurasi</li> <li>- kembalian lebih detail slip dapat diganti dan sesuai</li> </ul>                                                       |   |
|    | 27/2/02 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simpulkanlah</li> <li>- Sidang</li> </ul>                                                                                                                                 |   |
|    | 26/3/02 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisi setelah sidang Aec</li> <li>- dapat dilanjutkan ke dosen pembimbing I</li> </ul>                                                                                   |  |
|    | 4/4/02  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Publisir abstraksi</li> <li>- buat tabel atau bentuk data</li> <li>- simpulan konsisten</li> <li>- pada saat bisanya diambil dari pembahasan C (kan tidak ada)</li> </ul> |  |
|    | 22/4/02 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- sudah diperiksa setelah pendataan</li> </ul>                                                                                                                              |  |



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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : PASIR 1. SAFARUDDIN  
Asal : KALIURANG 2. ERMIAH AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 19 SEPTEMBER 2001

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

|                                             | BENDA UJI I |      | BENDA UJI II |      |
|---------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|
| Berat agregat ( W )                         | ..400....   | Gram | ..400....    | Gram |
| Volume air ( V <sub>1</sub> )               | ..250....   | Cc   | ..250....    | Cc   |
| Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )     | ..405....   | Cc   | ..405....    | Cc   |
| Berat jenis ( BJ )<br>$\frac{W}{V_2 - V_1}$ | 2,58        |      | 2,58         |      |
| Berat jenis rata - rata                     | 2,58        |      |              |      |

Catatan :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

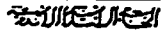
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK

*[Signature]*  
*[Signature]*



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



Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : KERIKIL PECAH 1. SAFARUDDIN  
Asal : CELERENG 2. ERMIATI AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 19 SEPTEMBER 2001

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

|                                                                                   | BENDA UJI I |      | BENDA UJI II |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|--------------|------|
| Berat agregat ( W )                                                               | .400.....   | Gram | .400....     | Gram |
| Volume air ( V <sub>1</sub> )                                                     | .250.....   | Cc   | .250...      | Cc   |
| Volume air + Agregat ( V <sub>2</sub> )                                           | ..405.....  | Cc   | .400...      | Cc   |
| Berat jenis ( BJ )<br><div><math display="block">\frac{W}{V_2 - V_1}</math></div> | 2,58.....   |      | 2,67.....    |      |
| Berat jenis rata – rata                                                           | 2,63.....   |      |              |      |

Catatan :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

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



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL PASIR

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : PASIR 1. SAFARUDDIN  
Asal : KALIURANG 2. ERMIATI AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 18 SEPTEMBER 2001

| Saringan |             | Berat tertinggal<br>gram |       | Berat tertinggal<br>% |       | Berat kumulatif |        |
|----------|-------------|--------------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------|--------|
| No       | Ø lubang mm | I                        | II    | I                     | II    | I               | II     |
| 1        | 40          | .....                    | ..... | .....                 | ..... | .....           | .....  |
| 2        | 20          | .....                    | ..... | .....                 | ..... | .....           | .....  |
| 3        | 10          | .....                    | ..... | .....                 | ..... | .....           | .....  |
| 4        | 4.75        | 12..                     | 24..  | 0,81                  | 1,61  | 0,81            | 1,61   |
| 5        | 2.36        | 68.                      | 72..  | 4,59                  | 4,83  | 5,4             | 6,44   |
| 6        | 1.18        | 268.                     | 260   | 18,08                 | 17,43 | 23,48           | 23,87  |
| 7        | 0.600       | 461..                    | 461.  | 31,11                 | 30,89 | 54,59           | 54,76  |
| 8        | 0.300       | 391.                     | 380   | 26,38                 | 29,47 | 80,97           | 80,23  |
| 9        | 0.150       | 224.                     | 227.  | 19,12                 | 15,21 | 96,09           | 95,44  |
| 10       | P a n       | 58..                     | 68.   | 3,91                  | 4,56  | -----           | -----  |
| Jumlah   |             |                          |       |                       |       | 261,34          | 262,35 |

Jumlah rata - rata 261,845

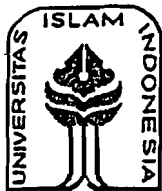
$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{261,845}{100} \times 100\% = \boxed{2,62}$$

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

an  
LABORATORIUM *Darus*  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK *Darus*



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



Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : KERIKIL PECAH 1. SAFARUDDIN  
Asal : CELERENG 2. ERMIATI AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 19 SEPTEMBER 2001

| Saringan |             | Berat tertinggal<br>gram |        | Berat tertinggal<br>% |       | Berat kumulatif |        |
|----------|-------------|--------------------------|--------|-----------------------|-------|-----------------|--------|
| No       | Ø lubang mm | I                        | II     | I                     | II    | I               | II     |
| 1        | 40          | .....                    | .....  | .....                 | ..... | .....           | .....  |
| 2        | 20          | 1176,5                   | 682,5  | 58,96                 | 34,20 | 58,96           | 34,20  |
| 3        | 10          | 772,5                    | 1220,5 | 38,71                 | 61,16 | 97,67           | 95,36  |
| 4        | 4.75        | 46,5                     | 92,5   | 2,33                  | 4,64  | 100..           | 100..  |
| 5        | 2.36        | .....                    | .....  | .....                 | ..... | 100..           | 100..  |
| 6        | 1.18        | .....                    | .....  | .....                 | ..... | 100..           | 100..  |
| 7        | 0.600       | .....                    | .....  | .....                 | ..... | 100..           | 100..  |
| 8        | 0.300       | .....                    | .....  | .....                 | ..... | 100..           | 100..  |
| 9        | 0.150       | .....                    | .....  | .....                 | ..... | 100..           | 100..  |
| 10       | Pan         | .....                    | .....  | .....                 | ..... | -----           | -----  |
| Jumlah   |             |                          |        |                       |       | 756,63          | 729,56 |

Jumlah rata - rata 743,095

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{743,095}{100} \times 100\% = 743..$$

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK

*Danurwan*



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : PASIR 1. SAFARUDDIN  
Asal : KALIURANG 2. ERMIATI AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 18-19 OKTOBER 2001

ALAT - ALAT

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

|                                           | BENDA UJI I          |           | BENDA UJI II        |           |
|-------------------------------------------|----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Berat tabung ( $W_1$ )                    | 11,7                 | Kg        | 11,7                | Kg        |
| Berat tabung + Agregat ( $W_2$ )          | 19,108               | Kg        | 19,620              | Kg        |
| Volume tabung $\frac{1}{4} \pi . d^2 . t$ | $5,3 \cdot 10^{-3}$  | $m^3$     | $5,3 \cdot 10^{-2}$ | $m^3$     |
| Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$        | 1,397                | $t / m^3$ | 1,493               | $t / m^3$ |
| Berat volume rata-rata                    | 1,45 ..... $t / m^3$ |           |                     |           |

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,  
an

LABORATORIUM   
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII  
Dipus.



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : \_\_\_\_\_ Di periksa oleh :  
Nama benda uji : KERIKIL PECAH 1. SAFARUDDIN  
Asal : CELERENG 2. ERMIATI AGUSTINAH  
Keperluan : PENELITIAN  
TUGAS AKHIR Tanggal : 19 SEPTEMBER 2001

ALAT - ALAT

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

|                                             | BENDA UJI I             | BENDA UJI II            |
|---------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Berat tabung ( $W_1$ )                      | 11,7... Kg              | 11,7... Kg              |
| Berat tabung + Agregat ( $W_2$ )            | 18,78 Kg                | 18,905 Kg               |
| Volume tabung $\frac{1}{4} \pi d^2 \cdot l$ | $5,3 \cdot 10^{-3} m^3$ | $5,3 \cdot 10^{-3} m^3$ |
| Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$          | 1,335 t / $m^3$         | 1,359 t / $m^3$         |
| Berat volume rata-rata                      | 1,35... t / $m^3$       |                         |

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

an  
LABORATORIUM Perencanaan  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII  
DARUS.