

# **TUGAS AKHIR**

## **EVALUASI KUAT TEKAN BETON INTI BERDIAMETER KECIL**



**DISUSUN OLEH:**

**RUSMADI SIDDIQ  
D111 09 011**

**JURUSAN SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR**

**2014**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

KAMPUS TAMALANREA TELP. (0411) 587 636 FAX. (0411) 580 505 MAKASSAR 90245  
E-mail : sipil.unhas@yahoo.co.id

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : " **Evaluasi Kuat Tekan Beton Inti Berdiameter Kecil.**"

Disusun Oleh :

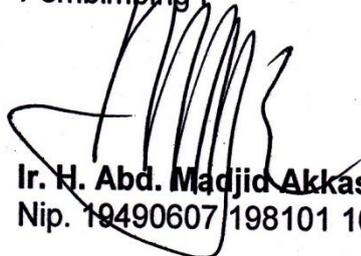
Nama : **Rusmadi Siddiq**

**D111 09 011**

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 10 Pebruari 2014

Pembimbing I

  
**Ir. H. Abd. Madjid Akkas, MT.**  
Nip. 19490607/198101 1001

Pembimbing II

  
**Dr. Eng. Hj. Rita Irmawati, ST.MT.**  
Nip. 197206192000122001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



  
**Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS.M.Eng.**  
Nip. 19601231 198503 1 001

JTS-Unhas : ...../TA.03.02.2014

## ABSTRAK

Beton terbentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Campuran beton telah banyak digunakan dalam bangunan sipil seperti gedung pencakar langit, jembatan, bendungan, dll. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh material penyusunnya, rancang campuran, pengerjaan, dan perawatan. Kualitas beton harus sesuai dengan spesifikasi struktur untuk memastikan kekuatan stabilitas struktur dan struktur desain, oleh karena itu diharuskan memverifikasi hal tersebut dengan cara melakukan pengujian kuat tekan beton. Ada beberapa bentuk metode pengujian kekuatan tekan beton yang dapat digunakan diantaranya pengujian-pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), setengah merusak (*semi destructive test*) dan yang merusak secara keseluruhan komponen-komponen yang diuji (*destructive test*). *Destructive test* inilah yang paling mendekati nilai kuat tekan beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*. Namun, ada beberapa kasus dimana tidak mungkin untuk menguji sampel beton di laboratorium atau beberapa kasus dimana butuh pembacaan kekuatan beton secara langsung di lapangan. Kasus-kasus seperti inilah yang pada akhirnya menggunakan *nondestructive test*. Akan tetapi hasil dari *nondestructive test* ini belum dapat mewakili kekuatan suatu struktur, sehingga diperlukan hubungan/korelasi dengan beberapa pengujian kuat tekan yang lain. Pada kenyataannya nilai kuat tekan yang paling mendekati berasal dari kuat tekan benda uji *core* (beton inti) karena sampel didapatkan langsung dari keadaan aktual di lapangan. Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi pengujian laboratorium struktur dan bahan Universitas Hasanuddin, dimana benda uji yang dibuat ada dua macam, yaitu : benda uji silinder sebagai control kuat tekan beton dan benda uji berupa balok yang akan di *core*. Hasil pengujian kuat tekan beton inti dan kuat tekan sampel silinder sama, dengan deviasi  $\pm 1 \%$ , Sehingga evaluasi kuat tekan beton inti berdiameter kecil dapat digunakan sebagai evaluasi kuat tekan beton.

## ABSTRACT

Concrete are made by a mixture of fine aggregate , coarse aggregate , cement and water with a certain ratio . Concrete mixture used in civilian buildings such as skyscrapers , bridges , dams , etc. . The strength of concrete is influenced by many things, such as constituent materials , mix design , construction , and maintenance . The quality of concrete must accordance with structure specifications to ensure the strength structure stability and structure design , therefore we verify by it testing the compressive strength of concrete . There are several forms of concrete compressive strength testing methods that can be used which tests that are not destructive ( non destructive test ) , half damage ( semi- destructive test ) and overall destructive components tested ( destructive test ) . Destructive testing is the most close test with the value where the actual concrete compressive strength testing should be performed in the laboratory by using a compression testing machine . But, there are some cases where it is impossible to test concrete samples in a laboratory or a few cases but it took the concrete strength readings directly in the field . Cases like these that ultimately uses nondestructive test . But the results of nondestructive test is not able to represent the strength of a structure , so that the necessary relationship / correlation with some other compressive strength testing . In fact, the compressive strength that most closely derived from core compressive strength test specimens ( concrete core ) because the samples were obtained directly from the actual situation on the ground . The method used is simulated structures and materials testing laboratory of Hasanuddin University , where the test object is made of two kinds, namely : a control specimen cylinder compressive strength of concrete and the test specimen in the form of beams which will in cores . The results of testing compressive strength and compressive strength of concrete used the same cylinder for the sample deviation of  $\pm 1\%$  , so the evaluation of compressive strength of concrete with small diameter can be used as an evaluation of the compressive strength of concrete.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “ **Evaluasi Kuat Tekan Beton Inti Berdiameter Kecil**“ dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Teristimewa kepada Ayahanda dulung (Alm) dan Ibunda Nurmiati, selaku orang tua yang selalu memberikan perhatian, kasih sayang dan doa yang tulus serta materil demi kesuksesan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Ramli, MT., selaku Pembantu Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS.M.Eng., selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Ir. H. Abd. Madjid Akkas, MT., selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
5. Ibu Dr. Eng. Hj. Rita Irmawati, ST, MT., selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Jurusan Sipil

Universitas Hasanuddin.

7. Saudara-saudaraku, Risal, Ridwan, Sukriadi, ST., Ismail, SE., serta seluruh keluarga yang tidak sempat saya sebut namanya satu-persatu yang selalu memberikan semangat dan doa dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Terspesial Fitry Safitry, yang selalu memberikan perhatian, kasih sayang serta doa yang tulus demi kesuksesan tugas akhir ini.
9. Sahabat-sahabatku, Ahmad Tamsil Yunus, M. Imam Saleh, Ezra Hartanto, Rifki Alfareza, Cahyo Ashari, Rizal Lasarika, Ferdiansyah, Risal Arsyad, Indra, Siauw. Ilhamsyah, Annisa Junaid, Allen Patanduk, Idam dan Ansari yang telah membantu saya dan terima kasih juga atas dukungannya.
10. Seluruh anggota Camen Corp. yang telah memberikan bantuan dan warna selama masa perkuliahan.
11. Teman – teman angkatan 2009 dan adik-adik angkatan 2011 yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Teman – teman Anggota HIPMI PARE KOM. UNHAS dan teman – teman Asrama I HIPMI PARE yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini

Dan tentunya seluruh pihak lain yang turut membantu menyusun tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu, dengan dukungan dan doa dari kalian akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan, mengingat adanya berbagai kendala dan keterbatasan yang ada. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita, dan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa yang akan melakukan penelitian dalam bidang yang serupa. Amin.

Makassar, Januari 2014

Penulis

Rusmadi Siddiq

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	1
LEMBAR PENGESAHAN .....	2
KATA PENGANTAR .....	5
DAFTAR ISI .....	8
DAFTAR GAMBAR .....	12
DAFTAR TABEL .....	12
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	15
1.2 Rumusan Masalah .....	16
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	16
1.3.1 Maksud Penelitian .....	16
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	17
1.4 Batasan Masalah .....	17
1.5 Sistematika Penulisan .....	18

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Beton.....	20
2.2	Material Penyusun Beton.....	25
2.2.1	Semen Portland Komposit .....	25
2.2.2	Agregat Kasar .....	27
2.2.3	Agregat Halus .....	28
2.2.4	Air .....	30
2.2.5	Bahan Tambah .....	31
2.3	Kuat Tekan.....	33
2.4	Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Core Drill...	34
2.4.1	Peralatan .....	37
2.4.2	Kuat Tekan Beton Inti .....	38
2.4.3	Faktor Pengali Co .....	38
2.4.4	Faktor Pengali C1 .....	39
2.4.5	Kuat Tekan Beton Inti Yang Di Koreksi .....	40
2.4.6	Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Core Drill.....	..40

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	44
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	46
3.3	Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	46
3.4	Alat dan Bahan Penelitian .....	46
3.5	Prosedur Penelitian .....	47
3.5.1	Pengujian Karakteristik Agregat.....	47
3.5.2	Rancangan Campuran Beton <i>(Concrete Mix Design)</i> .....	48
3.5.3	Pembuatan Benda Uji .....	54
3.5.4	Perawatan ( <i>Curing</i> ) Benda Uji.....	55
3.5.5	Pengujian Kuat Tekan Sampel Silinder .....	55
3.5.6	Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Core Drill .....	56

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Pengujian .....	60
4.1.1	Karakteristik Material.....	60

4.1.2 Rancang Campuran Beton .....	62
4.1.3 Pengujian Slump .....	64
4.1.4 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	65
4.2 Pembahasan .....	75
4.2.1 Analisa Pengujian Kuat Tekan .....	75
4.2.2 Korelasi Nilai Kuat Tekan Rata-Rata .....	77

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	81

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Pola Kelemahan Akibat Bleeding.....	42
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	44
4.1	Grafik Gradasi Agregat Halus .....	61
4.2	Grafik Gradasi Agregat Kasar .....	63
4.3	Pemeriksaan <i>Slump Test</i> .....	65
4.4	Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Standar .....	66
4.5	Pengujian Kuat Tekan Beton Hasil Core Drill .....	68
4.6	Grafik Korelasi Kuat Tekan Beton Sampel silinder dengan Sampel pengambilan Core Drill Se-arah dan Tegak Lurus Pengecoran Umur 28 Hari .....	76
4.7	Grafik Korelasi Kuat Tekan Beton Sampel silinder dengan Sampel pengambilan Core Drill Se-arah dan Tegak Lurus Pengecoran Umur 58 Hari .....	77
4.8	Grafik Korelasi Kuat Tekan Beton Rata – Rata Sampel silinder dengan Sampel pengambilan Core Drill Se-arah dan Tegak Lurus Pengecoran.....	80

## DAFTAR TABEL

2.1	Spesifikasi Semen Portland Komposit .....	26
2.2	Gradasi Standar Agregat Kasar Alam Berdasarkan ASTM C33-78 .....	28
2.3	Gradasi Standar Agregat Halus Alam Berdasarkan ASTM C33-78 .....	30
2.4	Perkiraan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur .....	34
2.5	Faktor Pengali Co .....	39
2.6	Faktor Koreksi Length to diameter ratio .....	41
3.1	Pemeriksaan Agregat Halus.....	47
3.2	Pemeriksaan Agregat Kasar.....	48
3.3	Ukuran Maksimum Agregat .....	49
3.4	Ketentuan Nilai Slump .....	49
3.5	Nilai Standar Kadar Udara Beton Air Laut (%) .....	50
3.6	Rasio Air-Semen Maksimum Beton Berdasarkan Durabilitas .....	50
3.7	Batas Jumlah Air yang Disarankan pada Beton .....	51
3.8	Perkiraan Nilai Volume Curah Agregat Kasar, Rasio Pasir dan Jumlah Air .....	52
3.9	Tabel Koreksi.....	53
3.10	Ketentuan Jumlah Semen Minimum Berdasarkan Durabilitas.....	54
3.11	Jumlah Benda Uji Penelitian .....	55
4.1	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus .....	60
4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar .....	62

4.3	Komposisi Campuran Beton Sampel Silinder .....	63
4.4	Komposisi Campuran Beton Sampel Balok .....	64
4.5	Nilai Slump.....	65
4.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Sampel Silinder (15 cm x 30 cm ) .....	69
4.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Core Drill dengan Arah Pengambilan Sampel Se-Arah Pengecoran .....	71
4.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Core Drill dengan Arah Pengambilan Sampel Tegak Lurus Pengecoran .....	73
4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	78

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Beton terbentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Campuran beton telah banyak digunakan dalam bangunan sipil seperti gedung pencakar langit, jembatan, bendungan, dll. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh material penyusunnya, rancang campuran, pengerjaan, dan perawatan. Seperti yang telah diketahui, beton kuat terhadap gaya tekan ( $f^c$ ) namun lemah terhadap gaya tarik ( $f^{tr}$ ). Kualitas beton harus sesuai dengan spesifikasi struktur untuk memastikan kekuatan stabilitas struktur dan struktur desain, oleh karena itu diharuskan memverifikasi hal tersebut dengan cara melakukan pengujian kuat tekan beton. Ada beberapa bentuk metode pengujian kekuatan tekan beton yang dapat digunakan diantaranya pengujian-pengujian yang bersifat tidak merusak (*non destructive test*), setengah merusak (*semi destructive test*) dan yang merusak secara keseluruhan komponen-komponen yang diuji (*destructive test*). *Destructive test* inilah yang paling mendekati nilai kuat tekan beton sebenarnya dimana pengujian ini harus dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *compression testing machine*. Standar benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton di laboratorium adalah silinder 150 x 300 mm (*ASTM C-39*).

Namun, ada beberapa kasus dimana tidak mungkin untuk menguji sampel beton di laboratorium atau beberapa kasus dimana butuh pembacaan kekuatan beton secara langsung di lapangan. Kasus-kasus seperti inilah yang pada akhirnya menggunakan *nondestructive test*.

Akan tetapi hasil dari *nondestructive test* ini belum dapat mewakili kekuatan suatu struktur, sehingga diperlukan hubungan/korelasi dengan beberapa pengujian kuat tekan yang lain (*Mindess et al.*, 2003).

Pada kenyataannya nilai kuat tekan yang paling mendekati berasal dari kuat tekan benda uji *core* karena sampel didapatkan langsung dari keadaan aktual di lapangan.

Dari uraian di atas, maka saya berinisiatif untuk melakukan penelitian tentang bagaimana evaluasi kuat tekan beton menggunakan beton inti (*core drill*). Adapun judul penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir ini yaitu **“EVALUASI KUAT TEKAN BETON INTI BERDIAMETER KECIL”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana perbandingan kuat tekan beton yang didapat dari tes sampel Uji silinder standar (15 cm x 30 cm) dengan kuat tekan beton inti berdiameter kecil (6,5 cm x 13 cm).

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kuat tekan beton inti berdiameter kecil.

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Membandingkan kuat tekan beton sampel silinder standar (15 cm x 30 cm) dengan kuat tekan beton inti berdiameter kecil (6,5 cm x 13 cm).

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada laboratorium Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Pada penelitian ini dimensi sampel uji yang dibuat adalah sampel silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta sampel balok untuk core drill ukuran 50cm x 50cm x 20cm.
3. Penelitian ini tidak memperhatikan pengaruh alat core drill yang ditimbulkan terhadap kuat tekan beton.
4. Menggunakan bahan beton normal dengan mutu  $f_c' = 25$  Mpa.
5. Menggunakan komposisi Semen Portland komposit (PCC).
6. Rasio air-semen digunakan 0,5
7. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 dan 56 hari.
8. Pedoman-pedoman yang digunakan antara lain:
  - ASTM (American Society for Testing Material), antara lain: ASTM C33-78, ASTM C136-01, ASTM C128-01.

- JSCE (Japan Society of Civil Engineers) untuk rancangan campuran beton (*concrete mix design*)

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang kami gunakan adalah membagi kerangka masalah dalam bab ini dengan maksud masalah yang hendak kami kemukakan adalah menjadi lebih jelas dan mudah dimengerti.

Secara garis besarnya tulisan ini terdiri dari lima bab dimulai dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan, dan diakhiri dengan Kesimpulan dan Saran.

Gambaran umum mengenai keseluruhan isi tulisan ini, dapat dirincikan dengan menguraikan inti masalah/kandungan tiap bab yang akan dibahas sebagai berikut:

### **BAB I      PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan penjelasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II     TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan penjelasan mengenai teori dasar beserta rumus-rumus yang berhubungan dengan penelitian.

### **BAB III    METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan diagram penelitian, jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian dan prosedur penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisi data hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasannya.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan bab penutup, berupa kesimpulan singkat mengenai analisa hasil yang diperoleh saat penelitian dengan saran-saran yang diusulkan berdasarkan hasil penelitian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen.

Nawy (1985:18) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana (*engineer*) dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Berdasarkan pasal 3.12 SNI-03-2847-2002, beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Dari pemakaiannya yang begitu luas maka dapat diketahui sejak dini bahwa struktur beton mempunyai banyak keunggulan dibanding materi struktur lain, keunggulan beton adalah sebagai berikut:

- a. Ketersediaan (*availability*) material dasar

- b. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*)
- c. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*)
- d. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal (Nugraha. P., 2007:4)

Beton segar merupakan beton yang masih dalam kondisi cair setelah pengecoran berakhir. Sifat-sifat dari beton segar antara lain:

- a. Mudah dalam proses pencampuran dan pengadukan (*mixing*)
- b. Mudah dalam proses pengangkutan (*handling*)
- c. Mudah dalam hal pengecoran (*pouring*) dan penempatan (*placed*)
- d. Mudah untuk mencapai kepadatan yang cukup dan tidak berpori.

Dalam pengerjaan beton segar, tiga sifat penting yang harus selalu diperhatikan adalah *Workability* (kemudahan pengerjaan), *segregasi* (pemisahan kerikil) dan *bleeding* (naiknya air ke permukaan).

#### 1. *Workability* (Kemudahan Pengerjaan)

*Workability* adalah sifat atau perihal mudah/tidaknya beton segar dikerjakan, diangkut, homogenitas, stabil, sifat pemadatan serta memperkecil pori udara beton. Newman (1965) mengusulkan agar pengertian *workability* didefinisikan sekurang-kurangnya pada tiga sifat yang berbeda, yaitu:

- ✓ Kompabilitas atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil
- ✓ Mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan.

- ✓ Stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi terhadap bahan-bahan utamanya.

Untuk mengukur *workability* maka digunakan istilah *slump* sebagai tolak ukur, dengan alat untuk mengukur slump disebut Slump Test. Unsur-unsur yang memengaruhi *workability* antara lain:

- ✓ Jumlah air pencampur. Semakin banyak air pencampur semakin mudah pengerjaan beton
- ✓ Kandungan semen. Jika faktor air semen (FAS) tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga sifat plastisnya menjadi lebih tinggi.
- ✓ Gradasi campuran pasir-kerikil. Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mempermudah pengerjaan.
- ✓ Bentuk butiran agregat kasar. Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah dikerjakan.
- ✓ Butiran maksimum
- ✓ Cara pemadatan dan alat pemadat.

## 2. Segregasi (Pemisahan Kerikil)

Segregasi merupakan pemisahan unsur-unsur pokok dari campuran heterogen sehingga distribusi atau proses penyebarannya tidak lagi merata. Pada adukan beton perbedaan dalam ukuran partikel-partikel dan berat jenis masing-

masing campuran merupakan penyebab utama segregasi, tapi hal ini dapat diantisipasi dengan pemilihan gradasi yang sesuai dan pengerjaan yang baik.

Ada dua bentuk segregasi, yang pertama terjadi jika partikel-partikel yang lebih besar cenderung bergerak lebih jauh sepanjang kemiringan atau turun lebih dalam dibanding partikel-partikel yang lebih halus. Bentuk segregasi yang kedua terjadi pada campuran-campuran yang basah (mengandung air yang banyak) dan dipengaruhi oleh pemisahan mortar dari campuran. Segregasi dapat disebabkan oleh beberapa hal:

- ✓ Campuran kurus atau kurang semen
- ✓ Terlalu banyak air
- ✓ Besar ukuran agregat maksimum lebih besar dari 40 mm
- ✓ Permukaan butir agregat kasar. Semakin kasar permukaan agregat semakin mudah terjadi segregasi.

Kecenderungan terjadinya segregasi ini dapat dicegah jika (Winter George, Arthur H. Nilson. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. 1993):

- ✓ Tinggi jatuh diperpendek
- ✓ Penggunaan air sesuai dengan syarat
- ✓ Ukuran agregat sesuai dengan syarat
- ✓ Pemadatan yang baik.

### 3. Bleeding (Naiknya Air ke Permukaan)

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan beton yang baru dipadatkan disebut *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir,

yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan unsur-unsur padat campuran untuk menahan seluruh air campuran pada saat unsur-unsur tersebut turun ke bawah. Berdasarkan jumlahnya, *bleeding* dapat dinyatakan sebagai penurunan total tertinggi satuan beton.

*Bleeding* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

- ✓ Susunan butir agregat. Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.
- ✓ Banyaknya air. Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*
- ✓ Kecepatan hidrasi. Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*
- ✓ Proses pemadatan. Pemadatan yang berlebihan bukan penyebab terjadinya *bleeding*.

*Bleeding* ini dapat dikurangi dengan cara:

- ✓ Memberi lebih banyak semen
- ✓ Menggunakan air paling minimum
- ✓ Menggunakan agregat dengan butiran halus lebih banyak
- ✓ Memasukkan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus

## **2.2 Material Penyusun Beton**

### **2.2.1 Semen Portland Komposit**

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah dengan agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar (kerikil) akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Fungsi utama semen adalah mengikat butiran-butiran agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Semen portland komposit sendiri terbuat bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit.

Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti: pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya.

Menurut Standard Eropa EN 197-1 Portland Composite Cement atau Semen Portland Campur dibagi menjadi 2 Type berdasarkan jumlah Aditif material aktif Type II/A-M mengandung 6 – 20 % aditif Type II/B-M mengandung 21 – 35 % aditif. (Hardiyanto, 2010).

Tabel 2.1 memperlihatkan karakteristik fisik bahan pengikat semen, dan hasil pengujian kimia semen portland komposit yang digunakan, yaitu produksi salah satu pabrik semen nasional di Sulawesi Selatan. Disertai perbandingan syarat yang menurut SNI 15-7064-2004.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Semen Portland Komposit

Jenis Pengujian	Satuan	SNI 15-7064-2004	Semen Bosowa (PCC)
Pengujian Kimia			
SiO <sub>2</sub>	%	-	23.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	7.37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	-	3.52
CaO	%	-	53.29
MgO	%	-	2.41
SO <sub>3</sub>	%	Maksimum 4.0	2.00
Kehilangan panas	%	-	5.00
IR	%	-	13.00
Pengujian Fisik			

Kehalusan dengan alat blaine	m <sup>2</sup> /kg	Minimum 280	380
Pemuaian	%	Maksimum 0.8	0.25
Kuat tekan			
- 3 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Minimum 125	150
- 7 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Minimum 200	245
- 28 hari	kg/cm <sup>2</sup>	Minimum 250	300
Setting awal	menit	Minimum 45	150
Setting akhir	menit	Maksimum 375	275
Peningkatan semu penetrasi akhir	%	Minimum 50	85
Kandungan udara mortar	% volume	Maksimum 12	6.5

Sumber : SNI 15-7064-2004 dan Spesifikasi Semen Bosowa.

### 2.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar memiliki pengaruh yang besar terhadap kekuatan dan sifat-sifat struktural beton. Oleh karena itu, agregat kasar yang digunakan sebaiknya memiliki butiran yang cukup keras, bebas dari retakan atau bidang-bidang yang lemah, bersih dan permukaannya tidak tertutupi oleh lapisan. Selain itu, sifat-sifat agregat kasar juga memengaruhi lekatan antara agregat-mortar dan kebutuhan air pencampur.

Agregat yang memiliki ukuran butir yang lebih kecil memiliki potensial untuk menghasilkan beton yang memiliki kekuatan yang tinggi. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat alam berupa *batu pecah* dari daerah Bili-Bili Kabupaten Gowa. Batasan gradasi agregat kasar yang baik menurut ASTM C33-78 adalah:

**Tabel 2.2** Gradasi Standar Agregat Kasar Alam Berdasarkan ASTM C33-78

Diameter Ayakan	Persentase Lolos
25,4 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	95 – 100
9,50 mm (3/8")	20 – 55
4,75 mm (No. 4)	0 – 10
2,36 mm (No. 8)	0 – 5

### 2.2.3 Agregat Halus

Gradasi dan bentuk butiran halus adalah faktor-faktor yang penting pada beton yang berkekuatan tinggi. Seperti halnya agregat kasar, bentuk butiran dan tekstur permukaan agregat halus dapat memengaruhi kebutuhan air dan kuat tekan beton. Agregat halus bergradasi sama tetapi kasar porinya berselisih 1% dapat mengakibatkan perbedaan kebutuhan air sebesar kira-kira 5 liter/m<sup>3</sup> beton. Wang, Chu-Kia, Charles G. Salmon. *Disain Beton Bertulang*. 1986.

Banyaknya pasta semen yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> beton berkurang jika rasio volume agregat kasar/bahan halus meningkat. Karena banyaknya jumlah semen yang terkandung dalam beton yang berkekuatan tinggi maka jumlah partikel halus juga cenderung meningkat. Akibatnya, persentase jumlah pasir dapat juga minimum asalkan cukup untuk mencapai kelecakan dan kepadatan yang diinginkan. Dengan cara ini, dimungkinkan untuk membuat beton yang berkekuatan lebih tinggi meskipun digunakan bahan dasar semen yang sama..

Agregat halus dengan modulus kehalusan berkisar antara 2,5 sampai 3,2 baik digunakan untuk membuat beton yang berkekuatan tinggi. Adukan beton yang dibuat dengan pasir yang memiliki modulus kehalusan kurang dari 2,5 akan lengket (*stickly*) sehingga kelecakan buruk dan untuk memperbaikinya dibutuhkan air dalam jumlah yang lebih banyak. Kadang-kadang dimungkinkan untuk mengkombinasikan pasir dari sumber-sumber yang berbeda untuk memperbaiki gradasi dan meningkatkan kekuatan beton. Wang, Chu-Kia, Charles G. Salmon. *Disain Beton Bertulang. 1986.*

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Sungai Jeneberang. Gradasi agregat halus yang baik menurut ASTM C33-78 disajikan pada Tabel 2.4 berikut:

**Tabel 2.3** Gradasi Standar Agregat Halus Alam Berdasarkan ASTM C33-78

Diameter Ayakan	Persentase Lolos
9,75 mm (No.2)	100
4,75 mm (No.4)	95 – 100
2,36 mm (No.8)	80 – 100
1,18 mm (No.16)	50 – 85
600 $\mu\text{m}$ (No.30)	25 – 60
300 $\mu\text{m}$ (No.50)	5 – 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)	0 – 10

#### 2.2.4 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan sebagai pelumas campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat mengubah sifat-sifat semen.

Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gr/liter

2. Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram per liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 1 gram per liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

Faktor air semen (*water cement ratio*) adalah perbandingan berat air bebas dengan berat semen. Faktor air semen merupakan faktor pengaruh dalam pasta semen. Air yang berlebihan dapat menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

### **2.2.5 Bahan Tambah**

Bahan kimia pembantu (*chemical admixtures*) adalah material di samping agregat dan semen hidraulis yang ditambahkan pada saat pengecoran. (Paul, 2007)

Tujuan penggunaan bahan tambah untuk beton (*admixture*) secara umum adalah untuk memperoleh sifat-sifat beton yang diinginkan, sesuai dengan tujuan/keperluannya.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan yang lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang dihasilkan, maka

kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lainnya seperti penghematan energi.

Dalam penelitian ini menggunakan Sika *Viscocrete-3115*. *Viscocrete* adalah generasi ketiga dari *superplasticiser* untuk beton dan mortar. Jenis ini khusus dikembangkan untuk produksi beton beraliran tinggi.

*Viscocrete* digunakan untuk beberapa jenis beton, di antaranya:

- ✓ Beton *high flow*
- ✓ *Self-Compacting concrete (SCC)*
- ✓ Beton dengan reduksi air yang tinggi (mencapai 30%)
- ✓ Beton berkekuatan tinggi
- ✓ Beton kedap air
- ✓ Beton pra cetak

Adapun manfaat *Viscocrete* adalah:

- ✓ *Flowability* yang baik
- ✓ Reduksi penggunaan air
- ✓ Meningkatkan nilai susut
- ✓ Menambah perlawanan karbonasi beton

### 2.3 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton persatuan luas. Kuat tekan ditetapkan dengan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dinyatakan dalam satuan MPa. Kuat tekan beton normal antara 20 - 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh: faktor air semen, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (*workability*), perawatan (*curing*) beton dan umur beton.

Faktor air semen sangat memengaruhi kuat tekan beton. Semakin kecil nilai *w/c*-nya maka jumlah air yang dibutuhkan sedikit dan akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar. Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan menghasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butir agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.

Jenis campuran beton akan memengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga antara agregat sehingga menghasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen bekerja dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan

kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton menurun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100% setelah beton berumur 91 hari. Menurut SNI 03-2847-2002, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat semen portland berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 2.5 berikut

**Tabel 2.4** Perkiraan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur Beton (Hari)	3	7	14	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	1,00	1,20	1,35

#### 2.4 Evaluasi Kuat Tekan Beton Menggunakan Metode Core Drill

Metoda *core drill* (*Beton Inti*) adalah suatu metode pengambilan sampel beton pada suatu struktur bangunan. Sampel yang diambil (bentuk silinder) selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian seperti Kuat tekan, Karbonasi dan *Pullout test*. Pengujian kuat tekan (ASTM C-39) dari sampel tersebut diatas biasanya lebih dikenal dengan pengujian “Beton Inti”. Alat uji yang digunakan adalah mesin tekan dengan kapasitas dari 100 kN sampai dengan 150 kN.

Uji core drill atau bor inti ialah cara uji beton keras dengan cara mengambil contoh silinder beton dari daerah yang kuat tekannya diragukan. Pengambilan contoh dilakukan dengan alat bor yang mata bornya berupa “pipa” dari intan, sehingga diperoleh contoh beton berupa silinder.

Silinder beton yang diperoleh tergantung ukuran diameter mata-bornya, umumnya antara 50 mm sampai 150 mm. Namun diameter silinder beton inti (core drill ) tidak kurang dari 3 kali ukuran maksimum agregat betonnya.

Jika uji bor inti dipilih maka beberapa hal yang perlu diperhatikan (SK SNI-61-1990-03): (1) Umur beton minimal 14 hari. (2) Pengambilan contoh silinder beton dilakukan di daerah yang kuat tekannya diragukan, biasanya berdasarkan data hasil uji contoh beton dari masing-masing bagian struktur. Dari satu daerah beton diambil satu titik pengambilan contoh. (3) Dari satu pengambilan contoh (daerah beton yang diragukan mutunya) diambil 3 titik pengeboran. Pengeboran harus ditempat yang tidak membahayakan struktur, misalnya jangan dekat sambungan tulangan, momen maksimum, dan tulangan utama. (4) Pengeboran harus tegak lurus dengan permukaan beton. (5) Lubang bekas pengeboran harus segera diisi dengan beton yang mutunya minimal sama.

Kuat tekan beton pada titik pengambilan contoh (daerah beton yang diragukan) dapat dinyatakan tidak membahayakan jika kuat tekan 3 silinder beton (minimum 3 silinder beton) yang diambil dari daerah beton tersebut memenuhi 2(dua) persyaratan sebagai berikut: (1) Kuat tekan rata-rata dari 3 silinder betonnya tidak kurang dari 0,85  $f_c'$  (2) Kuat tekan masing-masing silinder betonnya tidak kurang dari 0,75  $f_c'$ .

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton dengan Cara Pengambilan Beton Inti (Core drill). Bila ingin mengetahui mutu beton nyata dari seluruh penampang, maka harus dilakukan pengambilan bagian dalam penampang beton. Pengambilan bagian inti beton dilakukan dengan cara pemboran ke dalam penampang yg akan diketahui sifatnya. Diameter mata Bor (bor head) yg umum digunakan adalah 50 dan 100 mm. Penggunaan mata bor yg kecil diperuntukkan pada penampang dgn tulangan yang rapat, sehingga tidak banyak baja tulangan yg terpotong akibat pengeboran. Beton inti diperoleh dari hasil pengeboran kemudian dibawa ke Laboratorium untuk dilakukan pengujian tekannya. Tinggi beton inti minimal yg dapat diuji adalah bila tinggi benda uji sama dengan diameternya. Dalam menghitung nilai kuat tekan juga harus memperhitungkan perbandingan tinggi dan diameter benda uji. Selain itu, bila ditemukan adanya tulangan pada benda uji juga harus diberi koreksi. Nilai kuat tekan dari pengujian beton inti adalah sbb:

$$F_c' = P / (\pi/4 \cdot \phi^2) \cdot C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \text{ (Mpa)}$$

$$F_c' = \text{Kuat tekan beton inti, (Mpa)}$$

$$\Phi = \text{Diameter rata-rata benda uji}$$

$$C_0 = \text{Faktor pengali arah benda uji}$$

$$C_1 = \text{Faktor pengali yg berhubungan dengan rasio panjang sesudah diberi lapisan kapping dengan diameter benda uji}$$

$$C_2 = \text{Faktor pengali karena adanya kandungan tulangan dlm benda uji yg letaknya tegak lurus terhadap sumbu tulangan .}$$

### **2.4.1. Peralatan**

Untuk uji kuat tekan beton inti, digunakan peralatan-peralatan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Mesin uji tekan yang digunakan untuk uji kuat tekan beton inti harus memenuhi ketentuan yang berlaku pada uji kuat tekan untuk benda uji silinder beton (SNI 1974-1990-F tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton).
2. Jangka sorong, kapasitas sesuai kebutuhan yang digunakan untuk pengukuran dimensi benda uji dengan ketelitian pembacaan tidak melebihi 1 mm.
3. Meja perata, digunakan sebagai alat bantu untuk pengukuran penyimpangan ketegaklurusan permukaan bidang tekan terhadap sumbu benda uji.
4. Siku baja, panjang sisi siku-siku 30 cm yang digunakan sebagai alat bantu untuk pengukuran ketegaklurusan permukaan bidang tekan terhadap sumbu benda uji.
5. Mistar baja, panjang 30 cm yang digunakan sebagai alat bantu pada pengukuran penyimpangan kerataan permukaan bidang tekan.
6. Alat ukur, kapasitas sesuai kebutuhan yang digunakan untuk pengukuran penyimpangan kerataan permukaan bidang tekan benda uji dengan ketelitian pengukuran tidak boleh melebihi 0,1 mm.

7. Timbangan, kapasitas sesuai kebutuhan yang digunakan untuk pengukuran berat benda uji dengan ketelitian pembacaan tidak boleh melebihi 0,3% dari berat benda uji.
8. Satu set peralatan untuk kapiing benda uji beton inti yang harus memenuhi ketentuan yang berlaku pada kaping untuk benda uji silinder beton (SNI 1974-1990-F).

#### **2.4.2. Kuat Tekan Beton Inti**

Kuat tekan benda uji beton inti dihitung sampai dengan ketelitian 09,5 MPa dengan menggunakan rumus :

$$f c'i = \frac{P}{A}$$

dimana :

$f'c$  = kuat tekan dalam MPa

P = beban uji maksimum (hancur) yang ditunjukkan oleh mesin uji tekan dalam N.

A = luas penampangbenda uji mm.

#### **2.4.3. Faktor Pengali Co**

Ketentuan mengenai faktor pengali Co adalah sebagai berikut :

- a. Co adalah faktor pengali yang berhubungan dengan arah pengambilan benda uji beton inti pada struktur beton.

- b.  $C_o$  digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ ). Untuk menghitung  $f'_{c'}$  harus dikalikan dengan faktor pengali  $C_o$  seperti yang tercantum dalam Tabel berikut :

**Tabel 2.5** Faktor Pengali  $C_o$

Arah pengambilan benda uji	$C_o$
<b>Uji Beton Inti</b>	
Horisontal (tegak lurus pada arah tinggi dari struktur beton)	1
Vertikal (sejajar dengan arah tinggi dari struktur beton)	0,92

#### 2.4.4. Faktor Pengali $C_1$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_1$  adalah sebagai berikut :

- $C_1$  adalah faktor pengali karena adanya kandungan tulangan besi dalam benda uji beton inti yang letaknya tegak lurus terhadap sumbu benda uji.
- $C_1$  digunakan untuk menghitung kuat tekan benda uji beton ini yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ ).
- Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya tegak lurus pada sumbu benda uji hanya satu batang, maka :

$$C_1 = 1,0 + 1,5 \left( \frac{d}{\phi} \times \frac{h}{l} \right)$$

Dimana :

$d$  = diameter batang tulangan (mm)

$\phi$  = diameter rata-rata benda uji (mm)

$h$  = jarak terpendek antara sumbu batang tulangan dengan ujung benda uji (mm)

$l$  = panjang benda uji sebelum diberi lapisan untuk kaping (mm),

#### **2.4.5. Kuat Tekan Beton Inti Yang Di Koreksi**

Kuat tekan benda uji beton inti yang dikoreksi, dihitung sesuai dengan ketelitian 0,5 Mpa dengan menggunakan rumus :

$$f'_{cc} = C_o C_1 f'_c$$

dimana :

$f'_{cc}$  = kuat tekan beton inti yang dikoreksi dalam Mpa

$f'_c$  = kuat tekan beton inti yang dihitung menurut rumus dalam MPa.

$C_o$  = faktor pengali

$C_1$  = faktor pengali

#### **2.4.6. Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Core Drill**

Walaupun *core* terlihat sangat mewakili kekuatan suatu struktur daripada benda uji silinder yang dicetak terpisah, tetapi menurut *ACI 214.4R-03* ada beberapa faktor koreksi yang harus diwaspadai dalam menggunakan metode *core testing*. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. *Length to diameter ratio (l/d)*. Ukuran standar *l/d* adalah 2, jika  $l/d \neq 2$  maka kuat tekan dari *core* tersebut harus dikenai faktor koreksi. Faktor koreksi ini diatur dalam ASTM C 42/C 42M maupun BS 1881, seperti terlihat pada tabel 3.3 di bawah ini.

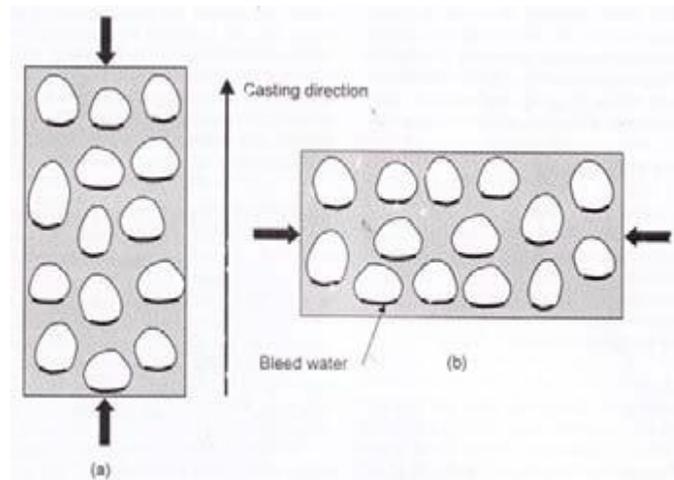
Tabel 2.6 *Faktor koreksi length to diameter ratio*

<i>l/d</i>	ASTM C 42/C 42M	BS 1881
2.00	1.00	1.00
1.75	0.98	0.97
1.50	0.96	0.92
1.25	0.93	0.87
1.00	0.87	0.80

(Sumber : ACI Committee Report)

2. *Moisture condition*, perbedaan kondisi kelembaban memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada kuat tekan *core*. *Core* yang langsung dikeringkan di udara terbuka mempunyai kuat tekan 10~14% lebih tinggi daripada *core* yang direndam terlebih dahulu 40 jam sebelum pengujian.
3. *Presence of reinforcing bars or other inclusions*. Adanya tulangan yang ikut terpotong di dalam *core* menimbulkan efek yang tidak bisa diukur, hal ini sesuai aturan ASTM C 42 yang melarang adanya tulangan di dalam *core*. Dan hasil kuat tekan yang diperoleh dari *core* tersebut tidak boleh digunakan.
4. *Coring direction*, pengeboran yang dilakukan secara horisontal menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan pengeboran vertikal. Hubungan lekatan agregat – mortar lemah pada bagian bawah agregat akibat *bleeding*, sehingga *core* dari pengujian horisontal ketika diuji tekan akan lebih

cepat hancur. Hal ini dikarenakan posisi lekatan yang lemah berada sejajar dengan gaya tekan pada saat pengujian.



Gambar 2.1 Pola kelemahan akibat bleeding (a) core vertikal dan (b) core horisontal

Selain faktor koreksi yang telah disebutkan di atas, menurut *ACI 214.4R-03* dan *Bartlett and Macgregor (1994)* ada juga faktor-faktor lain yang cukup mempengaruhi hasil kuat tekan *core*. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Timbulnya rongga-rongga udara yang terlalu banyak, akibat tidak baiknya proses konsolidasi yang dapat menyebabkan menurunnya kuat tekan *core*.
2. Proses pengeboran yang mungkin menyebabkan kerusakan pada *core* maupun struktur yang dibor, sehingga menurunkan nilai kuat tekan *core*. Salah satu kerusakan yang mungkin terjadi adalah terlepasnya ikatan agregat dengan mortar akibat getaran pengeboran.

3. Lokasi pengeboran, *core* yang diambil pada bagian atas struktur akan menghasilkan nilai yang lebih rendah dari *core* yang diambil pada bagian bawah struktur. Hal ini dikarenakan agregat lebih banyak tertumpuk pada bagian bawah struktur. Pada penelitian yang dilakukan *Bartlett and Macgregor* (1994) dengan benda uji *slab* 16 in (400 mm), disimpulkan bahwa *core* yang diambil dari bagian bawah *slab* bernilai  $\pm 17\%$  lebih tinggi daripada *core* bagian atas *slab*.
4. *Microcracking* atau keretakan kecil pada suatu struktur akan menyebabkan *core* yang diambil dari struktur tersebut mengalami penurunan nilai kuat tekan. *Microcracking* ini umumnya disebabkan oleh beban yang telah diterima oleh struktur ataupun deformasi yang terjadi pada struktur tersebut