



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

✓ 38872/H/10



RSS  
620.136  
IRW  
P-1  
2010

TUGAS AKHIR RC09-1380

## PENGARUH RASIO PANJANG DAN DIAMETER SILINDER TERHADAP KEKUATAN BETON MUTU TINGGI

IRWANTO  
NRP 3105 100 068

Dosen Pembimbing :  
Dr. Techn. Pujo Aji, ST. MT  
Ir. Kurdian Suprpto, MS

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	4-2-2010
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	472

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2010



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR RC09-1380**

**PENGARUH RASIO PANJANG DAN DIAMETER SILINDER  
TERHADAP KEKUATAN BETON MUTU TINGGI**

**IRWANTO**  
**NRP 3105 100 068**

*Dosen Pembimbing :*  
**Dr. Techn. Pujo Aji, ST. MT**  
**Ir. Kurdian Suprpto, MS**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2010**



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT RC09-1380**

**THE INFLUENCE OF LENGTH RATIO AND DIAMETER  
OF CYLINDER TO THE STRENGTH OF HIGH  
STRENGTH CONCRETE**

**IRWANTO**  
NRP 3105 100 068

Supervisor :  
Dr. Techn. Pujo Aji, ST. MT  
Ir. Kurdian Suprpto, MS

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2010

**PENGARUH RASIO PANJANG DAN DIAMETER  
SILINDER TERHADAP KEKUATAN BETON MUTU  
TINGGI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Struktur

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh :

**IRWANTO**

NRP. 3105 100 068

Disetujui oleh Pembimbing I Tugas Akhir :



**Dr. Techn. Pujo Aji, ST, MT.**

Disetujui oleh Pembimbing II Tugas Akhir :



**Ir. Kurdian Suprpto, MS**

**SURABAYA,      JANUARI 2010**



## PENGARUH RASIO PANJANG DAN DIAMETER SILINDER TERHADAP KEKUATAN BETON MUTU TINGGI

Nama Mahasiswa : IRWANTO  
NRP : 3105 100 068  
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Techn. Pujo Aji ,ST. MT  
Ir. Kurdian Suprpto, MS.

### ABSTRAK

*Pengujian core drill adalah salah satu metode NDT (Non Destructive Test). Hal ini berguna untuk mendapatkan kuat tekan material beton pada struktur yang telah dilaksanakan. Peraturan Indonesia (SNI 03-3403-1994) dan Amerika (ASTM C42/42M-03) membahas tentang metode ini, namun dalam kedua peraturan tersebut masih membatasi pengujian core drill hanya untuk beton dengan mutu normal (13,8 MPa – 41,4 MPa) sedangkan untuk beton dengan mutu tinggi (> 41,4 MPa) belum dapat dilakukan uji core drill. Hal ini disebabkan belum didapatkan harga faktor pengali  $C_1$  yang akan dipakai untuk mengoreksi hasil pengujian tekan benda uji core drill untuk beton mutu tinggi tersebut, dimana  $C_1$  adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang dan diameter dari benda uji. Penelitian ini dilakukan untuk mencoba mendapatkan pengaruh faktor pengali  $C_1$  tersebut dan memastikan apakah faktor pengali  $C_1$  bisa digunakan untuk beton mutu tinggi. Hasil percobaan ini memastikan bahwa faktor pengali  $C_1$  tidak dapat dipakai untuk beton mutu tinggi. Untuk beton mutu tinggi harga faktor pengali  $C_1$  sama dengan 1 dimana perbandingan panjang dan diameter silinder harus sama dengan 2.*

*Kata kunci : Core drill, Beton Normal, Beton mutu tinggi, Faktor pengali  $C_1$ .*

## THE INFLUENCE OF LENGTH RATIO AND DIAMETER OF CYLINDER TO THE STRENGTH OF HIGH STRENGTH CONCRETE

Name of Student : IRWANTO  
NRP : 3105 100 068  
Department : Civil Engineering, FTSP-ITS  
Supervisor : Dr. Techn. Pujo Aji ,ST. MT.  
Ir. Kurdian Suprpto, MS.

### ABSTRACT

*Core drill testing is one of the NDT (Non Destructive Test) method. It is usefull to get the compressive strength of a disputable concrete material. Both Indonesian (SNI 03-3403-1994) and American (ASTM C42/42M-03) discuss about this method, but both of these rules still border the core drill test especially normal strength concrete (13.8 MPa-41.4 MPa) whereas high strength concrete (is bigger than 41.4 MPa) hasn't been able to be done core drill test. It is caused correction factors value of  $C_1$  hasn't been gotten which will be used to correct the result of compressive strength from core drill test in high strength concrete, where  $C_1$  is correction factors which is correlated to the ratio of length to diameter of compressive strength from core drill test. This research is practiced to get influence of correction factors of  $C_1$  and ensure whether the correction factors of  $C_1$  can be used for high strength concrete. This result of research ensure that correction factors of  $C_1$  can't be used of high strength concrete. Especially for high strength concrete, its correction factors value of  $C_1$  is one (1), where the comparison of the length ratio to diameter of cylinders has to be reached to two (2).*

*Key words : Core drill, Normal Strength Concrete, High Strength Concrete, Correction Factors of  $C_1$ .*

## KATA PENGANTAR

### Assalamu'alaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir ini tanpa hambatan yang berarti.

Pada kesempatan ini ijinkanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan dorongan tiada henti kepada :

1. Ayahanda (almarhum) yang baru saja meninggalkan penulis dan Ibu tercinta, sungguh tanpa semua pengorbanan, dukungan, doa, kasih sayang, dalam merawat dan membesarkan penulis hingga saat ini, penulis bukanlah siapa-siapa.
2. Bapak Pujo Aji, ST. MT. Dr.Techn sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta pengalamannya sebagai referensi dalam pengerjaan tugas akhir ini .
3. Bapak Kurdian Suprpto,Ir. MS sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta segala nasehat-nasehat yang sangat bermanfaat yang menjadikan penulis lebih tegar dalam meneruskan perjuangan hidup sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Dyah Iriani Widyastuti, Ir. MSc selaku dosen wali dan Bapak Dudung Purwadi, Ir. MSc sebagai dosen wali sebelumnya.
5. Bapak Hidayat Soegihardjo, Ir. MS. Dr. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil , FTSP – ITS Surabaya.
6. *Spesial to Keri Pangesti Yudhi Harhari, terima kasih atas dukungannya dan semangat yang tiada henti*
7. Teman-teman satu kontrakan yang sudah seperti saudara sendiri yang selalu mendukung dan memberi bantuan



dalam penyelesaian tugas akhir ini (Bang Anto, Sabar, Firman, Fajar, Arjito dan Ihsan) dan juga kepada Edi, Yoga, Biem, Osman, Haris, Dito dll terima kasih atas doa dan dukungannya.

8. Rekan-rekan seperjuangan S-48, terima kasih atas masukan, doa dan dukungannya.
9. Laboran dari Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Teknik Sipil ITS (Pak Hardjo yang sudah seperti ayah penulis sendiri, Pak Hadi, Pak Dji, Pak Yanto dll) terima kasih atas bantuan dan bimbingannya.
10. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Sipil ITS.
11. Serta semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Tulisan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu segala saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi tercapainya hasil yang terbaik bagi kita semua .

Surabaya, Januari 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	
Abstrak	v
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xv
Daftar Gambar	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Umum	5
2.2 Definisi Beton Mutu Tinggi	6
2.3 Konsep Beton Mutu Tinggi	8
2.4 Pengetesan <i>Core Drill</i>	9
2.5 Pengertian Statistika	12
2.6 Peranan Statistika Dalam Penelitian	14
2.7 Teori Hipotesis	16
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>21</b>
3.1 Persiapan Material	21
3.2 Pengujian Material	22
3.2.1 Percobaan Berat Jenis Pasir (ASTM C129-93)	22
3.2.2 Percobaan Kelembaban Pasir (ASTM C566-89)	24
3.2.3 Percobaan Air Resapan (ASTM C128 93)	25



3.2.4	Percobaan Berat Volume Pasir	25
3.2.5	Tes Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik (ASTM C40/C40-92)	27
3.2.6	Tes Kebersihan Pasir Terhadap Endapan Lumpur	28
3.2.7	Tes Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Pencuciannya (ASTM C117-95)	28
3.2.8	Percobaan Kelembaban Batu Pecah (ASTM C566-89)	29
3.2.9	Percobaan Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C127-88 Reapp 93)	30
3.2.10	Percobaan Air Resapan pada Batu Pecah (ASTM C127-88 Reapp 93)	31
3.2.11	Percobaan Berat Volume Batu Pecah (ASTM C29/C29M-91a)	32
3.2.12	Tes Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur Pencuciannya (ASTM C117-95)	33
3.2.13	Tes Keausan Agregat Kasar (ASTM C131-89)	35
3.2.14	Percobaan Analisa Saringan Pasir (ASTM C166-95A)	36
3.2.15	Percobaan Analisa Saringan Batu Pecah (ASTM C166-95A)	38
3.2.16	Air	39
3.3	Mix Desain Metode ACI	39
3.4	Pembuatan benda uji	44
3.5	Perawatan Benda Uji	45
3.6	Pengetesan Benda Uji	46
3.7	Analisa Data	47
3.8	Kesimpulan dan Saran	50

<b>BAB IV HASIL dan ANALISA</b>	57
4.1 Umum	57
4.2 Tes Material dan Analisa Ayakan	57
4.2.1 Agregat halus (pasir)	57
4.2.1.1 Percobaan Kelembaban Pasir	57
4.2.1.2 Percobaan Berat Jenis Pasir	58
4.2.1.3 Percobaan Air Resapan	58
4.2.1.4 Percobaan Kebersihan Pasir dari Bahan Organik	59
4.2.1.5 Percobaan Kebersihan Pasir dari Bahan Lumpur	59
4.2.1.6 Percobaan Kebersihan Pasir dari Lumpur	60
4.2.1.7 Percobaan Berat Volume Pasir	60
4.2.2 Agregat Kasar (Batu Pecah)	61
4.2.2.1 Percobaan Kelembaban Batu Pecah	61
4.2.2.2 Percobaan Berat Jenis Batu Pecah	61
4.2.2.3 Percobaan Air Resapan Batu Pecah	62
4.2.2.4 Percobaan Kebersihan Batu Pecah dari Bahan Lumpur	62
4.2.2.5 Percobaan Keausan Agregat Kasar	63
4.2.2.6 Percobaan Berat Volume Batu Pecah	63
4.2.3 Analisa Ayakan	64
4.2.3.1 Agregat Halus (pasir)	64
4.2.3.2 Agregat Kasar (batu pecah)	66
4.3 Analisa Data	68
4.3.1 Analisa Statistik	84
4.3.1.1 Pengujian T – test	85
4.3.1.2 Pengujian dengan MINITAB	89
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	97
5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	98
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	99
<b>LAMPIRAN</b>	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Metode pembuatan beton kuat tekan tinggi	8
Tabel 2.2	Faktor Pengali $C_0$	9
Tabel 2.3	Faktor Pengali $C_1$	10
Tabel 2.4	<i>Beberapa metode statistik</i>	15
Tabel 2.5	Empat kemungkinan kesimpulan yang mungkin diambil dari hasil uji hipotesis	17
Tabel 3.1	Batu pecah kering oven 5000 gr	35
Tabel 3.2	Lubang ayakan	37
Tabel 3.3	Daimeter saringan	38
Tabel 3.4	<i>Tabel slump ACI</i>	39
Tabel 3.5	Volume agregat kasar yang dianjurkan per unit volume beton	40
Tabel 3.6	Estimasi pertama air campuran yang dibutuhkan	42
Tabel 3.7	$w_c+p$ maksimum yang dianjurkan untuk beton tanpa menggunakan HRWR	43
Tabel 3.8	$w_c+p$ maksimum yang dianjurkan untuk beton dengan menggunakan HRWR	43
Tabel 4.1	Hasil Percobaan Kelembaban Pasir (ASTM C 556-71)	57
Tabel 4.2	Hasil Percobaan Berat Jenis Pasir (ASTM C128-78)	58
Tabel 4.3	Hasil Percobaan Air Resapan Pasir (ASTM C 128 - 93)	58
Tabel 4.4	Hasil Percobaan Kebersihan Pasir dari Bahan Organik (ASTM C40-92)	59
Tabel 4.5	Percobaan Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Pengendapan) (ASTM C 33 - 93)	59
Tabel 4.6	Percobaan Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Pencucian) (ASTM C117-95)	60
Tabel 4.7	Hasil Percobaan Berat Volume Pasir	



	(ASTM C 29 – 91)	60
Tabel 4.8	Hasil Percobaan Kelembapan Batu Pecah (ASTM C 556 – 89)	61
Tabel 4.9	Hasil Percobaan Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C 127 – 88 – 93)	61
Tabel 4.10	Hasil Percobaan Air Resapan Batu Pecah (ASTM C 127 – 88 – 93)	62
Tabel 4.11	Hasil Percobaan Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur (Pencucian) (ASTM C 117 – 95)	62
Tabel 4.12	Hasil Percobaan Keausan Agregat Kasar (ASTM C 131 – 89)	63
Tabel 4.13	Hasil Percobaan Berat Volume Batu Pecah (ASTM C 29 – 91)	63
Tabel 4.14	Hasil Ayakan Pasir	64
Tabel 4.15	Hasil Ayakan Batu Pecah	66
Tabel 4.16	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 30 sebelum dikalikan faktor pengali $C_1$	68
Tabel 4.17	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 30 setelah dianalisa dengan <i>outlier</i> (data yang jauh dari data – data yang lain).	69
Tabel 4.18	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 30 setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	70
Tabel 4.19	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 40 sebelum dikalikan faktor pengali $C_1$	71
Tabel 4.20	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 40 setelah dianalisa dengan <i>outlier</i> (data yang jauh dari data – data yang lain)	72
Tabel 4.21	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 40 setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	73
Tabel 4.22	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 50 sebelum dikalikan faktor pengali $C_1$	74
Tabel 4.23	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 50 setelah dianalisa dengan <i>outlier</i> (data yang jauh dari data – data yang lain)	75

Tabel 4.24	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 50 setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	76
Tabel 4.25	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 60 sebelum dikalikan faktor pengali $C_1$	77
Tabel 4.26	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 60 setelah dianalisa dengan <i>outlier</i> (data yang jauh dari data – data yang lain)	78
Tabel 4.27	Hasil tes tekan untuk $f'_c$ 60 setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram uji hipotesa	19
Gambar 3.1	Curing beton	45
Gambar 3.2	Input data	47
Gambar 3.3	Memilih pengujian statistik	48
Gambar 3.4	Memilih dan menganalisa data	49
Gambar 3.5	Output hasil	50
Gambar 3.6	Diagram alir penelitian	51
Gambar 3.7	Diagram alir penelitian	53
Gambar 3.8	Langkah mix desain dengan metode <i>American Concrete Institute (ACI) 211.1-91</i> untuk beton normal	54
Gambar 3.9	Langkah mix desain dengan metode <i>American Concrete Institute (ACI)</i> 211.4R1-93 untuk beton mutu tinggi	56
Gambar 4.1	Grafik ayakan pasir	65
Gambar 4.2	Grafik ayakan batu pecah	67
Gambar 4.3	Grafik kuat tekan rata – rata untuk $f'c$ 30 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	80
Gambar 4.4	Grafik kuat tekan rata – rata untuk $f'c$ 40 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	81
Gambar 4.5	Grafik kuat tekan rata – rata untuk $f'c$ 50 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	82
Gambar 4.6	Grafik kuat tekan rata – rata untuk $f'c$ 60 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali $C_1$	83
Gambar 4.7	Benda uji dengan berbagai variasi L/D	93
Gambar 4.8	Benda uji yang akan diuji tekan	94
Gambar 4.9	Benda uji dengan variasi L/D = 1,5 sebelum diuji tekan	95
Gambar 4.10	Benda uji dengan variasi L/D = 1,5 setelah	

**Gambar 4.11** Benda uji dengan berbagai variasi L/D setelah diuji tekan

96	Gambar 4.10	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
95	Gambar 4.9	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
94	Gambar 4.8	Benda uji yang akan diuji tekan
93	Gambar 4.7	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$
92	Gambar 4.6	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
91	Gambar 4.5	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
90	Gambar 4.4	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
89	Gambar 4.3	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
88	Gambar 4.2	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
87	Gambar 4.1	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
86	Gambar 3.9	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
85	Gambar 3.8	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
84	Gambar 3.7	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
83	Gambar 3.6	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
82	Gambar 3.5	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
81	Gambar 3.4	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
80	Gambar 3.3	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
79	Gambar 3.2	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
78	Gambar 3.1	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
77	Gambar 3.0	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
76	Gambar 2.9	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
75	Gambar 2.8	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
74	Gambar 2.7	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
73	Gambar 2.6	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
72	Gambar 2.5	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
71	Gambar 2.4	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
70	Gambar 2.3	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
69	Gambar 2.2	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan
68	Gambar 2.1	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ setelah diuji tekan
67	Gambar 2.0	Benda uji dengan variasi $L/D = 1,5$ sebelum diuji tekan

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Kemajuan pesat dibidang konstruksi harus diimbangi oleh kemajuan teknologi beton sebagai sarana pendukungnya. Dengan kemajuan teknologi konstruksi dewasa ini, beton normal kadangkala sudah tidak mampu lagi mengatasi masalah yang timbul dilapangan.

Beton mutu tinggi merupakan salah satu beton yang dituntut keberadaannya dan sekarang ini banyak pekerjaan dalam konstruksi sudah menggunakan beton jenis ini, karena beton ini memiliki kuat tekan yang tinggi.

Beton mutu tinggi ini sangat berguna dalam pekerjaan strukrur, namun belum dapat dilakukan pengujian *core drill* apabila pengerjaan struktur telah terlaksana. Hal ini disebabkan belum didapatkan harga faktor pengali  $C_1$  yang akan dipakai untuk mengoreksi hasil pengujian tekan benda uji *core drill* untuk beton mutu tinggi tersebut. Seperti yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia khususnya tentang metode pengambilan dan pengujian beton inti (SNI 03-3403-1994) menyatakan bahwa proses *core drill* hanya dalam batasan beton dengan mutu normal (13,8–41,4 MPa). Oleh karena itu, tugas akhir ini mencoba mendapatkan pengaruh faktor pengali  $C_1$  tersebut.

Untuk mendapatkan harga faktor pengali  $C_1$ , kita perlu menganalisa hasil kuat tekan ( $f'_c$ ) yang mutunya sama serta yang mutunya makin tinggi terhadap variasi perbandingan  $L/D$ . Variasi perbandingan  $L/D$  adalah sebagai simultan proses *core driil* di lapangan. Namun kita tetap harus menganalisa hasil kuat tekan ( $f'_c$ ) terhadap variasi perbandingan  $L/D$  untuk beton normal yang akan dijadikan sebagai parameter pembanding.



Semoga tugas akhir ini dapat menjadi rujukan dalam proses *core drill* untuk beton mutu tinggi ( $> 41.4$  MPa) nantinya serta dapat menjadi bahan masukan untuk penelitian mengenai *core drill* kedepannya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas adalah :

- Permasalahan utama
  1. Bagaimana hasil faktor pengali  $C_1$ ?
- Detail permasalahan
  1. Bagaimana hasil perubahan kuat tekan ( $f_c$ ) yang mutunya sama terhadap variasi perbandingan L/D?
  2. Bagaimana hasil perubahan kuat tekan ( $f_c$ ) bila makin tinggi mutu beton dan pengaruhnya terhadap L/D?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dipakai dalam tugas akhir ini adalah :

1. Hanya mencari pengaruh perubahan kuat tekan ( $f_c$ ) terhadap variasi perbandingan L/D dengan  $f_c$  30, 40, 50 dan 60.
2. Variasi perbandingan L/D adalah 2,00 ; 1,75 ; 1,50 ; 1,25 ; 1,00
3. *Mix design* menggunakan metode *American Concrete Institute (ACI)*.
4. Hanya melakukan simulasi *core drill* untuk mendapatkan benda uji.

#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan perubahan kuat tekan ( $f_c$ ) yang mutunya sama terhadap variasi perbandingan  $L/D$
2. Mendapatkan perubahan kuat tekan ( $f_c$ ) bila makin tinggi mutu beton dan pengaruhnya terhadap  $L/D$

Dari dua tujuan tersebut akan dapat dipastikan apakah harga faktor pengali  $C_1$  untuk beton mutu normal dapat digunakan juga untuk beton mutu tinggi. Hasil dari analisa inilah yang dijadikan sebagai tujuan utama dari penulisan tugas akhir ini.

#### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Dari hasil penelitian ini, kita dapat mengetahui pengaruh rasio panjang dan diameter silinder terhadap kekuatan beton yang mutunya sama dan yang mutunya makin tinggi.
2. Dari hasil penelitian ini, kita dapat memberi usulan mengenai harga faktor pengali  $C_1$  untuk beton mutu tinggi yang akan dipakai untuk mengoreksi kuat tekan benda uji *core drill*.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Kondisi alam Indonesia terutama letak geografi dan iklimnya banyak membantu sehingga dapat memungkinkan dilaksanakannya pembuatan beton bermutu sangat tinggi, yaitu beton dengan kekuatan lebih dari  $800 \text{ kg/cm}^2$ . Adanya bahan tambah mineral dan bahan admixture kimia seperti silika fume, slag, fly ash, superplastizer, water reduzer derajat tinggi, yang digunakan untuk campuran beton merupakan indikasi adanya perkembangan dalam bidang teknologi beton terutama dalam produksi beton mutu tinggi *High Strength Concrete* (HPC) dan mutu sangat tinggi *Very High Strength Concrete* (VHSC).

Hal ini telah dibuktikan dengan adanya percobaan di ITS diperoleh mutu tertinggi  $1000 \text{ kg/cm}^2$  (Aman dan Ubaidil, (1991)) dan penelitian yang dilakukan di Universitas Indonesia (UI) mutu tertinggi yang pernah dihasilkan adalah  $850 \text{ kg/cm}^2$  (FX Sadtono, (1991)). Penggunaan beton mutu tinggi dan beton mutu sangat tinggi sudah banyak dijumpai terutama pada sistem struktur *precast prestressed*.

Namun dalam perkembangannya sampai saat ini belum dapat dilakukan proses *core drill* apabila struktur yang menggunakan beton mutu tinggi telah terlaksana, untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai proses *core drill* untuk beton mutu tinggi tersebut. Dalam penelitian tersebut akan sangat erat kaitannya dengan ilmu statistik guna menyimpulkan, menampilkan serta mengolah data yang diperoleh yang selanjutnya akan dianalisa.

## 2.2 Definisi Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang berorientasi pada kekuatan yang tinggi (*High Strength Concrete*), yang mempertimbangkan keawetan (*durability*) beton serta kemudahan pengerjaan beton (*workability*) (Francis dan Young, (1982)). Pada saat ini penggunaan beton dengan kekuatan tinggi  $\pm 700 \text{ kg/cm}^2$  makin banyak digunakan di Indonesia.

Menurut *Strategic Highway Research Program* (SHRP) beton mutu tinggi ditetapkan sebagai berikut :

1. Beton yang mempunyai kekuatan
  - a. 4 jam kekuatannya  $\geq 2500 \text{ psi}$  (17.5 Mpa)
  - b. 24 jam kekuatannya  $\geq 5000 \text{ psi}$  (35 Mpa)
  - c. 28 jam kekuatannya  $\geq 10000 \text{ psi}$  (70 Mpa)
2. Beton yang mempunyai *durability* lebih besar 80 % setelah 300 kali mengalami pencarian dan pembekuan (*freezing and thawing*).
3. Beton yang mempunyai rasio air terhadap *comentitious material* ( $\frac{w}{c} + p$ )  $\leq 0.35$

Menurut Prof. Lorrain, (1991), klasifikasi beton berdasarkan kekuatannya, dapat dibagi dalam tiga kelas yaitu :

1. Beton Normal : Kuat tekan karakteristiknya 200-500  $\text{kg/cm}^2$  dan disebut *Normal Strength Concrete* (NSC).
2. Beton Mutu tinggi : Kuat tekan karakteristiknya 500-800  $\text{kg/cm}^2$  dan disebut *High Sterngth Concrete* (HCS).
3. Beton Sangat Tinggi : Kuat tekan karakteristiknya lebih dari 800  $\text{kg/cm}^2$  dan disebut *Very High Strength Concrete* (VHSC).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai pemilihan material pembentuk beton mutu tinggi (ACI 211.4R):

1. Semen  
Pemilihan tipe semen sebaiknya mengacu pada ASTM C 150 , karena variasi komposisi kimia dan fisik semen *mempengaruhi kekuatan beton.*
2. Air  
Air yang dipakai dalam pencampuran beton harus diuji kelayakannya sesuai dengan ASTM C 94
3. Agregat kasar  
Agregat kasar mempengaruhi kekuatan dan sifat struktur beton, *oleh karena itu agregat kasar harus dipilih yang cukup keras, tidak retak, tidak mudah pecah, bersih, dan bebas dari kandungan kimia berbahaya.*
4. Agregat halus  
Grading dan bentuk partikel halus merupakan faktor yang penting. Agregat halus dengan modulus kehalusan 2.2-3.2 lebih baik untuk beton mutu tinggi.
5. Faktor air semen  
Faktor air semen yang digunakan sekecil mungkin yang berkisar antara 0.2-0.4 , ini berarti kandungan semen relatif tinggi berkisar antara 400-600 kg/m<sup>3</sup>.

Untuk beton yang berkekuatan 200-500 kg/cm<sup>2</sup> (*Normal Strength Concrete*) merupakan jumlah terbesar dari produksi beton di Indonesia dan sering dijumpai, misalkan pada pembuatan gedung bertingkat ataupun pada pabrik pembuatan beton *precast*. Adapun menurut ACI Commitice 363 - *State of The Art on High Strength Concrete* - " bahwasannya batasan minimum untuk *High Sterngth Concrete* adalah 6000 psi (41 MPa). Setelah mengetahui definisi beton mutu tinggi kita juga perlu mengetahui konsep desainnya agar dapat menerapkannya. Dinegara-negara maju seperti Amerika ataupun Eropa penerapan beton mutu tinggi telah banyak digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, terowongan dan masih banyak lagi. Hal ini merupakan tantangan



bagi dunia teknik sipil Indonesia untuk menerapkan penggunaan beton mutu tinggi di Indonesia.

### 2.3 Konsep Disain Beton Mutu Tinggi

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk membuat beton mutu tinggi yaitu tertera dalam tabel (Francis dan Young, (1983)).

Tabel 2.1 Metode pembuatan beton kuat tekan tinggi

TIPE	FAS	Kuat Tekan Umur 28 hari (MPa)	Keterangan
Normal	0.3-0.6	30 – 50	Slump 50-100 mm jumlah semen tinggi
No. Slump	0.3-0.45	35 – 50	Slump kurang dari 25 mm jumlah semen normal
Sangat rendah	0.2-0.3	100 – 170	Digunakan admixture
Dengan slump kecil	0.3-0.5	70 – 240	Compaction admixture

Konsep desain beton mutu tinggi ini akan sangat dibutuhkan dalam pembuatan beton mutu tinggi nantinya, oleh karena itu perlu dipahami secara detail. Namun apabila beton mutu tinggi telah dapat diterapkan dilapangan, masih ada beberapa proses yang harus dilakukan dalam mengevaluasi kuat tekannya. Terlebih lagi apabila ternyata kuat tekan yang disyaratkan tidak sesuai, untuk itu akan dilakukan proses *core drill*. Peraturan yang ada sampai saat ini ternyata belum mensyaratkan pengetesan *core driil* untuk beton mutu tinggi, namun sebagai dasar kita tetap perlu mengetahui proses *core drill* tersebut.

## 2.4 Pengetesan Core drill

Pengetesan *core drill* atau yang disebut juga pemboran 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* (untuk jenis model ASTM C 42).

Core drill (bor beton) yang mengandung tulangan baja atau tanpa tulangan baja, kemudian dicelupkan ke air, dibungkus, kemudian diuji dengan cara biasanya. Dalam menilai kualitas beton hasil *core drill harus dilakukan koreksi terhadap 3 faktor yaitu:*

### 1. Faktor pengali $C_0$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_0$  adalah sebagai berikut :

- $C_0$  adalah faktor pengali yang berhubungan dengan arah pengambilan benda uji beton inti pada struktur beton
- $C_0$  digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ )
- Untuk menghitung ( $f'_{cc}$ ) harus dikalikan dengan faktor  $C_0$  seperti yang tercantum dalam Tabel 2.2 berikut :

**Tabel 2.2** Faktor pengali  $C_0$

Arah pengambilan benda uji beton inti	$C_0$
Horizontal (tegak lurus pada arah tinggi dari struktur beton)	1
Vertikal (sejajar dengan arah tinggi dari struktur beton)	0,92



## 2. Faktor pengali $C_1$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_1$  adalah sebagai berikut :

- $C_1$  adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang sesudah diberi lapisan untuk kaping ( $l$ ) dengan diameter ( $\Phi$ ) dari benda uji
- $C_1$  digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'_{cc}$ )
- Apabila rasio panjang setelah diberi lapisan untuk kaping ( $l$ ) dengan diameter ( $\Phi$ ) dari benda uji adalah  $1,94 \leq l/\Phi \leq 2,10$ ,  $C_1$  tidak boleh digunakan untuk menghitung  $f'_{cc}$
- Untuk menghitung  $f'_{cc}$  apabila  $l/\Phi < 1,94$ , kuat tekan benda uji beton inti ( $f'_c$ ) harus dikalikan dengan faktor pengali  $C_1$  seperti yang tercantum dalam Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Faktor pengali  $C_1$

$l/\Phi$	$C_1$
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

- Apabila tidak terdapat dalam Tabel 2.3,  $C_1$  dapat dicari dengan cara interpolasi
- $C_1$  dalam Tabel 2 berlaku untuk beton normal dan beton ringan dengan berat isi antara 1600-1900 kg/m<sup>3</sup>, baik yang diuji tekan dalam keadaan kering maupun lembab
- $C_1$  dalam Tabel 2.3 berlaku untuk beton dengan kuat tekan silinder antara 13,8 – 41,4 Mpa.

Dari ketentuan-ketentuan yang disebutkan diatas menyatakan bahwa proses core drill hanya dapat dilakukan untuk beton normal (13.8-41.4 MPa), oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk memastikan apakah faktor pengali  $C_1$  dapat digunakan juga untuk beton mutu tinggi.

### 3. Faktor pengali $C_2$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_2$  adalah sebagai berikut :

- $C_2$  adalah faktor pengali karena adanya kandungan tulangan besi dalam benda uji beton inti yang letaknya tegak lurus terhadap sumbu benda uji
- $C_2$  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 :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \left( \frac{d}{\Phi} \times \frac{h}{l} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana :

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 :

- Untuk benda uji dengan kandungan dua buah tulangan besi, apabila jarak antara dua tulangan > d terbesar,  $C_2$  ditentukan menurut rumus berikut :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \frac{\sum \langle d \times h \rangle}{\Phi \times l} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana :

$D$  = 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)

- Untuk benda uji dengan kandungan dua buah tulangan besi, apabila jarak antara dua tulangan <  $d$  terbesar C2 ditentukan menurut rumus (1) dimana yang diperhitungkan hanya satu buah tulangan yang memberikan nilai  $(d \times h)$  terbesar.

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

$$f'_{cc} = C_0 \times C_1 \times C_2 \times f'^c \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

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

$f'^c$  = kuat tekan sebelum dikoreksi dalam MPa

Dari penelitian sebelumnya telah memastikan bahwa batasan *core drill* hanya sampai dengan 2 tulangan, hal ini dikarenakan pada benda uji *core drill* dengan 3 tulangan terjadi perbedaan kuat tekan yang signifikan. (M.Ihsan,(2009))

Setelah mengetahui tentang beton mutu tinggi, konsep disainnya serta dasar pengetesan *core drill*, kita membutuhkan analisa statistik guna mengolah data yang diperoleh untuk ditarik suatu kesimpulan dan menampilkannya secara ilmiah.

## 2.5 Pengertian statistika

Secara umum, orang awam sulit sekali membedakan antara statistika dan matematika. Keduanya sama-sama berhubungan dengan angka-angka dan rumus-rumus. Namun, ada



perbedaan antara keduanya. Ilmu matematika berdasarkan cara berfikir deterministik, sedangkan statistika berkaitan dengan cara berfikir probabilistik yang yang berhubungan erat dengan ilmu peluang.

Statistika merupakan sekumpulan konsep dan metode untuk mengumpulkan data, menyajikannya dalam bentuk yang *mudah dipahami, menganalisis data, dan mengambil suatu kesimpulan* berdasarkan hasil analisis data dalam situasi yang memiliki ketidakpastian dan variasi. Karena sifat statistika bertolak pada cara berfikir probabilistik, *hasil pengolahan data yang menggunakan metode statistik bukanlah hasil pasti, tetapi merupakan hasil taksiran adanya ketidakpastian dan variasi yang terjadi dalam fenomena tertentu. Keunikan ilmu statistika adalah menyertakan jaminan tingkat ketidakpastian tertentu.* Hasil analisis statistikapun mampu membuat suatu pernyataan tegas mengenai suatu kejadian yang didasarkan pada hasil perhitungan statistik yang dilakukan dengan tepat

Seperti telah dijelaskan, statistika berbeda dengan matematika. Analisis dengan metode matematika menggunakan logika deduktif. Dalam logika deduktif, kesimpulan bersifat khusus diambil dari pernyataan yang bersifat umum. Kesimpulan berdasarkan logika deduktif dikatakan benar apabila premis-premis yang digunakan sudah benar dan prosedur dalam mengambil kesimpulanpun benar. Berbeda dengan statistika yang didasarkan pada logika induktif, kesimpulan dalam logika induktif yang bersifat umum diambil dari pernyataan yang bersifat khusus. Pada hakekatnya, kesimpulan berdasarkan logika induktif berbeda dengan kesimpulan berdasarkan logika deduktif. Walaupun premis dan prosedur penarikan kesimpulan telah dilakukan dengan benar, kesimpulan berdasarkan logika induktif masih mungkin mempunyai kesalahan dalam mengambil kesimpulan.

Kini, perkembangan metode statistika semakin pesat karena adanya perubahan cara pandang, sekarang banyak orang berpandangan bahwa segala fenomena yang terjadi bersifat tidak

pasti. Semakin banyak orang menyadari bahwa kejadian-kejadian yang dialami sulit diperkirakan sehingga semakin banyak orang menggunakan metode statistik untuk membantu menyelesaikan masalah.

## 2.6 Peranan Statistika dalam Penelitian

Statistika merupakan salah satu metode analisis yang banyak digunakan dalam penelitian karena hasil analisis data statistik dapat digunakan sebagai alat bantu mengambil suatu keputusan dalam suatu penelitian. Pada prakteknya, peneliti sering kali tidak benar-benar melakukan analisis statistika dengan tepat. Hal ini disebabkan metode-metode analisis data statistik masih terlalu rumit dan aplikasinya membutuhkan waktu lama. Kemudian, aplikasi statistika pun membutuhkan biaya tidak murah. Alasan ini tidak bisa dijadikan sebagai pembenaran untuk menyalahgunakan aplikasi statistik, karena hasil statistik akan dijadikan bahan mengambil keputusan.

Statistika terdiri atas seni dan ilmu pengetahuan untuk mengumpulkan, menginterpretasikan, menganalisis data, dan mengambil suatu kesimpulan secara umum dengan menggunakan logika yang berkaitan dengan fenomena tertentu. Statistika memberi peranan cukup berarti dalam penelitian ilmiah. Statistika memberikan panduan bagi peneliti untuk mengambil informasi dari data dengan memakai alat statistika yang tepat. Jenis dan level sampling yang akan digunakan untuk mengambil data tinggi. Cabang statistika yang membantu merencanakan penelitian dan mengumpulkan data adalah desain eksperimen atau desain sampling.

Dalam penelitian, statistika tidak hanya berperan dalam mendesain penelitian, tetapi berperan pula dalam analisis data. Pada intinya, analisis data statistik berkaitan dengan konsep-konsep mengumpulkan, menyajikan, dan menyorikan data. Hasil interpretasi analisis data statistik yang telah dilakukan akan membantu peneliti dalam mengambil suatu kesimpulan atas



penelitian yang telah dilakukannya. Ada berbagai metode analisis data statistik yang bisa dimanfaatkan untuk membantu menyelesaikan masalah-masalah dalam penelitian. Tabel 2.4 menunjukkan contoh beberapa metode analisis data statistik beserta penjelasannya.

Tabel 2.4. Beberapa metode statistik

Alat statistik	Penjelasan
Statistika Deskriptif	Tujuannya memaparkan data untuk memberi gambaran dan penjelasan mengenai data.
Tabulasi silang	Metode untuk membuat ringkasan data kategori dalam bentuk tabel yang digunakan untuk analisis lebih lanjut.
Analisis Regresi	Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan dua variabel atau lebih yang berguna untuk memprediksi pengaruh satu variabel atau lebih terhadap variabel lainnya. Macam-macam regresi : regresi stepwise, regresi best subsets, regresi logistik, dan lain-lain.
ANOVA	Alat menguji kesamaan rata-rata. Jenis : one way ANOVA, two way ANOVA, dan lain-lain
Desain Eksperimen	Berguna untuk tujuan optimalisasi factor dalam rangka memperbaiki proses. Jenisnya : desain factorial, nested design, Taguchi, dan lain-lain.
Analisis Time Series	Suatu metode yang digunakan untuk tujuan peramalan
	Alat untuk mengendalikan kualitas suatu produk supaya



Pengendalian Kualitas Statistik	berada dalam kondisi baik dengan menggunakan alat tertentu seperti peta kendali, diagram Pareto, diagram Ishikawa, dan lain-lain.
---------------------------------	---

Penggunaan metode-metode statistik disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Apabila metode analisis tidak tepat digunakan, tidak memenuhi asumsi yang disyaratkan, menggunakan data dan skala data yang tidak tepat, dan hasil perhitungan statistik kurang akurat, maka hasilnya tidak tepat.

Metode statistik yang digunakan dalam tugas akhir ini lebih menitik beratkan pada teori hipotesis, karena nantinya akan diperoleh data aktual dari hasil pembuatan benda uji beton yang telah dilakukan tes tekan. Disini akan dilihat bagaimana pengaruh perbandingan dari rasio panjang dan diameter terhadap variasi kuat tekan beton. Oleh sebab itu dibutuhkan hipotesa guna menyatakan ada atau tidak pengaruh perbandingan rasio panjang dan diameter terhadap kuat tekan beton? bagaimana pengaruhnya? dan hipotesa lainnya. Untuk itu selanjutnya kita perlu mengetahui tentang teori hipotesis tersebut.

## 2.7 Teori Hipotesis

Untuk membuktikan bahwa suatu pernyataan adalah benar atau salah, penelitian memerlukan uji hipotesis secara statistik. Hipotesis statistik adalah pernyataan mengenai populasi yang digunakan untuk mengevaluasi informasi yang diperoleh dari populasi. Dengan melakukan uji hipotesis ststistik, kita akan memperoleh suatu kesimpulan berdasarkan informasi dari populasi. Ada beberapa elemen uji hipotesis statistik, yaitu:

- Hipotesis awal ( $H_0$ )
- Hipotesis alternatif ( $H_1$ )
- Statistik uji, yang diperoleh dari data sampel
- Daerah penolakan, yang menunjukkan nilai statistik uji berarti menolak hipotesis awal.

Pernyataan dalam suatu hipotesis bisa benar atau salah dan dinyatakan dalam :

Hipotesis awal ( $H_0$ ) adalah pernyataan benar

Hipotesis alternatif ( $H_1$ ) adalah pernyataan salah

Hipotesis kemudian diuji secara statistik untuk memperoleh suatu kesimpulan. Berdasarkan informasi dari populasi, ada 2 kemungkinan kesimpulan yang bisa diambil oleh pengambil keputusan, yaitu :

- Kesimpulan pertama yang mungkin diambil adalah menolak hipotesis awal dan memutuskan menerima hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa pernyataan mengenai suatu populasi adalah salah.
- Kesimpulan kedua yang mungkin diambil adalah gagal menolak hipotesis awal dan memutuskan bahwa pernyataan pada hipotesis alternatif tidak diterima.

Secara umum, ada 4 kemungkinan kesimpulan yang mungkin akan dibuat seperti ditunjukkan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5. Empat kemungkinan kesimpulan yang mungkin diambil dari hasil uji hipotesis:

Kesimpulan	$H_0$ benar	$H_0$ salah
Tidak menolak $H_0$	Benar	Kesalahan tipe II ( $\beta$ )
Menolak $H_0$	Kesalahan tipe I ( $\alpha$ )	Benar

Berdasar Tabel 2.5, ada 2 kemungkinan terjadi kesalahan dalam mengambil kesimpulan, yaitu tipe I dan kesalahan tipe II. Kesalahan tipe I atau disebut  $\alpha$  (alfa) adalah kesalahan menolak hipotesis awal padahal hipotesis awal benar. Kesalahan tipe II atau sering pula disebut  $\beta$  (beta) adalah kesalahan tidak menolak hipotesis awal padahal hipotesis awal salah. Kedua jenis kesalahan inilah yang ingin dihindari atau diminimalisasikan dalam suatu penelitian. Melalui suatu penelitian yang benar dan



tepat dan analisis data yang tepat pula, kedua jenis kesalahan diatas akan dapat di minimalisasikan.

Adapun tahap-tahap melakukan uji hipotesis secara statistik untuk membuktikan suatu pernyataan adalah:

Tahap 1 : Merumuskan dugaan (hipotesis), yaitu :

a. Hipotesis awal ( $H_0$ ), pernyataan adalah benar.

b. Hipotesis alternatif ( $H_1$ ), pernyataan adalah salah

Tahap 2 : Menentukan metode statistik yang tepat untuk membuktikan pernyataan dalam hipotesis. Nilai statistik uji digunakan sebagai dasar mengambil kesimpulan. Untuk mengambil kesimpulan, selain menggunakan statistik uji, kita bisa juga menggunakan *p-value*. *P-value* atau level signifikan data pengamatan adalah probabilitas mengamati nilai uji statistik yang sekurang-kurangnya berlawanan dengan hipotesis awal dan mendukung hipotesis alternatif berdasarkan perhitungan data sampel. Semakin kecil *p-value*, maka semakin kuat keputusan untuk menolak hipotesis awal ( $H_0$ ).

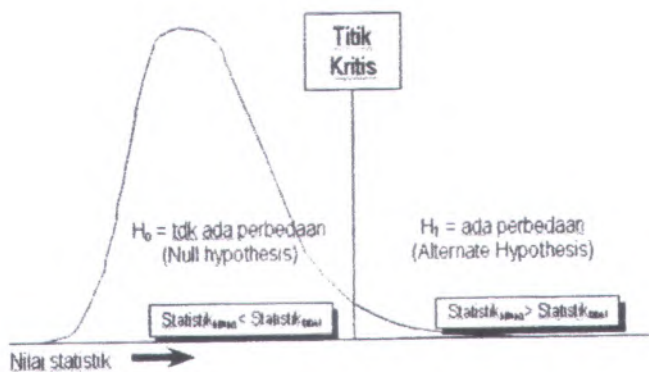
Tahap 3 : Menentukan level toleransi probabilitas kesalahan tipe I ( $\alpha$ ) yang akan digunakan dalam uji hipotesis.

Tahap 4 : Membandingkan nilai statistik uji atau *p-value* dengan level toleransi ( $\alpha$ ) yang telah ditentukan pada tahap 3. Kemudian membuat kesimpulan. Kesimpulan yang bisa dibuat ada 2, yaitu:

a. Tolak hipotesis awal ( $H_0$ ). Kesimpulan diambil apabila nilai statistik uji atau *p-value* pada level toleransi ( $\alpha$ ) tertentu jatuh pada daerah penolakan.

b. Gagal menolak hipotesis awal ( $H_0$ ), apabila statistik uji atau *p-value* tidak jatuh di daerah penolakan.





Gambar 2.1. Diagram uji hipotesa

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini berisi tahapan-tahapan sistematis yang digunakan dalam melakukan penelitian. Tahapan-tahapan tersebut merupakan suatu kerangka berfikir yang dijadikan sebagai acuan agar proses penelitian berjalan secara sistematis, terstruktur, dan terarah, serta dijadikan pedoman penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Urutan tahapan-tahapan ini dapat dilihat dalam bentuk diagram alir penelitian pada gambar 3.2 dan gambar 3.3

#### 3.1 Persiapan Material

Material – material yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah material penyusun beton yaitu : pasir, batu pecah, semen, air, dan admixture.

- a.) semen, menggunakan semen portland tipe 1, produksi PT. Semen Gresik, dengan standar mutu mengacu pada ASTM C150 dan SII 0013-81, karena untuk beton mutu tinggi tidak memerlukan semen khusus dari salah satu produksi pabrik tertentu
- b.) fly ash, didapatkan dari Laboraturium Beton Jurusan Teknik Sipil , FTSP ITS
- c.) Viscocrete, memiliki tipe viscocrete <sup>10</sup> produksi PT.Sika Nusa Pratama
- d.) Pasir, didapatkan dari lumajang
- e.) Kerikil, berasal dari daerah mojkerto
- f.) Air, yang dipakai adalah air yang berasal dari PDAM



### 3.2 Pengujian Material

Pengujian material ini harus sesuai dengan standart.

#### 3.2.1 Percobaan Berat Jenis Pasir (ASTM C129-93)

##### ➤ Tujuan

Untuk mengetahui berat jenis yang dimiliki agregat halus dalam hal ini berat jenis pasir.

##### ➤ Peralatan

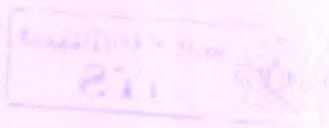
- Labu takar 1000cc
- Timbangan 2600 gr
- Oven
- Pan
- Hair dryer / kipas angin
- Kerucut / rojokan SSD

##### ➤ Bahan - Pasir

##### ➤ Prosedur

- Penyiapan pasir untk kondisi SSD :

1. Rendam pasir 24 jam selanjutnya angkat dan tirisakan hingga airnya hilang .
2. Keringkan dengan hairdryer atau kipas angin sambil dibolak balik dengan sendok untuk mencari keadaan SSD.
3. Tempatkan kerucut SSD pada bidang datar yang tidak meresap air.
4. Isi kerucut SSD 1/3 tingginya dan rojok 8 kali, isi 1/3 tinggi dan rojok 8 kali, isi lagi 1/3 tinggi dan rojok 8 kali.





5. Ratakan permukaannya dan angkat kerucutnya, bila pasir masih membentuk kerucut maka pasir belum SSD.
6. Keringkan lagi dan ulangi pengisian dengan prosedur sebelumnya, bila kerucut diangkat dan pasir gugur tetapi berpuncak maka pasir sudah dalam kondisi SSD dan siap untuk digunakan dalam pengujian.
  - Timbang labu takar 1000cc
  - Timbang pasir kondisi SSD sebanyak 500 gram dan masukkan pasir kedalam labu takar dan timbang
  - Isi labu takar yang berisi pasir dengan air bersih hingga penuh
  - Pegang labu takar yang sudah berisi air dan pasir posisi miring putar kekiri dan kekanan hingga gelembung – gelembung udara keluar
  - Sesudah gelembung – gelembung udara keluar tambahkan air kedalam labu hingga batas kapasitas dan timbang ( $W_1$ )
  - Keluarkan pasir dan air dari dalam labu takar dan labu takar dibersihkan kemudian isi labu takar dengan air sampai batas kapasitas dan timbang.

➤ Rumus yang digunakan :

Untuk mendapatkan berat jenis pasir, maka digunakan persamaan :

$$\text{Berat Jenis Pasir} = \frac{500}{(500 + W_2) - W_1} \dots\dots(3.1)$$

Dimana :  $W_1$  = berat labu + pasir + air (gram)

$W_2$  = berat labu + air (gram)

### 3.2.2 Percobaan Kelembaban Pasir (ASTM C566-89)

#### ➤ Tujuan

Untuk mengetahui / menentukan kelembaban pasir dengan cara kering

#### ➤ Peralatan

- Timbangan analisa 2600 gr
- Oven
- Pan

#### ➤ Bahan

- Pasir dalam keadaan asli

#### ➤ Prosedur

- Timbang pasir dalam keadaan asli sebanyak 500 gram
- Masukkan pasir kedalam oven selama 24 jam dengan temperatur 110 - 115°C
- Keluarkan pasir dari oven, dibiarkan sampai dingin setelah itu ditimbang beratnya

#### ➤ Rumus yang digunakan :

Untuk mendapatkan kelembaban pasir, maka digunakan persamaan :

$$\text{Kelembaban Pasir} = \frac{(W2 - W1)}{W2} \times 100\% \dots\dots(3.2)$$

Dimana : W1 = berat pasir asli (gram)  
W2 = berat pasir oven (gram)

### 3.2.3 Percobaan Air Resapan (ASTM C128-93)

- Tujuan
  - Untuk menentukan kadar air resapan pada pasir
- Peralatan
  - Timbangan analisa 2600 gr
  - Oven
  - Pan
- Bahan
  - Pasir dalam keadaan SSD
- Prosedur
  - Timbang pasir dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram
  - Masukkan pasir kedalam oven selama 24 jam dengan temperatur 110 - 115°C
  - Keluarkan pasir dari oven, dibiarkan sampai dingin setelah itu ditimbang beratnya
- Rumus yang digunakan :
  - Untuk mendapatkan besarnya air resapan pada pasir, maka digunakan persamaan :

$$\text{Kelembaban Pasir} = \frac{(500 - W1)}{W1} \times 100\% \dots\dots(3.3)$$

Dimana : W1 = berat pasir Oven (gram)

### 3.2.4 Percobaan Berat Volume Pasir (ASTM C29/C29M-91)

- Tujuan
  - Untuk menentukan berat volume pasir baik dalam keadaan lepas maupun padat



- Peralatan
  - Timbangan analisa 2600 gr
  - Alat perojok besi
  - Takaran berbentuk silinder dengan volume 3 liter
- Bahan
  - Pasir dalam keadaan SSD
- Prosedur
  - Tanpa rojokan / bebas
    1. Silinder dalam keadaan kosong ditimbang
    2. Isi silinder dengan pasir sampai penuh dan angkat setinggi 1 cm
    3. Silinder dijatuhkan kelantai sebanyak 3 kali dan ratakan permukaannya
    4. Timbang silinder yang sudah berisi pasir
  - Dengan rojokan
    1. Timbang silinder dalam keadaan bersih dan kosong
    2. Silinder diisi pasir 1/3 bagian dan rojok 25 kali. Demikian hingga penuh dan tiap 1/3 bagian dirojok 25 kali.
    3. Ratakan permukaan pasir dan beratnya ditimbang
- Rumus yang digunakan :  
Untuk mendapatkan besarnya berat volume pasir digunakan persamaan :

$$\text{Berat Volume Pasir} = \frac{(W2 - W1)}{V} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana : W1 = berat silinder (kg)  
 W2 = berat silinder + pasir (kg)  
 V = Volume silinder (liter)

### 3.2.5 Tes Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik (ASTM C40/C40-92)

#### ➤ Tujuan

Penentuan kadar zat organik dalam agregat yang digunakan didalam adukan beton

#### ➤ Peralatan

- Botol bening
- Penggaris

#### ➤ Bahan

- Pasir dalam keadaan asli
- NaOH

#### ➤ Prosedur

- Botol bening diisi pasir sampai kurang lebih 130 ml
- Tambahkan larutan NaOH 3 % sampai 200 ml dan tutup rapat, kemudian kocok botol kurang lebih 10 menit
- Larutkan NaOH 3 % merupakan persentase NaOH dalam suatu massa / volume air. Misal dengan massa air 100 gram, maka massa NaOH yang ditambahkan yaitu seberat 3 gram
- Selanjutnya amati warna cairan diatas permukaan agregat halus yang ada dalam botol, bandingkan warnanya.
- Jika warna cairan dalam botol berisi agregat lebih tua (cokelat) warnanya dari pembanding, berarti dalam agregat berkadar zat organik terlalu tinggi.

3.2.6 Tes Kebersihan Pasir Terhadap Endapan Lumpur

➤ Tujuan  
Menentukan banyaknya kadar lumpur pasir

➤ Peralatan  
○ Botol bening  
○ Penggaris

➤ Bahan  
- Pasir dalam keadaan asli  
- Air

➤ Prosedur  
- Botol bening diisi pasir sampai kurang lebih 6 cm  
- Isikan air kedalam botol hingga hampir penuh dan tutup rapat kemudian dikocok  
- Diamkan selama 24 jam  
- Endapan lumpur dan pasir masing – masing diukur tingginya

➤ Rumus yang digunakan :  
Persamaan yang digunakan :

$$\text{Kebersihan Pasir} = \frac{h}{H} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana : h = tinggi lumpur (mm)  
H = tinggi pasir (cm)

3.2.7 Tes Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Pencuciannya (ASTM C117-95)

➤ Tujuan  
Mengetahui kadar lumpur pasir



- Peralatan
  - Timbangan analisa 2600 gram
  - Saringan no.200 dan no.500
  - Oven dan pan
- Bahan
  - Pasir kering oven
  - Air
- Prosedur
  - Timbang pasir oven sebanyak 500 gram
  - Pasir dicuci hingga bersih, yaitu dengan mengaduk pasir dengan air berkali – kali hingga tampak bening
  - Tuangkan air cucian kedalam saringan no.200 berkali - kali
  - Pasir yang ikut tertuang dan tinggal diatas saringan kembalikan ke pan
  - Pasir di oven dengan suhu  $110 \pm 5^\circ$
- Rumus yang digunakan :  
Persamaan yang digunakan :

$$\text{Kebersihan Pasir} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana : W1 = berat pasir kering (gram)

W2 = berat pasir bersih kering (gram)

### 3.2.8 Percobaan Kelembaban Batu Pecah (ASTM C566-89)

#### ➤ Tujuan

Untuk mengetahui / menentukan kelembaban batu pecah (agregat halus) yang akan digunakan untuk campuran beton

- Peralatan
  - Timbangan analisa 2600 gr
  - Oven
  - Pan
- Bahan
  - Batu pecah dalam keadaan asli
- Prosedur
  - Timbang batu pecah dalam keadaan asli sebanyak 500 gram
  - Masukkan batu pecah kedalam oven selama 24 jam dengan temperatur 110 - 115°C
  - Keluarkan batu pecah dari oven, dibiarkan sampai dingin setelah itu ditimbang beratnya
- Rumus yang digunakan :  
Untuk mendapatkan kelembaban batu pecah, maka digunakan persamaan :

$$\text{Kelembaban batu pecah} = \frac{(W2 - W1)}{W2} \times 100\% \dots (3.7)$$

Dimana : W1 = berat batu pecah asli (gram)

W2 = berat batu pecah oven (gram)

### 3.2.9 Percobaan Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C127-88 Reapp 93)

#### ➤ Tujuan

Untuk mengetahui berapa besar berat jenis yang dimiliki agregat kasar dalam hal ini berat jenis batu pecah

- **Peralatan**
  - Timbangan 25 kg
  - Keranjang kawat
  - Kain lap
  - Oven
- **Bahan**
  - Batu pecah dalam kondisi SSD
- **Prosedur**
  - Batu pecah yang telah direndam selama 24 jam diangkat, kemudian dilap satu persatu
  - *Timbang batu pecah sebanyak 3000 gram*
  - Masukkan kedalam keranjang
  - Keranjang berisi batu pecah dimasukkan kewadah berisi air (posisinya berada dibawah timbangan), lalu timbang beratnya dalam air (keranjang dan batu pecah)
- **Rumus yang digunakan :**  
Untuk mendapatkan berat jenis batu pecah, maka digunakan persamaan :

$$\text{Berat Jenis batu pecah} = \frac{3000}{(W1 - W2)} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana : W1 = berat batu pecah diudara (gram)

W2 = berat batu pecah di air (gram)

### 3.2.10 Percobaan Air Resapan pada Batu Pecah (ASTM C127-88 Reapp 93)

- **Tujuan**  
Untuk menentukan kadar air resapan pada agregat kasar



- Peralatan
  - Timbangan 25 kg
  - Oven
- Bahan
  - Batu pecah dalam kondisi SSD
- Prosedur
  - Timbang batu pecah kondisi SSD sebanyak 3000 gram
  - Masukkan kedalam oven selama 24 jam
  - Keluarkan batu pecah dari oven, dibiarkan sampai dingin setelah itu ditimbang beratnya
- Rumus yang digunakan :  
Untuk mendapatkan besarnya air resapan pada batu pecah, maka digunakan persamaan :

$$\text{Air Resapan batu pecah} = \frac{3000 - W1}{W1} \times 100\% \dots\dots(3.9)$$

Dimana :  $W1$  = berat batu pecah oven (gram)

### 3.2.11 Percobaan – Berat Volume Batu Pecah (ASTM C29/C29M-91a)

- Tujuan
  - Untuk menentukan berat volume batu pecah baik dalam keadaan lepas maupun padat
- Peralatan
  - Timbangan analisa 2600 gr
  - Alat perojok besi dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm ujungnya bulat
  - Takaran berbentuk silinder dengan volume 10 liter

- Bahan
  - Batu pecah dalam keadaan kering
- Prosedur
  - Tanpa rojokan / bebas
    1. Silinder dalam keadaan kosong ditimbang
    2. Isi silinder dengan batu pecah sampai penuh dan angkat setinggi 1 cm
    3. Silinder dijatuhkan kelantai sebanyak 3 kali dan ratakan permukaannya
    4. Timbang silinder yang sudah berisi batu pecah
  - Dengan rojokan
    1. Timbang silinder dalam keadaan bersih dan kosong
    2. Silinder diisi batu pecah 1/3 bagian dan rojok 25 kali. Demikian hingga penuh dan tiap 1/3 bagian dirojok 25 kali.
    3. Ratakan permukaan batu pecah dan beratnya ditimbang
- Rumus yang digunakan :  
 Untuk mendapatkan besarnya berat volume batu pecah digunakan persamaan :

$$\text{Kelembaban batu pecah} = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana :  $W_1$  = berat silinder (kg)  
 $W_2$  = berat silinder + batu pecah (kg)  
 $V$  = Volume silinder (liter)

### 3.2.12 Tes Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur Pencuciannya (ASTM C117-95)

- Tujuan

Mengetahui kadar lumpur agregat kasar (batu pecah)

➤ Peralatan

- Timbangan analisa 2600 gram
- Saringan no.200 dan no.500
- Oven dan pan

➤ Bahan

- Batu pecah kering oven

➤ Prosedur

- Timbang batu pecah kering oven sebanyak 1000 gram
- Batu pecah dicuci hingga bersih, yaitu dengan mengaduk batu pecah dengan air berkali – kali hingga tampak bening
- Tuangkan air cucian kedalam saringan no.200 berkali - kali
- Pasir yang ikut tertuang dan tinggal diatas saringan kembalikan ke pan
- Batu pecah di oven dengan suhu  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Setelah dingin ditimbang

➤ Rumus yang digunakan :

Persamaan yang digunakan :

$$\text{Kebersihan Pasir} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana :  $W1$  = berat pasir kering (gram)

$W2$  = berat pasir bersih kering (gram)



### 3.2.13 Tes Keausan Agregat Kasar (ASTM C131-89)

#### ➤ Tujuan

Untuk mengetahui presentase agregat kasar (batu pecah) untuk beton dengan menggunakan mesin Los Angeles

#### ➤ Peralatan

- Mesin Aus Los Angeles
- Saringan diameter
- Bola baja 12 buah
- Timbangan 2600 gram

#### ➤ Bahan

- Batu pecah kering oven sebanyak 500 gram dengan gradasi sebagai berikut:

*Tabel 3.1. Batu pecah kering oven 5000 gr*

Diameter saringan	Gradasi A
$\phi 1 \frac{1}{2} - 1''$	1250 gr
$\phi 1'' - \frac{3}{4}$	1250 gr
$\phi \frac{3}{4} - \frac{1}{2}''$	1250 gr
$\phi \frac{1}{2} - \frac{3}{8}$	1250 gr

#### ➤ Prosedur

- Batu pecah diayak sebanyak 1250 gr untuk tiap ayakan

- Kumpulkan jadi satu (5000 gram)
- Masukkan kedalam mesin aus Los Angeles
- Masukkan bola baja 12 buah untuk gradasi A
- Tutup mesin dan baut sekrup dikencangkan
- Putar mesin sebanyak 500 kali (selama kurang lebih 15 menit)
- Setelah kurang lebih 15 menit tutup mesin dibuka, batu pecah dan bola baja dikeluarkan
- Batu pecah disaring diatas saringan, dicuci lalu dioven 24 jam
- Setelah 24 jam dikeluarkan dan didinginkan , lalu ditimbang

➤ Rumus yang digunakan :

$$\text{Keausan Agregat Kasar} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\% \dots\dots(3.12)$$

Dimana :

W1 = berat batu pecah sebelum diabrasi (gram)

W2 = berat batu pecah setelah diabrasi (gram)

### 3.2.14 Percobaan Analisa Saringan Pasir (ASTM C166-95A)

➤ Tujuan

Menentukan distribusi ukuran biran / gradasi pasir

➤ Peralatan

- Timbangan analisa 2600 gram
- Satu set ayakan ASTM – C33

Tabel 3.2. : Lubang ayakan

LUBANG AYAKAN	
NO	Mm
3"	76,2
$\frac{3}{4}$ "	38,1
$\frac{3}{8}$ "	19,1
No.4	9,5
No.8	4,76
No.16	2,38
No.30	0,59
No.50	0,297
No.100	0,149
Pan	0,000

- Bahan
  - Pasir dalam keadaan kering oven
- Prosedur
  - Timbang pasir sebanyak 500 gram
  - Bersihkan saringan dengan sikat atau kuas kemudian susun
  - Masukkan pasir dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas dan diguncang – guncang dengan tangan selama 10 menit
  - Pasir yang tertinggal pada tiap – tiap ayakan ditimbang . Perlu untuk kontrol berat pasir secara keseluruhan adalah 5000 gr
  - Batu pecah di oven dengan suhu  $110 + 5$  °C
  - Gambarlah hasil prosentase saringan pada garafik *analisa ayakan*



### 3.2.15 Percobaan Analisa Saringan Batu Pecah (ASTM C166-95A)

- Tujuan  
Menentukan distribusi ukuran biran / gradasi batu pecah
- Peralatan
  - Timbangan 25 kg
  - Satu set ayakan ASTM dengan diameter

*Tabel 3.3 Daimeter saringan*

Diameter saringan
$\phi 1\frac{1}{2} - 1''$
$\phi 1'' - \frac{3}{4}$
$\phi \frac{3}{4} - \frac{1}{2}''$
$\phi \frac{1}{2} - \frac{3}{8}$

- Bahan
  - Batu pecah dalam keadaan kering oven
- Prosedur
  - Masukkan batu pecah dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas dan diguncang – guncang dengan tangan selama 10 menit
  - Batu pecah yang tertinggal pada tiap – tiap ayakan ditimbang

- Mengontrol berat total = 15 kg
- Gambarlah hasil prosentase saringan pada grafik analisa ayakan

### 3.2.16 Air

Uji kelayakan sebagai *mixing water* (air dapat diminum) berdasarkan ASTM C94 untuk kandungan kimia maksimum berdasar ASTM d.512

### 3.3. Mix Desain Metode ACI

Berikut ini adalah prosedur di dalam pembuatan beton dengan metode ACI

#### 1. Menentukan Slump

Nilai slump beton yang dianjurkan, diberikan pada tabel 3.4 dibawah ini. Untuk beton mutu tinggi yang dibuat tanpa menggunakan HRWR, slump antara 5 sampai 10cm, dapat dipilih sesuai dengan tipe pekerjaan yang dilakukan. Beton dengan slump kurang dari 5cm sulit untuk dipadatkan akibat tingginya kadar agregat kasar dan semen dalam campuran.

*Tabel 3.4. Tabel slump ACI*

Beton dengan menggunakan HRWR	
Slump sebelum penambahan HRWR	2.5 sampai 5cm
Beton tanpa menggunakan HRWR	
Slump	5 sampai 10cm

#### 2. Menentukan ukuran agregat maksimum

ACI 318 menyatakan bahwa ukuran maksimum agregat agar tidak boleh melebihi  $\frac{1}{5}$  dari dimensi terkecil antara sisi bekisting. Apabila kekuatan beton yang direncanakan kurang 62 MPa maka perkiraan ukuran maksimum agregat kasar adalah 2 - 5cm.

Sedangkan apabila lebih dari 62 MPa perkiraan ukuran agregat kasarnya adalah 1 sampai 1.5cm

- Menentukan kadar optimum maksimum agregat kasar  
Kadar optimum agregat kasar tergantung pada ukuran maksimumnya. Kadar optimum agregat kasar yang dianjurkan, dinyatakan sebagai fraksi dari berat kering satuan (DRUW = dry-rodged unit weight), ditunjukkan pada tabel 3.5 sebagai fungsi dari ukuran nominal maksimum.

Tabel 3.5. Volume agregat kasar yang dianjurkan per unit volume beton

Ukuran nominal maksimum (cm)	1	1.3	2	2.5
Volume	0.65	0.68	0.72	0.75

Setelah kadar optimum agregat kasar terpilih pada tabel 3.5, berat kering (oven-dry weight) agregat kasar per m<sup>3</sup> beton dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Berat kering agregat (OD)} = (\% \times \text{DRUW}) \times (\text{DRUW}) \dots \dots (3.13)$$

Dalam perencanaan campuran beton dengan kekuatan normal, kadar optimum agregat kasar diberikan sebagai suatu fungsi dari ukuran maksimum agregat kasar dan modulus kehalusan agregat halus. Akan tetapi, campuran beton mutu tinggi biasanya mempunyai kadar bahan semen yang tinggi, dan dengan demikian tidak tergantung pada kehadiran agregat halus untuk menambah partikel halus demi kelicinan dan kepadatan beton segar. Oleh karena itu, untuk nilai yang diberikan dalam tabel 3.6 dianjurkan untuk menggunakan pasir dengan nilai modulus kehalusan 2.5 sampai 3.2.



#### 4. Menentukan ujuran maksimum agregat

Jumlah air per unit volume beton yang dibutuhkan untuk menghasilkan slump yang disyaratkan tergantung pada ukuran maksimum agregat kasar, bentuk partikel, dan gradasi agregat, jumlah semen, dan tipe water reducing admixture yang digunakan. Jika HRWR yang digunakan, kadar air dalam admixture biasanya dikalkulasi sebagai bagian dari  $w/c + p$ . Tabel 3.6 memberikan estimasi air campuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton mutu tinggi yang dibuat dengan ukuran maksimum agregat 1cm sampai 2.5cm sebelum adanya penambahan admixture kimia. Jumlah air campuran tersebut adalah maksimum untuk agregat dengan bentuk yang baik, bersih, agregat kasar bersiku (angular), gradasi baik dalam batas ASTM C 33. Karena bentuk partikel dan tekstur permukaan agregat halus dapat mempengaruhi kadar rongga kosongnya (void content), persyaratan air campuran mungkin berbeda dengan nilai yang diberikan.

Nilai air campuran yang diberikan pada tabel 3.6 dapat digunakan jika agregat halus yang digunakan mempunyai voids content 35%. Voids content agregat halus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.14 dibawah ini :

$$\text{Void content, V\%} = \left( 1 - \frac{\text{OvenDryRoddedUnitWeight}}{\text{BulkSpecifyGravity(dry)}} \right) \times 100 \dots (3.14)$$

Bila agregat halus dengan void content tidak sama dengan 35% yang digunakan, penyesuaian harus dibuat terhadap kadar air campuran yang dianjurkan. Penyesuaian air ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.15 berikut ini :

$$\text{Koreksi air pencampur, } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = (V-35) \times 4.74 \dots \dots (3.15)$$

Penggunaan persamaan menghasilkan koreksi air campuran sebesar  $4.74 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  untuk setiap penyimpangan void content dari 35%

*Tabel 3.6. Estimasi pertama air campuran yang dibutuhkan.*

Slump,cm	Campuran air ( $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ )			
	Ukuran maks agregat kasar, cm			
	1	1.3	2	2.5
2.5 – 5	184	175	170	166
5 – 7.5	190	184	175	172
7.5 - 10	196	190	181	178
Udara yang terperangkap	3%	2.5%	2%	1.5%
	2.5%	2.0%	1.5%	1.0%

### 5. Menentukan Perbandingan Air/semen ( $\frac{w}{c+p}$ )

Dalam campuran beton mutu tinggi, bahan campuran semen lain seperti fly ash dapat digunakan.  $\frac{w}{c+p}$  dapat dihitung dengan membagi berat air campuran dengan campuran semen dan fly ash. Dalam tabel 3.7 dan 3.8,  $\frac{w}{c+p}$  maksimum yang dianjurkan diberikan sebagai suatu fungsi dari ukuran maksimum agregat untuk mencapai kekuatan tekan yang berbeda, baik pada umur 28 hari, maupun 56 hari. Penggunaan HRWR pada umumnya meningkatkan kekuatan tekan beton. Nilai  $\frac{w}{c+p}$  yang diberikan pada tabel 3.7 berlaku untuk beton yang dibuat tanpa HRWR, sedangkan tabel 3.8 berlaku untuk beton yang dibuat dengan menggunakan HRWR.

Tabel 3.7.  $w/c+p$  maksimum yang dianjurkan untuk beton tanpa menggunakan HRWR

fcr max		$w/c+p$			
		Ukuran maks. agregat kasar, cm			
		1	1.3	2	2.5
48	28 hari	0.42	0.41	0.40	0.39
	56 hari	1.46	0.44	0.44	0.43
55	28 hari	0.35	0.34	0.34	0.33
	56 hari	0.38	0.37	0.37	0.35
62	28 hari	0.30	0.29	0.29	0.28
	56 hari	0.33	0.32	0.32	0.30
69	28 hari	0.26	0.26	0.26	0.25
	56 hari	0.29	0.28	0.28	0.26

Tabel 3.8.  $w/c+p$  maksimum yang dianjurkan untuk beton dengan menggunakan HRWR

fcr max		$w/c+p$			
		Ukuran maks. agregat kasar, cm			
		1	1.3	2	2.5
48	28 hari	0.50	0.48	0.45	0.43
	56 hari	0.55	0.52	0.48	0.46
55	28 hari	0.44	0.42	0.40	0.38
	56 hari	0.48	0.45	0.42	0.40
62	28 hari	0.38	0.36	0.35	0.34
	56 hari	0.42	0.39	0.37	0.36
69	28 hari	0.33	0.32	0.31	0.30
	56 hari	0.37	0.35	0.33	0.32
76	28 hari	0.30	0.29	0.27	0.27
	56 hari	0.33	0.31	0.29	0.29
83	28 hari	0.27	0.26	0.25	0.25
	56 hari	0.30	0.28	0.27	0.26



6. Menghitung kadar bahan semen

Menghitung berat bahan semen yang dibutuhkan per  $m^3$  beton ditentukan dengan membagi jumlah air campuran per  $m^3$  beton (langkah 4) dengan  $\%_c+p$  (langkah 5).

7. Komposisi dasar campuran

Setelah menentukan berat per  $m^3$  untuk agregat kasar, semen, dan air, dan persentasi kandungan udara, kadar pasir dapat dihitung untuk menghasilkan  $1m^3$ , dengan menggunakan metode volume absolut.

### 3.4 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji atau *mix desain* dilakukan dengan metode *American Concrete Institute* (ACI) dengan variasi kuat tekan dan tinggi silinder sebagai simulasi proses *core drill*. Benda uji yang dibuat dengan variasi tinggi silinder mulai dari 20 cm, 17.5 cm, 15 cm, 12.5 cm dan 10 cm. Untuk masing-masing variasi *L/D* dibuat 3 buah benda uji sesuai mutunya. Jadi untuk satu mutu beton dibuat 15 benda uji. Untuk *mix desain* berdasarkan pada ACI 211.1-91 untuk beton normal dan ACI 211.4R-93 untuk beton mutu tinggi. Setelah melakukan *mix desain* harus diuji *slump* berdasarkan *American Standart Testing Material* (ASTM) C.143 dahulu apakah sudah sesuai dengan rencana desain awal. Percobaan *slump* ini juga bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan. Percobaan ini dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat diameter 60 mm sepanjang minimal 60 cm. Langkah pengujian *slump* beton sebagai berikut :

- a.) siapkan alat-alat *slump* termasuk centong untuk memasukkan semen.

- b.) Bagi volume masing – masing  $1/3$  volume,
- c.) Masukkan beton dengan centong secara hati – hati setinggi  $1/3$  volume (jangan sampai alat slump bergerak)
- d.) Padatkan lapisan tersebut dengan tongkat pemedaat dengan menusuk-nusuk sebanyak 25 kali.
- e.) Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga.
- f.) *Biarkan selama 60 detik setelah lapisan terakhir dikerjakan.*
- g.) Angkat alat slump secara hati – hati (jangan sampai miring) hingga mengenai sisi beton segar.
- h.) Letakkan alat slump disisi beton segar.
- i.) Ukur rata- rata tinggi slump, diukur dari tinggi permukaan alat sampai tinggi permukaan beton yang jatuh.

### 3.5 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton (curing) merupakan usaha untuk melindungi benda uji yang telah dibuat dari adanya penguapan air karena uap air yang terbuang dari benda uji tersebut bisa mempengaruhi mutu. Dalam curing ini, benda uji dimasukkan kedalam air yang mempunyai suhu kurang lebih  $23 - 25$  °C berdasarkan *American Standart Testing Material (ASTM) C.192*



Gambar 3.1 : Curing beton

### 3.6 Pengetesan (uji beton)

Pengetesan atau uji beton berdasarkan kuat tekan dilakukan setelah beton mencapai umur 28 hari. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan *American Standart Testing Material* (ASTM C823-75)

#### ➤ Test Kuat Tekan

Test kuat tekan ini dilakukan pada saat beton berumur 28 hari untuk silinder dimana untuk masing – masing perbandingan  $L/\phi$  ada 2 sampel untuk di test

Besarnya angka yang ditunjukkan dalam simpangan maksimum beban (P) yang bekerja membebani benda uji yang masih dalam satuan kg, sehingga untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang diinginkan, beban P tersebut harus dibagi dengan luas permukaan beton (A) yang terbebani. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2) \dots \dots \dots (3.15)$$

$$\alpha = \frac{P}{g * A} \quad (\text{Mpa}) \dots \dots \dots (3.16)$$

Dimana :

$\alpha$  = Besar kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup> atau Mpa)

P = Besar beban yang membebani beton tersebut (kg)

A = Luas benda uji yang terbebani oleh P (cm<sup>2</sup>)

g = Percepatan grafitasi (9.8 m/s<sup>2</sup>)



### 3.7 Analisa Data

Data yang didapatkan dari hasil pengetesan benda uji beton core drill selanjutnya akan dianalisa dengan metode statistik yang sesuai dengan data yang telah didapatkan. Analisa statisti dilakukan dengan manual maupun menggunakan program bantu minitab. Untuk penggunaan program bantu minitab langkah-langkah pengolahan datanya sebagai berikut :

#### 1. Input data

Pada tahapan ini, kita memasukkan data yang diperoleh setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  lihat gambar 3.2 tampilan minitab dibawah ini.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
1			32,990	42,995	53,172	60,507										
2			32,980	42,895	53,172	60,707										
3			31,230	43,679	49,809	63,909										
4			33,617	45,536	49,302	53,899										
5			32,602	41,834	50,091	60,388										
6			35,573	43,987	50,987	53,312										
7			32,724	45,479	45,139	56,374										
8			31,967	42,176	42,336	50,427										
9			32,698	42,997	42,869	52,699										
10			34,578	42,225	46,999	51,535										
11			31,475	42,222												
12			30,927	43,495												
13																
14																
15																
16																
17																

Gambar 3.2 Input data

#### 2. Memilih analisa statistik yang digunakan

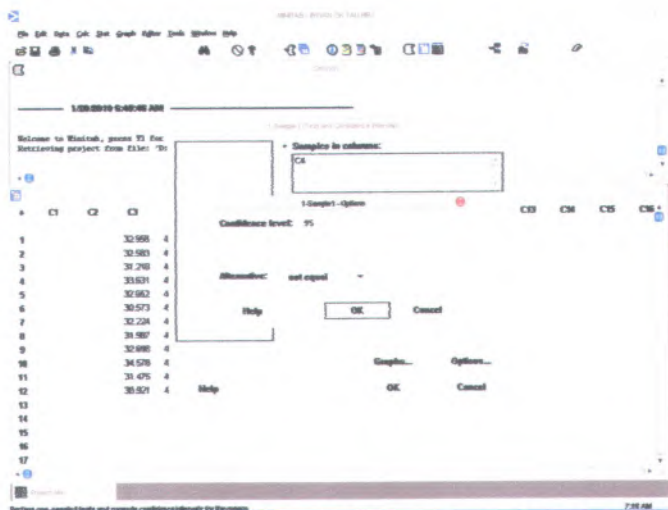
Pada tahapan ini digunakan pengujian statistik one-t-test sampel yang terdapat pada menu basic-statistik. Lihat gambar berikut.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	32300	42095				
2	32580	42840				
3	31290	43070	40901	55507		
4	30691	43256	41702	52809		
5	30862	41824	43283	65384		
6	30571	43047	50587	53302		
7	30228	43409	46139	56274		
8	31987	42176	42380	60427		
9	32680	42887	42688	52880		
10	34570	42205	46580	59595		
11	31475	40223				
12	30401	41840				
13						
14						
15						
16						
17						

Gambar 3.3 Memilih pengujian statistik

### 3. Memilih data yang akan dianalisa

Pada tahapan ini, kita memilih data yang akan diuji statistik kemudian memasukkan nilai yang diklaim pada kolom test-mean. Kemudian klik option sehingga keluar tampilan untuk memasukkan *confidence level* yang diinginkan serta pengujian dua arah ataupun satu arah pada pemilihan *alternative*.



Gambar 3.4 Memilih dan menganalisa data

#### 4. Output hasil

Dari output hasil inilah kita menyimpulkan hasil statistik yang telah diujikan pada data sehingga hipotesis kita terima atau ditolak. Untuk memastikan diterima atau ditolak lihat nilai P yang ada dari output hasil, jika nilai  $P > (100 - \text{confidence level } (\%))$  maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima sebaliknya jika nilai  $P < (100 - \text{confidence level } (\%))$  maka hipotesis nol ( $H_0$ ) kita tolak dan memilih hipotesis alternatif ( $H_a$ ).



Microsoft Excel 2003

File Edit Format Tools Data Window Help

Microsoft Excel - [Book1] - C:\WINDOWS\TEMP\MSOFTW...

Welcome to Microsoft Excel. Press F1 for help.  
Recent project: Book1: "D:\MSOFTW\TEMP\MSOFTW..."

One-Example T: C4  
Total of all = 42,118 to all = 42,118

Variable	R	Mean	StdDev	St. Error	T	P
C4	22	42.8379	0.5668	0.1406	(42.4779, 45.1978)	0.71

	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
1		32,858	42,686	61,472	89,037											
2		32,963	42,446	61,472	89,787											
3		31,740	43,070	61,601	93,891											
4		33,631	43,036	61,702	93,889											
5		32,852	41,924	61,661	86,784											
6		33,572	43,047	60,987	93,312											
7		32,224	43,479	60,138	96,274											
8		31,967	42,176	62,236	93,437											
9		32,180	42,897	62,689	92,980											
10		34,578	42,225	60,599	91,536											
11		31,475	43,223													
12		38,521	43,445													

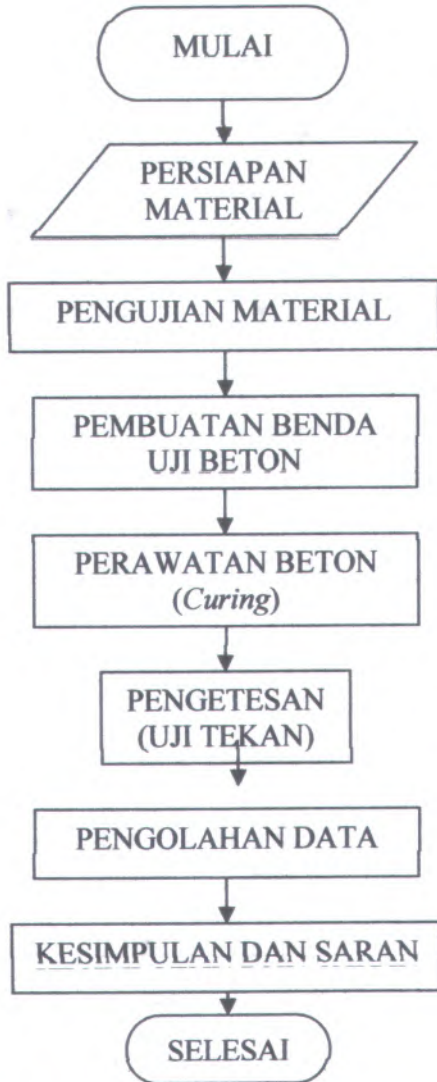
Current Worksheet: Worksheet1

7:38 AM

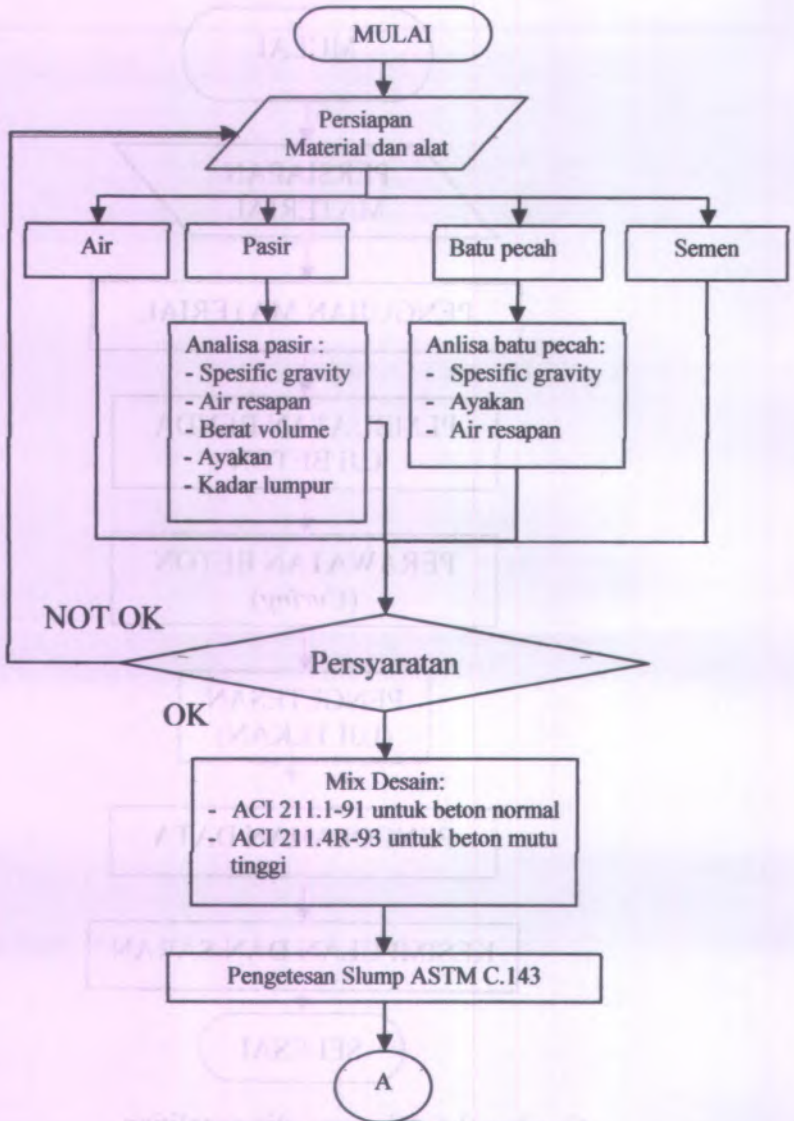
Gambar 3.5 Output hasil

### 3.8 Kesimpulan dan saran

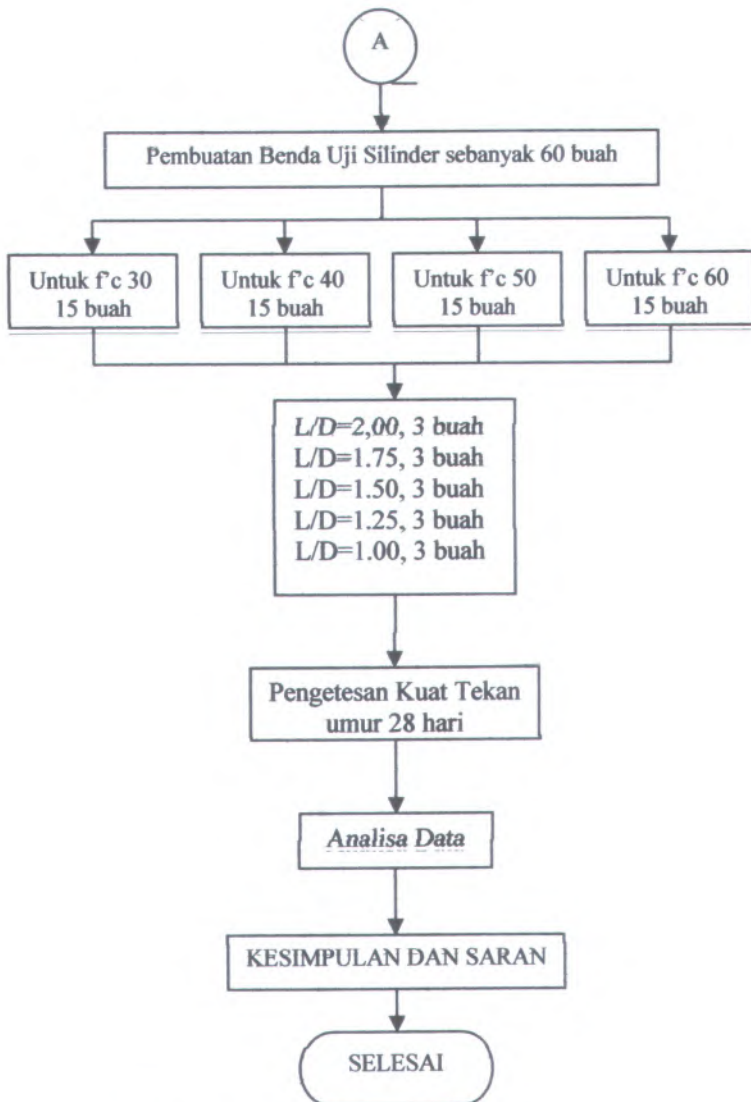
Pada tahap ini akan diambil kesimpulan mengenai hasil penelitian. Apakah sudah sesuai dengan tujuan awal yang telah direncanakan. Kemudian memberikan saran yang berkaitan erat dengan hasil kesimpulan yang didapat.



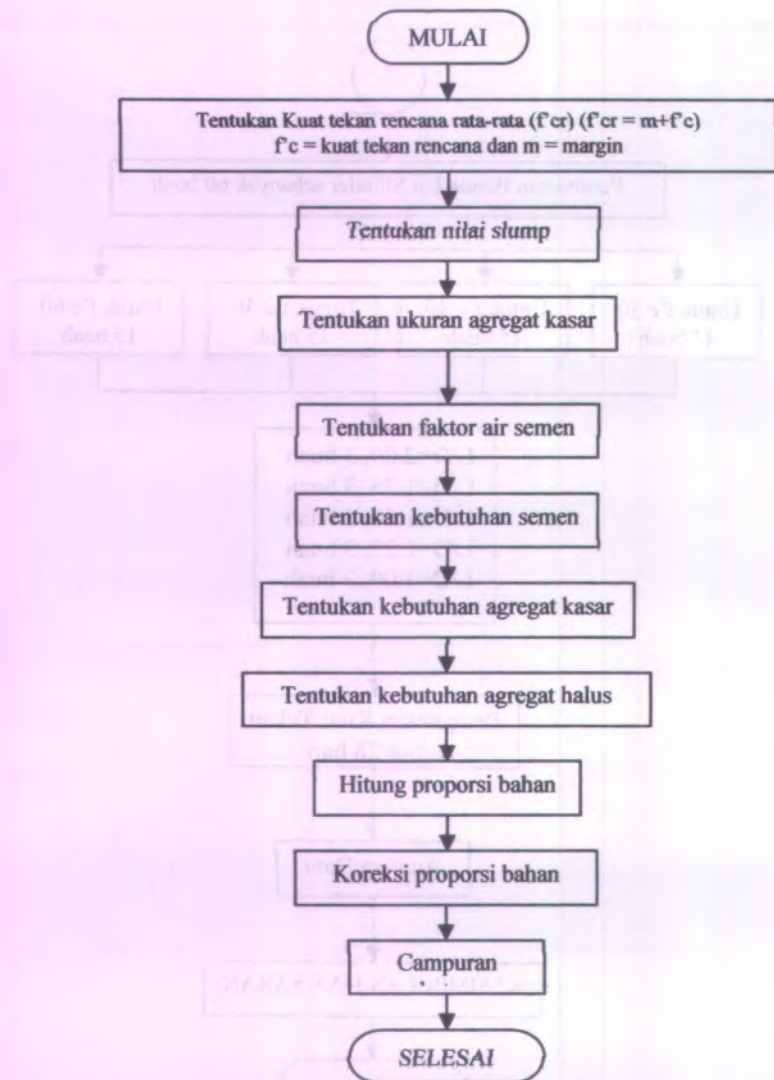
Gambar 3.6 Diagram alir penelitian



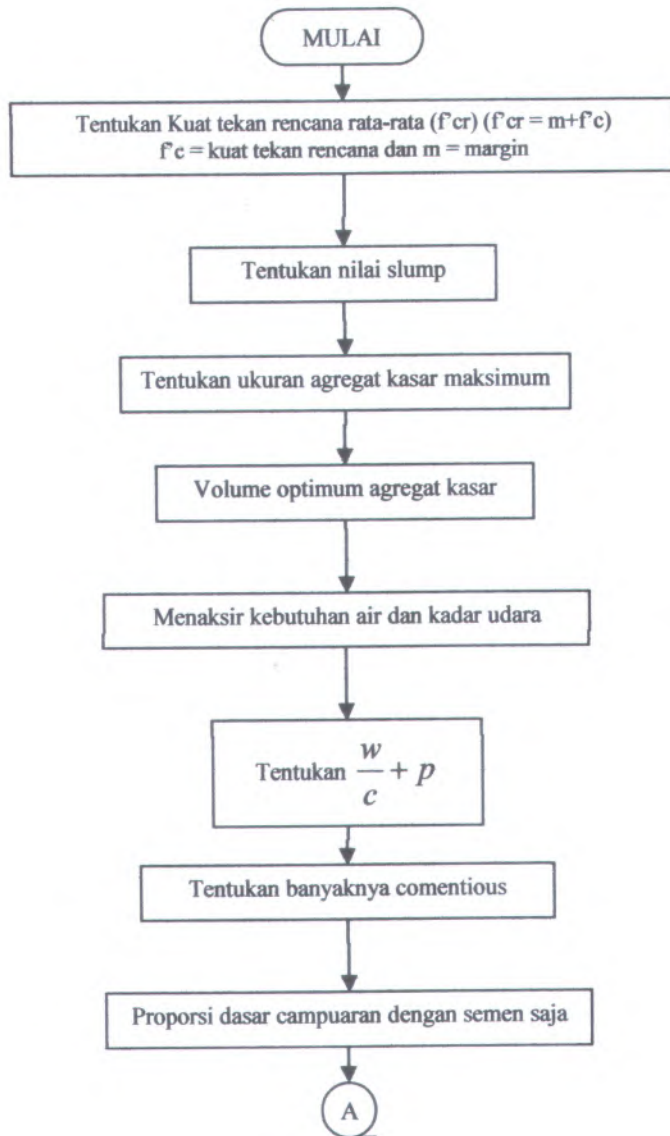




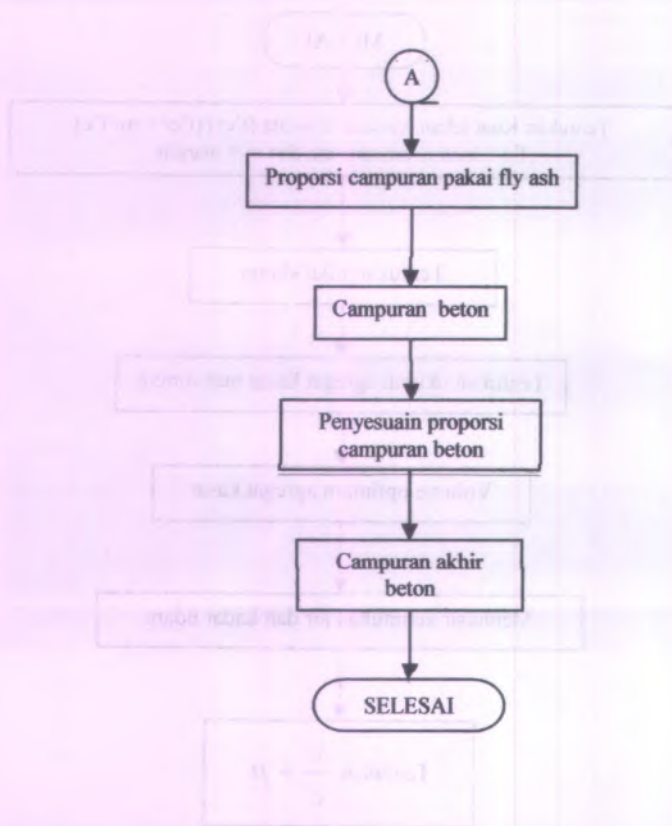
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian



Gambar 3.8 Langkah mix desain dengan metode *American Concrete Institute (ACI) 211.1-91* untuk beton normal







Gambar 3.9 Langkah mix desain dengan metode American Concrete Institute (ACI) 211.4R-93 untuk beton *High Strength Concrete* (HSC)

## BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

### 4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil-hasil berikut kesimpulan selama pengerjaan tugas akhir penelitian.

Metode hasil dan analisa data ini diawali dengan ditampilkannya tabel yang kemudian dijadikan grafik untuk kemudian dilakukan pembahasan.

### 4.2. Tes Material dan Analisa Ayakan

Hasil tes agregat dari material yang akan kita gunakan adalah sebagai berikut:

#### 4.2.1. Agregat Halus (Pasir)

##### 4.2.1.1. Percobaan Kelembaban Pasir (ASTM C 556-89)

*Tabel 4.1. Hasil percobaan kelembaban pasir*

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Pasir Asli ( $W_1$ )	500 gr	500 gr
Berat Pasir Oven ( $W_2$ )	487 gr	488 gr
Kelembaban Pasir $(W_1 - W_2) / W_2 * 100 \%$	2.6 %	2.4 %
Rata-rata Kelembaban Pasir	2.5%	

Berdasarkan ASTM C 556-89, kadar kelembaban pasir maksimum adalah kurang dari 0,1 %. Sedangkan kadar pasir yang diperoleh sebesar 2.5 %. Dengan demikian kadar pasir yang

digunakan belum memenuhi syarat sehingga pasir harus dioven lagi sampai memenuhi syarat yang ditetapkan.

#### 4.2.1.2. Percobaan Berat Jenis Pasir (ASTM C 128-93)

Tabel 4.2. Hasil percobaan berat jenis pasir

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Labu + Pasir + Air ( $W_1$ )	1519.5 gr	1500 gr
Berat Pasir SSD	500 gr	500 gr
Berat Labu + Air ( $W_2$ )	1208.5 gr	1690 gr
Berat Jenis Pasir = $500 / (500 + W_2) - W_1$	2.65 gr/cm <sup>3</sup>	2.63 gr/cm <sup>3</sup>
Rata-rata Berat Jenis Pasir	2.64	

Berdasarkan data dari ASTM C 128-93, berat jenis pasir berkisar antara 2,4 sampai 2,7 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan dari pengetesan diperoleh berat jenis pasir sebesar 2,64 gr/cm<sup>3</sup>.

Dengan demikian pasir yang digunakan memenuhi syarat yang ditetapkan.

#### 4.2.1.3. Percobaan Air Resapan (ASTM C 128-93)

Tabel 4.3. Hasil percobaan air resapan

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Pasir SSD	500 gr	500 gr
Berat Pasir Oven ( $W_1$ )	488.5 gr	488.7 gr
Kadar Air Resapan = $((500 - W_1) / W_1) * 100 \%$	2.35 %	2.32 %
Rata-rata Kadar Air Resapan	2.34%	

Berdasarkan ASTM C 128-93, kadar untuk resapan air pasir berkisar antara 1 sampai 4 % yang diperbolehkan. Sedangkan pada percobaan diperoleh kadar air resapan pasir sebesar 2.34 %



Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pasir yang digunakan telah memenuhi syarat untuk digunakan.

#### 4.2.1.4. Percobaan Kebersihan Pasir Dari Bahan Organik

*Tabel 4.4. Hasil percobaan kebersihan pasir dari bahan organik*

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Volume Pasir (cc)	130	130
Larutan NaOH (cc)	70	70
Warna yang timbul	Kuning Teh	Kuning Teh

Kesimpulan : Warna yang timbul adalah warna kuning teh. Jadi bisa disimpulkan bahwa dari hasil percobaan di atas, pasir yang di uji mengandung sedikit bahan organik karena warna yang dihasilkan lebih muda dari warna pembanding.

#### 4.2.1.5. Percobaan Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Lumpur (Pengendapan).

*Tabel 4.5. Hasil percobaan kebersihan pasir terhadap lumpur*

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Tinggi Lumpur (h)	0.2	0.2
Tinggi Pasir (H)	6.5	6
Kadar Lumpur = $h / H$	0.031	0.033
Rata-rata Kadar Lumpur	0.032	

Kadar Lumpur rata-rata yang ada pada pasir yang diuji = 0.032. Kadar lumpur yang diperbolehkan tidak lebih dari 5% atau 0.05. Dengan demikian dapat disimpulkan pasir yang digunakan memenuhi syarat untuk digunakan.

#### 4.2.1.6. Percobaan Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Pencucian) (ASTM C117-95)

Tabel 4.6. Percobaan kebersihan pasir terhadap lumpur (pencucian)

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Pasir Kering ( $W_1$ )	500 gr	500 gr
Berat Pasir Bersih Kering ( $W_2$ )	486.5 gr	486 gr
Kadar Lumpur = $(W_1 - W_2) / W_1 * 100 \%$	2.7 %	2.8 %
Jumlah Rata - rata Kadar Lumpur	2.75%	

Berdasarkan ASTM C117-95, kadar Lumpur untuk pengendapan tidak lebih dari 3 %. Sedangkan dari hasil percobaan diperoleh kadar sebesar 2,75 %. Dengan demikian dapat disimpulkan pasir yang digunakan memenuhi syarat untuk digunakan.

#### 4.2.1.7 Percobaan Berat Volume Pasir (ASTM C 29/C 29 M-91)

Tabel 4.7 Hasil percobaan berat volume pasir

JENIS PERCOBAAN	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder ( $W_1$ )	2605 gr	2605 gr
Berat Silinder + Pasir ( $W_2$ )	7413 gr	7435 gr
Berat Pasir ( $W_2 - W_1$ )	4808 gr	4830 gr
Volume Silinder ( $V$ )	3000 $\text{cm}^3$	3000 $\text{cm}^3$
Berat Volume ( $(W_2 - W_1) / V$ )	1.60 $\text{gr/cm}^3$	1.61 $\text{gr/cm}^3$
Rata-rata Berat Volume Pasir	1.605 $\text{gr/cm}^3$	

Berdasarkan ASTM C/29 29 M-91, berat volume pasir antara yang dirojok dengan yang tidak dirojok tidak lebih dari 0,04 kg/liter. Sedangkan dari percobaan diperoleh selisih rojokan

dengan tanpa dirojok sebesar 0,03 kg/liter, sehingga berat volume pasir memenuhi syarat untuk digunakan.

#### 4.2.2. Agregat Kasar (Batu Pecah)

##### 4.2.2.1. Percobaan Kelembaban Batu Pecah (ASTM C 566-89)

*Tabel 4.8. Hasil percobaan kelembaban batu pecah*

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Batu Pecah Asli ( $W_1$ )	500 gram	500 gram
Berat Batu Pecah Oven ( $W_2$ )	495 gram	497 gram
Kelembaban Batu Pecah = $(W_1 - W_2) / W_1 * 100 \%$	1 %	0.6 %
Rata-rata Kelembaban Batu Pecah	0.8 %	

Dari hasil percobaan di atas diperoleh kelembaban batu pecah = 0.8 % . Dari data diatas didapat perbedaan kelembaban batu pecah sampel 1 dan 2 tidak melebihi dari 0.79% (ASTM C 566). Namun dalam penggunaannya harus tetap dioven.

##### 4.2.2.2. Percobaan Berat Jenis Batu Pecah (ASTM C 127-88 Reapp. 93)

*Tabel 4.9. Hasil percobaan berat jenis batu pecah*

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Batu Pecah di Udara ( $W_1$ )	3000 gr	3000 gr
Berat Batu Pecah di Air ( $W_2$ )	1897 gr	1895 gr
Berat Jenis = $W_1 / (W_1 - W_2)$	2.72 gr/cm <sup>3</sup>	2.71 gr/cm <sup>3</sup>
Rata-rata Berat Jenis	2.715 gr/cm <sup>3</sup>	



Dari hasil percobaan di atas diperoleh berat jenis batu pecah =  $2.715 \text{ gr/cm}^3$ . Dari data diatas didapat perbedaan kelembaban batu pecah sampel 1 dan 2 tidak melebihi dari  $0.032 \text{ gr/cm}^3$  (ASTM C 127).

#### 4.2.2.3. Percobaan Air Resapan Batu Pecah (ASTM C 127- 88 Reapp 93)

Tabel 4.10. Hasil percobaan air resapan batu pecah

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Kerikil SSD	3000 gr	3000 gr
Berat Kerikil Oven (W)	2944 gr	2953 gr
Kadar Air Resapan = $(3000 - W) / W * 100 \%$	1.9 %	1.6 %
Rata-rata Kadar air Resapan	1.75%	

Berdasarkan ASTM C 127- 88 Reapp 93 , kadar resapan batu pecah berkisar antara 1% sampai 2% yang diperbolehkan. Sedangkan dari hasil percobaan diperoleh kadar sebesar 1,75 %.

Dengan demikian batu pecah yang digunakan memenuhi syarat untuk digunakan.

#### 4.2.2.4. Percobaan Kebersihan Batu Pecah Terhadap Lumpur Pencucian (ASTM C 117-95)

Tabel 4.11. Hasil percobaan kebersihan batu pecah terhadap lumpur (pencucian)

PERCOBAAN NOMOR	1	2
Berat Kering Sebelum Dicuci ( $W_1$ )	1000 gr	1000 gr
Berat Kering Setelah Dicuci ( $W_2$ )	995gr	993 gr
Kadar Lumpur = $(W_1 - W_2) / W_1 * 100 \%$	0.5 %	0.7 %
Rata-rata Kadar Lumpur	0.6%	



Berdasarkan syarat ASTM C 117-95, kadar kebersihan batu pecah terhadap Lumpur kurang dari 1%. Dari tabel di atas didapatkan kadar lumpur sebesar 0.6 %, dapat diambil kesimpulan bahwa batu pecah yang digunakan telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

#### 4.2.2.5. Percobaan Keausan Agregat Kasar (ASTM C 131-89)

*Tabel 4.12. Hasil percobaan keausan agregat kasar*

PERCOBAAN NOMOR	1
Berat Sebelum Diabrasi ( $W_1$ )	5000 gr
Berat Setelah Diabrasi ( $W_2$ )	3883 gr
Keausan = $(W_1 - W_2) / W_1 * 100 \%$	22.34 %

Berdasarkan ASTM C 131 - 89, kadar keausan batu pecah tidak lebih dari 50 %. Sedangkan dari table diatas, didapat tingkat keausan batu pecah sebesar 22.34 %. Hal ini berarti batu pecah bisa digunakan sebagai agregat kasar untuk membuat beton karena sudah sesuai syarat ASTM C 131 yang menyatakan bahwa agregat yang baik harus mempunyai tingkat keausan kurang dari 35 %.

#### 4.2.2.6. Percobaan Berat Volume Batu Pecah (ASTM C 29/C 29 M-91a)

*Tabel 4.13 Hasil percobaan berat volume batu pecah*

JENIS PERCOBAAN	Dengan Rojokan	Tanpa Rojokan
Berat Silinder ( $W_1$ )	5450 gr	5450 gr
Berat Silinder + Batu Pecah ( $W_2$ )	21643 gr	21093 gr
Berat Batu Pecah ( $W_2 - W_1$ )	16193 gr	15543 gr

Volume Silinder (V)	10000 cm <sup>3</sup>	10000 cm <sup>3</sup>
Berat Volume = (W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> ) / V	1.62 gr/cm <sup>3</sup>	1.55 gr/cm <sup>3</sup>
Rata-rata Berat volume	1.585	

Berdasarkan ASTM C 29/C 29 M-91a, berat volume yang disyaratkan berkisar antara 1,4 sampai 1,7 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan dari percobaan diperoleh berat volume sebesar 1,585 gr/cm<sup>3</sup>. Dengan demikian batu pecah yang digunakan memenuhi syarat untuk digunakan.

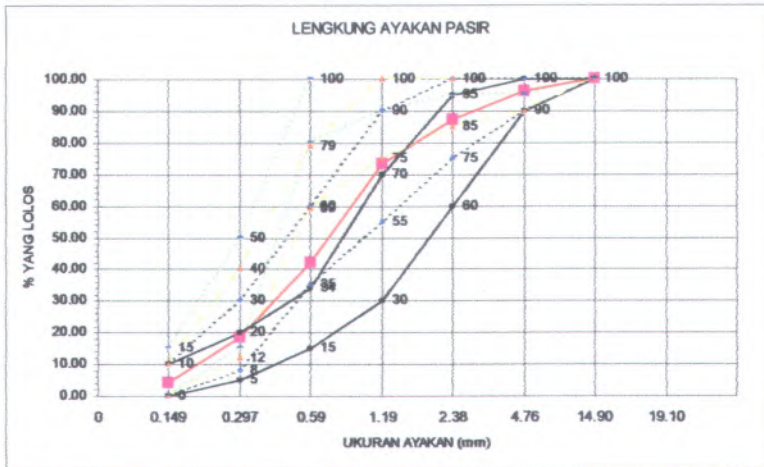
### 4.2.3. Analisa Ayakan

#### 4.2.3.1. Agregat Halus (Pasir)

Tabel 4.14. Hasil ayakan pasir

LUBANG AYAKAN		PASIR		
		TERTINGGAL		
No.	mm	Gram	E %	Kumulatif E %
3"	76,2	-	-	-
3/2"	38,1	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	-
3/8"	9,5	-	-	-
No. 4	4,76	100	4.0	4.0
No. 8	2,38	220	8.8	12.8
No. 16	1,1	350	14.0	26.8
No. 30	0,59	780	31.2	58.0
No. 50	0,297	590	23.6	81.6
No. 100	0,149	360	14.4	96.0
Pan	0,000	100	4.0	-
JUMLAH		2500	100	279.2
		Fm pasir = 2.79		

Keterangan : E % = Prosentase pasir yang tertinggal diatas ayakan



Ukuran gradasi

- Zona Gradasi 1
- - - Zona Gradasi 2
- ... Zona Gradasi 3
- ... Zona Gradasi 4
- Hasil Gradasi ayakan masuk zona 2

Gambar 4.1. : Grafik Ayakan Pasir

Berdasarkan data dan grafik diatas, dapat diambil kesimpulan untuk analisa ayakan pasir sebagai berikut :

Kondisi Pasir :

1. Lolos saringan No. 200 : :
2. Berat jenis (SSD) : 2.64 kg/dm<sup>3</sup>
3. Berat Volume : 1.57 gr/m<sup>3</sup>
4. Kelembaban : 2.5 %
5. Resapan : 2.34 %
6. Modulus Kehalusan : 2.79 %
7. Grading zone : 2



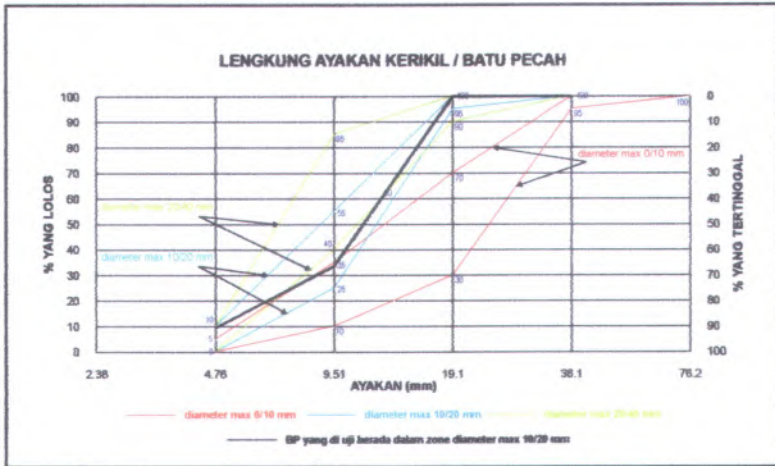
## 4.2.3.2. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Tabel 4.15. Hasil ayakan batu pecah

LUBANG AYAKAN		KERIKIL / BATU PECAH		
		TERTINGGAL		
No.	mm	Gram	E %	Kumulatif E%
3"	76.2	-	-	-
3/2"	38.1	-	-	-
3/4"	19.1	-	-	-
3/8"	9,5	2647.5	52.29	52.29
No. 4	4,76	1929	38.06	90.35
No. 8	2,38	236.5	4.67	95.02
No. 16	1,1	46.5	0.92	95.94
No. 30	0,59	18.5	0.36	96.30
No. 50	0,297	14	0.28	96.58
No. 100	0,149	135.5	2.67	99.25
Pan	0	41	0.75	
JUMLAH		5068.5	100	625.73
		Fm kr = 6.26		

**Keterangan :** E % = Prosentase kerikil yang tertinggal diatas ayakan

Fm kr = Modulus kehalusan kerikil



Gambar 4.2 : Grafik Ayakan Batu Pecah

Kesimpulan analisa ayakan batu pecah

Kondisi Batu Pecah :

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Berat jenis (SSD) | : 2.72 gr / cm <sup>3</sup>  |
| 2. Berat Volume      | : 1.585 gr / cm <sup>3</sup> |
| 3. Kelembaban        | : 0.8 %                      |
| 4. Resapan           | : 1.75 %                     |
| 5. Modulus Kehalusan | : 6.26 %                     |
| 6. Diameter Maximum  | : 20mm                       |

### 4.3 Analisa Data

Berikut akan disajikan data-data hasil tes tekan baik sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  dan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  serta analisisnya.

Tabel 4.16 Hasil tes tekan untuk  $f_c$  30 sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	massa (gram)	Luas ( $\text{cm}^2$ )	Gaya (Kg)	Tegangan (MPa)	teg rata-rata (MPa)
1	2	3743.5	78.5	25000	31.847	32.229
2		3735.5	78.5	25700	32.739	
3		3713.5	78.5	25200	32.102	
1	1.75	3382.0	78.5	26400	33.631	32.909
2		3365.0	78.5	26100	33.248	
3		3337.0	78.5	25000	31.847	
1	1.5	2923.5	78.5	27500	35.032	33.631
2		2943.0	78.5	26700	34.013	
3		2915.5	78.5	25000	31.847	
1	1.25	2454.5	78.5	27200	34.650	34.735
2		2451.0	78.5	27000	34.395	
3		2395.0	78.5	27600	35.159	
1	1	2000.0	78.5	31200	39.745	37.155
2		1966.0	78.5	28400	36.178	
3		2022.0	78.5	27900	35.541	



Tabel 4.17 Hasil tes tekan untuk  $f_c$  30 setelah dianalisa dengan outlier (data yang jauh dari data-data yang lain).

No	L/D	Tegangan (MPa)	Kandidat Outlier	n	mean	s1	G1	Outlier dibuang/tidak	Teg. Rata2 (MPa)
1	2	31.847	31.847	3	32.229	0.459	0.832	tidak dibuang	32.229
2		32.739							
3		32.102							
1	1.75	33.631	31.847	3	32.909	0.939	1.131	tidak dibuang	32.909
2		33.248							
3		31.847							
1	1.5	35.032	31.847	3	33.631	1.626	1.097	tidak dibuang	33.631
2		34.013							
3		31.847							
1	1.25	34.650	35.159	3	34.735	0.389	1.091	tidak dibuang	34.735
2		34.395							
3		35.159							
1	1	39.745	39.745	3	37.155	2.266	1.143	tidak dibuang	37.155
2		36.178							
3		35.541							

Tabel 4.18 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  30 setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	teg rata - rata (MPa)	faktor pengali ( $C_1$ )	teg terkoreksi (MPa)
1	2	32.229	1	32.229
2				
3				
1	1.75	32.909	0.98	32.251
2				
3				
1	1.5	33.631	0.96	32.285
2				
3				
1	1.25	34.735	0.93	32.303
2				
3				
1	1	37.155	0.87	32.325
2				
3				

Tabel 4.19 Hasil tes tekan untuk  $f'c$  40 sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	massa (gram)	Luas ( $\text{cm}^2$ )	Gaya ( Kg )	Tegangan ( MPa )	teg rata-rata (MPa)
1	2	3707.0	78.5	33600	42.803	42.718
2		3676.0	78.5	33000	42.038	
3		3704.0	78.5	34000	43.312	
1	1.75	3327.0	78.5	34200	43.567	43.694
2		3310.5	78.5	34000	43.312	
3		3298.0	78.5	34700	44.204	
1	1.5	2847.5	78.5	35600	45.350	44.628
2		2886.5	78.5	34200	43.567	
3		2870.0	78.5	35300	44.968	
1	1.25	2389.0	78.5	36800	46.879	46.157
2		2456.5	78.5	35600	45.350	
3		2432.5	78.5	36300	46.242	
1	1	1974.5	78.5	38100	48.535	49.384
2		1895.5	78.5	39000	49.682	
3		1965.0	78.5	39200	49.936	



Tabel 4.20 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  40 setelah dianalisa dengan outlier (data yang jauh dari data-data yang lain).

No	L/D	Tegangan (MPa)	Kandidat Outlier	n	mean	s1	G1	Outlier dibuang/tidak	Teg.Rata2 (MPa)
1	2	42.803	43.312	3	42.718	0.641	0.927	tidak dibuang	42.718
2		42.038							
3		43.312							
1	1.75	43.567	44.204	3	43.694	0.4593	1.109	tidak dibuang	43.694
2		43.312							
3		44.204							
1	1.5	45.350	43.567	3	44.628	0.939	1.131	tidak dibuang	44.628
2		43.567							
3		44.968							
1	1.25	46.879	45.350	3	46.157	0.768	1.051	tidak dibuang	46.157
2		45.350							
3		46.242							
1	1	48.535	48.535	3	49.384	0.746	1.138	tidak dibuang	49.384
2		49.682							
3		49.936							

Tabel 4.21 Hasil tes tekan untuk  $f_c$  40 setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	teg rata-rata (MPa)	faktor pengali ( $C_1$ )	teg terkoreksi (MPa)
1	2	42.718	1	42.718
2				
3				
1	1.75	43.694	0.98	42.820
2				
3				
1	1.5	44.628	0.96	42.843
2				
3				
1	1.25	46.157	0.93	42.926
2				
3				
1	1	49.384	0.87	42.964
2				
3				

Tabel 4.22 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  50 sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	massa (gram)	Luas ( $\text{cm}^2$ )	Gaya ( Kg )	Tegangan ( MPa )	teg rata-rata (MPa)
1	2	3868.5	78.5	42100	53.631	52.781
2		3848.5	78.5	41500	52.866	
3		3853.0	78.5	40700	51.847	
1	1.75	3409.5	78.5	45700	58.217	55.117
2		3418.0	78.5	46000	58.599	
3		3396.5	78.5	38100	48.535	
1	1.5	2939.0	78.5	41100	52.357	52.527
2		2930.0	78.5	41500	52.866	
3		2924.0	78.5	41100	52.357	
1	1.25	2435.5	78.5	47400	60.382	61.316
2		2447.0	78.5	48000	61.146	
3		2473.5	78.5	49000	62.420	
1	1	1963.0	78.5	43100	54.904	54.013
2		1965.5	78.5	41000	52.229	
3		1985.0	78.5	43100	54.904	



Tabel 4.23 Hasil tes tekan untuk  $f'c$  50 setelah dianalisa dengan outlier (data yang jauh dari data-data yang lain).

No	L/D	Tegangan (MPa)	Kandidat Outlier	n	mean	s1	G1	Outlier dibuang/tidak	Teg. Rata2 (MPa)
1	2	53.631	51.847	3	52.781	0.895	1.044	tidak dibuang	52.781
2		52.866							
3		51.847							
1	1.75	62.420	63.057	3	62.633	0.3677	1.155	boleh dibuang	62.420
2		62.420							
3		63.057							
1	1.5	42.293	64.968	3	50.234	12.773	1.154	boleh dibuang	42.866
2		43.439							
3		64.968							
1	1.25	54.904	48.535	3	52.611	3.539	1.152	tidak dibuang	52.611
2		54.395							
3		48.535							
1	1	48.662	52.357	3	50.021	2.032	1.150	tidak dibuang	50.021
2		49.045							
3		52.357							

Tabel 4.24 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  50 setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	teg rata-rata (MPa)	faktor pengali ( $C_1$ )	teg terkoreksi (MPa)
1	2	52.781	1	52.781
2				
3				
1	1.75	62.420	0.98	61.172
2				
3				
1	1.5	42.866	0.96	41.152
2				
3				
1	1.25	52.611	0.93	48.929
2				
3				
1	1	50.021	0.87	43.518
2				
3				

Tabel 4.25 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  60 sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	massa (gram)	Luas ( $\text{cm}^2$ )	Gaya ( Kg )	Tegangan ( MPa )	teg rata-rata (MPa)
1	2	3856.5	78.5	50100	63.822	63.482
2		3851.0	78.5	49500	63.057	
3		3813.0	78.5	49900	63.567	
1	1.75	3369.0	78.5	54000	68.790	70.488
2		3425.5	78.5	65000	82.803	
3		3378.0	78.5	47000	59.873	
1	1.5	2928.0	78.5	44100	56.178	55.287
2		2938.5	78.5	42100	53.631	
3		2953.5	78.5	44000	56.051	
1	1.25	2441.0	78.5	56000	71.338	63.057
2		2463.0	78.5	45000	57.325	
3		2473.0	78.5	47500	60.510	
1	1	1979.0	78.5	45500	57.962	59.023
2		1972.5	78.5	47000	59.873	
3		2018.5	78.5	46500	59.236	



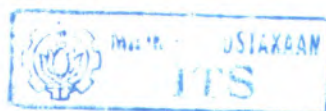
Tabel 4.26 Hasil tes tekan untuk  $f'c$  60 setelah dianalisa dengan outlier (data yang jauh dari data-data yang lain).

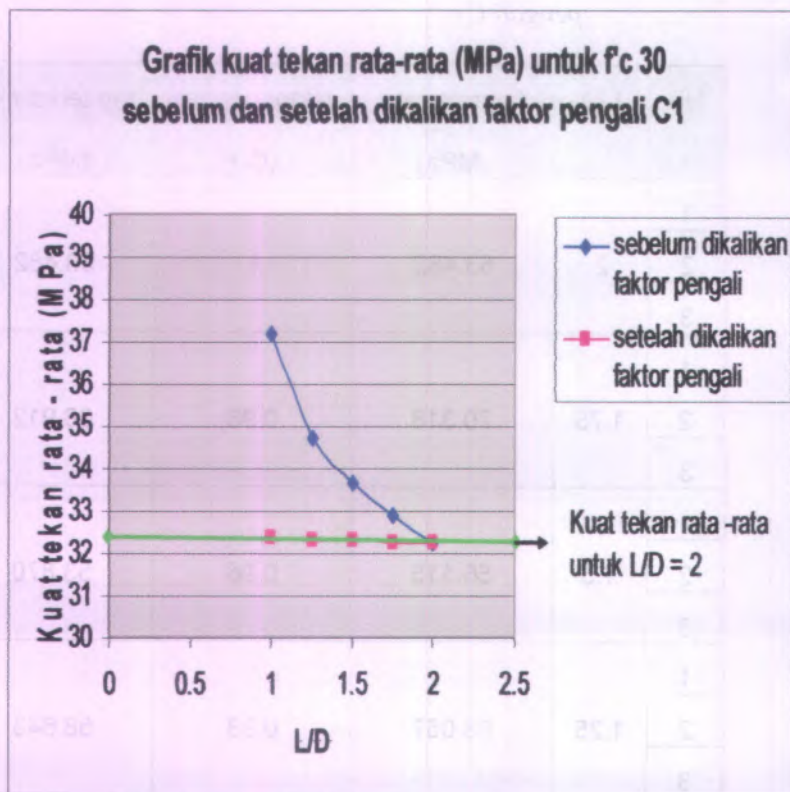
No	L/D	Tegangan (MPa)	Kandidat Outlier	n	mean	s1	G1	Outlier dibuang/tidak	Teg. Rata2 (MPa)
1	2	63.822	63.822	3	63.482	0.389	0.873	tidak dibuang	63.482
2		63.057							
3		63.567							
1	1.75	70.446	71.338	3	70.658	0.602	1.451	boleh dibuang	70.318
2		70.191							
3		71.338							
1	1.5	56.178	53.631	3	55.287	1.436	1.154	boleh dibuang	56.115
2		53.631							
3		56.051							
1	1.25	71.338	71.338	3	63.057	7.346	0.983	tidak dibuang	63.057
2		57.325							
3		60.510							
1	1	57.962	57.962	3	59.023	0.973	0.436	tidak dibuang	59.023
2		59.873							
3		59.236							

Tabel 4.27 Hasil tes tekan untuk  $f'_c$  60 setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

No	L/D	teg rata-rata (MPa)	faktor pengali ( $C_1$ )	teg terkoreksi (MPa)
1	2	63.482	1	63.482
2				
3				
1	1.75	70.318	0.98	68.912
2				
3				
1	1.5	56.115	0.96	53.870
2				
3				
1	1.25	63.057	0.93	58.643
2				
3				
1	1	59.023	0.87	51.350
2				
3				

Setelah mendapatkan nilai kuat tekan masing – masing mutu beton, kita membuat grafik hubungan antara nilai kuat tekan sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  dan nilai kuat tekan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  guna melihat pengaruh perubahannya seperti pada gambar 4.3, 4.5 , 4.5 dan gambar 4.6.

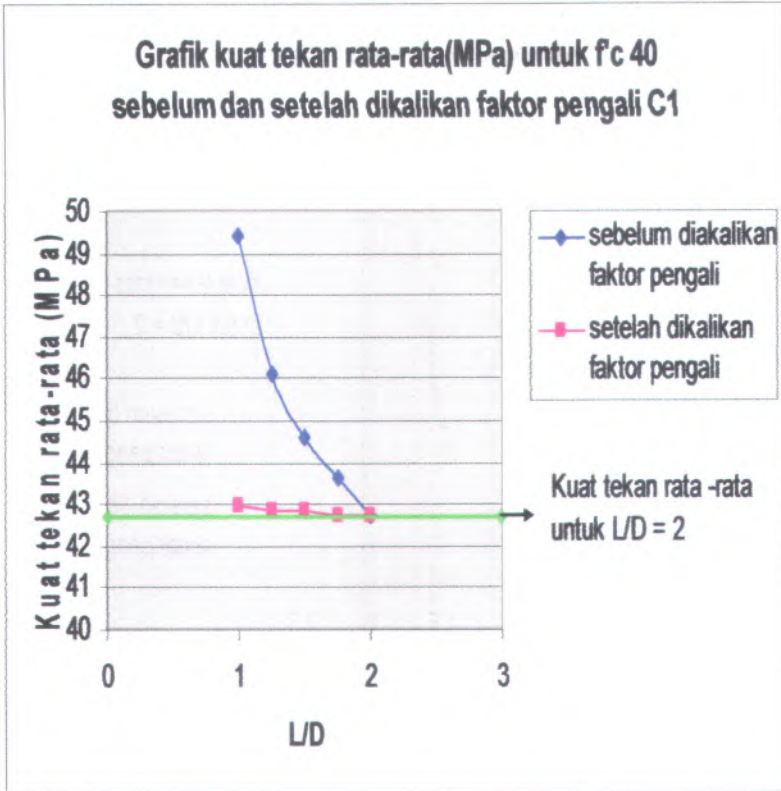




Gambar 4.3 : Grafik kuat tekan rata-rata untuk  $f'c$  30 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

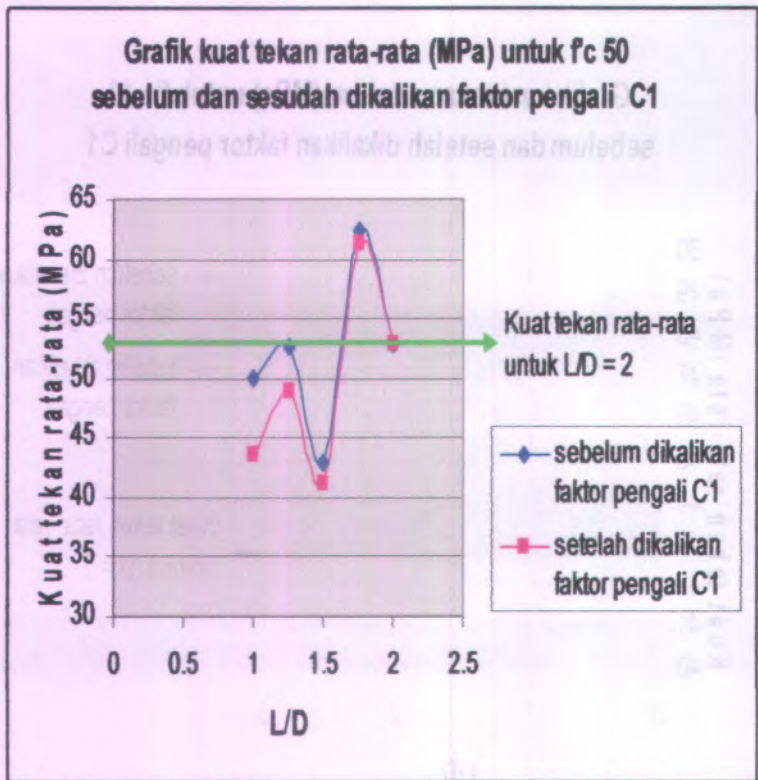
Dapat dilihat bahwa kuat tekan sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  mengalami kenaikan, semakin kecil  $L/D$  semakin tinggi nilai kuat tekannya, namun setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  nilai kuat tekannya mendekati nilai kuat tekan  $L/D = 2$  dimana  $L/D = 2$  ini merupakan kondisi standar dari benda uji.





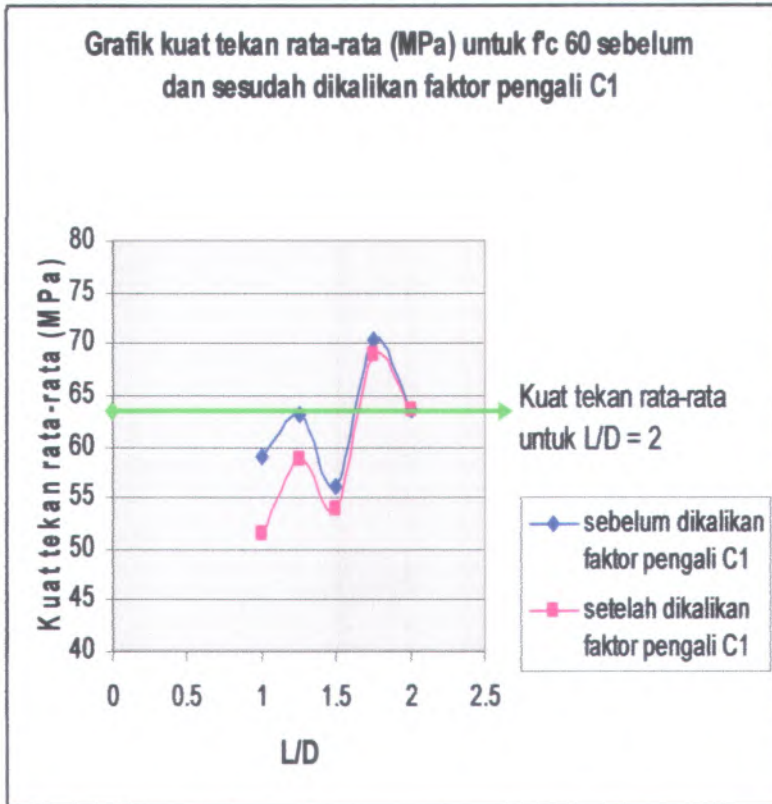
Gambar 4.4 : Grafik kuat tekan rata-rata untuk  $f'c$  40 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

Dapat dilihat bahwa kuat tekan sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  mengalami kenaikan, semakin kecil  $L/D$  semakin tinggi nilai kuat tekannya, namun setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  nilai kuat tekannya mendekati nilai kuat tekan  $L/D = 2$  dimana  $L/D = 2$  ini merupakan kondisi standar dari benda uji.



Gambar 4.5 : Grafik kuat tekan rata-rata untuk  $f_c$  50 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

Dapat dilihat bahwa kuat tekan sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  tidak beraturan, kuat tekan terendah terjadi pada  $L/D = 1.5$  yaitu sebesar 42.866 MPa sedangkan kuat tekan tertinggi terjadi pada  $L/D = 1.75$  yaitu sebesar 62.420 MPa. Faktor pengali  $C_1$  untuk dibawah  $L/D = 2$  ternyata tidak dapat mendekatkan pada kondisi standar yang diinginkan.



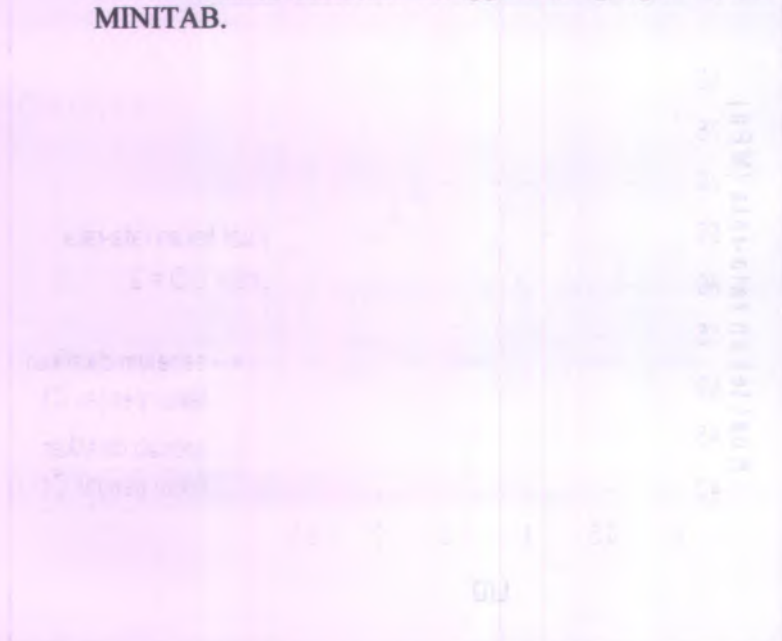
Gambar 4.6 : Grafik kuat tekan rata-rata untuk  $f_c$  60 sebelum dan setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$

Dapat dilihat bahwa kuat tekan sebelum dikalikan faktor pengali  $C_1$  tidak beraturan, kuat tekan terendah terjadi pada  $L/D = 1.5$  yaitu sebesar 56.115 MPa sedangkan kuat tekan tertinggi terjadi pada  $L/D = 1.75$  yaitu sebesar 70.318 MPa. Faktor pengali  $C_1$  untuk dibawah  $L/D = 2$  ternyata tidak dapat mendekati pada kondisi standar yang diinginkan.



### 4.3.1 Analisa Statistik

Analisa statistik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini dipilih menggunakan metode uji hipotesa dengan pengujian T-test serta akan dikoreksi menggunakan program bantu MINITAB.



Gambar 4.3.1. Screenshot Minitab saat melakukan uji hipotesa dengan menggunakan uji T-test

Uji hipotesa adalah suatu prosedur statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran suatu pernyataan atau hipotesa yang diajukan. Uji hipotesa adalah suatu prosedur statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran suatu pernyataan atau hipotesa yang diajukan. Uji hipotesa adalah suatu prosedur statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran suatu pernyataan atau hipotesa yang diajukan.

#### 4.3.1.1 Pengujian T-test

untuk  $f_c$  30 setelah dikali faktor pengali

L/D	C1	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata - rata
2	1	31.847	32.739	32.102	32.229
1.75	0.98	32.958	32.583	31.210	32.251
1.5	0.96	33.631	32.652	30.573	32.285
1.25	0.93	32.224	31.987	32.698	32.303
1	0.87	34.578	31.475	30.921	32.325

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$\mu_0$	=	32.229	
X rata-rata	=	32.291	t hitung merupakan harga mutlak
n	=	12	
Std	=	1.153	syarat t hitung $\leq$ t tabel
t hitung	=	0.185	Ho diterima dan Ha ditolak
t tabel	2.201	5%	Ho diterima dan Ha ditolak
	1.796	10%	Ho diterima dan Ha ditolak
	1.363	20%	Ho diterima dan Ha ditolak

Ho : tidak terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

Ha : terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

untuk  $f_c 40$  setelah dikali faktor pengali

L/D	C1	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata - rata
2	1	42.803	42.038	43.312	42.718
1.75	0.98	42.696	42.446	43.070	42.737
1.5	0.96	43.536	41.824	43.047	42.803
1.25	0.93	43.479	42.176	42.887	42.847
1	0.87	42.225	43.223	43.445	42.964

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$\mu_0$	=	42.718	
X rata-rata	=	42.838	t hitung merupakan harga mutlak
n	=	12	
Std	=	0.566	syarat t hitung $\leq$ t tabel
t hitung	=	0.735	Ho diterima dan Ha ditolak
t tabel	2.201	5%	Ho diterima dan Ha ditolak
	1.796	10%	Ho diterima dan Ha ditolak
	1.363	20%	Ho diterima dan Ha ditolak

Ho : tidak terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

Ha : terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1



untuk  $f_c$  50 setelah dikali faktor pengali

L/D	C1	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata - rata
2	1	53.631	52.866	51.847	52.781
1.75	0.98	61.172	61.172		61.172
1.5	0.96	40.601	41.702		41.152
1.25	0.93	51.061	50.587	45.138	48.929
1	0.87	42.336	42.669	45.550	43.518

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$\mu_0$	=	52.781	
X rata-rata	=	48.199	t hitung merupakan harga mutlak
n	=	10	
Std	=	7.687	syarat t hitung $\leq$ t tabel
t hitung	=	-1.89	Ho diterima dan Ha ditolak
t tabel	2.262	5%	Ho diterima dan Ha ditolak
	1.833	10%	Ho ditolak dan Ha diterima
	1.383	20%	Ho ditolak dan Ha diterima

Ho : tidak terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

Ha : terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

untuk  $f_c 60$  setelah dikali faktor pengali

L/D	C1	sampel 1	sampel 2	sampel 3	rata-rata
2	1	63.822	63.057	63.567	63.482
1.75	0.98	69.037	68.787		68.912
1.5	0.96	53.931		53.809	53.870
1.25	0.93	66.344	53.312	56.274	58.643
1	0.87	50.427	52.089	51.535	51.350

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$\mu_0$	=	63.482	
X rata-rata	=	57.555	t hitung merupakan harga mutlak
n	=	10	
Std	=	7.446	syarat t hitung $\leq$ t tabel
t hitung	=	-2.517	Ho diterima dan Ha ditolak
t tabel	2.262	5%	Ho ditolak dan Ha diterima
	1.833	10%	Ho ditolak dan Ha diterima
	1.383	20%	Ho ditolak dan Ha diterima

Ho : tidak terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

Ha : terdapat perbedaan kuat tekan benda uji untuk L/D = 2 dengan variasi L/D setelah dikalikan faktor pengali C1

#### 4.3.1.2 Pengujian dengan MINITAB

Pada pengujian dengan menggunakan program bantu MINITAB, kita dapat menguji hipotesa dengan melihat nilai P (P value). Dimana apabila  $pvalue < level\ confidence$  maka  $H_0$  di *reject* dan sebaliknya apabila  $pvalue > level\ confidence$  maka  $H_0$  di *terima*.

#### One-Sample T: f c 30

Test of  $\mu = 32.229$  vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.5585, 33.0231)	0.19	0.856

#### One-Sample T: f c 30

Test of  $\mu = 32.229$  vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.6933, 32.8883)	0.19	0.856

#### One-Sample T: f c 30

Test of  $\mu = 32.229$  vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.8372, 32.7445)	0.19	0.856

**One-Sample T: fc 40**Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.4779, 43.1978)	0.73	0.479

**One-Sample T: fc 40**Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.5441, 43.1315)	0.73	0.479

**One-Sample T: fc 40**Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.6148, 43.0608)	0.73	0.479



**One-Sample T: f c 50**Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(42.7000, 53.6976)	-1.89	0.092

**One-Sample T: f c 50**Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(43.7429, 52.6547)	-1.89	0.092

**One-Sample T: f c 50**Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(44.8370, 51.5606)	-1.89	0.09

**One-Sample T: f c 60**Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(52.2280, 62.8810)	-2.52	0.033

**One-Sample T: f c 60**Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(53.2382, 61.8708)	-2.52	0.033

**One-Sample T: f c 60**Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(54.2980, 60.8110)	-2.52	0.033



Gambar 4.7 : Benda uji dengan berbagai variasi L/D

Dari gambar 4.7 diatas tampak bahwa benda uji yang sudah disiapkan untuk dilakukan uji kuat tekan beton. Benda uji pada gambar 4.7 sudah sesuai dengan variasi L/D yang diinginkan yaitu : 2, 1.75, 1.5, 1.25, 1.



**Gambar 4.8 : Benda uji yang akan diuji tekan**

**Dari gambar 4.8 diatas dapat dilihat bahwa benda uji telah ditempatkan dimesin tekan guna diuji kuat tekannya.**





Gambar 4.9 : Benda uji dengan variasi  $L/D = 1.5$  sebelum diuji tekan



Gambar 4.10 : Benda uji dengan variasi  $L/D = 1.5$  setelah diuji tekan



Gambar 4.11 : Benda uji dengan berbagai variasi L/D setelah diuji tekan

Dari gambar 4.11 diatas terlihat bahwa benda uji yang telah diuji tekan mengalami kerusakan. Gambar 4.11 menunjukkan berbagai variasi L/D yaitu : 2, 1.75, 1.5, 1.25, 1 setelah diuji tekan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini akan disampaikan beberapa kesimpulan dan saran dari berbagai tes dan analisa yang telah dilakukan dalam tugas akhir penelitian ini.

#### 5.1 Kesimpulan

1. Pada beton mutu normal (13.8 MPa – 41.4 MPa) perilaku beton adalah semakin kecil nilai  $L/D$  semakin tinggi pula nilai kuat tekannya.
2. Harga faktor pengali  $C_1$  untuk beton normal dapat mendekatkan nilai kuat tekan beton kekeadaan standar, hal ini berarti harga faktor pengali  $C_1$  dapat digunakan untuk mengoreksi kuat tekan benda uji *core drill*.
3. Pada beton mutu tinggi ( $> 41.4$  MPa) perilaku beton tidak menentu, hal ini dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 dimana grafiknya tampak naik turun.
4. Harga faktor pengali  $C_1$  untuk beton mutu tinggi tidak dapat mendekatkan nilai kuat tekan beton kekeadaan standar, dimana nilai koreksinya menyimpang jauh sehingga harga faktor pengali  $C_1$  tersebut tidak tepat bila digunakan untuk beton mutu tinggi.
5. Semakin tinggi mutu beton semakin tinggi pula nilai kuat tekannya terhadap rasio panjang dan diameter silinder yang sama.

## 5.2 Saran

1. Hati-hati pada proses *core drill* untuk beton mutu tinggi, apabila akan dilakukan pengujian *core drill* diusahakan perbandingan L/D harus sama dengan 2, sehingga harga faktor pengali  $C_1$  adalah 1.
2. Penelitian terhadap pengaruh rasio panjang dan diameter silinder untuk beton mutu tinggi perlu dilanjutkan dengan jumlah sampel yang lebih banyak sehingga dapat mengetahui perilaku beton lebih mendalam guna mendapatkan harga faktor pengali  $C_1$  yang tepat.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Subakti, A. 1994. **Teknologi Beton Dalam Praktek Laboraturium Beton**. Jurusan Teknik Sipil, FTSP-ITS.
- Subakti, A. 1995. **Mixed Desain Beton Normal dengan Metode DOE dan ACI**. Surabaya.
- Mulyono, T.2005. **Teknologi Beton**, Penerbit ANDI Yogyakarta
- Sugiono. 2007. **Statika Untuk Penelitian**, Penerbit ALFABETA Bandung
- ACI 211.1-91. **Menentukan Proporsi Campuran Beton Normal**.
- ACI 211.4R-93. **Menentukan Proporsi Campuran Beton Mutu Tinggi**.
- SNI 03-3403-1994. **Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemberoan**.
- SNI 03-2492-2002, **Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti**
- ASTM C-42/C 42 M-03, *Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beam of Concrete*.
- Ihsan, M. 2009. **Studi Pengaruh Tulangan pada Benda Uji Beton Core Drill Terhadap Kuat Tekannya Berdasarkan Perbandingan Antara SNI 03-3403-1994 dan ASTM C 42/C 42M**. Jurusan Teknik Sipil, FTSP-ITS.



# Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 42/C 42M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscripted epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or approval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

## Scope

This test method covers obtaining, preparing, and testing cores drilled from concrete for length or compressive strength or splitting tensile strength determinations and ( 2 ) sawed from concrete for flexural strength determina-

The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. SI units are shown in parentheses. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems will result in non-conformance with the standard.

The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (including those in tables and figures) shall not be considered requirements of the standard.

*This standard does not purport to address the safety hazards, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory provisions prior to use.*

## Referenced Documents

### ASTM Standards:

C 39/C 39M Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>

C 49 Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)<sup>2</sup>

C 174/C 174M Test Method for Measuring Length of Drilled Concrete Cores<sup>2</sup>

C 196 Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>

C 217 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens<sup>2</sup>

This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.01 on Testing Concrete for Strength.

This edition approved Jan. 10, 2003. Published April 2003. Originally published in 1921. Last previous edition approved in 1999 as C 42/C 42M-99. Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

C 642 Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete<sup>2</sup>

C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials<sup>2</sup>

C 823 Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Constructions<sup>2</sup>

C 1231/C 1231M Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders<sup>2</sup>

2.2 *ACI Standards:*

318 Building Code Requirements for Structural Concrete<sup>3</sup>

## 3. Significance and Use

3.1 This test method provides standardized procedures for obtaining and testing specimens to determine the compressive, splitting tensile, and flexural strength of in-place concrete.

3.2 Generally, test specimens are obtained when doubt exists about the in-place concrete quality due either to low strength test results during construction or signs of distress in the structure. Another use of this method is to provide strength information on older structures.

3.3 Concrete strength is affected by the location of the concrete in a structural element, with the concrete at the bottom tending to be stronger than the concrete at the top. Core strength is also affected by core orientation relative to the horizontal plane of the concrete as placed, with strength tending to be lower when measured parallel to the horizontal plane.<sup>4</sup> These factors shall be considered in planning the locations for obtaining concrete samples and in comparing strength test results.

3.4 The strength of concrete measured by tests of cores and beams is affected by the amount and distribution of moisture in the specimen at the time of test. There is no standard procedure to condition a specimen that will ensure that, at the time of test, it will be in the identical moisture condition as concrete in the

<sup>2</sup> Available from American Concrete Institute (ACI), P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333.

<sup>4</sup> Neville, A., "Core Tests: Easy to Perform, Not Easy to Interpret," *Concrete International*, Vol. 23, No. 11, November 2001, pp. 59-68.





structure. The moisture conditioning procedures in this test method are intended to provide reproducible moisture conditions that minimize within-laboratory and between-laboratory variations and to reduce the effects of moisture introduced during specimen preparation.

3.5 There is no universal relationship between the compressive strength of a core and the corresponding compressive strength of standard-cured molded cylinders. The relationship is affected by many factors such as the strength level of the concrete, the in-place temperature and moisture history, and the strength gain characteristics of the concrete. Historically, it has been assumed that core strengths are generally 85% of the corresponding standard-cured cylinder strengths, but this is not applicable to all situations. The acceptance criteria for core strength are to be established by the specifier of the tests. ACI 318 provides core strength acceptance criteria for new construction.

#### 4. Apparatus

4.1 *Core Drill*, for obtaining cylindrical core specimens with diamond impregnated bits attached to a core barrel.

4.2 *Saw*, for cutting beam specimens to size for flexural strength tests and to trim ends of cores. The saw shall have a diamond or silicon-carbide cutting edge and shall be capable of cutting specimens that conform to the prescribed dimensions, without excessive heating or shock.

#### 5. Sampling

##### 5.1 General:

5.1.1 Samples of hardened concrete for use in the preparation of strength test specimens shall not be taken until the concrete is strong enough to permit sample removal without disturbing the bond between the mortar and the coarse aggregate (see Note 1 and Note 2). When preparing strength test specimens from samples of hardened concrete, samples that have been damaged during removal shall not be used unless the damaged portion(s) are removed and the resulting test specimen is of suitable length (see 7.2). Samples of defective or damaged concrete that cannot be tested shall be reported along with the reason that prohibits use of the sample for preparing strength test specimens.

NOTE 1—Practice C 823 provides guidance on the development of a sampling plan for concrete in constructions.

NOTE 2—It is not possible to specify a minimum age when concrete is strong enough to withstand damage during removal, because the strength at any age depends on the curing history and strength grade of the concrete. If time permits, the concrete should not be removed before it is 14 days old. If this is not practical, removal of concrete can proceed if the cut surfaces do not display erosion of the mortar and the exposed coarse aggregate particles are embedded firmly in the mortar. In-place test methods may be used to estimate the level of strength development prior to attempting removal of concrete samples.

5.1.2 Specimens containing embedded reinforcement shall not be used for determining compressive, splitting tensile, or flexural strength.

5.2 *Core Drilling*—A core specimen shall be drilled perpendicular to the surface and not near formed joints or obvious edges of a unit of deposit. Record and report the approximate angle between the longitudinal axis of the drilled core and the

horizontal plane of the concrete as placed. A specimen drilled perpendicular to a vertical surface, or perpendicular to a surface with a batter, shall be taken from near the middle of unit of deposit when possible.

5.3 *Slab Removal*—Remove a slab sufficiently large to secure the desired test specimens without the inclusion of concrete that has been cracked, spalled, undercut, or otherwise damaged.

#### DRILLED CORES

#### 6. Measuring the Length of Drilled Cores

6.1 Cores for determining the thickness of pavements, slab walls or other structural elements shall have a diameter of at least 3.75 in. [95 mm] when the lengths of such cores stipulated to be measured in accordance with Test Method C 174/C 174M.

6.2 For cores that are not intended for determining structural dimensions, measure the longest and shortest lengths on the surface along lines parallel to the core axis. Record the average length to the nearest 1/4 in. [5 mm].

#### 7. Cores for Compressive Strength

7.1 *Diameter*—The diameter of core specimens for determination of compressive strength in load bearing structural members shall be at least 3.70 in. [94 mm]. For non-load bearing structural members or when it is impossible to obtain cores with length-diameter ratio (L/D) greater than or equal to 1, core diameters less than 3.70 in. [94 mm] are not prohibited (see Note 3). For concrete with nominal maximum aggregate size greater than or equal to 1 1/2 in. [37.5 mm], the diameter shall be as directed by the specifier of the tests (see Note 4).

NOTE 3—The compressive strengths of nominal 2-in. [50-mm] diameter cores are known to be somewhat lower and more variable than those of nominal 4-in. [100-mm] diameter cores. In addition, smaller diameter cores appear to be more sensitive to the effect of the length-diameter ratio.<sup>5</sup>

NOTE 4—The preferred minimum core diameter is three times nominal maximum size of the coarse aggregate but it should be at least two times the nominal maximum size of the coarse aggregate.

7.2 *Length*—The preferred length of the capped or ground specimen is between 1.9 and 2.1 times the diameter. If the ratio of the length to the diameter (L/D) of the core exceeds 2.1, reduce the length of the core so that the ratio of the capped or ground specimen is between 1.9 and 2.1. Core specimens with length-diameter ratios equal to or less than 1.75 require corrections to the measured compressive strength (see 7.9.1). A strength correction factor is not required for L/D greater than 1.75. A core having a maximum length of less than 95% of diameter before capping or a length less than its diameter after capping or end grinding shall not be tested.

7.3 *Moisture Conditioning*—Test cores after moisture conditioning as specified in this test method or as directed by the specifier of the tests. The moisture conditioning procedure

<sup>5</sup> Bartlett, F.M. and MacGregor, J.G., "Effect of Core Diameter on Concrete Compressive Strength," *ACI Materials Journal*, Vol. 91, No. 5, September-October 1994, 460-470.





ed in this test method are intended to preserve the  
ure of the drilled core and to provide a reproducible  
re condition that minimizes the effects of moisture  
nts introduced by wetting during drilling and specimen  
ation.

1 After cores have been drilled, wipe off surface drill  
and allow remaining surface moisture to evaporate.  
surfaces appear dry, but not later than 1 h after drilling.  
cores in separate plastic bags or nonabsorbent containers  
eal to prevent moisture loss. Maintain cores at ambient  
ature, and protect cores from exposure to direct sunlight.  
port the cores to the testing laboratory as soon as  
table. Keep cores in the sealed plastic bags or nonabsorbent  
ontainers at all times except during end preparation and  
maximum time of 2 h to permit capping before testing.

2 If water is used during sawing or grinding of core  
complete these operations as soon as practicable, but no  
than 2 days after drilling of cores unless stipulated  
vise by the specifier of tests. After completing end  
ration, wipe off surface moisture, allow the surfaces to  
nd place the cores in sealed plastic bags or nonabsorbent  
ners. Minimize the duration of exposure to water during  
eparation.

3 Allow the cores to remain in the sealed plastic bags or  
sorbent containers for at least 5 days after last being  
d and before testing, unless stipulated otherwise by the  
er of tests.

4.5—The waiting period of at least 5 days is intended to reduce  
re gradients introduced when the core is drilled or wetted during  
or grinding.

4 When direction is given to test cores in a moisture  
ion other than achieved by conditioning according to  
7.3.2, and 7.3.3, report the alternative procedure.

*Sawing of Ends*—The ends of core specimens to be  
in compression shall be flat, and perpendicular to the  
udinal axis. If necessary, saw the ends of cores that will  
pped so that the following requirements are met:

1 Projections, if any, shall not extend more than 0.2 in.  
n] above the end surfaces.

2 The end surfaces shall not depart from perpendicular-  
the longitudinal axis by more than 0.5 degrees.

*Density*—When required by the specifier of the tests,  
nine the density by weighing the core before capping and  
ing the mass by the volume of the core calculated from the  
ge diameter and length. Alternatively, determine the  
y from the mass in air and submerged mass in accordance  
Test Method C 642. After submerged weighing, dry cores  
ordance with 7.3.2 and store in sealed plastic bags or  
sorbent containers for at least 5 days before testing.

*Capping*—If the ends of the cores do not conform to the  
ndicularity and planeness requirements of Test Method  
C 39M, they shall be sawed or ground to meet those  
rements or capped in accordance with Practice C 617. If  
are capped in accordance with Practice C 617, the  
ng device shall accommodate actual core diameters and  
ce caps that are concentric with the core ends. Measure

core lengths to the nearest 0.1 in. [2 mm] before capping.  
Unbonded caps in accordance with Practice C 1231/C 1231M  
are not permitted.

7.7 *Measurement*—Before testing, measure the length of the  
capped or ground specimen to the nearest 0.1 in. [2 mm] and  
use this length to compute the length-diameter (L/D) ratio.  
Determine the average diameter by averaging two measure-  
ments taken at right angles to each other at the midheight of the  
specimen. Measure core diameters to the nearest 0.01 in. [0.2  
mm] when the difference in core diameters does not exceed  
2 % of their average, otherwise measure to the nearest 0.1 in.  
[2 mm]. Do not test cores if the difference between the largest  
and smallest diameter exceeds 5 % of their average.

7.8 *Testing*—Test the specimens in accordance with Test  
Method C 39/C 39M. Test the specimens within 7 days after  
coring, unless specified otherwise.

7.9 *Calculation*—Calculate the compressive strength of  
each specimen using the computed cross-sectional area based  
on the average diameter of the specimen.

7.9.1 If the ratio of length to diameter (L/D) of the specimen is  
1.75 or less, correct the result obtained in 7.9 by multiplying by  
the appropriate correction factor shown in the following  
table (see Note 6):

Ratio of Length to Diameter (L/D)	Strength Correction Factor
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D  
values not given in the table.

NOTE 6—Correction factors depend on various conditions such as  
moisture condition, strength level, and elastic modulus. Average values for  
corrections due to length-diameter ratio are given in the table. These  
correction factors apply to low-density concrete having a density between  
100 and 120 lb/ft<sup>3</sup> [1600 and 1920 kg/m<sup>3</sup>] and to normal density concrete.  
They are applicable to both dry and wet concrete for strengths between  
2000 psi and 6000 psi [14 MPa to 42 MPa]. For strengths above 10000 psi  
[70 MPa], test data on cores show that the correction factors may be larger  
than the values listed above.<sup>6</sup>

7.10 *Report*—Report the results as required by Test Method  
C 39/C 39M with the addition of the following information:

7.10.1 Length of core as drilled to the nearest 1/4 in. [5 mm],

7.10.2 Length of test specimen before and after capping or  
end grinding to the nearest 0.1 in. [2 mm], and average  
diameter of core to the nearest 0.01 in. [0.2 mm] or 0.1 in. [2  
mm],

7.10.3 Compressive strength to the nearest 10 psi [0.1 MPa]  
when the diameter is measured to the nearest 0.01 in. [0.2 mm]  
and to the nearest 50 psi [0.5 MPa] when the diameter is  
measured to the nearest 0.1 in. [2 mm], after correction for  
length-diameter ratio when required,

7.10.4 Direction of application of the load on the specimen  
with respect to the horizontal plane of the concrete as placed,

<sup>6</sup> Bartlett, F.M. and MacGregor, J.G., "Effect of Core Length-to-Diameter Ratio  
on Concrete Core Strengths," *ACI Materials Journal*, Vol. 91, No. 4, July-August  
1994, pp. 339-348.



7.10.5 The moisture conditioning history:

7.10.5.1 The date and time core was obtained and first placed in sealed bag or nonabsorbent container,

7.10.5.2 If water was used during end preparation, the date and time end preparation was completed and core placed in sealed bag or nonabsorbent container,

7.10.6 The date and time when tested,

7.10.7 Nominal maximum size of concrete aggregate.

7.10.8 If determined, the density,

7.10.9 If applicable, description of defects in cores that could not be tested, and

7.10.10 If any deviation from this test method was required, describe the deviation and explain why it was necessary.

7.11 Precision:<sup>7</sup>

7.11.1 The single-operator coefficient of variation on cores has been found to be 3.2%<sup>8</sup> for a range of compressive strength between 4500 psi [32.0 MPa] and 7000 psi [48.3 MPa]. Therefore, results of two properly conducted tests of single cores by the same operator on the same sample of material should not differ from each other by more than 9%<sup>8</sup> of their average.

7.11.2 The multi-laboratory coefficient of variation on cores has been found to be 4.7%<sup>8</sup> for a range of compressive strength between 4500 psi [32.0 MPa] and 7000 psi [48.3 MPa]. Therefore, results of two properly conducted tests on cores sampled from the same hardened concrete (where a single test is defined as the average of two observations (cores), each made on separate adjacent drilled 4 in. [100 mm] diameter cores), and tested by two different laboratories should not differ from each other by more than 13%<sup>8</sup> of their average.

7.12 Bias—Since there is no accepted reference material suitable for determining the bias for the procedure in this test method, no statement on bias is being made.

8. Cores for Splitting Tensile Strength

8.1 Test Specimens—The specimens shall conform to the dimensional requirements in 7.1, 7.2, 7.4.1 and 7.4.2. Ends are not to be capped.

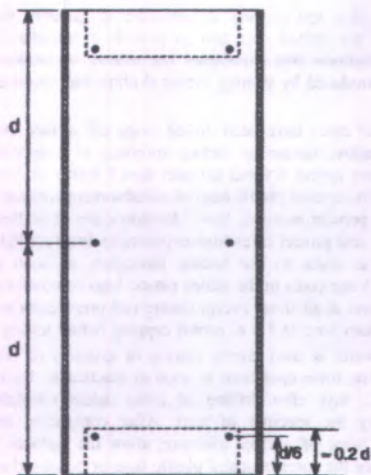
8.2 Moisture Conditioning—Condition the specimens as described in 7.3, or as directed by the specifier of tests.

8.3 Bearing Surfaces—The line of contact between the specimen and each bearing strip shall be straight and free of any projections or depressions higher or deeper than 0.01 in. [0.2 mm]. When the line of contact is not straight or contains projections or depressions having heights or depths greater than 0.01 in., grind or cap the specimen so as to produce bearing lines meeting these requirements. Do not test specimens with projections or depressions greater than 0.1 in. [2.0 mm]. When capping is employed, the caps shall be as thin as practicable and shall be formed of high-strength gypsum plaster.

NOTE 7—Fig. 1 illustrates a device suitable for applying caps to the

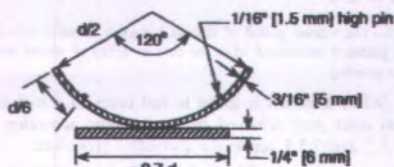
<sup>7</sup> Bolin, G. E., "Development of Precision and Bias Statements for Testing Drilled Cores in Accordance with ASTM C 42," *ASTM Journal of Cement, Concrete, and Aggregates*, Vol 15, No. 1, 1993.

<sup>8</sup> These numbers represent, respectively, the (1s) and (2s) limits as described in Practice C 670.



PLAN

$d$  = nominal core diameter



ELEVATION

FIG. 1 Suitable Capping Device for Splitting Tensile Strength Test

bearing surfaces of core specimens.

8.4 Testing—Test the specimens in accordance with Test Method C 496.

8.5 Calculation and Report—Calculate the splitting tensile strength and report the results as required in Test Method C 496. When grinding or capping of the bearing surfaces is required, measure the diameter between the finished surfaces. Indicate that the specimen was a core and provide the moisture conditioning history as in 7.10.5.

8.6 Precision:<sup>9</sup>

8.6.1 The within laboratory single operator coefficient of variation for splitting tensile strength between 520 psi [3.6 MPa] and 590 psi [4.1 MPa] of cores has been found to be 5.3%<sup>8</sup>. Therefore, results of two properly conducted tests

<sup>9</sup> Steele, G.W., "Portland Cement Concrete Core Proficiency Sample Program, Strategic Highway Research Program, SHRP-P-636, National Research Council, Washington, D.C., 1993.

operator in the same laboratory on the same sample material should not differ by more than 14.9%<sup>8</sup> of their average.

The multi-laboratory coefficient of variation for splitting tensile strength between 520 psi [3.6 MPa] and 590 psi [4.1 MPa] of cores has been found to be 15.0%.<sup>8</sup> Therefore, the results of two properly conducted tests on the same sample of material of hardened concrete and tested by two different laboratories should not differ from each other by more than 15.0%<sup>8</sup> of their average.

**Bias**—Since there is no accepted reference material available for determining the bias for the procedure in this test method, no statement on bias is being made.

## BEAMS FOR FLEXURAL TESTING

### Flexural Strength

**Test Specimens**—Unless otherwise specified, a beam specimen for the determination of flexural strength shall have a nominal cross section of 6 by 6 in. [150 by 150 mm] (Note 1). The specimen shall be at least 21 in. [530 mm] in length, but two tests for flexural strength are to be made in one beam specimen, it shall be at least 33 in. [840 mm] in length. Perform sawing operation so that the concrete will not be weakened by chipping or by heating. The sawed surfaces shall be smooth, parallel, and free from steps, ridges, and grooves. Take care in handling sawed beam specimens to avoid chipping or cracking.

**Note 1**—In many cases, particularly with prisms cut from pavement slabs, the width will be governed by the size of the coarse aggregate and the thickness of the slab.

**Moisture Conditioning**—Protect the surfaces of sawed specimens from evaporation by covering them with wet burlap or plastic sheeting during transportation and storage. Test the specimens within 7 days of sawing. Submerge the test specimens in lime-saturated water at 73.5 ± 3.5°F [23.0 ± 2.0°C] for at least 40 h immediately prior to the flexure test. Test the specimens promptly after removal from water storage. During

the period between removal from water storage and testing, keep the specimens moist by covering with a wet blanket of burlap or other suitable absorbent fabric.

9.2.1 When the specifier of tests so directs, beams shall be tested in a moisture condition other than that achieved by conditioning in accordance with 9.2.

**Note 9**—Relatively small amounts of drying of the surface of flexural specimens induce tensile stresses in the extreme fibers that will markedly reduce the indicated flexural strength.

9.3 **Testing**—Test the specimens in accordance with the applicable provisions of Test Method C 78.

**Note 10**—Sawing may greatly reduce the indicated flexural strength; beams shall, therefore, be tested with a molded surface in tension whenever possible. The location of the tension face with respect to the position of the concrete as placed and the position of the sawed surfaces should be reported.

9.4 **Report**—Report the results in accordance with the applicable provisions of Test Method C 78 and the requirements of this test method, including the moisture condition at the time of testing. Identify orientation of the specimen's finished, sawed, and tension faces with respect to their positions in the test apparatus.

## 10. Precision and Bias

10.1 **Precision**—Data are not available for preparing a statement on the precision of flexural strength measured on sawed beams.

**Note 11**—Users of this method who have replicate test data that may be appropriate for a statement on repeatability are encouraged to contact the chairman of the subcommittee.

10.2 **Bias**—Since there is no accepted reference material suitable for determining the bias for the procedure in this test method, no statement on bias is being made.

## 11. Keywords

11.1 compressive strength; concrete coring; concrete sawing; concrete strength; flexural strength; splitting tensile strength

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website ([www.astm.org](http://www.astm.org)).



# METODE PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON INTI PEMBORAN

## BAB I DESKRIPSI

### Maksud dan Tujuan

#### 1. Maksud

Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti-Pemboran yang selanjutnya disebut Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti dimaksudkan untuk dipakai sebagai acuan dan pedoman dalam pengujian kuat tekan beton inti beton bertulang.

#### 2. Tujuan

Tujuan metode pengujian ini adalah untuk mendapatkan informasi kuat tekan beton pada struktur yang sudah selesai.

#### Ruang Lingkup

Metode pengujian ini meliputi persiapan peralatan dan

petaksanaan pengujian serta perhitungan kuat tekan benda uji beton inti.

#### 1.3. Pengertian

Yang dimaksud dengan:

- 1) Benda uji beton inti ialah benda uji beton berbentuk silinder hasil pengeboran beton pada struktur yang sudah dilaksanakan;
- 2) Kuat tekan beton inti ialah kuat tekan dari benda uji beton inti;
- 3) Bidang aksial dari benda uji beton inti adalah bidang datar bidang yang melintang sumbu;
- 4) Keping adalah pemboran lapisan perata pada permukaan bidang tekan benda uji.

## BAB II PERSYARATAN PENGUJIAN

### Benda Uji

Untuk benda uji tidak boleh kurang dari 3 buah.

### Peralatan

Semua alat yang dipakai harus yang sudah dikalibrasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

### 2.3. Penanggung Jawab

Penanggung jawab pengujian kuat tekan benda uji beton inti disyaratkan harus aktif dalam bidang pengujian beton.

### 2.4. Laporan Hasil Uji

Hasil pengujian harus dinyatakan oleh petugas yang ditunjuk sebagai penanggung jawab pengujian dengan mencantumkan nama, pada laporan dan tanggal penerbitan.

## BAB III KETENTUAN-KETENTUAN

### Peralatan

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

Mesin uji tekan yang digunakan untuk uji kuat tekan beton ini harus memenuhi ketentuan yang berlaku pada uji kuat tekan untuk benda uji silinder beton (SNI 1974-1990-F) tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton;

Jangka sorong, kapasitas sesuai ketetapan yang digunakan untuk pengukuran dimensi benda uji dengan ketelitian pembacaan tidak melebihi 1 mm;

Meja perata, digunakan sebagai alat bantu untuk pemasangan penyimpangan ketegaklurusan permukaan bidang tekan terhadap sumbu benda uji;

Siku besi, panjang sisi sisi-sisi 30 cm yang digunakan sebagai alat bantu untuk pemasangan kejang lina atau penyangkutan bidang tekan terhadap sumbu benda uji;

Minat baja, panjang 30 cm, yang digunakan sebagai alat bantu pada pengukuran penyimpangan kemiringan permukaan bidang tekan;

6) Alat ukur perata, kapasitas sesuai kebutuhan yang digunakan untuk pengukuran penyimpangan kemiringan permukaan bidang tekan benda uji dengan ketelitian pengukuran tidak boleh melebihi 0,1 mm;

7) Tangkapan, 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 keping benda uji beton inti yang harus memenuhi ketentuan yang berlaku pada keping datar benda uji silinder beton (SNI 1974-1990-F) Metode Pengujian Kuat Tekan Beton);

### 3.2. Benda Uji

#### 3.2.1. Benda Uji Sebelum Keping

Ketentuan Benda Uji Beton Inti sebelum keping meliputi :

- 1) Benda uji yang akan digunakan untuk uji kuat tekan harus diambilkan dari beton yang umurnya tidak boleh kurang dari 14 hari;



### 3.7 Penempatan Benda Uji Pada Posisi Uji

Benda uji harus diletakkan dalam posisi tegak pada mesin uji tekan secara sentris, yaitu proyeksi titik tengah bidang tekan benda uji pada meja penekan bagian bawah harus berimpit dengan titik tengah dari meja penekan tersebut.

### 3.8 Kecepatan Pemberian Beban Uji

Pemberian beban uji harus dilakukan bertahap dengan penambahan beban uji yang konstan berkisar antara 0,2 N/mm<sup>2</sup> sampai 0,4 N/mm<sup>2</sup> per detik hingga benda uji hancur.

### 3.9 Kuat Tekan Beton Inti

Kuat tekan benda uji beton inti dihitung sampai dengan ketelitian 0,5 MPa dengan menggunakan rumus :

$$f'c = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \phi^2} \quad (3)$$

di mana :

$f'c$  = kuat tekan dalam MPa

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

$\phi$  = diameter rata-rata benda uji dalam mm, ditentukan menurut rumus (1) Pasal 3.3

$\pi$  = 3.14

Apabila setelah pelaksanaan uji kuat tekan diketahui bahwa diameter agregat kasar  $\geq 0,5\phi$ , maka  $f'c$  untuk benda uji beton inti tersebut dinyatakan batal dan tidak berlaku.

### 3.10 Faktor Pengali $C_0$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_0$  adalah sebagai berikut :

- $C_0$  adalah faktor pengali yang berhubungan dengan arah pengambilan benda uji beton inti pada struktur beton;
- $C_0$  digunakan untuk menghitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi ( $f'cc$ );
- untuk menghitung ( $f'cc$ ) apabila kuat tekan benda uji beton inti adalah  $f'c$  harus dikalikan dengan faktor pengali  $C_0$  seperti yang tercantum dalam Tabel 1 berikut :

TABEL 1  
FAKTOR PENGALI  $C_0$

ARAH PENGAMBILAN BENDA Uji UJI BETON INTI	$C_0$
- Horizontal (tegak lurus pada arah tinggi dari struktur beton)	1
- Vertikal (sejajar dengan arah tinggi dari struktur beton)	0,92

### 3.11 Faktor Pengali $C_1$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_1$  adalah sebagai berikut :

- $C_1$  adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang sesudah diberi lapisan untuk kaping ( $l'$ ) dengan diameter  $\Phi$  dari benda uji;
- $C_1$  digunakan untuk menghitung kuat tekan benda uji beton inti yang dikoreksi ( $f'cc$ );

- Apabila rasio panjang setelah diberi lapisan untuk ( $l'$ ) dengan diameter ( $\Phi$ ) dari benda uji adalah  $1, \leq 2,10$ ,  $C_1$  tidak boleh digunakan untuk menghitung
- Untuk menghitung  $f'cc$  apabila  $l'/\Phi < 1,94$ , maka benda uji beton inti ( $f'c$ ) harus dikalikan dengan pengali  $C_1$  seperti yang tercantum dalam Tabel 2

TABEL 2  
FAKTOR PENGALI  $C_1$

$l'/\Phi$	
1,75	
1,50	
1,25	
1,00	

- Apabila tidak terdapat dalam Tabel 2,  $C_1$  dapat dicari cara interpolasi;
- $C_1$  dalam Tabel 2 berlaku untuk beton normal dengan berat isi antara 1600-1900 kg/m<sup>3</sup>, diuji tekan dalam keadaan kering maupun lembab
- $C_1$  dalam Tabel 2 berlaku untuk beton dengan kuat silinder antara 13,8 - 41,4 MPa.

### 3.12 Faktor Pengali $C_2$

Ketentuan mengenai faktor pengali  $C_2$  adalah berikut :

- $C_2$  adalah faktor pengali karena adanya kandungan besi dalam benda uji beton inti yang letaknya terdapat sumbu benda uji;
- $C_2$  digunakan untuk menghitung kuat tekan benda uji yang dikoreksi ( $f'cc$ );
- Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya terdapat sumbu benda uji hanya satu batang, maka :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \left( \frac{d}{\Phi} \times \frac{h}{l} \right) \dots \dots \dots$$

di mana :

$d$  = diameter batang tulangan (mm)

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

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

$l$  = panjang benda uji sebelum diberi lapisan kaping (mm), ditentukan menurut rumus (2) Pasal 3.

- Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya terdapat sumbu benda uji jumlahnya lebih dari satu maka :

(1) untuk benda uji dengan kandungan dua buah besi, apabila jarak antara dua tulangan  $> d$  terdapat ditentukan menurut rumus (5) berikut :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \frac{\sum (d \times h)}{\Phi \times l} \dots \dots \dots$$

di mana :

$d$  = diameter batang tulangan (mm)

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

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

1 = panjang benda uji sebelum diberi lapisan untuk kaping (mm), ditentukan menurut rumus (2) Pasal 3.4

- (2) untuk benda uji dengan kandungan dua buah tulangan besi, apabila jarak antara dua tulangan < d terbesar  $C_2$  ditentukan menurut rumus (4) Pasal 3.12 butir 3 di mana yang diperhitungkan hanya satu buah tulangan yang memberikan nilai (d x l) terbesar.

### 13. Kuat Tekan Beton Inti yang Dikoreksi

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

$$f_{cc} = C_0 C_1 C_2 f_c \dots \dots \dots (6)$$

di mana :

$f_{cc}$  = kuat tekan beton inti yang dikoreksi dalam MPa

$f_c$  = kuat tekan beton inti yang dihitung menurut rumus (3) Pasal 3.9 dalam MPa

$C_0$  = faktor pengali menurut Pasal 3.10

$C_1$  = faktor pengali menurut Pasal 3.11

$C_2$  = faktor pengali menurut Pasal 3.12

## BAB IV CARA UJI

Pengujian kuat tekan benda uji beton inti dilaksanakan sebagai berikut :

Ambil benda uji beton inti yang akan ditentukan kuat tekannya berikut "laporan pengambilan benda uji beton inti" (SK SNI-M-61-1990-03 Metode Pengambilan Benda Uji Beton Inti);

Pindahkan data benda uji yang ada dari laporan pengambilan benda uji beton inti ke dalam Isian Formulir Pengujian Kuat Tekan Beton Inti;

Periksa apakah ketentuan benda uji menurut Ayat 3.2.1 sudah terpenuhi atau belum. Apabila belum, persiapkan benda uji agar memenuhi ketentuan Ayat 3.2.1.

Ukur diameter dan panjang benda uji menurut Pasal 3.3 dan Pasal 3.4;

Apabila ada, ukur diameter tulangan besi;

Ukur jarak terpendek antara simbul tulangan dengan ujung benda uji;

Timbang benda uji;

Lapisi benda uji dengan lapisan untuk kaping menurut Pasal 3.5;

Setelah kaping, ukur panjang benda uji menurut Pasal 3.4;

Rawat benda uji menurut Pasal 3.6;

Setelah waktu perawatan benda uji berakhir, persiapkan benda uji untuk pengujian ;

Letakkan benda uji pada mesin uji tekan menurut Pasal 3.7;

13) Lakukan mesin uji tekan dengan penambahan beban uji yang konstan menurut Pasal 3.8;

14) Lakukan pembebanan beban uji sampai benda uji luncur;

15) Catat beban uji maksimum;

16) Catat/gambar tipe keretakan dari benda uji;

17) Catat sifat tampak bahan beton dari benda uji;

18) Catat ukuran maksimum agregat;

19) Tentukan apakah diameter benda uji memenuhi ketentuan Pasal 3.9 mengenai ukuran maksimum agregat kasar dalam benda uji;

20) Apabila lulus dari penilaian menurut butir 19 Bab IV, hitung diameter rata-rata benda uji menurut Pasal 3.3;

21) Hitung panjang rata-rata benda uji sebelum kaping menurut Pasal 3.4;

22) Hitung panjang rata-rata benda uji sesudah kaping menurut Pasal 3.4;

23) Hitung berat isi benda uji;

24) Hitung kuat tekan beton inti menurut rumus (3) Pasal 3.9;

25) Tentukan faktor pengali  $C_0$  menurut Pasal 3.10;

26) Tentukan faktor pengali  $C_1$  menurut Pasal 3.11;

27) Apabila ada, tentukan faktor pengali  $C_2$  menurut Pasal 3.12;

28) Hitung kuat tekan beton inti yang dikoreksi menurut rumus (6) Pasal 3.13.

## BAB V LAPORAN UJI

Laporan hasil pengujian untuk setiap benda uji harus memuat :

1) Lokasi bangunan;

2) Lokasi titik pengambilan benda uji pada struktur;

3) Tanggal pengambilan benda uji;

4) Nama pelaksana pengambilan benda uji;

5) Nomor identifikasi benda uji;

6) Cacat-cacat pada benda uji, bila ada;

7) Diameter rata-rata  $\Phi$  benda uji dalam mm;

8) Panjang rata-rata  $l'$  benda uji sesudah di kaping dalam mm;

9) Berat benda uji dalam kg;

10) Berat isi benda uji dalam  $kg/m^3$ ;

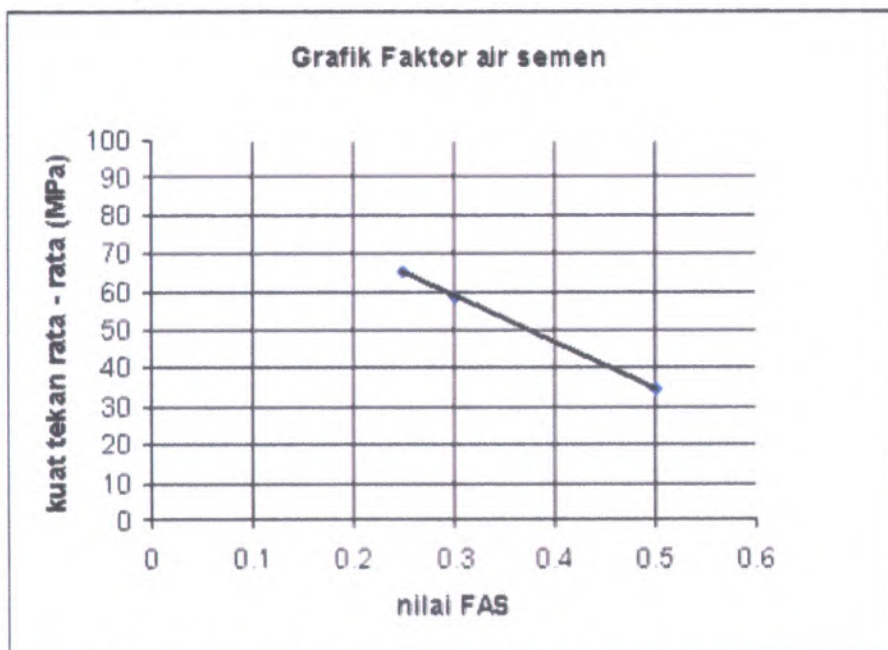
11) Panjang rata-rata  $l$  benda uji sesudah dikaping dalam mm;

12) Diameter tulangan dalam mm, apabila terdapat kandungan tulangan besi dalam benda uji.









Gambar grafik faktor air semen dari hasil percobaan

No	Uraian	Tabel/grafik/Perhitungan	Nilai Tanpa HRWR	Satuan
1)	Berat jenis semen	ditetapkan	3150	kg/m <sup>3</sup>
2)	Berat jenis agregat halus	ditetapkan	2640	kg/m <sup>3</sup>
3)	Berat jenis agregat kasar	ditetapkan	2715	kg/m <sup>3</sup>
4)	Berat jenis air	ditetapkan	1000	kg/m <sup>3</sup>
5)	Berat volume agregat halus	ditetapkan	1605	kg/m <sup>3</sup>
6)	Berat volume agregat kasar	ditetapkan	1585	kg/m <sup>3</sup>
7)	Kuat tekan karakteristik f'c	ditentukan	30	MPa
8)	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai f'cr	$f'cr = f'c + 8.5$ (SNI 2847 pasal 7, tabel 5)	38.5	MPa
9)	Slump	ditentukan (tabel 3.4)	100	mm
10)	Ukuran maksimum agregat	ditetapkan	20	mm
11)	Kadar optimum agregat kasar	Tabel 3.5	0.72 x berat volume 1141.2	kg
12)	Estimasi kadar udara	$(1 - [5] / 2)] \times 100$ Koreksi air pencampur	39 18.88	% kg
13)	Estimasi air campuran	tabel 3.6	181 + 18.88 199.88	kg
14)	w/c + p	grafik FAS	0.52	
15)	Kadar bahan semen	$13) / 14)$	384.385	kg
16)	Volume pasir	$1 - [(11)/3] + 13)/4) + 15)/1)]$	0.26	m <sup>3</sup>
17)	Kadar pasir	$16) \times 2)$	680.49	kg

18) Komposisi dasar campuran

Komposisi				semen (kg)	air (kg / lt)	agregat halus (kg)	agregat kasar (kg)
tiap /m <sup>3</sup>				384.38	199.88	680.49	1141.20
vol. 1 silinder	0.0016	0.002	m <sup>3</sup>				
banyak silinder	15			11.53	6.00	20.41	34.24

No	Uraian	Tabel/grafik/Perhitungan	Nilai	
			Tanpa HRWR	Satuan
1)	Berat jenis semen	ditetapkan	3150	kg/m <sup>3</sup>
2)	Berat jenis agregat halus	ditetapkan	2640	kg/m <sup>3</sup>
3)	Berat jenis agregat kasar	ditetapkan	2715	kg/m <sup>3</sup>
4)	Berat jenis air	ditetapkan	1000	kg/m <sup>3</sup>
5)	Berat volume agregat halus	ditetapkan	1805	kg/m <sup>3</sup>
6)	Berat volume agregat kasar	ditetapkan	1565	kg/m <sup>3</sup>
7)	Kuat tekan karakteristik f'c	ditentukan	40	MPa
8)	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai f'cr	$f'cr = f'c + 10$ (SNI 2847 pasal 7, tabel 5)	50	MPa
9)	Slump	ditentukan (tabel 3.4)	100	mm
10)	Ukuran maksimum agregat	ditetapkan	20	mm
11)	Kadar optimum agregat kasar	Tabel 3.5	0.72 x berat volume	
			1141.2	kg
12)	Estimasi kadar udara	$(1 - [5] / 2)] \times 100$ Koreksi air pencampur	39	%
			18.86	kg
13)	Estimasi air campuran	tabel 3.6	181 + 18.86	
			199.86	kg
14)	w/c + p	grafik FAS	0.45	
15)	Kadar bahan semen	13) / 14)	444.178	kg
16)	Volume pasir	$1 - [(11)/3] + (13)/4 + (15)/1]$	0.24	m <sup>3</sup>
17)	Kadar pasir	16) x 2)	630.36	kg

18) Komposisi dasar campuran

Komposisi	Komposisi			
	semen (kg)	air (kg / l)	agregat halus (kg)	agregat kasar (kg)
tiap m <sup>3</sup>	444.18	199.88	630.36	1141.20
vol. 1 silinder	0.0016	0.002		m <sup>3</sup>
banyak silinder	15	<b>13.33</b>	<b>6.86</b>	<b>18.91</b>
			<b>34.24</b>	





No	Uraian	Tabel/grafik/Perhitungan	Nilai dengan HRVR	Satuan
1)	Berat jenis semen	ditetapkan	3150	kg/m <sup>3</sup>
2)	Berat jenis agregat halus	ditetapkan	2640	kg/m <sup>3</sup>
3)	Berat jenis agregat kasar	ditetapkan	2715	kg/m <sup>3</sup>
4)	Berat jenis air	ditetapkan	1000	kg/m <sup>3</sup>
5)	Berat volume agramat halus	ditetapkan	1605	kg/m <sup>3</sup>
6)	Berat volume agregat kasar	ditetapkan	1585	kg/m <sup>3</sup>
7)	Kuat tekan karakteristik f'c	determined	50	MPa
8)	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai f'cr	f'cr = f'c + 10 (SNI 2647 pasal 7, tabel 5)	60	MPa
9)	Skump	determined (tabel 3.4)	50	mm
10)	Ukuran maksimum agregat	ditetapkan	20	mm
11)	Kadar optimum agregat kasar	Tabel 3.5	0.72x berat volume	
			1141.2	kg
12)	Estimasi kadar udara	$(1 - (5) / 2)) \times 100$	39	%
		Koreksi air pencampur	18.88	kg
13)	Estimasi air campuran	tabel 3.8	170+18.88	kg
			188.88	kg
14)	w/c + p	grafik FAS	0.36	
15)	Kadar bahan semen	$13) / 14)$	497.053	kg
16)	Volume pasir	$1 - ((11)/3) + 13)/4) + 15)/1)$	0.23	m <sup>3</sup>
17)	Kadar pasir	$16) \times 2)$	615.10	kg
18)	fly ash 20%	$20\% \times 15)$	99.411	kg
19)	Kadar semen terkoreksi	$15) - 18)$	397.642	kg
20)	berat jenis fly ash	ditetapkan	2640	kg/m <sup>3</sup>
21)	Volume agregat halus terkoreksi	$1 - ((11)/3) + 13)/4) + 19)/1) + 18)/20)$	0.227	m <sup>3</sup>
22)	Kadar agregat halus terkoreksi	$21) \times 2)$	599.01	kg
23)	Sikament LN	Grafik sikament LN	berat Sp = 1% x berat semen total	
			0.119	

24) Komposisi Campuran

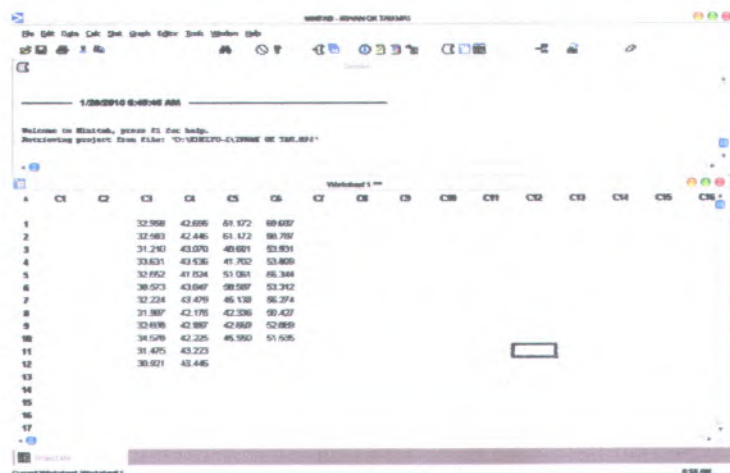
Komposisi				semen (kg)	air (kg / lt)	agregat halus (kg)	agregat kasar (kg)	fly ash(kg)	20%
tiap m3				397.64	188.88	599.01	1141.20	99.411	
vol. 1 silinder	0.0016	0.002	m3						
banyak silinder	15			11.93	5.67	17.97	34.24	2.98	

No	Uraian	Tabel/garis/Perhitungan	Nilai dengan HRWR	Satuan			
1)	Berat jenis semen	dilengkapi	3150	kg/m <sup>3</sup>			
2)	Berat jenis agr.egret halus	dilengkapi	2940	kg/m <sup>3</sup>			
3)	Berat jenis agr.egret kasar	dilengkapi	2715	kg/m <sup>3</sup>			
4)	Berat jenis air	dilengkapi	1000	kg/m <sup>3</sup>			
5)	Berat volume agr.egret halus	dilengkapi	1585	kg/m <sup>3</sup>			
6)	Berat volume agr.egret kasar	dilengkapi	60	MPa			
7)	Kuat tekan karakteristik f'c	dilengkapi	70	MPa			
8)	Kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai f'cr	f'cr = f'c + 10 (SNI 2847 pasal 7.1.2)	50	mm			
9)	Slump	dilengkapi (tabel 3.4)	20	mm			
10)	Ukuran maksimum agr.egret	dilengkapi	0.72 x berat volume	kg			
11)	Kedat optimum agr.egret kasar	Tabel 3.5	144.2	%			
12)	Estimasi kedat udara	$(1 - (5/2)) \times 100$	39	kg			
13)	Estimasi air campuran	Koreksi air pencampur tabel 3.6	18.88 170+18.88 188.88	kg			
14)	w/b + p	tabel 3.7	0.29	kg			
15)	Kedat bahan semen	$1.3 / 1.4$	651.310	m <sup>3</sup>			
16)	Volume pasir	$1 - ((1/3) + (3/4) + (5/7))$	0.18	kg			
17)	Kedat pasir	$(8) \times (2)$	485.82	kg			
18)	fly ash 20%	20% x 15)	130.282	kg			
19)	Kedat semen terkoraksi	$(5) \cdot (18)$	521.048	kg			
20)	Berat jenis fly ash	dilengkapi	2640	kg/m <sup>3</sup>			
21)	Volume agr.egret halus terkoraksi	$1 - ((1/3) + (3/4) + (5/7) + (8/20))$	0.176	m <sup>3</sup>			
22)	Kedat agr.egret halus terkoraksi	$21 \times 2$	484.732	kg			
23)		Gratifikasi silamert LN	berat Sp = 1% x berat semen total 0.156				
24)	Komposisi dasar campuran						
	tiap m <sup>3</sup>	Komposisi	semen (kg) / air (kg) / (B) / agr.egret halus (kg) / agr.egret kasar (kg) / fly ash (kg)	20%			
	Vol. 1 silinder	0.0018	521.05	189.88	485.82	141.20	130.282
	banyak silinder	15	16.83	5.87	14.57	34.24	3.81

Pada pengujian dengan menggunakan program bantu MINITAB, kita dapat menguji hipotesa dengan melihat nilai P (P value). Dimana apabila  $pvalue < level\ confidence$  maka  $H_0$  di *reject* dan sebaliknya apabila  $pvalue > level\ confidence$  maka  $H_0$  di terima. Untuk penggunaan program bantu minitab langkah-langkah pengolahan datanya sebagai berikut :

### 1. Input data

Pada tahapan ini, kita memasukkan data yang diperoleh setelah dikalikan faktor pengali  $C_1$  lihat gambar 1 tampilan minitab dibawah ini.

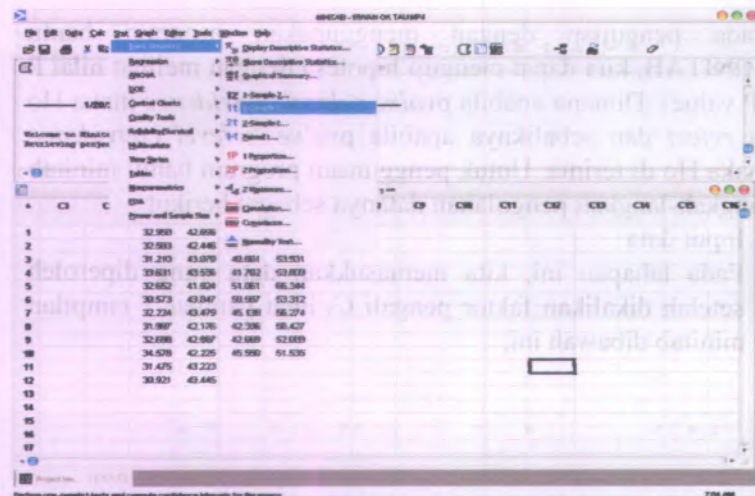


Gambar 1. Input data

### 2. Memilih analisa statistik yang digunakan

Pada tahapan ini digunakan pengujian statistik one-t-test sampel yang terdapat pada menu basic-statistik. Lihat gambar 2 berikut.

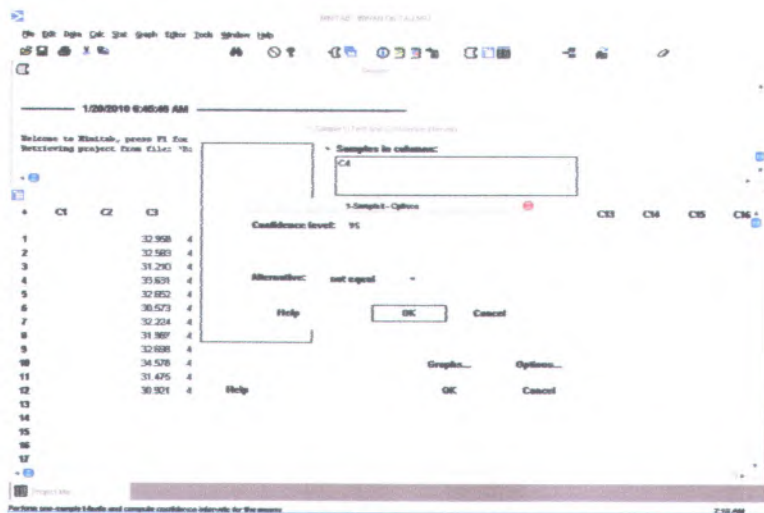




Gambar 2. Memilih pengujian statistik

### 3. Memilih data yang akan dianalisa

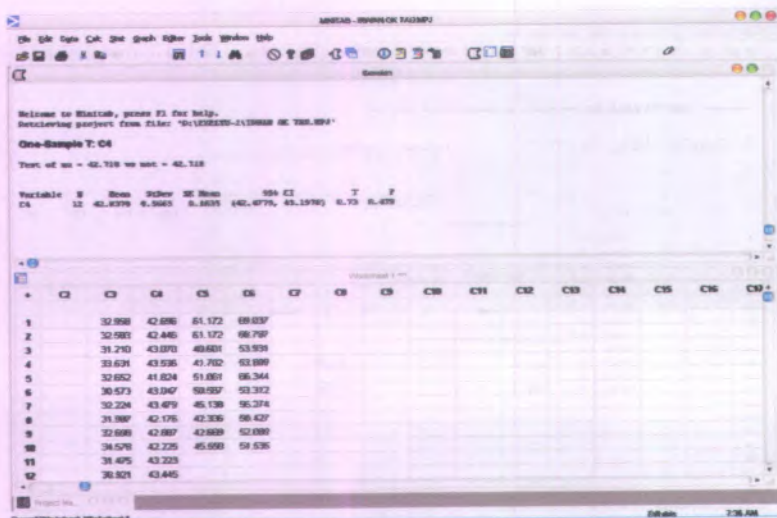
Pada tahapan ini, kita memilih data yang akan diuji statistik kemudian memasukkan nilai yang diklaim pada kolom test-mean. Kemudian klik option sehingga keluar tampilan untuk memasukkan *confidence level* yang diinginkan serta pengujian dua arah ataupun satu arah pada pemilihan *alternative*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Memilih dan menganalisa data

#### 4. Output hasil

Dari output hasil inilah kita menyimpulkan hasil statistik yang telah diujikan pada data sehingga hipotesis kita terima atau ditolak. Untuk memastikan diterima atau ditolak lihat nilai P yang ada dari output hasil, jika nilai  $P > (100 - \text{confidence level} (\%))$  maka hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima sebaliknya jika nilai  $P < (100 - \text{confidence level} (\%))$  maka hipotesis nol ( $H_0$ ) kita tolak dan memilih hipotesis alternatif ( $H_a$ ). Untuk output hasil dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Output hasil

### One-Sample T: fc 30

Test of mu = 32.229 vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.5585, 33.0231)	0.19	0.856

### One-Sample T: fc 30

Test of mu = 32.229 vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.6933, 32.8883)	0.19	0.856

### One-Sample T: fc 30

Test of mu = 32.229 vs not = 32.229

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C3	12	32.2908	1.1525	0.3327	(31.8372, 32.7445)	0.19	0.856



### One-Sample T: P c 40

Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.4779, 43.1978)	0.73	0.479

### One-Sample T: P c 40

Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.5441, 43.1315)	0.73	0.479

### One-Sample T: P c 40

Test of  $\mu = 42.718$  vs not = 42.718

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C4	12	42.8378	0.5665	0.1635	(42.6148, 43.0608)	0.73	0.479

### One-Sample T: fc 50

Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(42.7000, 53.6976)	-1.89	0.092

### One-Sample T: fc 50

Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(43.7429, 52.6547)	-1.89	0.092

### One-Sample T: fc 50

Test of  $\mu = 52.781$  vs not = 52.781

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C5	10	48.1988	7.6867	2.4308	(44.8370, 51.5606)	-1.89	0.09

### One-Sample T: P c 60

Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(52.2280, 62.8810)	-2.52	0.033

### One-Sample T: P c 60

Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(53.2382, 61.8708)	-2.52	0.033

### One-Sample T: P c 60

Test of  $\mu = 63.482$  vs not = 63.482

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	80% CI	T	P
C6	10	57.5545	7.4459	2.3546	(54.2980, 60.8110)	-2.52	0.033



## BIODATA PENULIS






Penulis dilahirkan di Jayapura, 19 Oktober 1987, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal yaitu di TK Kartika VIII-I Jayapura, SD Kartika VIII-I Jayapura, SLTPN 1 Jayapura dan SMUN 2 Jayapura. Setelah lulus dari SMUN 2 Jayapura, penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2005 melalui jalur

PMDK-Reguler dan terdaftar dengan NRP. 3105 100 068.

Di jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Struktur. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan pelatihan dan seminar. Selain itu, Penulis juga sempat aktif sebagai Panitia Pengkaderan Mahasiswa baru dan beberapa kepanitiaan kegiatan Mahasiswa lainnya. Penulis juga tergabung dalam tim tennis lapangan FTSP-ITS serta staf pelatih UKM tennis lapangan ITS.

AK/TA-04

A BIMBING	: Dr. Techn. Pujo Aji, ST. MT
A ASISWA	: IRWANTO
	: 3105 100 068
JL TUGAS IR	: Pengaruh Rasio Panjang dan Diameter Silinder Terhadap Kekuatan Beton Mutu Tinggi
GGAL POSAL	: 4 Februari 2009
SP-MMTA	: 316/12.3.2/PP/2009

TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
	REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
7/04/09	- Benda uji di pakai ukuran silinder $10 \times 20 = 60$ benda uji $f'_c = 30, 40, 50, 60$ $\frac{L}{D} = 2, 1,75, 1,5, 1,25$		
9/04/09	- Untuk diameter $15 \times 30$ tidak digunakan karena mengarah pada kasus core-drill yang biasanya menggunakan diameter $10 \times 20$		
18/05/09	- Proses pembuatan benda uji - untuk tinggi benda uji yang disesuaikan dengan variasi tinggi apabila akan dipotong harus dilihat pada peraturan ASTM		

WA

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Techn. Pujo Aji .ST, MT
NAMA MAHASISWA	: IRWANTO
NOMOR NRP	: 3105 100 068
JUDUL TUGAS AKHIR	: Pengaruh Rasio Panjang dan Diameter Silinder Terhadap Kekuatan Beton Mutu Tinggi
TANGGAL PROPOSAL	: 4 Februari 2009
NOMOR D.SP-MMTA	: 316/12.3.2 /PP/2009

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	8/06/09	- Analisa hasil dari data benda uji.	-	f
2.	11/06/09	- Periksa kembali fcr berdasarkan SNI 2847 - Grafik FAS		f
3.	3/07/09	- Buat grafik hasil pengujian benda uji sebelum dan sesudah dikalikan faktor pengali $C_1$		f
4.	7/08/09	- Perbaikan grafik, menggambar garis kontrol berdasarkan nilai kuat tekan untuk $L/D = 2$		f
5.	10/08/09	- Faktor 2 perubahan kuat tekan		f



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Techn. Pujo Aji . ST, MT
NAMA MAHASISWA	: IRWANTO
NRP	: 3105 100 068
JUDUL TUGAS AKHIR	: Pengaruh Rasio Panjang dan Diameter Silinder Terhadap Kekuatan Beton Mutu Tinggi
TANGGAL PROPOSAL	: 4 Februari 2009
NO. SP-MMTA	: 316/12.3.2/PP/2009

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
9.	9/09/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cari faktor perubahan bentuk</li> <li>- Coba analisa statistik dari hasil kuat tekan rata-rata yang telah didapatkan</li> </ul>		↓

PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
**LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



ITS  
 Institut  
 Teknologi  
 Sepuluh Nopember  
 A-04

NING	: Ir. Kurdian Suprpto, M.S.
SWA	: IRWANTO
	: 3105 100 068
UGAS	: Pengaruh Rasio Panjang dan Diameter Silinder Terhadap Kekuatan Beton Mutu Tinggi
AL GAL	: 4 Februari 2009
MMTA	: 316/I2.3.2/PP/2009

HANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
	REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
03/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Benda uji di tambah untuk ukuran standar 15 x 30 , karena pada hasil core drill akan dibawa kebeadaban standar (masih dipertimbangkan)</li> <li>- Variasi <math>\frac{1}{2}</math> diusahakan digunakan juga untuk silinder 15 x 30 , sebagai parameter pembandingan dengan jumlah yang minimal (masih dipertimbangkan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pengecoran benda uji trial untuk silinder :  <math>15 \times 30 = 2</math>  <math>10 \times 20 = 2</math>                      dengan <math>f'c = 30</math> Mpa</li> </ul>	<u>IR</u>
05/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Proses pembuatan benda uji untuk tinggi benda uji yang disesuaikan dengan variasi tinggi apabila akan dipotong harap dilihat pada peraturan ASTM.</li> </ul>		<u>IR</u>
06/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktor-faktor perubahan kuat tekan</li> <li>- Analisa data</li> </ul>		<u>IR</u>
12/09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstrak ditambah penjelasan mengenai faktor pengali <math>C_1</math></li> </ul>		<u>IR</u>

11/1