

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERBANDINGAN UJI KUAT TEKAN CORE 2 INCH DAN  
CORE 4 INCH (STUDI KASUS : JALAN AKSES PELABUHAN BELOPA)**



**DEVITA SARI**

**D111 14 523**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2019**





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Jalan Poree Malino Km. 6 Gowa, 92171, Sulawesi Selatan

☎ (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.

http://civil.eng.unhas.ac.id. E-mail: teknik@unhas.ac.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 : Analisis Perbandingan Uji Kuat Tekan Core 2 Inch dan Core 4 Inch (Studi Kasus: Jalan Akses Pelabuhan Belopa)

Disusun Oleh :

Nama : Devita Sari

D111 14 523

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 24 Mei 2019

Pembimbing I

Ir. Muchtar Gani, M.S.  
Nip. 195306181984031001

Pembimbing II

Dr. Eng. Muralia Hustin, S.T., M.T.  
Nip. 197204242000122001



Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Sipil,

Prof. Dr. H.M. Wihardi Tjaronge, ST., M. Eng.  
Nip. 196805292002121002

ITS-Unhas : ITA.02.02/2018



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

# ANALISIS PERBANDINGAN UJI KUAT TEKAN *CORE 2 INCH* DAN *CORE 4 INCH* (STUDI KASUS: JALAN AKSES PELABUHAN BELOPA)

**Devita Sari**

D111 14 523

Mahasiswa S1 Jurusan Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel  
Email: dev.sari96@gmail.com

**Ir. Muchtar Gani, M.S.**

*Pembimbing I*

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa  
Gowa 92171, Sul-Sel

**Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.**

*Pembimbing II*

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa  
Gowa 92171, Sul-Sel

## ABSTRAK

Metode pengujian kuat tekan beton yang bersifat merusak (*destructive test*) merupakan salah satu bentuk metode pengujian kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, pengujian kuat tekan beton yang digunakan adalah metode *core drill* atau pengambilan sampel beton inti untuk mendapatkan hasil perbandingan uji kuat tekan beton inti 2 inci dan 4 inci. Saat ini untuk pengambilan sampel beton inti, diameter beton inti yang diperbolehkan hanya *core 4* inci dan *core 6* inci, sedangkan untuk pengerjaan pengambilan *core* di lapangan telah tersedia *core 2* inci. Dalam menilai kualitas beton hasil pengeboran beton inti harus dilakukan koreksi terhadap beberapa faktor yaitu faktor arah pengeboran, faktor perbandingan panjang dan diameter, dan faktor adanya tulangan dalam beton inti. Berdasarkan penelitian didapat nilai rata-rata uji kuat tekan terkoreksi *core 4* inci yaitu 25,52 MPa dibawah dari mutu beton  $f_c'$  30 MPa, tetapi masih masuk dalam spesifikasi umum bina marga tahun 2010 revisi 3 divisi 7 seksi 7.1 (beton) sebagai penggunaan perkerasan beton semen rentang  $f_c'$  adalah 20 sampai 45 MPa. Dan nilai kuat tekan terkoreksi *core 2* inci memiliki nilai 15,88 MPa dibawah dari mutu beton  $f_c'$  30 MPa dan nilainya dibawah spesifikasi umum bina marga tahun 2010 revisi 3 divisi 7 seksi 7.1 (beton), serta didapat nilai penyetaraan perhitungan uji kuat tekan terkoreksi 2 inci terhadap kuat tekan terkoreksi 4 inci sebesar 1,61. Selain melakukan uji kuat tekan, penelitian ini juga menggunakan uji statistik. Dari hasil pengujian statistik menggunakan *t test* yaitu pengujian kuat tekan terkoreksi *core 4* inci dengan kuat tekan terkoreksi *core 2* inci menunjukkan nilai tidak sama secara statistik. Tetapi setelah nilai kuat tekan terkoreksi *core 2* inci disetarakan terhadap nilai kuat tekan terkoreksi *core 4* inci maka nilai menunjukkan sama secara statistik.



Keywords: Uji Kuat Tekan, Bor Inti, Uji Statistik

**COMPARISON ANALYSIS OF COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF 2  
INCHES CORE AND 4 INCHES CORE (CASE STUDY: AKSES  
PELABUHAN BELOPA STREET)**

**Devita Sari**

D111 14 523

Mahasiswa S1 Jurusan Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel  
Email: dev.sari96@gmail.com

**Ir. Muchtar Gani, M.S.**

*Pembimbing I*

*Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa  
Gowa 92171, Sul-Sel*

**Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.**

*Pembimbing II*

*Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km. 7  
Kampus Gowa  
Gowa 92171, Sul-Sel*

**ABSTRACT**

The testing method of destructive concrete compressive strength (destructive test) is one of concrete compressive strength testing methods. In this study, the testing of concrete compressive strength was used the core drill method or core concrete sampling to obtain the results of a comparison of the core concrete strength test of 2 inches and 4 inches. Currently for core concrete sampling, the core diameter of the core that is allowed is only 4 inches core and 6 inches core, while the processing of cores taken in the field has available 2 inches core. In assessing the quality of concrete from core concrete drilling, correction must be made to several factors, namely the direction of drilling, the ratio of length and diameter, and the factor of reinforcement in the core concrete. Based on the research, the average value of 4 inches core is 25.52 MPa has below the quality of f'c 30 MPa concrete, but it is still included in the general specification of the 2010 bina marga revision 3 division 7 section 7.1 (concrete) as the use of f'c range cement concrete pavement is 20 to 45 MPa. And the average value of 2 inches core is 15.88 MPa has below the quality of f'c 30 MPa concrete and its value is below the general specifications of the 2010 bina marga revision 3 division 7 section 7.1 (concrete), and the equalization value of the 2 inches compressive strength obtained against the corrected 4 inches compressive strength is 1.61. In addition to conducting compressive strength tests, this study also uses statistical tests. From the results of statistical testing using the t test that is testing the 4 inches core corrected compressive strength with 2 inches core corrected compressive strength the value is not the same as statistics. But after 2 inches core correction value equals 4 inches core corrected compressive strength, the value shows the same as statistic.



: Compressive Strength Test, Core Drill, Statistic Test

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS PERBANDINGAN UJI KUAT TEKAN *CORE 2 INCH* DAN *CORE 4 INCH* (STUDI KASUS: JALAN AKSES PELABUHAN BELOPA)”**, sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Banyak hambatan yang dialami penulis dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan, bimbingan dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis menghanturkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, Ibu Mahira Tahir dan Bapak Himler, serta keluarga tercinta atas bantuan dan dukungannya baik spiritual maupun materil.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Ramli, MT., selaku Wakil Dekan dan Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng., selaku Ketua Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Ir. H. Muchtar Gani, MS., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah

memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan



tugas akhir ini, serta mengajarkan kepada penulis tentang pentingnya kerja keras, gigih, dan teliti dalam mengerjakan sesuatu.

6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Jurusan Sipil atas bimbingan, arahan, didikan, ilmu dan motivasi yang diberikan selama kurang lebih empat tahun perkuliahan.
7. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan.
8. Teman-temanku Aoel, Tina, Nunux, Husna, Tami yang selalu menjadi pendengar yang baik, serta memberikan dorongan dalam segala hal dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis dalam kehidupan sehari-hari maupun kuliah. Dan Arsyal, Fathan, Ode, Taka yang telah membantu dalam proses pengujian serta membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Saudara-saudaraku mahasiswa Jurusan Sipil Angkatan 2014 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini. *Keep On Fighting Till The End.*
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materil maupun immaterial. Semoga Tuhan membalas budi baik dengan amalan yang setimpal.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak

an, oleh karena itu penulis berharap rekan-rekan sekalian dapat  
kan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir



ini. Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua, bangsa, dan negara.

Gowa, 22 Mei 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Perkerasan Jalan .....	7
2.2 Perkerasan Kaku .....	8
2.3 Pengertian Beton .....	11
2.4 Material Penyusun Beton .....	15
2.4.1 Semen .....	15
2.4.2 Agregat .....	16
2.4.2.1 Agregat Kasar.....	16





2.4.2.2	Agregat Halus.....	17
2.4.3	Air.....	18
2.4.4	Bahan Campuran Tambahan .....	20
2.5	Kuat Tekan Beton .....	21
2.6	Kuat Tekan Beton Inti.....	22
2.7	Faktor Koreksi Kuat Tekan Beton Inti.....	23
2.7.1	Faktor Arah Pengeboran (C0).....	23
2.7.2	Faktor Perbandingan Panjang dan Diameter (C1) ...	24
2.7.3	Faktor Adanya Tulangan dalam Beton Inti (C2) .....	25
2.8	Uji Statistik <i>t-test</i> .....	27
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	29
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
3.2.1	Lokasi Pengambilan Sampel.....	30
3.2.2	Lokasi Pengujian Sampel.....	30
3.3	Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	30
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	31
3.5	Alat Penelitian.....	32
3.6	Prosedur Penelitian .....	34
3.6.1	Pengeboran Beton Inti.....	34
3.6.2	Pengujian Kuat Tekan.....	34
3.7	Analisis Data .....	35
3.7.1	Analisis Perhitungan Uji Kuat Tekan .....	35
3.7.2	Analisis Perhitungan Uji Kuat Tekan Terkoreksi.....	35



	3.7.3 Uji Statistik <i>t-test</i> .....	35
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	37
4.1	Hasil Perbandingan Uji Kuat Tekan <i>Core</i> 4 Inchi dan Uji Kuat Tekan <i>Core</i> 2 Inchi .....	37
4.2	Hasil Perbandingan Uji Kuat Tekan <i>Core</i> 4 Inchi dengan Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 4 Inchi .....	39
4.3	Hasil Perbandingan Uji Kuat Tekan <i>Core</i> 2 Inchi dengan Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 2 Inchi .....	41
4.4	Hasil Perbandingan Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 4 Inchi dengan Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 2 Inchi.....	44
4.5	Hasil Penyetaraan Nilai Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 2 Inchi Terhadap Uji Kuat Tekan Terkoreksi <i>Core</i> 4 Inchi.....	46
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	49
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran.....	50

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelas dan Mutu Beton .....	13
Tabel 2.2	Batas Gradasi Agregat Kasar .....	17
Tabel 2.3	Batas Gradasi Agregat Halus .....	18
Tabel 2.4	Faktor Pengali C0 .....	24
Tabel 2.5	Faktor Pengali C1 .....	24
Tabel 2.6	Faktor Pengali C2 .....	25
Tabel 3.1	Alat dan Bahan beserta Fungsinya .....	32



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan.....	10
Gambar 2.2	Perkerasan Beton Bertulang Bersambungan .....	10
Gambar 2.3	Perkerasan Beton Bertulang Kontinyu .....	11
Gambar 3.1	Lokasi Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2	Lokasi Pengambilan Sampel .....	30
Gambar 3.3	Titik pengambilan sampel beton inti 4 inci dan 2 inci .....	31
Gambar 4.1	Perbandingan $f'c$ Core 4 Inci dengan $f'c$ Core 2 Inci.....	37
Gambar 4.2	Perbandingan $f'c$ Core 4 Inci dengan $f'cc$ Core 4 Inci .....	39
Gambar 4.3	Perbandingan $f'c$ Core 2 Inci dengan $f'cc$ Core 2 Inci .....	42
Gambar 4.4	Perbandingan $f'cc$ Core 4 Inci dengan $f'cc$ Core 2 Inci.....	44
Gambar 4.5	Perbandingan Penyetaraan $f'cc$ Core 2 Inci terhadap $f'cc$ Core 4 Inci.....	46



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan adalah bagian dari jalur lalu lintas, yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang melintang jalan, merupakan penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan. Lalu lintas langsung terkonsentrasi pada bagian ini, dan boleh dikatakan merupakan urat nadi dari suatu konstruksi jalan. Perkerasan jalan dalam kondisi baik maka arus lalu lintas akan berjalan dengan lancar, demikian sebaliknya kalau perkerasan jalan rusak, lalu lintas akan sangat terganggu (Hamirhan Saodang, 2005).

Struktur jalan pembangunan Akses Pelabuhan Belopa menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan kaku (*rigid pavement*) dapat diartikan sebagai struktur beton ataupun perkerasan beton semen portland, yang umumnya terdiri hanya dua lapis, yaitu pelat beton dan pondasi bawah (Hary Christady Hardiyatmo, 2011).

*Rigid pavement* atau perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut. Beton merupakan salah satu material bangunan yang terbuat dari campuran pasir, batu pecah, semen, air dan bahan tambahan lain. Penggunaan beton semakin meningkat dengan adanya program-program pengembangan ekonomi di bidang infrastruktur.

infrastruktur yang sudah menggunakan beton sebagai material utama



antara lain infrastruktur jalan, bangunan gedung, bangunan tempat tinggal, bangunan air dan fasilitas publik lainnya.

Beton menjadi salah satu material yang sering digunakan dalam bidang pembangunan bukan karena tanpa alasan. Hal ini karena beton memiliki banyak kelebihan antara lain kekuatan (*strength*), kemudahan (*workability*), dan ketahanan (*durability*) serta kemudahan dalam memperoleh material. Perkembangan beton saat ini sangat pesat sehingga semakin banyak jenis beton yang bisa dipilih untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

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 ( $f^tr$ ). 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*). Metode pengujian kuat tekan beton yang bersifat merusak (*destructive test*) yaitu metode *core drill*.

Dalam penelitian ini, pengujian kuat tekan beton yang digunakan adalah metode *core drill* atau pengambilan sampel beton inti untuk mendapatkan hasil perbandingan uji kuat tekan beton inti 2 inci dan 4 inci. Saat ini untuk pengambilan sampel inti, diameter beton inti yang diperbolehkan hanya *core 4* inci dan *core 6* inci sedangkan untuk pengerjaan pengambilan *core* di lapangan

sedia *core 2* inci dimana dari sisi penggunaannya lebih efisien



dikarenakan alatnya yang ringan sehingga memudahkan mobilisasi saat pengambilan sampel benda uji inti.

Menurut ASTM C-42, perbedaan  $l/d$  (*length/diameter*) mempengaruhi hasil kuat tekan beton serta perbedaan ukuran diameter silinder juga mempengaruhi nilai kuat tekan.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul :

**“ ANALISIS PERBANDINGAN UJI KUAT TEKAN *CORE 2 INCH* DAN *CORE 4 INCH* (STUDI KASUS : JALAN AKSES PELABUHAN BELOPA)”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan antara nilai kuat tekan terkoreksi *core* berdiameter 2 inci terhadap *core* berdiameter 4 inci ?
2. Bagaimana pengaruh variasi diameter sampel *core* terhadap nilai kuat tekan beton terkoreksi dengan mutu yang sama ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai kuat tekan terkoreksi *core* berdiameter 2 inci terhadap *core* berdiameter 4 inci.



2. Menganalisis pengaruh variasi diameter sampel *core* terhadap nilai kuat tekan beton terkoreksi dengan mutu yang sama.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam melakukan penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan terhadap tinjauan yang dilakukan agar tidak menyimpang dari tujuan yang akan dicapai.

Adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini sampel uji adalah sampel *core* berukuran diameter 4 inci serta diameter 2 inci.
2. Menggunakan alat pengambilan sampel *core* dengan mata bor berdiameter 4 inci dan 2 inci.
3. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel *core* di lapangan dan melakukan pengujian di laboratorium.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian, kita dapat mengetahui angka koreksi dari nilai kuat tekan *core* berdiameter 2 inci untuk digunakan dalam evaluasi mutu beton di lapangan.
2. Sebagai referensi penelitian selanjutnya.





## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencoba mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar, dan mencoba membagi isi dari tugas akhir ini dalam bentuk bab-bab yang merupakan pokok-pokok uraian masalah penelitian yang disusun secara sistematis. Isi per-bab secara garis besar sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan teori-teori yang berasal dari buku-buku maupun dari tulisan-tulisan lain yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan secara rinci tentang metode, bahan penelitian, peralatan penelitian, dan cara pengujian yang dilakukan.

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

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan pengolahan data serta pembahasannya.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian secara singkat dan jelas sebagai jawaban dari masalah yang diangkat dalam



penelitian serta memberikan saran-saran sehubungan dengan analisis yang telah dilakukan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Silvia Sukirman, 2003).

Pada dasarnya perencanaan umur perkerasan jalan disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lalu lintas yang ada, umumnya didesain dalam kurun waktu antara 10-20 tahun, yang artinya jalan diharapkan tidak akan mengalami kerusakan dalam 5 tahun pertama. Tetapi jika pada realita yang ada jalan sudah rusak sebelum 5 tahun pertama maka bisa dipastikan jalan akan mengalami masalah besar dikemudian hari (Hary Christady Hardiyatmo, 2011).

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 macam, yaitu (Silvia Sukirman, 1992):

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavements*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavements*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat pelat beton

...n atau tanpa tulangan, diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa  
...ondasi bawah.



3. Konstruksi perkerasan komposit ( *composite pavements* ), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan kaku diatas perkerasan lentur atau pun sebaliknya.

## 2.2 Perkerasan Kaku

Perkerasan beton atau perkerasan kaku (*rigid pavement*) terdiri dari pelat beton semen portland yang terletak langsung di atas tanah dasar atau di atas lapisan material granuler (*subbase*) yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*). Tanah dasar yang terletak di bawah lapis pondasi bawah merupakan tanah dasar yang dipadatkan dengan ketebalan tertentu (Hary Christady Hardiyatmo, 2011).

Sifat umum perkerasan kaku (Hamirhan Saodang, 2005) :

1. Keandalan (*serviceability*) tinggi, mampu memikul beban besar.
2. Keawetan (*durability*) lama; bisa mencapai umur 30-40 tahun, tahan lapuk, oksidasi dan abrasi, pemeliharaan ringan.
3. Lapis tunggal (*single layer*), dengan LPB tidak terlalu struktural
4. Sangat kaku, modulus elastisitas bisa 25 kali modulus elastisitas lentur, dengan demikian distribusi beban ke tanah dasar relatif kecil.
5. Kompetitif, karena walaupun biaya awal besar, umur rencana lama, dan pemeliharaan ringan.
6. Keamanan, besar karena permukaan kasar.
7. Dapat digunakan pada tanah dasar, dengan daya dukung rendah. *Road*

*Note 29*, menyebutkan bisa dipakai untuk tanah dasar  $CBR = 2\% - 5\%$ , yang penting *uniform*.



Pendekatan metoda desain perkerasan kaku, intinya sama dengan perkerasan lentur, yaitu (Hamirhan Saodang, 2005) :

- a) Pendekatan metode desain yang didasarkan pada beban kendaraan rencana, yang akan menyebabkan tingkatan kerusakan yang diijinkan
- b) Pendekatan metode desain yang didasarkan pada jumlah repetisi kendaraan standar, yang juga dibatasi sampai tingkat kerusakan yang diijinkan.

Perbedaannya adalah pada konsep penyebaran tegangan pada badan fleksibel perkerasan lentur dan pada badan kaku pada perkerasan semen (Hamirhan Saodang, 2005).

Perkerasan kaku mempunyai tebal relatif tipis, dibandingkan dengan tebal lapis tanah dasar. Karena modulus elastisitas semen sebagai material perkerasan kaku, mempunyai nilai yang relatif lebih besar dari material pondasi dan tanah, maka bagian terbesar yang menyerap tegangan akibat beban adalah pelat beton sendiri (Hamirhan Saodang, 2005).

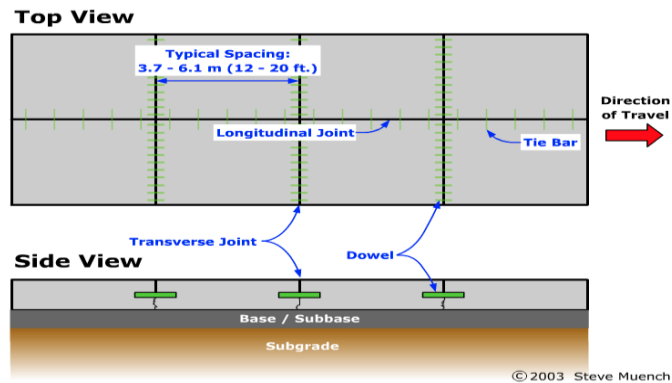
Tegangan pada perkerasan kaku disebabkan oleh beban roda, perbedaan temperatur pada pelat beton, perubahan kadar air, dan perubahan volume dari pelat beton dan lapis pondasi bawah dan tanah dasar (Hamirhan Saodang, 2005).

Menurut Hary Christady Hardiyatmo (2011), perkerasan kaku dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu perkerasan beton dengan sambungan dan tanpa sambungan. Adapun yang disebut perkerasan beton konvensional (*conventional concrete pavement*) :

perkerasan beton tak bertulang bersambungan (*Jointed Plain Concrete pavement*, JPCP). Walaupun namanya perkerasan beton tak bertulang,

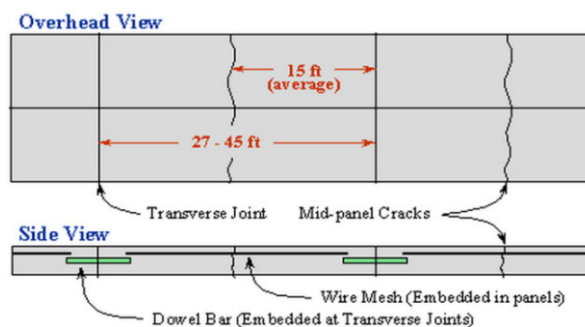


namun batang pengikat (*tie-bar*), umumnya tetap digunakan pada sambungan arah memanjang guna mencegah terbukanya sambungan ini. Selain itu batang-batang ruji, disebut *dowel*, yang berfungsi sebagai alat bantu transfer beban juga dipasang pada sambungan-sambungan melintang.



**Gambar 2.1** Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan

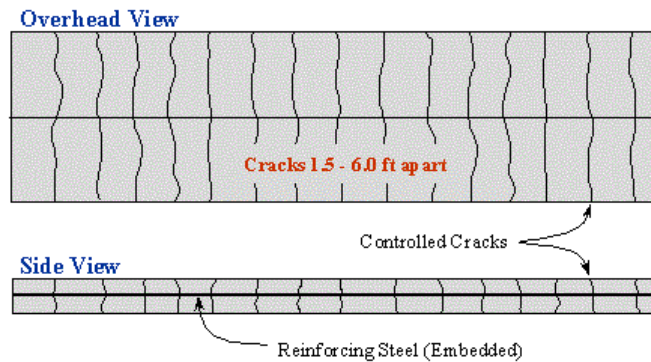
- 2) Perkerasan beton bertulang bersambungan (*Joint Reinforced Concrete Pavement, JRCP*), dirancang dengan jarak sambungan yang agak jauh. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada Austroad (1992) menyarankan panjang pelat atau jarak sambungan melintang JRCP berkisar antara 8-15 m. JRCP tidak berfungsi untuk menahan beban lalu-lintas pada pelat beton, namun berfungsi untuk mengendalikan retak agar tidak berlebih.



**Gambar 2.2** Perkerasan Beton Bertulang Bersambungan



3) Perkerasan beton bertulang kontinyu (*Continuous Reinforced Concrete Pavement, CRCP*). CRCP merupakan perkerasan beton yang tulangan dan panjang pelatnya dibuat menerus tanpa sambungan. Tulangan menerus berguna untuk menahan retak termal melintang agar retak tetap menutup dengan ketat, sekaligus sebagai tambahan jaminan pada penguncian antar agregat di lokasi sambungan. Jarak tulangan dibuat lebih rapat, karena tulangan berfungsi untuk mendistribusikan retak agar seragam di sepanjang perkerasan. Pada CRCP, retak umumnya terjadi pada jarak 0,6-2,0 m.



**Gambar 2.3** Perkerasan Beton Bertulang Kontinyu

### 2.3 Pengertian Beton

Beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (SNI 03-2847-2013).

Pemakaian beton sebagai bahan konstruksi telah banyak dijumpai, hal ini karena beton mempunyai banyak keunggulan dibanding material struktur lain.

Salah satu sifat beton yaitu :

1. Beton dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi



2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

Selain keunggulan diatas, beton pun juga mempunyai kelemahan, yaitu :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Beban yang berat
4. Daya pantul suara yang besar
5. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberi baja tulangan atau tulangan kasa.

Menurut Tri Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
- Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi

alam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-





bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

- Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini, dapat dilihat dalam tabel 2.1 di bawah ini:

**Tabel 2.1** Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	$\sigma'_{bk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Ringan	Tanpa
I	B <sub>0</sub>	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B <sub>1</sub>	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K>225	>225	>300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber: Tri Mulyono, 2004)

berdasarkan jenisnya,

arkana jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :



➤ Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran *shale*, lempung, *slates*, residu *slag*, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m<sup>3</sup> atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m<sup>3</sup>, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 MPa sampai 17,24 MPa (SNI 08-1991-03).

➤ Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m<sup>3</sup> – 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 MPa.

➤ Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

➤ Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

*erro-Cement*



*Ferro-Cement* adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

➤ Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

## 2.4 Material Penyusun Beton

### 2.4.1 Semen

Semen merupakan bahan berbutir hasil penggilingan yang dapat bereaksi dengan air menjadi suatu pasta yang bersifat mengikat dan membentuk suatu massa padat setelah mengering. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir (Tri Mulyono, 2004).

Semen terbagi atas 2 jenis, yaitu:

1. Semen hidraulis adalah semen yang akan mengeras jika bereaksi dengan air, tahan terhadap air (*water resistance*) dan stabil didalam air setelah mengeras.
2. Semen non-hidraulis adalah semen yang dapat mengeras tetapi tidak stabil di dalam air, akan tetapi mengeras diudara .

Semen bila dicampur dengan air akan menghasilkan pasta yang plastis dan lecek. Namun setelah selang beberapa waktu, pasta akan mulai menjadi kaku dan

terjakan. Inilah yang disebut pengikatan awal (*initial set*). Selanjutnya n meningkat kekakuannya sehingga didapatkan padatan yang utuh. Ini



disebut pengikatan akhir (*final set*). Proses berlanjut hingga pasta mempunyai kekakuan yang disebut pengerasan (*hardening*). Pada umumnya waktu pengikatan awal minimum adalah 45 menit, sedangkan waktu pengikatan akhir adalah 6-10 jam (Nugraha, 2007).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen antar lain:

1. Kehalusan semen, semakin halus butiran semen maka semakin cepat waktu pengikatannya.
2. Jumlah air, waktu pengikatan akan semakin cepat dengan semakin sedikitnya air.

#### **2.4.2 Agregat**

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga beton dapat berfungsi sebagai benda utuh, homogen, dan rapat dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi 6 mm dan agregat halus ukurannya bervariasi antara no.4 (4,75mm) sampai no. 100 (0,15 mm) saringan standar Amerika (Nawy, 1985).

##### **2.4.2.1 Agregat Kasar**

Agregat kasar dapat diidentifikasi sebagai kerikil yang merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh

pecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm (Sudarmo, 2013).



Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi  $\frac{1}{4}$  in. (6mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen (Nawy, 1985).

Batas gradasi agregat kasar yang dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini:

**Tabel 2.2** Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

#### 2.4.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 03-2834-1993).

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat halus adalah butiran halus yang memiliki kehalusan 2mm-5mm. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton ataupun batako.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 yaitu:

gregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras



- b) Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam.
- c) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melalui 5% maka pasir harus dicuci.

Batas gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini:

**Tabel 2.3** Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	90-100
1,2	30-70	55-90	75-100	95-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

### 2.4.3 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, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran



betonakan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat mengubah sifat-sifat semen (Nawy, 1985).

Banyaknya air yang dipakai selama proses hidrasi akan mempengaruhi karakteristik kekuatan beton. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut adalah sekitar 25% dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25%, maka kelecakan atau kemudahan dalam pengerjaan tidak akan tercapai (Tri Mulyono, 2004).

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 (Nawy, 1985).

Air yang diperlukan untuk pencampuran beton dipengaruhi oleh faktor-faktor di bawah ini (Nugraha, 2007):

- 1) Ukuran agregat maksimum: diameter membesar maka kebutuhan air menurun (begitupun jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- 2) Bentuk butir agregat: bentuk bulat menyebabkan kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
- 3) Kotoran dalam agregat: makin banyak tanah liat dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.
- 4) Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar): agregat halus yang lebih sedikit membutuhkan air yang lebih sedikit pula).



#### 2.4.4 Bahan Campuran Tambahan

Bahan campuran tambahan (*admixtures*) adalah bahan yang bukan air, agregat, maupun semen, yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi bahan ini untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu atau ekonomis atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi (Nawy, 1985).

Menurut ASTM C 494, jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe, antara lain sebagai berikut:

- a. Tipe A “*Water Reducing Admixtures*”, adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
- b. Tipe B “*Retarding Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton.
- c. Tipe C “*Accelerating Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
- d. Tipe D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat waktu pengikatan beton.
- e. Tipe E “*Water Reducing Accelerating Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan awal beton.





- f. Tipe F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”, adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.
- g. Tipe G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”, adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga menghambat waktu pengikatan beton.

## 2.5 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas (Tri Mulyono, 2004).

Berdasarkan SNI 1974 : 2011, kuat tekan beton dihitung dengan membagi beban tekan maksimum yang diterima benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban (mm<sup>2</sup>)

Menurut spesifikasi umum bina marga revisi 3 divisi 7 seksi 7.1 (beton tahun 2010, mutu beton untuk penggunaan sebagai perkerasan beton semen jenis beton mutu sedang dengan rentang  $f_c'$  adalah 20 sampai 45 MPa.



## 2.6 Kuat Tekan Beton Inti

Berdasarkan ASTM C42, pengeboran beton inti tidak boleh dilakukan sampai beton cukup kuat untuk diambil sebagai sampel beton inti tanpa mengganggu lekatan antara mortar dan agregat kasar pada beton. Tidak ada ketentuan umur kapan beton dianggap mampu untuk dilakukan pengeboran, karena kekuatan beton dipengaruhi oleh cara perawatan (*curing*) yang dilakukan. Pengeboran beton inti diperbolehkan setelah beton berumur kurang dari 14 hari. Sampel beton inti yang cedera selama proses pengeboran sebaiknya tidak digunakan kecuali kerusakan yang ada masih dapat dipotong dan masih memenuhi rasio minimum panjang/diameter ( $L/D=1$ ).

Pengeboran harus dilakukan tegak lurus dengan permukaan beton dengan diameter mata bor (*bor head*) yang umum digunakan adalah 50 mm dan 100 mm. Penggunaan mata bor yang kecil diperuntukkan pada penampang dengan tulangan yang rapat, sehingga tidak banyak tulangan yang terpotong akibat pengeboran.

Kuat tekan benda uji beton inti yang dikoreksi, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f'_{cc} = C_0 \times C_1 \times C_2 \times f'_c \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$f'_{cc}$  = kuat tekan beton inti yang dikoreksi (MPa)

$f'_c$  = kuat tekan sebelum dikoreksi (MPa)

$C_0$  = faktor arah pengeboran

$C_1$  = faktor perbandingan panjang dan diameter

$C_2$  = faktor adanya tulangan dalam beton inti



Menurut spesifikasi umum bina marga revisi 3 divisi 7 seksi 7.1 (beton) tahun 2010, tidak boleh ada satupun dari benda uji beton inti mempunyai kekuatan kurang dari  $0,75f_c'$ . Apabila kuat tekan rata-rata dari pengujian beton inti yang tidak kurang dari  $0,85f_c'$ , maka bagian konstruksi tersebut dapat dianggap memenuhi syarat dan pekerjaan yang dihentikan dapat dilanjutkan kembali.

## 2.7 Faktor Koreksi Kuat Tekan Beton Inti

Pengetesan *core drill* atau yang disebut juga pengeboran beton inti ialah pengetesan terhadap benda uji beton yang berbentuk silinder hasil pengeboran pada struktur yang sudah dilaksanakan. Cara umum untuk mengukur kekuatan beton pada aktual strukturnya adalah dengan cara memotong beton dengan bor berbentuk bulat yang berputar (ASTM C 42).

Dalam menilai kualitas beton hasil pengeboran beton inti harus dilakukan koreksi terhadap faktor yaitu:

### 2.7.1 Faktor Arah Pengeboran (C0)

Bila beton inti yang dibor sejajar dengan arah pengecoran, bidang kelemahan ini tegak lurus terhadap arah pembebanan begitu pula sebaliknya sehingga beton inti yang diambil sejajar dengan arah pengecoran akan memiliki kekuatan 8% lebih besar dari beton inti yang diambil tegak lurus terhadap pengecoran (Suprenant, 1985). Namun Barlett and McGregor (1995) juga menerangkan bahwa tidak ada dalam data mereka yang menunjukkan pengaruh

antara pengeboran secara sejajar maupun tegak lurus terhadap arah an.



Ketentuan mengenai faktor pengali C0 adalah sebagai berikut :

- ✓ C0 adalah faktor pengali yang berhubungan dengan arah pengambilan benda uji beton inti pada struktur beton
- ✓ C0 digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ )
- ✓ Untuk menghitung ( $f'_{cc}$ ) harus dikalikan dengan faktor C0 seperti yang tercantum dalam Tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4** Faktor Pengali C0

Arah pengambilan benda uji beton inti	C0
Horizontal (tegak lurus pada arah tinggi dari struktur beton)	1
Vertikal (sejajar dengan arah tinggi dari struktur beton)	0,92

(Sumber: SNI 03-3403-1994)

### 2.7.2 Faktor Perbandingan Panjang dan Diameter (C1)

C1 adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang sesudah diberi lapisan untuk kaping ( $l$ ) dengan diameter ( $d$ ) dari benda uji. Faktor pengali C1 seperti yang tercantum dalam tabel berikut (SNI 1974-2011) :

**Tabel 2.5** Faktor Pengali C1

$l/d$	C1
2	1
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

(Sumber: SNI 1974-2011)



Ketentuan mengenai faktor koreksi C1 adalah sebagai berikut :

- ✓ C1 adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang (l) dengan diameter (d) dari benda uji.
- ✓ C1 digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ ).
- ✓ Apabila tidak terdapat dalam Tabel 2.5, C1 dapat dicari dengan cara interpolasi.
- ✓ C1 dalam Tabel 2.5 berlaku untuk beton dengan kuat tekan silinder antara 15-45 MPa. Untuk angka di atas 45 MPa perlu dilakukan uji perbandingan yang lebih lanjut di laboratorium.

### 2.7.3 Faktor Adanya Tulangan dalam Beton Inti (C2)

Tulangan yang ada pada beton inti harus tegak lurus terhadap arah pengeboran. Belum ada penelitian lebih lanjut mengenai berapa jumlah maksimum tulangan yang diperbolehkan pada beton inti serta pengaruh ukuran batang tulangan terhadap kekuatan beton inti. Pada ASTM C42, memotong beton inti untuk menghilangkan tulangan yang ada pada beton inti, selama perbandingan panjang-diameter (l/d) tidak kurang dari 1,0 masih dapat terpenuhi. Barlett and McGregor (1995) menyatakan faktor koreksi apabila terdapat tulangan baja pada beton inti seperti pada tabel 2.6.

**Tabel 2.6** Faktor Pengali C2

Jumlah Tulangan	Nilai Koreksi
1	1,08
2	1,13

(Sumber: Barlett and McGregor 1995)



Ketentuan mengenai faktor pengali C2 adalah sebagai berikut :

- ✓ C2 adalah faktor pengali karena adanya kandungan tulangan besi dalam benda uji beton inti yang letaknya tegak lurus terhadap sumbu benda uji.
- ✓ C2 digunakan untuk menghitung kuat tekan benda uji beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ ).
- ✓ Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya tegak lurus pada sumbu benda uji hanya satu batang, maka:

$$C2 = 1,0 + 1,5 \left( \frac{d}{\phi} \times \frac{h}{l} \right) \dots \dots \dots (3)$$

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)

- ✓ Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya tegak lurus pada sumbu benda uji jumlahnya lebih dari satu batang, maka :

$$C2 = 1,0 + 1,5 \frac{(d1.h1 - d2.h2)}{\phi \cdot l} \dots \dots \dots (4)$$

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)



## 2.8 Uji Statistik *t-test*

Tes *t* atau uji *t* adalah uji statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis nol. Uji *t* pertama kali dikembangkan oleh William Seely Gosset pada tahun 1915. Awalnya William Seely Gosset menggunakan nama samaran *Student*, dan huruf *t* yang terdapat dalam istilah uji “*t*” dari huruf terakhir nama beliau. Uji *t* disebut juga dengan nama *student t* (Ridwan, 2006).

Dalam uji statistik parametrik terdapat beberapa uji yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan tentang populasi dari sampel tersebut yang diambil. Seandainya sampel yang diambil merupakan sampel yang saling berhubungan, maka akan timbul suatu permasalahan bagaimana cara (metode) menganalisisnya dan uji statistik apa yang digunakan. Salah satu uji statistik parametrik digunakan adalah uji *t-test dependent*.

*T-test dependent* atau sering diistilahkan dengan *paired sample t-test*, adalah jenis uji statistika yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dua grup yang saling berpasangan. Sampel berpasangan dapat diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami 2 perlakuan atau pengukuran yang berbeda, yaitu pengukuran sebelum dan sesudah dilakukan sebuah *treatment* (Sugiyono, 2010).

Pengujian statistik dapat dilakukan berbagai macam uji salah satunya adalah uji *t* yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari data yang diperoleh. Uji *t* terbagi menjadi dua yaitu uji satu pihak (*one tail test*) dan uji dua pihak (*two tail test*). Uji satu pihak digunakan ketika hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi lebih besar atau sama dengan dan hipotesis alternatifnya ( $H_a$ ) berbunyi lebih kecil. Sedangkan uji dua pihak digunakan ketika hipotesis nol ( $H_0$ ) berbunyi



sama dengan dan hipotesis alternatifnya ( $H_a$ ) berbunyi tidak sama dengan. Dalam pengujian hipotesis dua pihak, bila  $t$  hitung berada lebih kecil pada  $t$  tabel, maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) ditolak.

