



# HUBUNGAN FAKTOR AIR SEMEN PADA LAMA WAKTU PENGADUKAN DENGAN KUAT TEKAN MUTU BETON K-300 (PENELITIAN)

## SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Di Universitas Medan Area*

Oleh :

MUHAMMAD BAGINDA SEMBIRING

09.811.0033



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)9/1/24

# HUBUNGAN FAKTOR AIR SEMEN PADA LAMA WAKTU PENGADUKAN DENGAN KUAT TEKAN MUTU BETON K-300 (PENELITIAN)

## SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Di Universitas Medan Area*

Oleh :

**MUHAMMAD BAGINDA SEMBIRING**

09.811.0033

Disetujui :

Pembimbing I

9/9

(Ir. H. Zainal Arifin, MSc)

Pembimbing II

(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui :

Dekan

(Ir. Hj. Haniza, MT)  
Tanggal Lulus :

Ka. Program Studi Teknik Sipil

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat kesehatan sehingga penulis menyelesaikan penyusunan skripsi ini tepat pada waktunya dengan judul **“HUBUNGAN FAKTOR AIR SEMEN PADA LAMA WAKTU PENGADUKAN DENGAN KUAT TEKAN MUTU BETON K-300”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam rangka perolehan gelar sarjana Teknik dari Fakultas Jurusan Sipil Universitas Medan Area. Dalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan penulis, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis bersedia menerima saran serta kritik yang konstruktif sebagai sumbangan pikiran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Selama penyelesaian skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan moril maupun material dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Prof. DR. H.A.Ya'kub Matondang MA, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Ir. Hj.Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. H. Zainal Arifin, MSc, selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Nurmaidah, MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan petunjuk dan arahan selama penulis menyelesaikan skripsi ini.



5. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area
6. Seluruh staff pengajar dan karyawan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Terimakasih kepada PT KRATON atas bahan baku material penelitian
8. Terimakasih kepada Muhammad Reza selaku Asisten Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara yang telah membantu penulis melakukan penelitian.
9. Ucapan terima kasih ananda yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tuaku Jasa Sembiring dan Mardiah br Sitepu yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
10. Terimakasih kepada adik-adikku Riska Febriani br Sembiring dukungannya.
11. Terimakasih kepada Bapak Malkan Hasibuan SH dan Ibu Tirajana Siregar yang banyak arahan, masukan dan nasehat kepada penulis.
12. Terimakasih kepada abangda dan kakanda M.Ansari Akbar,ST , Siti Namora Hajibah Hasibuan, ST beserta keluarga yang banyak memberikan masukan,arahan,dan bantuan sepenuhnya kepada penulis.
13. Terimakasih kepada teman dekatku Rini Ayu Dara Kusuma br Bangun telah banyak memberikan dukungan kepada penulis.
14. Terimakasih kepada teman-temanku tC2 (Technic Creative community), Panji, Rengga, Osprin, Irfan, Kodri, Abdul, Irwan, Rozi, Zulpan, Ermi , Handa,febri ,rahmat ,ramadan,dll.

15. Terimakasih kepada teman-temanku IMKA UMA ( Ikatan Mahasiswa Karo)

16. Teman-teman seperjuangan stambuk 09 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan kerja praktek ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca skripsi ini, terutama didunia pendidikan dalam bidang Teknik Sipil.

Medan,22 Mei 2014

M.Baginda sembiring  
09 811 0033

## ABSTRAK

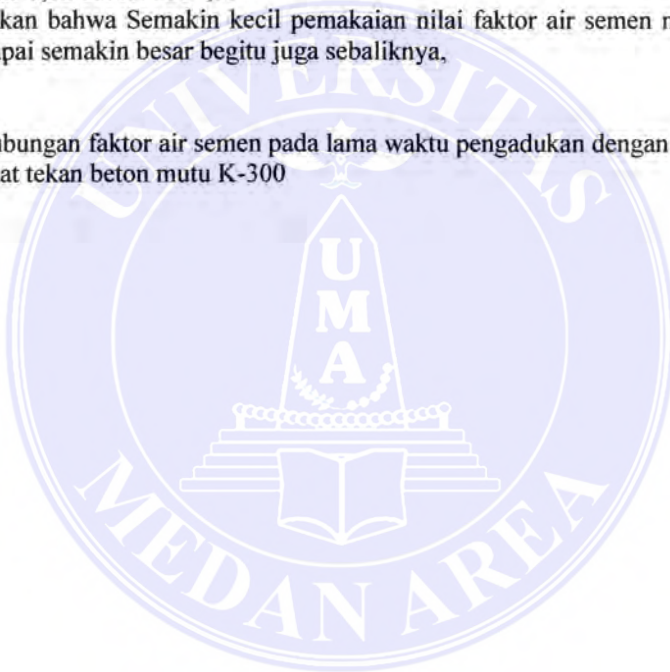
Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah meningkatkan pematatannya, yaitu meminimumkan pori atau rongga yang terbentuk di dalam beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kuat tekan beton K-300 dan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh hubungan faktor air semen dan lama waktu pengadukan . Komposisi FAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,52, 0,55, 0,57, 0,60 untuk semua variasi waktu adukan 1 menit 5 menit,

Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus, mutu beton yang direncanakan 65MPa yang diuji pada umur 28 hari dengan terlebih dahulu dilakukan perawatan sebelum pengujian. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji kubus untuk uji tekan (diameter 150 mm dan tinggi 150 mm ) sebanyak 100 sampel dan terdiri dari 5 variasi dan masing-masing variasi sebanyak 20 sampel. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan beton yang tertinggi terdapat pada waktu adukan 5 menit dengan Fas 0,52 sebesar 331,55

Dapat disimpulkan bahwa Semakin kecil pemakaian nilai faktor air semen maka kekuatan tekan beton yang dicapai semakin besar begitu juga sebaliknya,

Kata kunci : Hubungan faktor air semen pada lama waktu pengadukan dengan kuat tekan beton mutu K-300





## ABSTRACT

Various studies and experiments in the field of concrete is done in an effort to improve the quality of concrete , material technology and implementation techniques derived from the results of research and experiments intended to answer the ever-increasing demands on the use of concrete as well as overcoming the constraints that often occurs in the execution of work in the field . One way to improve the strength of concrete is improving compacting , which minimizes pores or cavities formed in the concrete . The purpose of this study is to obtain the compressive strength of concrete K - 300 and to determine the extent of the influence of water-cement ratio relationship and long time stirring . FAS composition used in this study was 0.52 , 0.55 , 0.57 , 0.60 for all variations aduakantime 1 minute 5 minutes , Specimens used were cuboid , the quality of the planned 65MPa concrete tested at 28 days with prior treatment performed prior to testing This study examined the concrete cube specimen for compression test ( diameter 150 mm and height 150 mm ) , and consists of 100 samples of 5 variations and each variation of 20 samples . The research result shows that the highest compressive strength of concrete mortar four din time 5 minutes with Fas 0.52 at 331.55 The smaller it can be concluded that the use of the value of the water-cement ratio concrete compressive strength achieved greater and vice versa ,

Keywords: water-cement ratio relationship in a long time stirring with compressive strength of concrete K-300



## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Abstrak .....	iv
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Lampiran .....	xiv

### BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.3 Permulusan Masalah.....	4
I.4 Batasan Masalah .....	4
I.5 Metodologi Penelitian .....	5
1.6 Kerangka Penulisan .....	6

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton.....	7
2.2 Sifat-Sifat Beton .....	7
2.2.1 Beton Segar.....	8
2.2.2 Sifat-Sifat Beton Keras .....	11
2.3. Material Beton .....	13
2.3.1 Semen Portland .....	14
2.3.2 Air .....	18
2.3.3 Agregat.....	19
2.3.4 Slump .....	33
2.3.5 Faktor Air Semen.....	34
2.3.6 pengadukan (percampuran).....	35



### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	38
3.2 Jenis Dan Sumber Data.....	38
3.2.1 Data Primer.....	38
3.2.2 Data Sekunder .....	38
3.3. Teknik Pengumpulan Data .....	39
3.4 Bahan-Bahan Penelitian .....	40
3.5 Teknik Pengolahan Data.....	41
3.5.1 Pengujian Agregat Kasar .....	41
3.5.2 Pengujian Agregat Halus .....	49
3.5.3 Pengujian Beton Segar.....	58
3.5.4 Pengujian Beton Keras.....	61
3.5.5 Rancangan Campuran Beton(Mix Design).....	63
3.5.6 Langkah-Langkah Penelitian .....	78

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

4.1 Pengujian Agregat .....	79
4.1.1 Pengujian Agregat Halus .....	79
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar .....	83
4.2 Mix Design .....	87
4.3 Pengujian Beton Segar.....	91
4.3.1 Pengujian Nilai Slump .....	91
4.4. Pengujian Beton Keras .....	95
4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari .....	95

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	112
5.2 Saran .....	113

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur.....	25
Tabel 2.2 Syarat mutu kekuatan agregat sesuai (SII.0052-80) .....	26
Tabel 2.3 Persyaratan batu alam untuk batu pecah dan agregat beton (SII-007975) .....	26
Tabel 2.4 Batas gradasi agregat halus (BS 882 : 1973) dan berdasarkan ASTM C33 : 78 .....	27
Tabel 2.5 Batas gradasi agregat kasar menurut BS .....	28
Tabel 2.6 Berbagai variasi faktor air semen yang di uji.....	36
Tabel 2.7 Berbagai variasi waktu adukan yang di uji .....	37
Tabel 3.1 Faktor perkalian deviasi standar.....	64
Tabel 3.2 Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu Pekerjaan di lapangan.....	64
Tabel 3.3 Perkiraan kekuatan tekan (MPA) beton dengan faktor air semen Dan agregat kasar yang biasa di pakai di Indonesia.....	65
Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum Untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.....	69
Tabel 3.5 Penetapan nilai slump .....	70
Tabel 4.1 Data hasil uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus .....	79
Tabel 4.2 Data hasil perhitungan uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.....	80
Tabel 4.3 Data hasil uji dan perhitungan berat lepas agregat halus .....	80
Tabel 4.4 Data hasil uji dan perhitungan berat isi padat agregat halus .....	81
Tabel 4.5 Data hasil uji analisa ayak agregat halus.....	81
Tabel 4.6 Data hasil uji kadar lumpur agregat halus.....	82



Tabel 4.7 Data hasil uji kadar air agregat halus .....	83
Tabel 4.8 Data hasil uji organik impuritis agregat halus.....	83
Tabel 4.9 Data hasil uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar .....	84
Tabel 4.10 Data hasil perhitungan uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.....	84
Tabel 4.11 Data hasil uji dan perhitungan berat isi lepas agregat kasar .....	85
Tabel 4.12 Data hasil uji dan perhitungan berat isi padat agregat kasar .....	85
Tabel 4.13 Data hasil uji analisa ayak agregat kasar.....	86
Tabel 4.14 Data hasil uji kadar lumpur agregat kasar.....	87
Tabel 4.15 Data hasil uji kadar air agregat kasar .....	87
Tabel 4.16 Data hasil uji dan perhitungan kekerasan agregat kasar .....	88
Tabel 4.17 Data hasil uji slump beton dengan nilai Fas 0,52,0,55,0,57,0,60.....	92
Tabel 4.18 Data hasil uji kuat tekan beton dengan nilai Fas 0,52.....	96
Tabel 4.19 Data hasil uji kuat tekan beton rata-rata dengan adukan 1 - 5 menit Fas 0,52 .....	98
Tabel 4.20 Data hasil uji kuat tekan beton dengan nilai Fas 0,55.....	99
Tabel 4.21 Data hasil kuat tekan beton rata-rata dengan adukan 1 – 5 menit Fas 0.55 .....	100
Tabel 4.22 Data hasil kuat tekan beton dengan nilai fas 0.57 .....	103
Tabel 4.23 Data hasil uji kuat tekan beton rata-rata dengan adukan 1 – 5 menit Fas 0.57 .....	105
Tabel 4.24 Data hasil kuat tekan beton dengan nilai fas 0.60 .....	107
Table 4.25 Data hasil uji kuat tekan beton rata-rata dengan adukan 1 – 5 menit Fas 0.60 .....	109

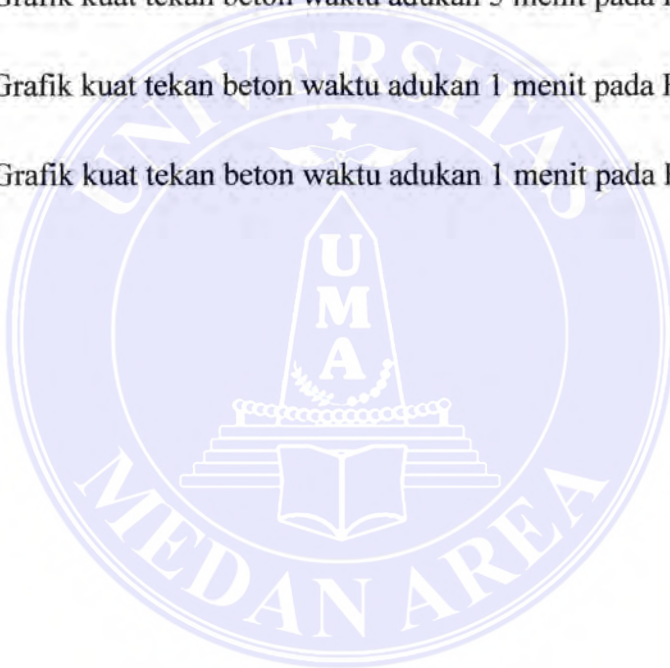


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alur Penulisan .....	6
Gambar 2.1 Keadaan Air Dalam Butiran Agregat .....	30
Gambar 3.1 Grafik Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen Benda uji berbentuk silinder .....	67
Gambar 3.2 Grafik Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen Benda uji berbentuk kubus .....	68
Gambar 3.3 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 10 mm.....	73
Gambar 3.4 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 20 mm.....	73
Gambar 3.5 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 40 mm.....	74
Gambar 3.6 Grafik perkiraan berat isi beton basah.....	75
Gambar 3.7 Langkah-langkah penelitian .....	78
Gambar 4.1 Grafik analisa ayakat agregat halus.....	81
Gambar 4.2 Grafik analisa ayakat agregat kasar.....	85
Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai slump pada FAS 0,52 .....	92
Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai slump pada FAS 0,55 .....	93
Gambar 4.5 Grafik perbandingan nilai slump pada FAS 0,57 .....	93
Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai slump pada FAS 0,60 .....	94
Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai rata-rata slump pada adukan 1-5 menit ...	94
Gambar 4.8 Grafik perbandingan nilai rata-rata slump pada variasi FAS .....	95

Gambar 4.9 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.52 .....	97
Gambar 5.0 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.52 .....	97
Gambar 5.1 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 2 menit pada FAS 0.52 .....	97
Gambar 5.2 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 3 menit pada FAS 0.52 .....	98
Gambar 5.3 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 4 menit pada FAS 0.52 .....	98
Gambar 5.4 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 5 menit pada FAS 0.52 .....	99
Gambar 5.5 Grafik kuat tekan rata-rata beton waktu adukan 1-5 menit pada FAS 0.55 .....	101
Gambar 5.6 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.55 .....	101
Gambar 5.7 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 2 menit pada FAS 0.55 .....	101
Gambar 5.8 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 3 menit pada FAS 0.55 .....	102
Gambar 5.9 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 4 menit pada FAS 0.55 .....	102
Gambar 6.0 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 5 menit pada FAS 0.55 .....	102
Gambar 6.1 Grafik kuat tekan rata-rata beton waktu adukan 1-5 menit pada FAS 0.55 .....	103
Gambar 6.2 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.57 .....	105
Gambar 6.3 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 2 menit pada FAS 0.57 .....	105
Gambar 6.4 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 3 menit pada FAS 0.57 .....	105
Gambar 6.5 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 4 menit pada FAS 0.57 .....	106
Gambar 6.6 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 5 menit pada FAS 0.57 .....	106

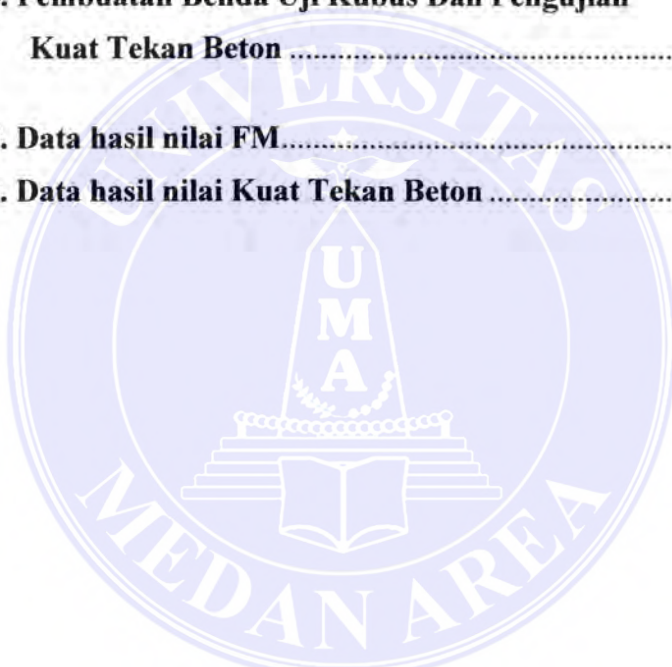
Gambar 6.7 Grafik kuat tekan rata-rata beton waktu adukan 1-5 menit pada FAS 0.60.....	108
Gambar 6.8 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.60 .....	108
Gambar 6.9 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 2 menit pada FAS 0.60 .....	108
Gambar 6.9 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 3 menit pada FAS 0.60 .....	108
Gambar 7.0 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 4 menit pada FAS 0.60 .....	109
Gambar 7.1 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 5 menit pada FAS 0.60 .....	109
Gambar 7.2 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.55 .....	110
Gambar 7.3 Grafik kuat tekan beton waktu adukan 1 menit pada FAS 0.55 .....	110





## DAFTAR LAMPIRAN

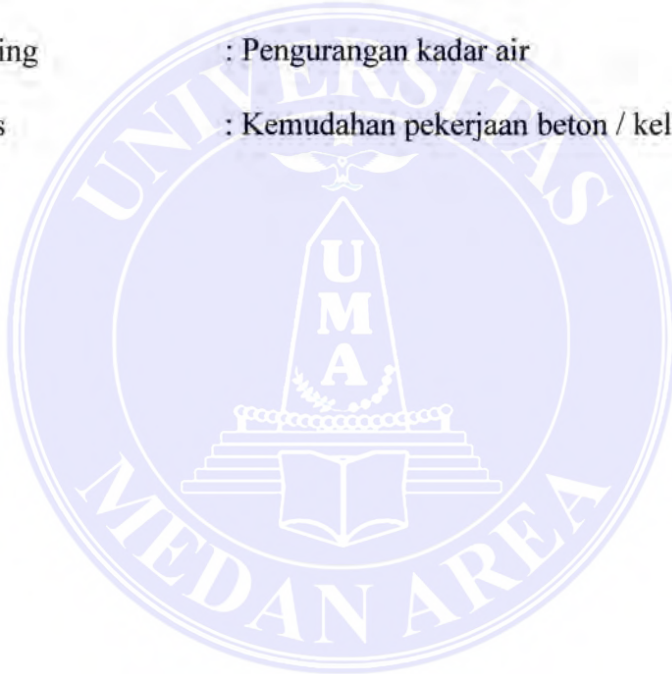
<b>Lampiran 1. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar Dan Agregat Halus .....</b>	<b>115</b>
<b>Lampiran 2. Pengujian Berat Isi Lepas Dan Berat Isi Padat Agregat Kasar Dan Agregat Halus .....</b>	<b>116</b>
<b>Lampiran 3. Pengujian Analisa Ayak, Kadar Air, Kadar Lumpur, Organic Impurities Agregat Kasar Dan Agregat Halus.....</b>	<b>117</b>
<b>Lampiran 4. Pembuatan Benda Uji Kubus Dan Pengujian Kuat Tekan Beton .....</b>	<b>118</b>
<b>Lampiran 5. Data hasil nilai FM.....</b>	<b>119</b>
<b>Lampiran 6. Data hasil nilai Kuat Tekan Beton .....</b>	<b>121</b>



## DAFTAR NOTASI

Absorpsi	: Penyerapan air
Accelerating Admixture	: Bahan tambah yang berfungsi mempercepat pengerasan beton.
Admixture	: Zat penambah, bahan tambah, campuran.
Beton normal	: Beton standar yang menjadi acuan
Beton variasi	: Beton normal yang sudah diberi variasi bahan tambah
Durability	: Bersifat tahan lama
f.a.s	: Perbandingan antara berat air dengan berat semen Suatu adukan beton
$f_c$	: Kuat tekan beton
$f_{ct}$	: Kuat tarik belah beton
Final setting	: Waktu ikat akhir
Finenes	: Tingkat kehalusan
Gradasi	: Susunan butiran
Hidrasi	: Persenyawaan kimia dalam air
Hydraulic binder	: Pengikat hidrolis
Initial setting	: Waktu ikat awal
Plasticizer	: Bahan tamabah yang membuat adukan beton menjadi cair/plastis
Porosity	: Sifat pori, berlubang-lubang
Quaary	: Tempat pengambilan material

Retarder	: Bahan tambah penghambat pengikatan beton
Setting time	: Waktu ikat
Segregasi	: Kecenderungan air campuran untuk naik ke atas (memisahkan diri) pada beton segar yang baru saja dipadatkan
Superplasticizers	: Tingkatan yang lebih baik dari plasticizer
Slump	: Penurunan adukan beton terhadap tinggi kerucut Abrams
Water reducing	: Pengurangan kadar air
Workabilitas	: Kemudahan pekerjaan beton / kelacakan





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan beton dan beton bertulang sebagai bahan konstruksi bangunan dewasa ini, tidak terlepas dari sifat beton yang banyak menguntungkan, terutama karena kekuatan beton yang dapat diandalkan, serta konstruksi tersebut dapat dibuat sesuai dengan keinginan perencana. Dengan berkembang pesatnya teknologi beton pada akhir-akhir ini maka beton merupakan material konstruksi yang sangat bersaing terutama untuk struktur pada bangunan gedung bertingkat, jalan dan jembatan, dermaga serta bangunan bendung dan irigasi. Dalam hal proses pembuatan adukan atau campuran beton sangat diperlukan perhatian pengendalian mutu beton.

Sebenarnya kekuatan beton bertulang tergantung dari beberapa aspek, salah satu diantaranya adalah nilai faktor air semen yang dipakai dalam adukan beton itu sendiri. Untuk mencapai adukan beton yang memenuhi syarat, maka adukan beton yang menggunakan nilai faktor air semen yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya adonan beton yang menggunakan faktor air semen kecil, akan lebih banyak membutuhkan pasta semen. Dengan demikian jelas, bahwa nilai faktor air semen dalam suatu adukan beton erat sekali kaitannya dengan jumlah semen yang diperlukan dalam adukan beton tersebut, selanjutnya akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Sehingga pengertian beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai sifat mekanis, fisik dan sifat kimia yang diharapkan. Dengan kata lain beton yang mempunyai kekuatan yang tinggi

keawetan kedap air dan mudah dikerjakan tanpa mengalami nilai susut yang dapat diterima.

Faktor air semen adalah suatu angka perbandingan air terhadap berat semen yang ada dalam campuran. Dalam menentukan faktor air semen ini, berguna untuk menentukan jumlah semen yang dibutuhkan. Faktor air semen juga berhubungan dengan kuat tekan beton sesuai pendapat yang dikemukakan oleh L.J, Murdock dan K.M, Brook (1986), Pada bahan beton dalam keadaan pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai menentukan kuat tekan beton, selama campuran cukup plastis dan mudah dikerjakan.

Air merupakan salah satu bahan penting dalam pembuatan beton. Air dapat menentukan mutu campuran beton. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih tidak mengandung minyak, asam, garam, zat-zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan baja tulangan sehingga berpengaruh buruk terhadap mutu dan sifat beton. Selain berpengaruh pada kekuatan beton jumlah air juga mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton dilapangan. Air yang banyak akan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton tetapi menyebabkan berkurangnya kekuatan beton semakin besar faktor air semen, semakin rendah kekuatan beton yang terjadi. Akan tetapi karena kesulitan pemadatan, maka dibawah nilai faktor air semen tertentu, yaitu sekitar 0,40 kekuatan tekan beton akan lebih rendah, Kardiyono (1990), menetapkan, Nilai Faktor Air Semen Optimum tidak melebihi 0,40.



Aggregat halus harus terdiri dari butiran butiran yang tajam dan keras. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% ( ditentukan terhadap berat kering) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis yang harus dibuktikan dengan percobaan oleh Abrams-Harder ( dengan larutan Na OH ). Agregat halus adalah semua agregat yang butirannya lolos ayakan 4.8 mm. Berdasarkan ASTM C 3-86 agregat halus mempunyai susunan butir dalam batas-batas tertentu sesuai yang disaratkan. Agregat Kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu (*Split*). Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering).

## 1.2 Tujuan dan manfaat penelitian

### A. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu pengadukan terhadap kuat tekan beton K-300. hal ini terlihat dari variasi kekuatan yang tercapai pada masing-masing waktu pengadukan.
2. Mengetahui waktu pengadukan yang terbaik pada umur uji 28 hari

### B. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis yaitu untuk mengembangkan teknologi bahan bangunan beton K-300 berbasis pencampuran air semen dan lama waktu pengadukan dengan kuat tekan beton mutu tinggi, untuk menghasilkan beton yang memiliki mutu yang tinggi perlu di pencampuran air semen dan lama



dan lama pengadukan dengan kuat tekan beton mutu tinggi yang sesuai dengan ketentuan ASTM (America Society For Testing Materials)

### 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas. Maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan di teliti adalah hubungan faktor air semen dan lama waktu pengadukan dengan kuat tekan beton K-300 :

1. Bagaimana hubungan faktor air semen dan yang di gunakan terhadap kuat tekan beton K-300
2. Bagaimana pengaruh lama pengadukan untuk mendapatkan kuat tekan beton K-300

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi cakupan/ruang lingkungnya agar tidak terlalu luas. Pembatasan masalah meliputi :

1. Mutu beton yang direncanakan adalah K-300.
2. Pasir dan kerikil yang digunakan sebagai agregat adalah pasir dan kerikil yang berasal dari Deli serdang
3. Variasi faktor air semen yang di gunakan hanya 0,52, 0,55, 0,57, 0,60,
4. Lama waktu pengadukan yang di uji hanya 1 – 5 menit
5. Air yang digunakan adalah air bersih yang berada di laboratrium Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area
6. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan diameter 15 cm dan tinggi 15 cm pada masing-masing variasi beton.
7. Pemeriksaan *slump* (*slump test*) dilakukan setiap adukan beton untuk mengetahui kelecakan (*workability*)

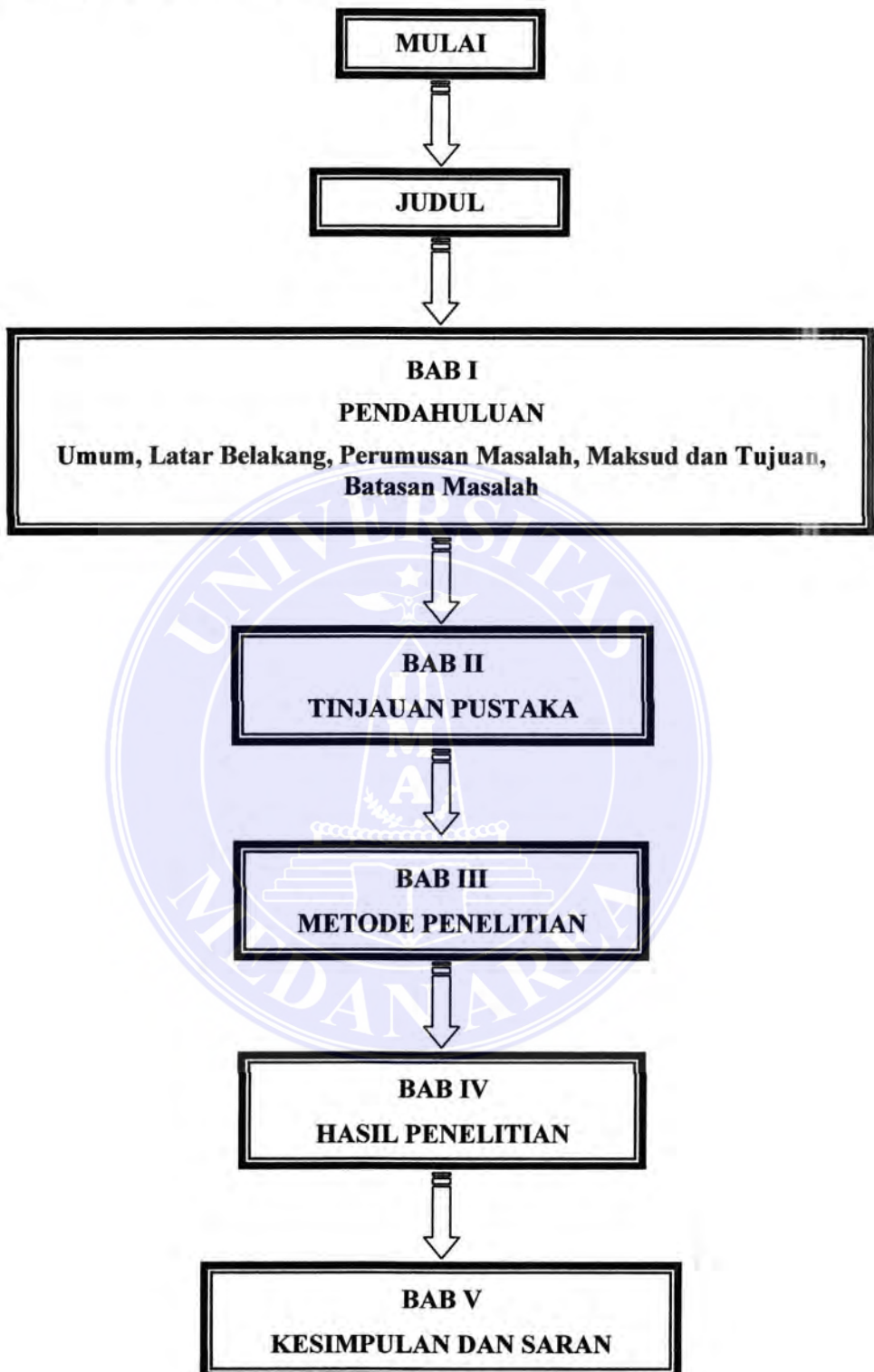
## 1.5 Metodologi Penelitian

Berdasarkan sumbernya, data penelitian dapat dikelompokkan dalam dua jenis yaitu data primer dan data sekunder.

- a. *Data primer* adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya. Data primer disebut juga sebagai data asli atau data baru yang memiliki sifat membarui. Untuk mendapatkan data primer, peneliti harus mengumpulkannya secara langsung. Teknik yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain observasi, wawancara, diskusi terfokus dan penyebaran kuesioner.
- b. *Data Sekunder* adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti Biro Pusat Statistik (BPS), buku, laporan, jurnal, dan lain-lain.

Pemahaman terhadap kedua jenis data di atas diperlukan sebagai landasan dalam menentukan teknik serta langkah-langkah pengumpulan data penelitian.

## 1.6 Kerangka Penulisan



Gambar Diagram kerangka berpenulisan



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Beton

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (krikil, batu, pecah) dan agregat halus (pasir). Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton. Umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah  $\pm 70\%$ - $75\%$  dari seluruh beton.

Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor dari nilai banding campuran dan mutu bahan, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding kuat tariknya, dan merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara  $9\%$ - $15\%$  dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik (Dipohusodo, 1994).

#### 2.2 Sifat – sifat beton

Sifat-sifat beton ini dapat dibagi dua, yaitu ketika beton masih dalam keadaan plastis (beton segar) dan ketika beton telah mengeras (beton keras).

### 2.2.1 Sifat – sifat beton segar

Beton segar merupakan suatu campuran antara air, semen, agregat dan bahan pembantu jika diperlukan. Setelah selesai dilakukan pengadukan, usaha-usaha seperti pengangkutan, pengecoran, pemadatan dan penyelesaian akhir, semuanya itu dapat mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pada taraf- taraf pengolahan yang berbeda-beda itu, sangat penting bahwa bahan-bahan campuran beton tetap terbagi secara merata dalam seluruh adukan itu dipadatkan dengan baik. Bilamana salah satu dari cara-cara pengolahan tersebut tidak dilaksanakan dengan memuaskan, maka sifat-sifat beton yang telah mengeras seperti kekuatan tekannya serta keawetannya dapat dipengaruhi secara negatif.

#### a. Kemampuan dikerjakan (Workability)

Maksud *workability* disini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan beton untuk diaduk, diangkut, dituang / dicetak dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Tiga karakteristik utama dari sifat pengerjaan beton adalah : kekentalannya, kemudahan mengalirnya (bergeraknya) dan kemudahan dipadatkannya. Kekentalan atau konsistensi beton merupakan suatu ukuran untuk menunjukkan keadaan basah atau cairnya beton yang bersangkutan. Kemudahan bergerak atau mobilitas menyatakan mudah atau sukarnya campuran beton mengalir ke dalam acuan atau cetakan. Kemudahan dipadatkan atau *compactibility* menunjukkan mudah atau sukarnya suatu campuran beton itu dipadatkan seluruhnya, sehingga udara yang tersekap didalamnya dapat dikeluarkan.



Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat mudah dikerjakan / *workability* (Wuryati samekto, 2001) adalah banyaknya air yang dipakai dalam campuran adukan beton, makin banyak air yang digunakan, makin mudah beton itu dikerjakan; penambahan semen kedalam adukan beton, hal ini juga menambah kemudahan dikerjakan pada beton, karena biasanya penambahan semen diikuti dengan penambahan air untuk memperoleh harga faktor air semen tetap; gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus, jika campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan yang dipakai maka adukan beton akan mudah dikerjakan; pemakaian butir-butir agregat yang bulat akan mempermudah cara pengerjaan beton; dan cara memadatkan beton atau alat yang digunakan, jika pemadatan beton dilakukan dengan menggunakan alat getar, diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda dibanding menggunakan alat yang lain. Selain itu, sifat mudah dikerjakan (*workability*) pada beton juga dipengaruhi oleh bahan tambah / *admixture*.

Untuk mengukur sifat mudah dikerjakan (*workability*) ada beberapa cara (Wuryati samekto, 2001), antara lain dengan :

1. V.B consistometer (terutama untuk adukan kental), dan *compacting* faktor, kedua cara pengukuran tersebut dipakai di Inggris.
2. Meja getar (*schud-tafel* ), dipakai di Jerman
3. *Flow table* dan Bola Kelly, dipakai di A.S
4. Alat slump, berbentuk kerucut terpancung ciptaan Abrahams.

Dari jenis-jenis cara mengukur sifat mudah dikerjakan tersebut, cara yang paling populer / sering digunakan adalah dengan alat slump. Alat slump ini merupakan alat yang murah, mudah dibuat dan mudah dipakai untuk pengawasan



di lapangan. Pengukuran dengan menggunakan alat slump ini bertujuan untuk mengukur tinggi penurunan adukan beton setelah dilepas dari alat slump yang digunakan. Tinggi slump menunjukkan derajat mampu dikerjakan dari adukan yang diukur. 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 16 mm sepanjang minimal 60 cm. Nilai slump didapat dari besarnya selisih tinggi asal (tinggi alat slump) dengan tinggi jatuhnya beton. Makin besar nilai slump, maka beton segarnya makin encer, dan dikatakan beton tersebut memiliki *workability* yang tinggi, sebaliknya makin kecil nilai slump, maka beton segarnya makin kaku, dan dapat dikatakan beton tersebut memiliki *workability* yang rendah.

b. Berat isi (Uni weight)

Percobaan ini dilakukan segera setelah selesai pengadukan. Berat isi beton merupakan perbandingan antara berat beton dan volume (isi) kubus sebagai alat pengukur volume. Berat isi pada beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis agregatnya. Beton menjadi berat apabila menggunakan agregat yang berat jenisnya besar demikian pula beton akan menjadi ringan apabila menggunakan agregat yang berat jenisnya kecil. Berat isi pada beton ringan berkisar antara 0,3 kg/liter sampai 1,8 kg/liter, dan beton normal antara 2,2 kg/liter sampai 2,6 kg/liter, sedangkan untuk beton berat lebih dari 2,6 kg/liter. Pada umumnya yang banyak digunakan untuk beton struktur adalah beton normal karena beton ini dalam pembuatannya lebih mudah dibandingkan dengan kedua jenis beton lainnya, serta bahan terutama agregatnya lebih banyak ditemukan di Indonesia.

### 2.1.2 Sifat sifat beton keras

Sifat-sifat ini baru dapat diketahui setelah beton segar telah mengeras dan setelah diadakan perawatan (*curing*) terhadap beton tersebut. Sifat-sifat beton keras mempunyai arti penting selama sisa masa hidupnya. Adapun yang termasuk sifat beton keras adalah sebagai berikut.

#### A. Kekuatan tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Pengujian dilakukan dengan benda uji kubus ukuran 150 x 150 x 150 mm. Jika data dihasilkan dari benda uji berbentuk kubus atau ukuran yang lebih kecil dari standar maka harus dilakukan konversi kedalam bentuk silinder. Satuan yang digunakan adalah  $N/m^2$  atau Mpa. Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Kuat tekan dari beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh faktor air semen yaitu perbandingan antara berat air semen dengan berat semen, dan tingkat pematatannya.

Faktor – faktor penting lainnya, yaitu :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat tekan maupun kuat tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.



3. Efisiensi dari perawatan (*curing*). Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40 persen dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan yang normal kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat tekannya pada 24 jam sama dengan semen Portland biasa pada 28 hari.

#### B. Kekuatan tarik beton

Kuat tarik merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Kuat tarik pada beton ada dua macam, yaitu kuat tarik belah (*splitting test*) dan kuat tarik lentur (*modulus of rupture*). Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung dengan cara membelah kubus beton tersebut. Spesimen kubus direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangang tarik pada beton. Uji ini disebut *Splitting test* atau *Brazillian test*. Kuat tarik belah benda ujinya dibuat dengan bentuk silinder, dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, kemudian ditekan sampai mencapai beban maksimum (P kN).

$$\tau_{tr} = \frac{2P}{\pi ld}$$

dimana :  $\tau_{tr}$  = Kekuatan tarik belah (kg/cm<sup>2</sup>)

p = Beban maksimum yang diberikan (Kg)

l = Panjang dari silinder (cm)



$d$  = Diameter dari silinder (cm)

### C. Sifat tahan lama (*Durability*)

Sifat tahan lama pada beton, merupakan sifat dimana beton tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal (Wuryati samekto, 2001) :

1. Tahan terhadap pengaruh cuaca; pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
2. Tahan terhadap pengaruh zat kimia; daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri, air gula dan sebagainya, perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
3. Tahan terhadap erosi; beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut atau partikel-partikel yang terbawa oleh angin dan atau air.

### 2.3 Material beton

Seperti yang telah dijelaskan, beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen (bahan perekat), agregat (bahan pengisi), air dan bahan tambah jika diperlukan. Pada umumnya, beton mengandung (Tri Mulyono, 2004) rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan tersebut perlu dipelajari untuk mendapatkan kekuatan yang baik. Untuk lebih jelasnya, maka dibawah ini akan diuraikan secara singkat satu persatu material penyusun beton tersebut.

### 2.3.1 Semen Portland (PC)

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksida besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, setelah beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono, 1989)

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Tjokrodimulyo, 1995). Pada umumnya semen berfungsi untuk:

1. Bercampur dengan untuk mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.
2. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Semen Portland memiliki beberapa sifat, yang pada umumnya terdiri dari :

#### 1. Kehalusan butir

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan menjadi semakin lama jika butir semen lebih kasar. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butir untuk suatu jumlah berat semen akan menjadi lebih besar sehingga makin banyak pula air yang dibutuhkan bagi persenyawaannya. Semakin halus butiran semen, proses hidrasinya semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butir semen



yang tinggi dapat mengurangi terjadinya *bleeding* atau naiknya air kepermukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

## 2. Berat jenis dan berat isi

Berat jenis dari bubuk semen pada umumnya berkisar antara 3,10 sampai 3,30. Biasanya rata-rata berat jenis ditentukan 3,15. Semen Portland yang tidak sempurna pembakarannya dan atau semen itu tercampur dengan bahan lain (tidak murni) atau sebagian semen telah mengeras, berat jenisnya akan terlihat lebih rendah dari 3,00. Berat isi (berat satuan) semen sangat tergantung pada cara pengisian semen ke dalam takaran. Jika cara mengisinya gembur (*loose*), berat isinya rendah yaitu sekitar 1,1 kg/liter. Jika pengisiannya dipadatkan, berat isinya dapat mencapai 1,5 kg/liter. Pada umumnya rata-rata berat isi yang biasa dipakai yaitu sekitar 1,25 kg/liter (Wuryati samekto, 2001).

## 3. Waktu pengikatan / waktu pengerasan semen

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen dibedakan menjadi dua, yaitu : waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan dan waktu ikat akhir (*final setting time*) yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen portland *initial setting time* berkisar 1,0 – 2,0 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1,0 jam, sedangkan *final setting time* tidak boleh lebih dari 8,0 jam. Untuk kasus-kasus tertentu, diperlukan *initial setting time* lebih dari 2,0 jam agar waktu terjadinya ikatan awal lebih panjang (Tri mulyono, 2004).



#### 4. Kekekalan bentuk

Yang dimaksud dengan kekekalan bentuk adalah sifat dari pasta semen yang telah mengeras, di mana bila adukan semen dibuat suatu bentuk tertentu bentuk itu tidak berubah (Wuryati samekto, 2001). Kekekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Ketidakkekalan semen disebabkan oleh terlalu banyaknya jumlah kapur bebas yang pembakarannya tidak sempurna serta magnesia yang terdapat dalam campuran tersebut. Kapur bebas itu mengikat air dan kemudian menimbulkan gaya-gaya ekspansi (Tri mulyono, 2004).

#### 5. Kekuatan semen

Kekuatan mekanis dari semen yang mengeras merupakan sifat yang perlu diketahui di dalam pemakaian. Kekuatan semen ini merupakan gambaran mengenai daya rekatnya sebagai bahan perekat (pengikat). Pada umumnya, pengukuran kekuatan daya rekat ini dilakukan dengan menentukan kuat lentur, kuat tarik, atau kuat tekan dari campuran semen dan pasir (Wuryati samekto, 2001).

#### 6. Pengerasan awal palsu

Adakalanya semen Portland menunjukkan waktu pengikatan awal kurang dari 60 menit, dimana setelah semen dicampur dengan air segera nampak mulai mengeras (adonan menjadi kaku). Hal ini mungkin terjadi karena adanya pengikatan awal palsu, yang disebabkan oleh pengaruh gips yang dicampurkan pada semen bekerja tidak sesuai dengan fungsinya. Seharusnya fungsi gips dalam

semen adalah untuk menghambat pengerasan, tetapi dalam kasus pengerasan awal palsu ini gips justru mempercepat pengerasan (Wuryati samekto, 2001).

## 7. Pengaruh suhu

Proses pengerasan semen sangat dipengaruhi oleh suhu udara disekitarnya. Pada suhu kurang dari 15°C, Pengerasan semen akan berjalan sangat lambat. Semakin tinggi suhu udara disekitarnya, maka semakin cepat semen mengeras (Wuryati samekto, 2001).

### a. Jenis-jenis semen

- i. Jenis I adalah semua semen portland untuk tujuan umum, biasa tidak memerlukan sifat-sifat khusus misalnya, gedung, trotoar, jembatan, dan lainlain.
- ii. Jenis II semen portland yang tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang dan ketahanan terhadap sulfat lebih baik, penggunaannya pada pir (tembok di laut dermaga), dinding tahan tanah tebal dan lain-lain.
- iii. Jenis III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan dicapai umumnya dalam satu minggu. Umumnya dipakai ketika acuan harus dibongkar secepat mungkin atau ketika struktur harus cepat dipakai.
- iv. Jenis IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah. Dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum. Misalnya pada bangunan masif seperti bendungan grafitasi yang besar. Pertumbuhan kekuatannya lebih lambat daripada kelas I.
- v. Jenis V adalah semen portland tahan sulfat, dipakai untuk beton dimana menghadapi aksi sulfat yang panas. Umumnya dimana tanah



atau air tanah mengandung kandungan sulfat yang tinggi.  
(Tjokrodimulyo, 1995)

### 2.3.2 Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

#### A. Jenis – Jenis air untuk campuran beton

Pada umumnya air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai air pengaduk pada beton. Adapun jenis-jenis air yang dapat digunakan untuk air pengaduk beton (Tri mulyono, 2004) adalah :

1. Air hujan, air hujan menyerap gas dan udara pada saat jatuh kebumi. Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbondioksida.
2. Air tanah, biasanya mengandung unsur kation dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>.
3. Air permukaan, terdiri dari air sungai, air danau, air genangan dan air reservior. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampur beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau air genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.



4. Air laut, air laut mengandung 30.000 – 36.000 mg/liter garam (3% - 3,6%) dapat digunakan sebagai air pencampur beton tidak bertulang. Air laut yang mengandung garam diatas 3% tidak boleh digunakan untuk campuran beton. Untuk beton pra tekan, air laut tidak diperbolehkan karena akan mempercepat korosi pada tulangnya.

Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap :

1. Sifat workability adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan dan kekuatan selang beberapa waktu.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain, tetapi tidak berarti air yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi syarat sebagai air minum. Penggunaan air untuk beton sebaiknya air memenuhi persyaratan sebagai berikut ini, (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/ltr.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

### 2.3.3 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil dan batu-batu

pecah. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengamatan, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar serta sangat mempengaruhi sifat fisis dari beton segar dan beton keras, maka agregat inipun menjadi penting (Tri mulyono, 2004).

#### **A. Klasifikasi agregat**

Agregat untuk beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan sumbernya, agregat dapat dibagi menjadi dua, yaitu :
  - a. Agregat alam, yaitu Agregat yang menggunakan bahan baku dari batu alam atau penghancurannya. Jenis batuan yang baik digunakan untuk agregat harus keras, kompak, kekal dan tidak pipih. Agregat alam terdiri dari: (1) Kerikil dan pasir alam, agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dari batuan induknya. Biasanya ditemukan disekitar sungai atau daratan. Agregat beton alami berasal dari pelapukan atau disintegrasi dari batuan besar, baik dari batuan beku, sedimen maupun metamorf. Bentuknya bulat tetapi biasanya tercampur dengan kotoran dan tanah liat. Oleh karena itu jika digunakan untuk beton harus dilakukan pencucian terlebih dahulu. (2) Agregat batu pecah, yaitu agregat yang terbuat dari batu alam yang dipecah dengan ukuran tertentu.
  - b. Agregat buatan, yaitu Agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan khusus (tertentu) karena kekurangan agregat alam. Biasanya agregat buatan adalah agregat ringan. Contoh agregat buatan adalah: Klinker dan breeze yang berasal dari limbah pembangkit tenaga uap. Agregat yang berasal dari tanah liat yang dibakar (leca = Lightweight Expanded Clay



Agregate), cook breeze berasal dari limbah sisa pembakaran arang, hydite berasal dari tanah liat (shale) yang dibakar pada tungku putar, lelite terbuat dari batu metamorphore atau shale yang mengandung karbon, kemudian dipecah dan dibakar pada tungku vertical pada suhu tinggi.

1. Berdasarkan diameter butiran, agregat dibagi menjadi dua, (Tri mulyono, 2004) yaitu :
  - a. Agregat halus, yaitu agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976). Agregat halus biasanya dinamakan pasir.
  - b. Agregat kasar, yaitu agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976). Agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah dan lainnya.
2. Berdasarkan berat, agregat dibagi menjadi tiga, yaitu :
  - a. Agregat ringan, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis 1900 kg/m<sup>3</sup>. Biasanya digunakan untuk membuat beton ringan. Terdiri dari: batu apung, asbes, berbagai serat alam (alam), terak dapur tinggi dengan gelembung udara, perlit yang dikembangkan dengan pembakaran, lempung bekah.
  - b. Agregat normal, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis rata-ratanya adalah 2,50 – 2,70 atau tidak boleh kurang dari 1.2 kg/m<sup>3</sup>. Beton yang dibuat dengan agregat normal adalah beton normal, yaitu beton yang mempunyai berat isi 2.200 – 2.500 kg/m<sup>3</sup>. Kekuatan



tekannya 15 – 40 MPa. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa.

- c. Agregat berat, yaitu agregat yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m<sup>3</sup>. Beton yang dibuat dengan agregat ini biasanya digunakan sebagai pelindung dari radiasi sinar-X. Contoh agregat berat : Magnetit, butiran besi.

3. Berdasarkan tekstur permukaan, agregat dapat dibedakan sebagai berikut (Tri mulyono, 2004) :

- a. Agregat licin / halus (*glassy*), agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat dengan permukaan kasar. Kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir agregat sehingga beton yang menggunakan agregat ini cenderung mutunya lebih rendah. Agregat licin terbentuk dari akibat pengikisan oleh air, atau akibat patahnya batuan (*rocks*) berbutir halus atau batuan yang berlapis-lapis. Contohnya : flint hitam, obsidian.
- b. Berbutir (*granular*), pecahan agregat ini berbentuk bulat dan seragam. Contohnya: batuan pasir, colite.
- c. Agregat dengan permukaan kasar, pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan-bahan berkristal yang tidak dapat terlihat dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

- d. Kristalin (*crystalline*), agregat jenis ini mengandung kristal-kristal yang nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual. Contohnya : basalt, felsite, porphyry, batu kapur.
- e. Berbentuk sarang labah (*honeycombs*), tampak dengan jelas pori-pori dan rongga-rongganya. Contohnya : batu apung, batu klinker, tanah liat yang dikembangkan dan batuan dari lahar gunung merapi.

## B. Sifat fisik agregat

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton, untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan. Sifat-sifat agregat ini harus diketahui agar kita dapat mengambil tindakan yang positif dalam mengatasi masalah-masalah yang timbul.

### a. Bentuk

Dilihat dari bentuknya, agregat ini ada beberapa macam (Tri mulyono, 2004), yaitu :

1. Bentuk bulat (*rounded*), terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena penggeseran. Rongga udaranya minimum 33 %, sehingga rasio luas permukaannya kecil.
2. Bentuk tidak beraturan (*irregular*), agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian terbentuk karena pergeseran sehingga permukaan atau sudut-sudutnya berbentuk bulat. Rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35% - 38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan.
3. Bentuk bersudut (*angular*), agregat ini mempunyai sudut-sudut yang tampak jelas, yang terbentuk ditempat-tempat perpotongan bidang-bidang dengan



permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini berkisar antara 38% - 40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan.

4. Bentuk pipih (*flaky*), agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran-ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih mempunyai perbandingan antara panjang dan lebar dengan ketebalan dengan rasio 1:3.
5. Bentuk panjang, agregat ini panjangnya jauh lebih besar daripada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar daripada tebalnya.
6. Bentuk pipih dan panjang, agregat ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

Dari berbagai macam bentuk agregat diatas pengaruhnya terhadap beton segar adalah dalam sifat pengerjaan beton (*workability*). Agregat dengan bentuk yang bersudut akan sulit dikerjakan, berbeda dengan agregat yang berbentuk bulat. Hal ini dikarenakan gesekan antar agregat pada bentuk yang bersudut lebih besar dibandingkan dengan berbentuk bulat. Selain itu, karena rongga udara pada agregat bersudut berkisar antara 38% - 40% sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan, berbeda dengan agregat bentuk bulat yang memiliki rongga udara lebih kecil, yaitu minimum 33% sehingga rasio luas permukaannya kecil dan tidak membutuhkan banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Demikian pula agregat yang berbentuk pipih dan lonjong akan mengalami kesulitan pada saat pengecoran, karena akan menghambat masuknya campuran beton ke dalam cetakan yang sempit atau karena rapatnya tulangan.

Pengaruh dari agregat yang bentuknya bersudut pada saat beton keras sangat baik. Karena bentuknya yang tidak beraturan dan sudut-sudutnya yang tajam akan



mempertinggi sifat saling mengunci (*interlocking*) dan ikatan antar agregatnya baik (kuat), sehingga kekuatan beton yang menggunakan agregat ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan agregat yang berbentuk bulat. Oleh karena itu, agregat bersudut lebih cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi daripada agregat bentuk bulat.

#### b. Kekuatan

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat. Kekuatan agregat dapat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal: (1) Karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*). (2) Porositas yang besar. Porositas yang besar mempengaruhi keuletan yang menentukan ketahanan terhadap beban kejut. Untuk menguji kekuatan agregat dapat menggunakan bejana *Rudelloff* ataupun *Los Angelos Test*. Sesuai dengan SII.0052-80. Bejana *Rudelloff* berupa bejana yang berbentuk silinder baja dengan garis tengah bagian dalam 11.8 cm dan tingginya 40 cm dengan dilengkapi stempel pada dasarnya. Dengan menggunakan *Los Angelos Test* berupa mesin silinder baja yang tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjangnya 50 cm (Tri mulyono, 2004).

**Tabel 2.2 Syarat mutu kekuatan agregat sesuai (SII .0052 - 80)**

Kelas dan mutu beton	Kekerasan dengan bejana Rudeloff, bagian hancur menebus ayakan 2 mm, persen (%) maksimum		Kekerasan dengan bejana geser Los Angelos, bagian hancur menebus ayakan 1.7 mm, % maks
	Fraksi butir 9.5 – 19 mm	Fraksi butir 19 – 30 mm	
(1)	(2)	(3)	(4)
Beton kelas I dan mutu B <sub>0</sub> dan B <sub>1</sub>	22 – 30	24 – 32	40 – 50
Beton kelas II dan mutu K <sub>125</sub> , K <sub>175</sub> dan K <sub>225</sub>	14 – 22	16 – 24	27 – 40
Beton kelas III dan mutu > K <sub>225</sub> atau beton pratekan	Kurang dari 14	Kurang dari 16	Kurang dari 27

Sumber : Tri mulyono, 2004

**Tabel 2.3 Persyaratan batu alam untuk batu pecah dan agregat beton (SII-007975)**

Pengujian	Jenis bangunan beton / konstruksi jalan		
	Konstruksi berat/beton kelas III	Konstruksi sedang/beton kelas II	Konstruksi ringan/beton kelas I
Kekuatan tekan (kgf/cm <sup>2</sup> )	1200	800	600
Kekerasan dengan Rudeloff :			
- Fraksi kasar	0.80	0.70	0.60
- Fraksi 30-95mm (dihitung % berat hancur)	16	16 - 24	24 - 30
Ketahanan keausan dengan Los Angeles: bagian hancur,max.% berat	27	27 - 30	40 - 50
Penyerapan air max. (dalam % berat)	3	3	3

Sumber : Tri mulyono, 2004

## c. Susunan butiran (gradasi)

Susunan butiran dalam agregat mempengaruhi kepadatan beton. Untuk menghasilkan beton yang padat, diantaranya butiran agregat harus bervariasi dari ukuran yang paling besar sampai yang paling kecil. Susunan butiran pada agregat

dapat diatur pada waktu pemecahan batu, terutama pemecahan batu dengan menggunakan alat pemecah mekanis seperti *Jaw Crusher* atau alat pemecah batu mekanis lainnya. Dengan alat ini akan menghasilkan diameter butiran yang bervariasi sehingga memudahkan dalam menentukan susunan butiran pada agregat. Untuk mengetahui gradasi pada agregat dilakukan pengujian melalui analisa ayak. Agregat yang akan diuji dimasukkan ke dalam susunan saringan yang telah ditentukan, kemudian susunan saringan tersebut digetar selama 10 sampai 15 menit. Agregat yang tertahan pada masing-masing saringan dianalisa, hasilnya dibandingkan dengan persyaratan atau spesifikasi.

Syarat susunan butiran agregat untuk beton sudah diatur dalam SK-SNI T-15-1990-03, Standar Indonesia, atau dalam standar asing lainnya seperti ASTM dan *British Standard* (BS).

Menurut standar-standar tersebut, maka gradasi agregat harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Persyaratan gradasi agregat halus

SK-SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zone (daerah) sebagai berikut :



**Tabel 2.4 Batas gradasi agregat halus (BS 882:1973) dan berdasar ASTM C33:78**

Lubang ayakan dalam mm	Persentase tembus kumulatif (persen berat)				Menurut ASTM C33:78
	Zone I	Zone 2	Zone 3	Zone 4	
10	100	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	95 – 100	95 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 - 100	85 – 100	95 - 100	80 – 100
1.2	30 – 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 – 85
0.6	15 – 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 – 60
0.3	5 – 20	8 – 30	12 - 40	15 - 50	10 – 30
0.15	0 – 10	0 – 10	0 - 10	0 - 15	2 – 10

Sumber : Tri mulyono, 2004

- Keterangan :
- Daerah gradasi I = Pasir kasar
  - Daerah gradasi II = Pasir agak kasar
  - Daerah gradasi III = Pasir halus
  - Daerah gradasi IV = Pasir agak halus

2. Persyaratan gradasi agregat kasar

Menurut BS , gradasi agregat kasar yang baik adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.5 Batas gradasi agregat kasar menurut BS**

Lubang ayakan (mm)	Persen butir lewat ayakan besar butir maks		
	40 mm	20 mm	12.5 mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12.5	-	-	90 - 100
10	10 – 35	25 – 55	40 – 85
4.8	0 – 5	0 – 10	0 - 10

Sumber : Tri mulyono, 2004

d. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat.

Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton

sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam

campuran beton.



Berat Jenis pada agregat ada tiga macam, yaitu :

1. Bulk specific gravity, yaitu perbandingan antara berat suatu benda dalam keadaan kering mutlak dengan berat air murni yang sama dengan volume benda termasuk volume pori-pori yang tidak tembus air dan tidak termasuk volume kapiler yang dapat terisi air.
2. Bulk Specific Gravity (*Saturated Surface Dry*), yaitu perbandingan antara berat suatu benda pada keadaan jenuh kering muka dengan berat air murni yang sama dengan volume benda termasuk volume pori-pori yang tidak tembus air dan tidak termasuk volume pori-pori kapiler yang dapat terisi air.
3. Apparent Specific Gravity, yaitu perbandingan antara berat suatu benda dalam keadaan kering mutlak dengan berat air murni yang sama dengan volume benda termasuk seluruh pori-pori yang terkandung didalamnya.

Karena kondisi agregat dalam beton dalam keadaan jenuh, maka di dalam rancangan campuran hanya Bulk Specific Gravity (SSD) saja yang digunakan. Penyerapan air adalah kemampuan suatu benda untuk menyerap air dari keadaan kering mutlak menjadi keadaan SSD atau jenuh kering permukaan. Penyerapan air pada agregat dipengaruhi terutama oleh banyaknya pori, diameter pori serta kontinuitas pori. Agregat yang memiliki porositas yang tinggi, lubang pori yang besar dan menerus, maka penyerapan airnya tinggi.

Penyerapan air pada agregat mempengaruhi daya rekat antara pasta semen dengan agregat serta keawetan agregat itu sendiri. Pada umumnya agregat yang memiliki penyerapan air yang tinggi, maka daya rekatnya terhadap semen akan baik. Tetapi dengan penyerapan yang tinggi, dapat menyebabkan mineral yang mudah larut oleh air akan cepat hilang, sehingga keawetan dari agregat menjadi



berkurang. Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut.

e. Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air pada agregat dapat berubah-ubah tergantung kondisi agregatnya. Kondisi agregat dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

1. Kondisi kering oven

Yaitu keadaan yang benar-benar kering atau tidak mengandung air. Kondisi seperti ini hanya didapat apabila agregat dimasukkan ke dalam oven dengan suhu lebih dari 100° C. Akibatnya air yang dikandung oleh agregat menguap semuanya, sehingga kadar air menjadi 0%. Keadaan ini menyebabkan agregat dapat secara penuh menyerap air.

2. Kondisi kering udara

Yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi dalam pori/butirannya masih mengandung air dan masih dapat menyerap sedikit air. Biasanya hal ini dapat terjadi apabila agregat ditempatkan dalam ruangan terbuka atau pada musim kemarau.

3. Kondisi Jenuh Kering Permukaan (JPK) atau *Saturated Surface Dry (SSD)*

Yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat, tetapi didalamnya jenuh dengan air. Kondisi ini tercapai apabila agregat yang telah basah dan jenuh dilap permukaannya. Pada kondisi ini, air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton.

4. Kondisi basah



Yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air (jenuh dengan air) dan air yang ada sampai menyelimuti agregatnya. Dengan kondisi seperti ini, maka kadar airnya lebih tinggi dibandingkan dengan penyerapan airnya, sehingga menyebabkan penambahan kadar air campuran beton. Kondisi ini pada umumnya terdapat pada agregat yang selalu basah karena air hujan atau pada agregat yang selalu terendam air.



A. Kering Oven B. Kering udara C. Jenuh kering Muka D. Basah

Gambar 2.1 Keadaan Air Dalam Butiran Agregat

Sumber : Wuryati samekto, 2001

### Syarat Mutu Agregat

#### a. Agregat menurut SII 0050-80

##### 1. Agregat Halus

- a) Modulus halus butir 1.5 sampai 3.8
- b) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.07 mm) maksimum 5 %.
- c) Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari pada warna standar.
- d) *Kekerasan butirannya jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir*

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Document Accepted 9/1/24

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

pembandingan yang berasal dari pasir kwarsa bangka memberikan angka

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2020

Access From repository.uma.ac.id/9/1/24

- e) Kekekalan (jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.

## 2. Agregat Kasar

- a) Modulus halus butir 6.0 sampai 7.1
- b) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm) maksimum 1%.
- c) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- d) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, dan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.
- e) Tidak bersifat reaktif terhadap alkali jika kadar alkali dalam semen sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih besar dari 0.6%.
- f) Tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%. Kekerasan agregat harus memenuhi syarat seperti Tabel 2.2 diatas.

## b. Agregat Menurut ASTM

### 1. Agregat Halus

- a) Modulus halus butir 2.3 sampai 3.1
- b) Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0.074 mm atau No.200) dalam persen berat maksimum,
  - 1. Untuk beton yang mengalami abrasi sebesar 3.0%
  - 2. Untuk beton jenis lainnya sebesar 5%.
- c) Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan maksimum 3%.



d) Kandungan arang dan lignit

1. Bila tampak permukaan beton dipandang penting (beton akan diekspos), maksimum 0.5%.
2. Beton jenis lainnya, maksimum 1%

e) Kadar zat organik yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat ( $\text{NaSO}_4$ ) 3%, tidak menghasilkan warna yang lebih tua dibanding warna standar. Jika warnanya lebih tua maka ditolak kecuali:

1. Warna lebih tua timbul karena sedikit adanya arang lignit atau yang sejenisnya
2. Ketika diuji dengan uji perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan pasir standar silika hasilnya menunjuk nilai lebih besar dari 95%.

f) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.

g) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%, dan jika dipakai magnesium sulfat, maksimum 15%.

2. Agregat Kasar

a) Tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali jika dipakai untuk beton yang berhubungan dengan basah dan lembab atau yang berhubungan dengan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali semen, dimana penggunaan semen yang mengandung natrium oksida tidak lebih dari 0.6%.

b) Susunan gradasi harus memenuhi syarat.

### 2.3.4 Slump

Slump merupakan tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakintinggi tingkat kekenyalan maka semakin mudah pengerjaannya (nilai workability tinggi).

### 2.3.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono,2003).

Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus Duff Abrams (1919) sebagai berikut:

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5} x} \dots\dots\dots$$

Keterangan :

f'c = Kuat desak beton

X = faktor air semen



A,B = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air semen semakin rendah kuat desak betonnya, walaupun apabila dilihat dari rumus tersebut tampak bahwa semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat desak beton, tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan pemadatan, sehingga kekuatan beton akan rendah karena beton kurang padat. Dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan beton yang mempunyai fas minimal dan cukup untuk memberikan workability tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang baik. Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, faktor air semen dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen dan additif cementious yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi (Supartono, 1998). Pada beton mutu tinggi nilai faktor air semen ada dalam tentang 0,2-0,5 (SNI 03-6468-2000).

$$FAS = W / (C+P)$$

Fas = Faktor air semen

W = Rasio total berat air

c = Berat semen

p = Berat bahan tambah pengganti semen

Nilai faktor air semen pada beton mutu tinggi termasuk berat air yang terkandung di dalam agregat. Faktor air semen pada kondisi agregat kering oven.

### 2.3.6. Pengadukan (Pencampuran)

Hasil survey lapangan (labor Dinas pekerjaan Umum) menyatakan bahwa waktu pengadukan atau pencampuran beton yang baik berkisar antara 2 – 4 menit. Sedangkan L.J. Murdock (1991) menyatakan bahwa waktu campur beton antara 1 sampai dengan 1,5 menit sudah memadai. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton segar.

Dalam penelitian ini adalah beton dengan faktor air semen optimum dan waktu pengadukan yang nantinya akan mendapatkan kuat tekan beton mutu tinggi yang maksimal, dengan kuat tekan karakteristik rencana K-300 kg/cm<sup>2</sup>. Sampel beton adalah suatu benda uji yang berbentuk kubus dengan ukuran 15x15x15, pembuatan benda uji ini sesuai dengan persediaan peralatan laboratorium.

#### Tahap Pengadukan.

1. Siapkan molen kemudian masukkan semua bahan yang sesuai dengan hasil Job Mix dan putar molen selama 1 menit
2. Putar molen dihentikan selanjutnya masukkan semua bahan dan molen diputar lagi selama 2 menit
3. Molen dihentikan, lalu masukkan semua bahan kemudian molen diputar lagi selama 3 menit demikianlah selanjutnya dilakukan sampai dengan waktu putar selama 5 menit. Adapun jumlah masing-masing benda uji untuk sample ditetapkan proporsional sebagaimana dinyatakan pada table berikut ini :



**Tabel 2.6 berbagai variasi faktor air semen yang di akan di uji**

Mutu beton	Faktor air semen	Umur beton
K-300	0.52	28 hari
	0.55	28 hari
	0.57	28 hari
	0.60	28 hari

**Tabel 2.7 berbagai variasi lama adukan semen yang di akan di uji**

Mutu beton	Lama Waktu Adukan	Umur beton
K-300	1 Menit	28 hari
	2 Menit	28 hari
	3 Menit	28 hari
	4 Menit	28 hari
	5 Menit	28 hari

Adapun waktu pengadukan untuk masing-masing umur beton dilakukan variasi yang terdiri dari, 1, 2, 3, 4 menit dan 5 menit. Perlu diperhatikan bahwa selama proses mixing/penimbangan dan lain lain untuk *high strength concrete* harus dilakukan secara tepat dan teliti serta dengan urutan-urutan yang benar. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu data yang diambil langsung pada objek penelitian. Pengujian pelaksanaan tekan beton dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik sipil Universitas Medan Area

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area. Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Dimulai dari tahap perhitungan campuran beton, pengecekan kandungan air dalam material (pasir dan kerikil), kemudian persiapan bahan dan material, pembuatan benda uji, sampai dengan pengujian kuat desak dapat dilaksanakan tanpa menemui kesulitan yang berarti. Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui hubungan faktor air semen dan lama waktu pengadukan semen pada beton K-300.

#### **3.2 Jenis Dan Sumber Data**

##### **3.2.1. Data primer**

*Data primer* adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya. Data primer disebut juga sebagai data asli atau data baru yang memiliki sifat membarui. Untuk mendapatkan data primer, peneliti harus mengumpulkannya secara langsung. Teknik yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain observasi, wawancara, diskusi terfokus dan penyebaran kuesioner.

##### **3.2.2. Data Sekunder**

*Data Sekunder* adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Data sekunder



dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti Biro Pusat Statistik (BPS), buku, laporan, jurnal, dan lain-lain.

### 3.3. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode pengujian pada agregat yaitu agregat kasar dan agregat halus dilakukan sesuai dengan standar pengujian, yaitu sebagai berikut :

- a. Berat jenis dan penyerapan air sesuai dengan SK-SNI M 09 – 1989 – F (Agregat kasar) dan SK-SNI M 10 – 1989 – F (Agregat halus ).
- b. Berat isi sesuai dengan ASTM C – 91a – 78
- c. Analisa ayak sesuai dengan SK-SNI M 08 – 1989 – F
- d. Kadar air sesuai dengan SK-SNI M 11 – 1989 – F
- e. Kadar lumpur sesuai dengan ASTM C 117 – 95
- f. Organik impuritis sesuai dengan ASTM C 40 – 92
- g. Kekerasan sesuai dengan British Standart 812 : PART 3 : 1975

Setelah didapat sifat fisik dari agregat lalu dibandingkan dengan persyaratan agregat untuk beton menurut SII NO.0052 – 80. Dari persyaratan tersebut dapat dianalisa apakah agregat tersebut memenuhi syarat atau tidak. Selanjutnya untuk mengetahui sifat fisik dari beton, baik itu beton segar maupun beton kaku, maka dilakukan pengujian berdasarkan standar pengujian, sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap beton segar
  - a. Uji slump sesuai dengan SK SNI M – 12 – 1989 – F
  - b. Berat isi sesuai dengan ASTM C 138 – 92
2. Pengujian terhadap beton keras
  - a. Kuat tekan sesuai dengan SK SNI M – 14 – 1989 – F

b. Kuat tarik belah sesuai dengan SK SNI M – 14 – 1989 – F

perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T-15-1990-03

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi :

- a. Penyediaan bahan penyusun beton.
- b. Pemeriksaan bahan.
- c. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*).
- d. Pembuatan benda uji.
- e. Pemeriksaan nilai *slump*.
- f. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.
- g. Pengujian kuat tarik belah beton (*splitting test*) umur 28 hari.

### 3.4. Bahan – bahan penelitian

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah :

- a. Air yang digunakan adalah air yang tersedia dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area.
- b. Semen yang digunakan, adalah Semen Portland type I dengan merk Semen Padang.
- c. Agregat halus yang digunakan, adalah agregat dari PT.Kranton di Kim II yang diambil dari daerah deli serdang.
- d. Agregat kasar yang digunakan, adalah agregat dari PT.Kranton di Kim II yang diambil dari daerah deli serdang dengan ukuran maksimum 25 mm.



### 3.5. Teknik Pengolahan Data

#### 3.5.1 Pengujian agregat kasar

##### A. Berat jenis dan penyerapan air

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

Alat :

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No.6 atau No.8 ) dengan kapasitas 5 kg.
- b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai untuk pengujian.
- c. Timbangan dengan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk memanasi  $(110 \pm 5)^{\circ} C$
- e. Saringan No.4

Bahan : Agregat kasar yang tertahan ayakan 4 mm sebanyak  $\pm 5$  kg.

Prosedur pengujian

1. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
2. Keluarkan benda uji, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan benda uji hilang (SSD), untuk butir yang besar harus satu persatu.
3. Timbang benda uji dalam keadaan SSD (Bj).
4. Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air

- (Ba). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan dengan suhu standar 25°C.
- Masukkan benda uji didalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.
  - Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu sampai tiga jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk).

### Perhitungan

- Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*)  $= \frac{Bk}{Bj - Ba}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*)  $= \frac{Bj}{Bj - Ba}$
- Berat jenis semu (*Apparent Surface Dry*)  $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$
- Penyerapan air (*Absorption*)  $= \frac{Bj - Bk}{Bk - Ba} \times 100 \%$

Dimana :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr)

Bj = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (SSD) (gr)

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gr)

## **B. Berat Isi**

### Tujuan :

Untuk menentukan berat isi lepas dan berat isi padat agregat kasar

### Alat :

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
- Talam dengan kapasitas besar
- Tongkat pemadat diameter 15 mm dan panjang 60 cm



- d. Mistar perata (*straight edge*)
- e. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk kubus dengan alat pemegang

**Bahan :** Benda uji adalah agregat yang telah dioven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.

**Prosedur pengujian :**

**A. Berat isi lepas :**

1. Timbang kubus dan catat beratnya ( $W_1$ ).
2. Masukkan benda uji dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
4. Timbang dan catatlah wadah serta isinya ( $W_2$ ).
5. Hitung berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).

**B. Berat isi padat :**

1. Timbang kubus dan catatlah beratnya ( $W_1$ ).
2. Isilah kubus / wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
4. Timbang dan catat berat wadah serta benda uji ( $W_4$ ).
5. Hitung berat benda uji ( $W_5 = W_4 - W_1$ ).

**Perhitungan :**

$$\text{Berat isi agregat lepas} = \frac{W_3}{V} \text{ Kg/lt}$$



$$\text{Berat isi agregat padat} = \frac{W5}{V} \text{ Kg/lit}$$

Dimana :  $W3$  = Berat benda uji dalam kondisi lepas (Kg)

$W5$  = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (Kg)

$V$  = Volume tabung kubus (lt)

### C. Analisa Ayak

#### Tujuan :

Untuk menentukan persen tertahan pada masing-masing saringan, nilai persen lolos kumulatif, angka kehalusan (finenes modulus) dan diameter maksimum agregat.

#### Alat :

- Timbangan dengan ketelitian 0.1 gr
- Satu set saringan
- Oven untuk memanaskan bahan
- Alat pemisah contoh
- Mesin getar saringan
- Talam
- Kuas, sikat halus, sikat kuning
- Sendok dan alat-alat lainnya

Bahan : Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak :

- Ukuran maksimum 3.5” : berat minimum 35 kg
- Ukuran maksimum 3” : berat minimum 30 kg
- Ukuran maksimum 2.5” : berat minimum 25 kg
- Ukuran maksimum 2” : berat minimum 20 kg

5. Ukuran maksimum 1.5” : berat minimum 15 kg
6. Ukuran maksimum 1” : berat minimum 10 kg
7. Ukuran maksimum ¾” : berat minimum 5 kg
8. Ukuran maksimum ½” : berat minimum 2.5 kg
9. Ukuran maksimum 3/8” : berat minimum 1 kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi dua bagian dengan saringan no.4 selanjutnya agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti yang tercantum diatas.

#### Prosedur Pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas, letakan pan pada bagian bawah.
4. Masukkan agregat dari bagian atas, lalu tutup bagian atas saringan dengan penutup saringan.
5. Letakkan susunan saringan dalam mesin penggetar saringan (*sieve shaker*), lalu jalankan mesin penggetar saringan selama  $\pm 15$  menit.
6. Timbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan.

#### Perhitungan

1. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.
2. Hitung persentase tertahan kumulatif
3. Hitung angka kehalusan (fineness modulus)



$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan } 0,15}{100}$$

4. Hitung persentase lolos komulatif

#### D. Kadar Air

##### Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

##### Alat:

1. Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 0.1 gr
2. Oven
3. Talam

Bahan : Benda uji yang diambil dari lapangan.

##### Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat kasar yang akan diuji dari lapangan dan taruh pada wadah.
2. Timbang dan catat berat agregat kasar beserta wadah (W1).
3. Masukkan agregat kasar dan pan kedalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai didapat yang tetap.
4. Setelah kering, timbang dan catat agregat kasar yang diuji beserta wadah (W2).

##### Perhitungan :

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W1-W2}{W2} \times 100 \%$$

Sumber : Tri mulyono, 2004

## E. Kekerasan agregat

### Tujuan :

Untuk menentukan kekerasan agregat kasar, apakah agregat tersebut cocok digunakan untuk beton.

### Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
2. Oven pengering
3. Ayakan standar
4. Bejana tekan lengkap
5. Mesin tekan

Bahan : Agregat kasar yang akan diuji dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD) atau dalam keadaan kering yaitu dengan mengeringkan terlebih dahulu dalam oven ( $110 \pm 5$ )°C selama empat jam.

### Prosedur pengujian

1. Saring agregat kasar dengan susunan ayakan 14 mm dan 10 mm.
2. Timbang berat bejana beserta alasnya ( $W_1$ ) gram.
3. Masukkan agregat dengan fraksi 10-14 mm kedalam bejana setinggi 10 cm dalam tiga lapisan yang masing-masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali dengan batang baja, (tinggi jatuh dari batang baja tersebut adalah 50 mm diatas permukaan agregat).
4. Ratakan permukaan agregat.
5. Timbang berat bejana dengan agregatnya ( $W_2$ ) gram.
6. Hitung berat benda uji ( $a = W_2 - W_1$ ).
7. Letakkan stempel penekan diatas benda uji.

8. Tekan stempel dengan beban 400 KN yang dicapai dalam waktu 10 menit.
9. Hentikan penekanan dan keluarkan benda uji dari dalam bejana.
10. Saring benda uji yang telah ditekan, timbang berat benda uji yang telah ditekan diatas ayakan 2.36 mm (b gram).
11. Hitung prosentase benda uji yang tertahan lubang ayakan 2.36 mm sampai satu desimal.

Perhitungan:

Keausan (banyaknya benda uji yang lolos lubang ayakan 2.36 mm) adalah :

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat benda uji

B = Berat benda uji yang tertahan diatas ayakan 2.36 mm

**F. Kadar lumpur agregat (Ayakan 200 mesh)**

Tujuan :

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no.200 mesh dengan cara pencucian.

Alat:

1. Saringan no.16 dan no.200 (1,18 dan 0,075 mm)
2. Tempat pencuci kapasitas besar
3. Oven panas
4. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
5. Talam untuk mengeringkan contoh

Bahan : Benda uji berupa agregat yang telah dikeringkan.



Prosedur pengujian :

1. Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan (W1).
2. Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat kasar tidak ikut tertuang.
4. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
5. Selain cara diatas, perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200. Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
6. Semua bahan yang tertahan diatas saringan no.16 dan no.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu  $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
7. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W2).

Perhitungan :

$$\text{Jumlah bahan yang lolos saringan No.200} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

### 3.4.2 Pengujian agregat halus

#### A. Berat jenis dan penyerapan air

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat .

Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram mempunyai kapasitas 5 kg
2. Picnometer dengan kapasitas 500 ml
3. Kerucut terpancung
4. Batang penumbuk
5. Saringan 4 mm
6. Oven
7. Pengukur suhu dengan ketelitian 1°C
8. Talam
9. Bejana tempat air
10. Pompa hampa udara (vacuum pump)
11. Air suling
12. Desikator

Bahan : Benda uji adalah agregat yang lewat ayakan no.4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 2000 gram.

Prosedur pengujian :

1. Keringkan benda uji didalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
2. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji atau jika tidak mungkin dapat dilakukan dengan cara memanaskannya diatas kompor. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan SSD.
3. Periksa keadaan SSD dengan memasukkan benda uji kedalam kerucut terpancung dalam tiga bagian kemudian padatkan masing-masing 8x,

- 8x dan 9x. Lalu angkat kerucut terpancung, keadaan SSD tercapai bila benda uji lerengnya runtuh akan tetapi tingginya masih tetap .
4. Setelah keadaan SSD tercapai, ambil benda uji sebanyak  $\pm 500$  gram (Bssd), lalu masukkan kedalam picnometer. Masukkan air suling sebanyak 90% dari isi picnometer, putar sambil diguncang-guncangkan sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Untuk mempercepat dapat digunakan pompa hampa udara atau dengan cara merebus picnometer.
  5. Rendam picnometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan dengan suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$ .
  6. Tambahkan air sampai pada batas tertentu.
  7. Timbang picnometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (BT).
  8. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
  9. Setelah benda uji dingin lalu timbang (Bk).
  10. Tentukan berat picnometer berisi air penuh (B) dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$ .

Perhitungan :

1. Berat jenis (Bulk Specific Gravity) = 
$$\frac{Bk}{B + Bssd - BT}$$
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) = 
$$\frac{Bssd}{B + Bssd - BT}$$
3. Berat jenis semu (Apparent Surface Dry) = 
$$\frac{Bk}{B + Bk - BT}$$
4. Penyerapan Air = 
$$\frac{Bssd - Bk}{B + Bk - BT} \times 100 \%$$



Bk

Dimana : Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan  
jenuh (SSD) (gram)

B = Berat picnometer + air (gram)

BT = Berat picnometer + benda uji + air (gram)

## B. Berat isi

### Tujuan :

Untuk menentukan berat isi lepas dan berat isi padat agregat halus.

### Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
2. Talam dengan kapasitas besar
3. Tongkat pemadat diameter 15 mm dan panjang 60 cm
4. Mistar perata (straight edge)
5. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk kubus dengan alat pemegang.

Bahan : Benda uji adalah agregat yang telah dioven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.

### Prosedur pengujian :

#### A. Berat isi lepas :

1. Timbang silinder dan catat beratnya (W1)
2. Masukkan benda uji dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata
4. Timbang dan catatlah wadah serta isinya (W2)

5. Hitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ )

B. Berat isi padat :

1. Timbang kubus dan catatlah beratnya ( $W1$ )
2. Isilah kubus / wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata
4. Timbang dan catat berat wadah serta benda uji ( $W4$ )
5. Hitung berat benda uji ( $W5 = W4 - W1$ )

Perhitungan :

$$\text{Berat isi agregat lepas} = \frac{W3}{V} \text{ Kg/lt}$$

$$\text{Berat isi agregat padat} = \frac{W5}{V} \text{ Kg/lt}$$

Dimana :  $W3 =$  Berat Benda Uji dalam kondisi Lepas (Kg)

$W5 =$  Berat Benda Uji dalam kondisi dipadatkan (Kg)

$V =$  Volume Tabung kubus (lt)

### C. Analisa ayak

Tujuan :

Untuk menentukan persen tertahan pada masing-masing saringan, nilai persen lolos kumulatif, angka kehalusan (fineness modulus) dan diameter maksimum agregat.

Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 gr

2. Satu set saringan
3. Oven untuk memanaskan bahan
4. Alat pemisah contoh
5. Mesin getar saringan
6. Talam
7. Kuas, sikat halus, sikat kuningan
8. Sendok dan alat - alat lainnya

Bahan :

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak :

Agregat halus :

- a. Ukuran maksimum no.4 : berat minimum 500 gram
- b. Ukuran maksimum no.8 : berat minimum 100 gram

Bila agregat berupa campuran dari agregat halus, agregat tersebut dipisahkan menjadi dua bagian dengan saringan no.4 selanjutnya agregat halus disediakan sebanyak jumlah seperti yang tercantum diatas.

Prosedur pengujian :

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap.
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Susun saringan dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas, letakkan pan pada bagian bawah.
4. Masukkan agregat dari bagian atas, lalu tutup bagian atas saringan dengan penutup saringan.



5. Letakkan susunan saringan dalam mesin penggetar saringan (sieve shaker), lalu jalankan mesin penggetar saringan selama  $\pm 15$  menit.
6. Timbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan.

#### Perhitungan

1. Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji
2. Hitung persentase tertahan komulatif
3. Hitung angka kehalusan (fineness modulus)

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan } 0,15}{100}$$

4. Hitung persentase Lolos Komulatif

#### **D. Kadar Air**

##### Tujuan :

Untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

##### Alat :

1. Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 0.1 gr
2. Oven
3. Talam dari logam anti karat

Bahan : Benda uji yang diambil dari lapangan

##### Prosedur pengujian :

1. Ambil agregat halus yang akan diuji dari lapangan dan taruh pada wadah.
2. Timbang dan catat berat agregat halus beserta wadah (W1).
3. Masukkan agregat halus dan pan kedalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai didapat berat yang tetap.

4. Setelah kering, timbang dan catat berat agregat halus yang diuji beserta wadah (W2).

Perhitungan :

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \%$$

Sumber : Tri mulyono, 2004

**E. Kadar Lumpur Agregat (Ayakan 200 mesh)**

Tujuan :

Untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat agregat lewat saringan no.200 mesh dengan cara pencucian.

Alat:

1. Saringan no.16 dan no.200 (1,18 dan 0,075 mm)
2. Tempat pencuci kapasitas besar
3. Oven panas
4. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
5. Talam untuk mengeringkan contoh

Bahan : Benda uji berupa agregat yang telah dikeringkan. Banyaknya tergantung kepada ukuran maksimum.

Prosedur pengujian :

1. Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan (W1).
2. Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci seukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat kasar tidak ikut tertuang.

4. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
5. Selain cara diatas, perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200. Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
6. Semua bahan yang tertahan diatas saringan no.16 dan no.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu  $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
7. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya ( $W_2$ ).

Perhitungan :

$$\text{Jumlah bahan yang lolos saringan No.200} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \%$$

**F. Organic Impurities**

Tujuan :

Untuk menentukan adanya bahan organik dalam agregat halus yang akan digunakan untuk campuran beton.

Alat:

1. Botol gelas tidak bewarna dengan isi kurang lebih 350 ml
2. Standar warna
3. Larutan NaOH 3% (dibuat dengan cara melarutkan NaOH sebanyak 3 gram dengan air suling 97 gram)

Bahan : Pasir dalam keadaan asli sebanyak  $\pm 450$  gram

Prosedur pengujian :

1. Isi botol gelas dengan benda uji sampai mencapai  $\pm 130$  ml.



2. Tambahkan sodium hydroxide sampai permukaan larutan mencapai  $\pm$  200 ml.
3. Tutup botol, lalu kocok dan biarkan selama 24 jam.
4. Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang terlihat diatas benda uji dengan warna standar.

Perhitungan :

Benda uji dinyatakan mengandung zat organik jika setelah 24 jam warnanya lebih tua dari warna standar (cokelat tua).

### 3.4.3 Pengujian beton segar

#### A. Slump test

Tujuan :

Untuk menentukan slump beton, Slump merupakan ukuran kekentalan beton segar.

Alat :

1. Kerucut Abram, yaitu kerucut terpancung dengan ukuran diameter 20 cm diameter atas 10 cm, tinggi 30 cm.
2. Plat baja tahan karat untuk alas pengujian
3. Tongkat pemadat diameter 20 mm panjang 50 cm
4. Mistar pengukur

Bahan : Contoh beton segar sebanyak-banyaknya sama dengan isi cetakan.

Prosedur pengujian :

1. Lumasi bagian dalam alat slump dengan kain basah, supaya tidak menyerap air dari sample.

2. Letakkan alat slump di tempat datar, lalu tahan kerucut terpancung tersebut dengan cara menginjak bagian bawah agar tidak terangkat pada saat beton dimasukkan.
3. Masukkan beton dalam tiga lapisan, setiap lapisan dipadatkan dengan batang pemadat sebanyak 25 kali
4. Ratakan permukaan atas, dengan menggeserkan batang pemadat secara mendatar.
5. Bersihkan kelebihan beton yang menempel pada alat slump
6. Lepaskan injakan kaki, lalu segera angkat vertikal ke atas kerucut abram.
7. Letakkan kerucut abram dengan cara terbalik di samping benda uji, letakkan batang pemadat secara mendatar pada bagian atas kerucut abram, lalu ukur dengan mistar pengukur.

Perhitungan :

Besar Slump = Tinggi cetakan – tinggi rata-rata benda uji

**B. Berat isi (unit weight)**

Tujuan :

Untuk menentukan berat isi (unit weight) beton segar (fresh concrete) serta banyaknya semen per meter kubik beton.

Alat :

1. Cetakan Kubus 15 x 15 x 15
2. Timbangan kapasitas 25 kg, dengan ketelitian 0,1 gram
3. Skop baja
4. Tongkat pemadat diameter 16 mm panjang 600 mm
5. Mistar Perata

## 6. Mistar Pengukur

### Bahan:

Contoh beton segar sebanyak-banyaknya sama dengan kapasitas takaran.

### Prosedur pengujian :

1. Siapkan peralatan seperti yang tercantum diatas.
2. Timbang kubus A gram.
3. Ukur volumenya.
  - a. Pengukuran volume, dapat dengan cara diukur atau diisi dengan air.
  - b. Dengan cara di isi air: Letakkan tabung diatas timbangan yang datar. Masukkan air kedalam tabung sampai penuh, lalu catat beratnya  $\rightarrow$  B gram.
  - c. Volume tabung dapat dihitung dengan cara mengkonversi berat air dengan berat isi air (=1 kg/liter)
  - d. Volume tabung = B – A (liter)
4. Untuk pemadatan dengan tongkat pemadat lakukan sebagai berikut :
  - a. Masukkan beton segar kedalam tabung dalam tiga lapisan yang sama volumenya. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
  - b. Padatkan secara dengan tongkat pemadat secara saling silang
  - c. Pada lapis pertama pemadatan sampai lapis bawah, tapi jangan sampai dasar tabung, pada lapis kedua dan ketiga, tongkat pemadat harus masuk sedalam 25 mm pada lapisan dibawahnya.
5. Ratakan permukaan tabung dengan mistar perata, lalu timbang  $\rightarrow$  Cgram

### Perhitungan :



$$\text{BERAT ISI} = \frac{C - A}{B - A} \text{ Gram / liter atau Kg / liter}$$

$$\text{Koreksi} = \frac{\text{Berat isi beton perencanaan}}{\text{Berat isi beton pelaksanaan}}$$

### 3.4.4 Pengujian beton keras

#### A. Kuat Tekan

##### Tujuan :

Untuk menentukan besarnya kuat tekan yang dihasilkan oleh suatu campuran beton sesuai dengan yang direncanakan.

##### Alat :

1. Cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm
2. Batang penumbuk diameter 16 cm, panjang 60 cm dengan satu ujungnya dibulatkan
3. Sendok beton
4. Alat caping
5. Mesin uji kuat tekan beton

Bahan : Beton segar yang selesai diaduk dimasukkan kedalam cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm.

##### Prosedur pengujian :

#### a. Pembuatan benda uji

1. Siapkan cetakan kubus yang sudah diberi pelumas.
2. Lalu beton segar dimasukkan kedalam silinder dalam tiga lapis. Tiap lapis ditumbuk 25 x secara merata dengan batang penumbuk sampai permukaannya mengkilap.
3. Ratakan permukaan benda uji didalam cetakan.

4. Simpan benda uji didalam cetakan selama 24 jam.
5. Buka cetakan dan rendam benda uji sampai umur 28 hari.

b. Pengujian

1. Beton berbentuk kubus, yang telah di rawat sampai hari pengujian, diambil dari tempat perawatan.
2. Lap permukaannya sehingga kering, beri nomor masing-masing sampel agar tidak tertukar.
3. Timbang benda uji → gram.
4. Bawa benda uji ke mesin tekan.
5. Siapkan mesin tekan dengan cara menyambungkan kabel antara bagian penekan dengan bagian kontrol. Hubungkan pula kabel listrik antara mesin tekan dengan sumber arus.
6. Atur mesin tekan, agar jarak antara plat atas dengan plat bawah tidak terlalu jauh, yaitu dengan meletakkan plat sebagai ganjal. Usahakan setelah benda uji dipasang pada mesin tekan, jarak antara sampel dengan plat atas tidak lebih dari 1 (satu) cm.
7. Atur jarum penunjuk sampai menunjukkan angka 0 (nol) dengan cara memutarinya.
8. Jalankan mesin tekan dengan memijit tombol star, kemudian tekan tombol rapid approach agar sampel terangkat menempel pada plat atas mesin tekan, sampai jarum penunjuk bergerak sedikit.
9. Lepas tombol rapid approach, sehingga mesin bergerak sendiri. Atur kecepatan pembebanan dengan memutar *load rate* antara 0.14 – 0.34 Mpa / detik.

10. Beban sudah mencapai maksimum, jika jarum penunjuk berhenti dan kembali ke angka nol. Pada saat tersebut catat besar beban maksimum → P maks (kN).
11. Segera stop mesin penguji sampai sampel dapat diambil dari mesin tekan.

Perhitungan :

Kuat Tekan :  $\tau_{tk} = P \text{ max } \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } \text{ N/mm}^2$

Kuat tekan rata-rata :  $\tau_{bm} = \frac{\sum \tau_{tk}}{N}$

### 3.4.5. Rancangan campuran beton (mix design)

Berikut merupakan langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T-15-1990-03:

a. Penetapan kuat tekan beton

Kuat tekan beton yang disyaratkan/direncanakan ditentukan dengan kuat tekan pada beton umur 28 hari ( $f_c$ ).

b. Penetapan nilai deviasi standar ( $s$ )

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan atas tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai ini biasanya didasarkan atas hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton dengan mutu yang sama, dan menggunakan bahan-bahan dasar yang sama pula.

1. Jika pelaksana mempunyai catatan data hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, persyaratan jumlah data hasil pengujian minimum adalah 30 buah. Satu data hasil pengujian kuat tekan rata-rata diambil dari pengujian



kuat tekan dua silinder yang dibuat dari contoh beton yang sama dan pengujian pada umur 28 hari atau umur lain yang ditetapkan.

2. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji, dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor perkalian, seperti pada tabel 3.1

**Tabel. 3.1 Faktor perkalian deviasi standar**

Jumlah data	≥ 30	25	20	15	< 15
Faktor perkalian	1.00	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

Sumber : Wuryati samekto, 2001

3. Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan/pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), nilai margin dapat langsung diambil 12 Mpa.

**Tabel.3.2 Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan di lapangan**

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa kendali	8.4

Sumber: Wuryati samekto, 2001

4. Penetapan nilai tambah (margin = m)

Jika nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar yang dipilih, margin dapat dihitung dengan rumus:

$$m = k \times s$$

dimana : m = Nilai tambah dalam Mpa

k = konstanta yang besarnya 1.64

s = Deviasi standar dalam Mpa

c. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Kuat tekan beton rata-rata yang hendak dicapai (direncanakan) diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dimana :  $f'_c$  = Kuat tekan rata-rata (Mpa)

$f'_{cr}$  = Kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

$m$  = Nilai tambah (Mpa)

d. Penetapan jenis semen yang digunakan

e. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang akan digunakan ditetapkan apakah menggunakan pasir alam dan kerikil alam, atautkah pasir alam dan batu pecah (crushed aggregate).

f. Penetapan faktor air semen

Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar dan kuat tekan rata-rata silinder dan kubus beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan Tabel 3.3 dan gambar 3.1 dan gambar 3.2.

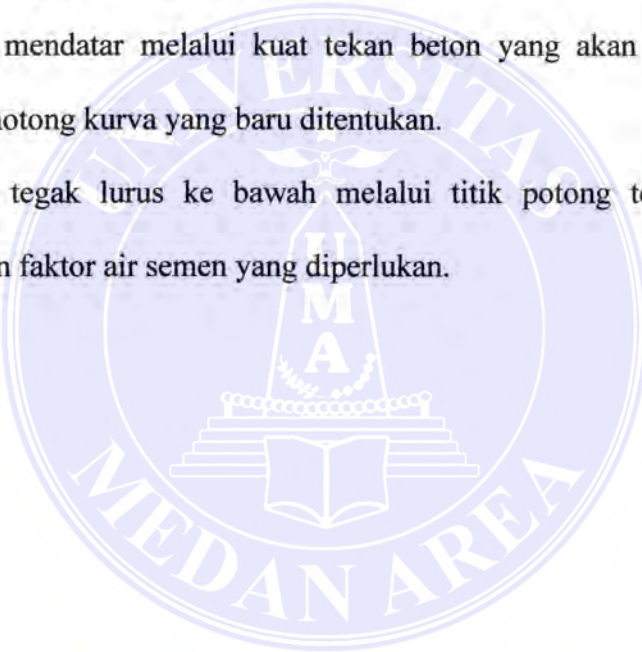
**Tabel.3.3 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air-Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa dipakai di Indonesia**

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa) pada umur hari				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen portland Tipe 1 atau	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Slinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan Sulfat tipe II,V	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Slinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	50	

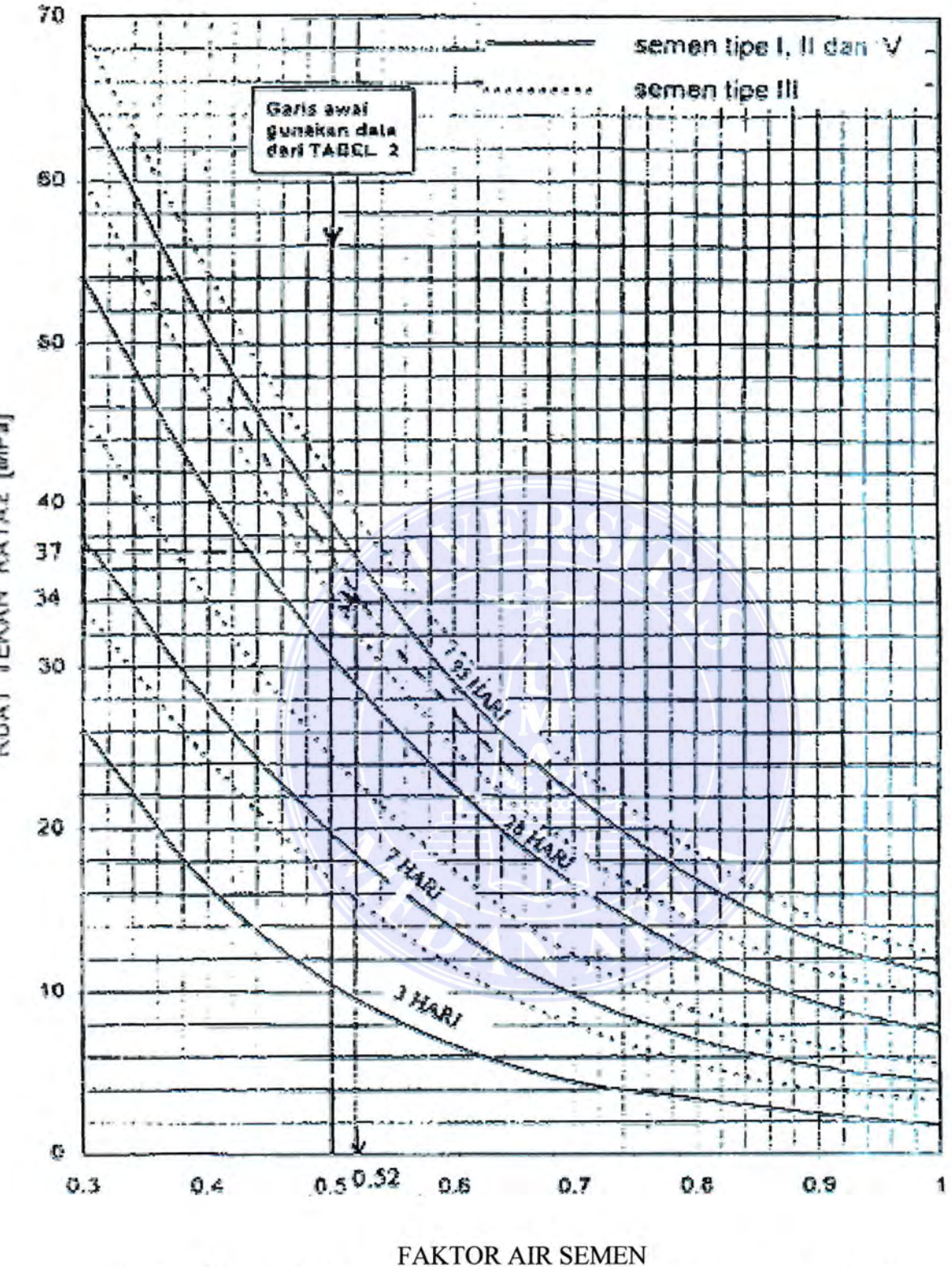
Sumber : Tri mulyono,2004

Langkah penetapannya dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Tentukan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan tabel 3.3 sesuai dengan semen dan agregat yang dipakai.
- b. Pada gambar 3.1 dan gambar 3.2, grafik untuk benda uji berbentuk silinder atau kubus dilakukan penarikan garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada tabel 3.3.
- c. Tarik garis lengkung secara profesional.
- d. Tarik garis mendatar melalui kuat tekan beton yang akan direncanakan sampai memotong kurva yang baru ditentukan.
- e. Tarik garis tegak lurus ke bawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.

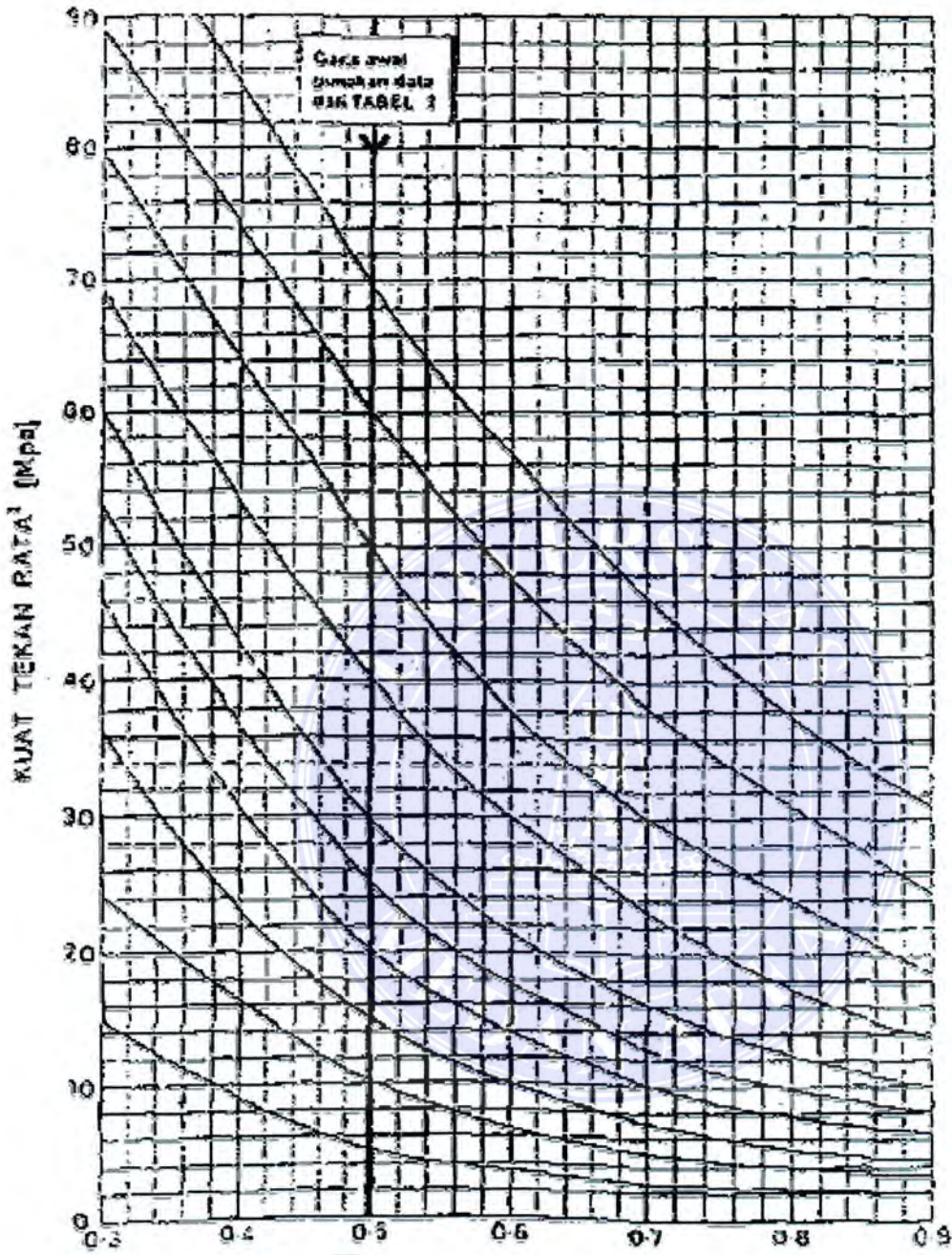






Gambar 3.1 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)





Sumber : SNI 03-2834-1993

FAKTOR AIR SEMEN

Gambar.3.2 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)

Sumber : SNI 03-2834-1993

g. Penetapan FAS maksimum

Penetapan nilai faktor semen (FAS) maksimum dilakukan dengan tabel 3.4.

Jika nilai faktor air semen ini lebih rendah daripada nilai faktor air semen dari langkah g, maka nilai faktor air semen maksimum ini yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

**Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan Khusus**

Jenis konstruksi	Jumlah semen Min/m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai FAS maksimum
Beton didalam ruangan bangunan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton diluar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.60
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0.52
Beton yang terus-menerus b erhubungan dengan air		
a. Air Tawar	275	0.57
b. Air Laut	375	0.52

Sumber: Wuryati samekto, 2001

h. Menentukan slump

Harga slump dapat ditentukan sebelumnya atau tidak ditentukan. Penetapan nilai slump dilakukan dengan mempertimbangkan atas dasar pelaksanaan pembuatan, cara mengangkut (alat yang digunakan), penuangan (pencetakan), pemadatan, maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan aduk beton dengan menggunakan pipa yang dipompa dengan tekanan, membutuhkan nilai slump



yang tinggi; sedang pemadatan yang menggunakan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel 3.5.

**Tabel.3.5 Penetapan nilai slump**

Pemakaian	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Sumber : Wuryati samekto,2001

i. Menetapkan ukuran agregat maksimum

Pada beton normal ada 3 pilihan besar butir maksimum, yaitu 40 mm, 20 mm, atau 10 mm. Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut:

- $\frac{3}{4}$  kali jarak bersih minimum antar baja tulangan atau berkas baja tulangan.
- $\frac{1}{3}$  kali tebal pelat
- $\frac{1}{5}$  jarak terkecil antar sisi cetakan

j. Menetapkan kadar air bebas atau banyaknya air yang diperlukan penetapan per meter kubik beton

Untuk menetapkan banyaknya air yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton, dapat dicari dengan menggunakan tabel 3.6 dengan cara sebagai berikut:

1. Jika agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dari jenis yang sama, misalnya pasir alam dan kerikil alam, atau pasir dari baru pecah dan kerikil dari batu pecah dapat ditentukan banyaknya air yang diperlukan (Tabel 3.6)

Tabel.3.6 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya ukuran maks, agregat (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber : Wuryati samekto, 2001

2. Jika agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan batu pecah), banyaknya air yang diperlukan ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$A = 0,67 \cdot W_f + 0,33 \cdot W_c$$

Dimana :

A = Banyaknya air yang dibutuhkan (liter) per meter kubik beton

$W_f$  = Banyaknya air yang dibutuhkan menurut agregat halus

$W_c$  = Banyaknya air yang dibutuhkan menurut agregat kasar

- k. Menetapkan berat semen yang diperlukan

Berat semen per m<sup>3</sup> beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah k) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah g dan h.

- l. Kadar semen maksimum

Jika kadar semen maksimum tidak diperlukan, dapat diabaikan.

#### m. Penentuan kebutuhan semen minimum

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 3.4.

n. Faktor air semen yang disesuaikan

Jika kadar semen berubah karena lebih kecil daripada kadar semen minimum yang ditetapkan atau lebih besar daripada kadar semen maksimum yang disyaratkan, faktor air semen harus diperhitungkan kembali menurut kadar semen yang berlaku.

o. Susunan besar butir agregat halus

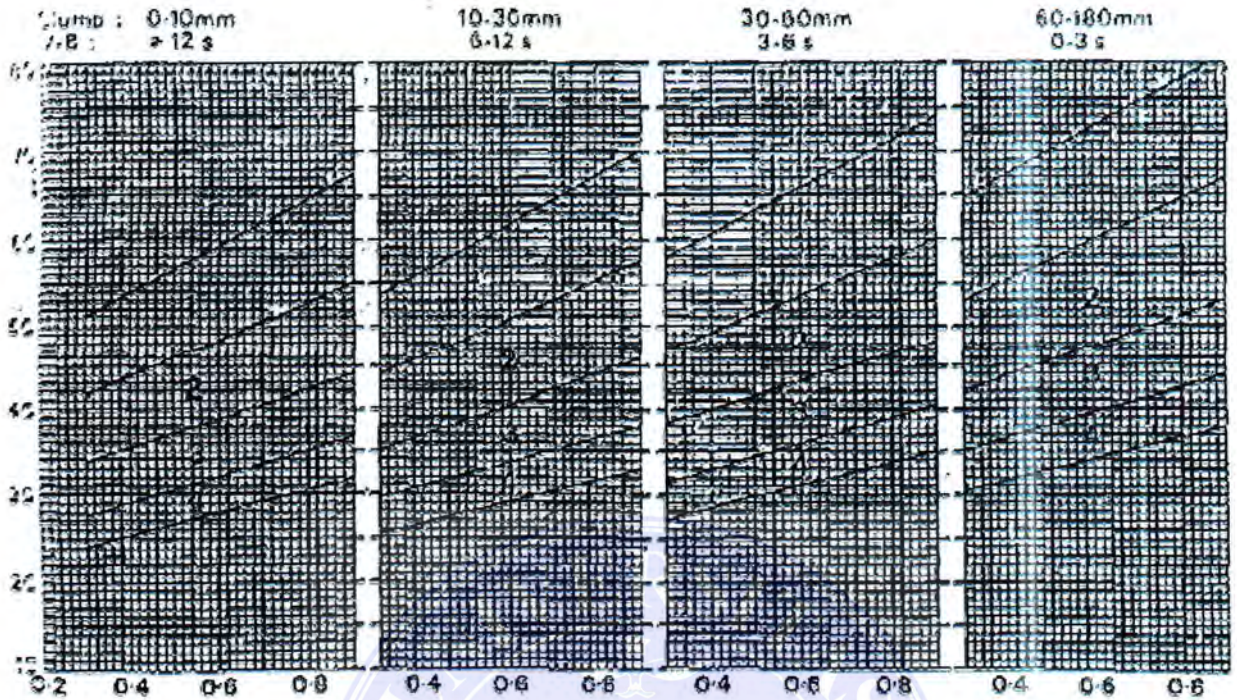
Jika besar butir agregat halus yang akan digunakan sudah dianalisis menurut standar SI, susunan besar butir pasir dapat dibandingkan dengan syarat-syarat susunan besar butir pasir dalam tabel, termasuk daerah (zone) mana zone 1, zone 2, zone 3 dan zone 4.

p. Penetapan perbandingan agregat halus dan agregat kasar

Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus.

Berdasarkan data tersebut dan grafik pada gambar 3.3 atau gambar 3.4 atau gambar 3.5.



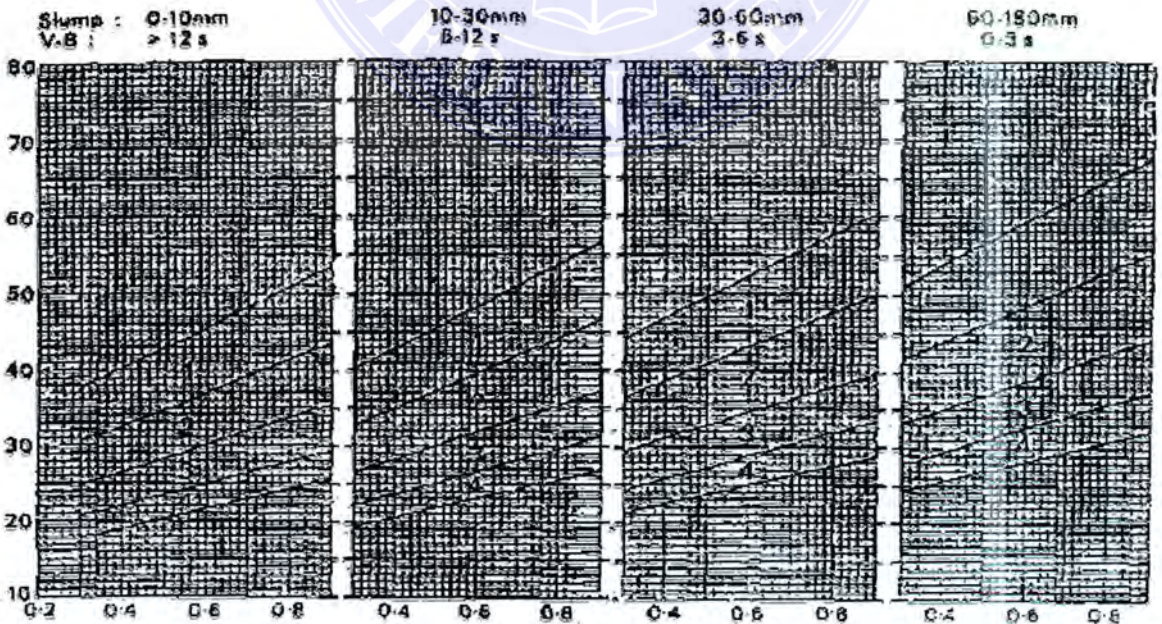


Ukuran agregat maksimum : 10 mm  
Faktor Air Semen

Gambar.3.3 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 10 mm

Sumber : SNI 03-2834-1993

Ukuran agregat maksimum 20 mm

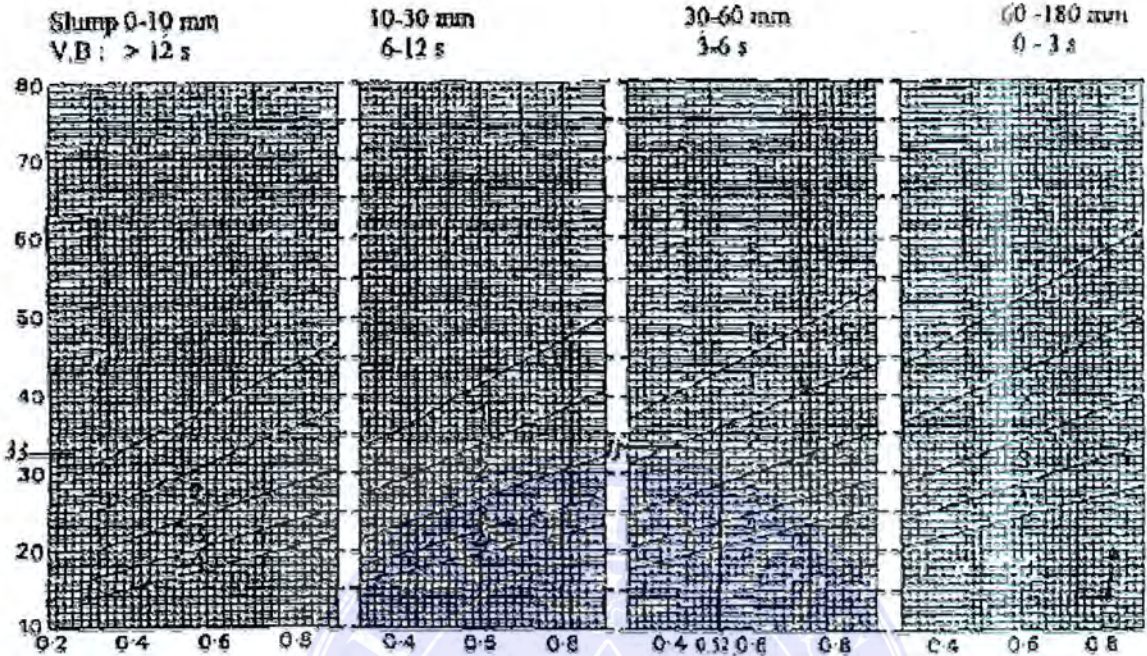


Gambar.3.4 Grafik Persentase Agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 20 mm



Sumber : SNI 03-2834-1993

Ukuran agregat maksimum 40 mm



Gambar.3.5 Grafik persentase agregat halus terhadap agregat dengan ukuran butiran maksimum 40 mm

Sumber : SNI 03-2834-1993

q. Penentuan berat jenis agregat campuran

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$BJ \text{ camp} = P \cdot BJ \text{ ah} + K \cdot BJ \text{ ak}$$

Dimana : BJ camp = Berat jenis agregat campuran

BJ ah = Berat Jenis agregat halus

BJ ak = Berat jenis agregat kasar

P = Persentase berat agregat halus terhadap berat agregat campuran

K = Persentase berat agregat kasar terhadap berat agregat campuran

r. Penentuan berat jenis beton

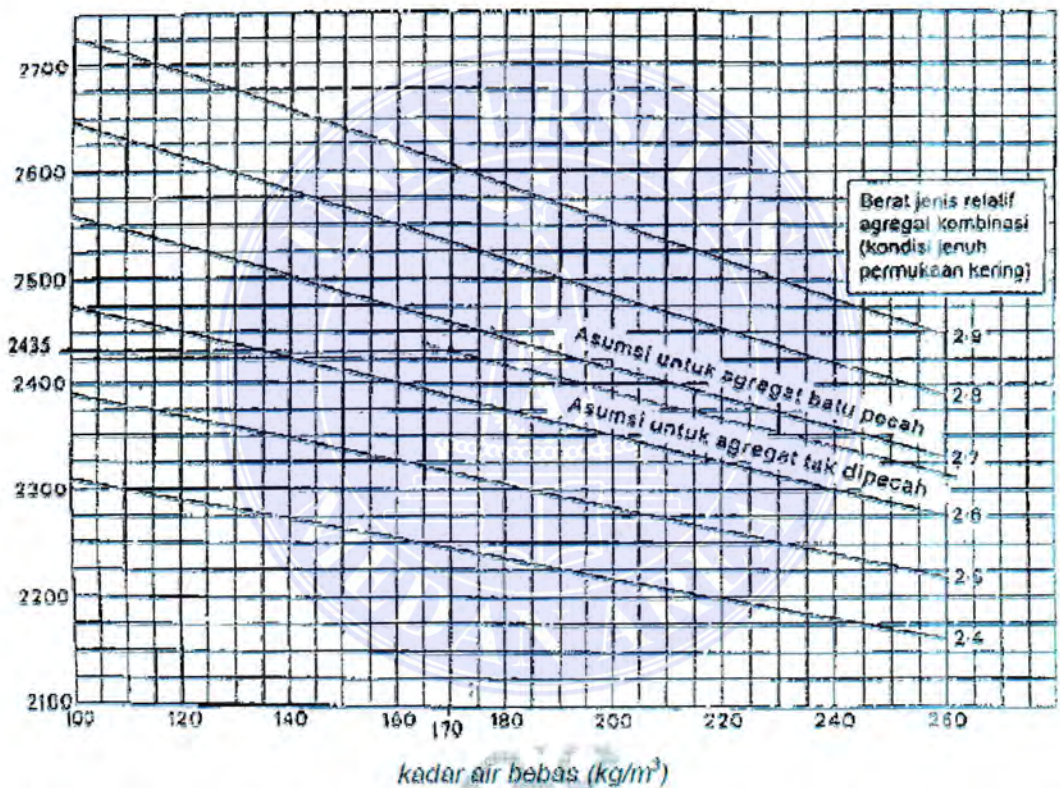
Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah r dan kebutuhan air tiap m<sup>3</sup> beton, maka dengan gambar 3.5 dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

Caranya adalah sebagai berikut:



1. Dari berat jenis agregat campuran dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat pada gambar 3.5.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah k dimasukkan kedalam sumbu horizontal pada gambar 3.5, kemudian dari titik ini ditarik garis vertikal keatas sampai mencapai garis miring yang dibuat pada cara sebelumnya diatas.

SNI 03-2834-1993



3. Dari titik potong ini ditarik garis horizontal ke kiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton.

Gambar 3.6 Grafik perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan  
Sumber : SNI 03-2834-1993



s. Menentukan kebutuhan agregat gabungan

Kebutuhan agregat gabungan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bag} = \text{BJb} - \text{BS} - \text{BA}$$

Dimana : Bag = Berat agregat gabungan

BJb = Berat Jenis beton

BS = Berat semen

BA = Berat Air

t. Menentukan kadar agregat halus

Agregat halus yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton adalah hasil kali jumlah agregat gabungan yang didapat pada langkah (s) dengan persentase kadar pasir yang didapat pada langkah (p) setelah dikoreksi dengan fraksi lolos yang terdapat dalam agregat kasar.

u. Kadar agregat kasar

Kadar agregat kasar dapat dihitung dengan cara mengurangi kadar agregat gabungan dengan kebutuhan agregat halus. Jadi, hasil langkah (s) dikurangi hasil langkah (t).

Jika agregat dalam keadaan basah, perhitungan koreksi dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Kadar semen tetap = A

$$\text{Air} = B - (\text{Cm} - \text{Ca}) \times C/100 - (\text{Dm} - \text{Da}) \times D/100$$

$$\text{Agregat halus} = C + (\text{Cm} - \text{Ca}) \times C/100$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (\text{Dm} - \text{Da}) \times D/100$$

Dimana :

A = Kadar semen yang ditentukan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

B = Kadar air yang ditentukan ( $\text{liter}/\text{m}^3$ )

C = Kadar pasir yang ditentukan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

D = Kadar kerikil /batu pecah yang ditentukan (%)

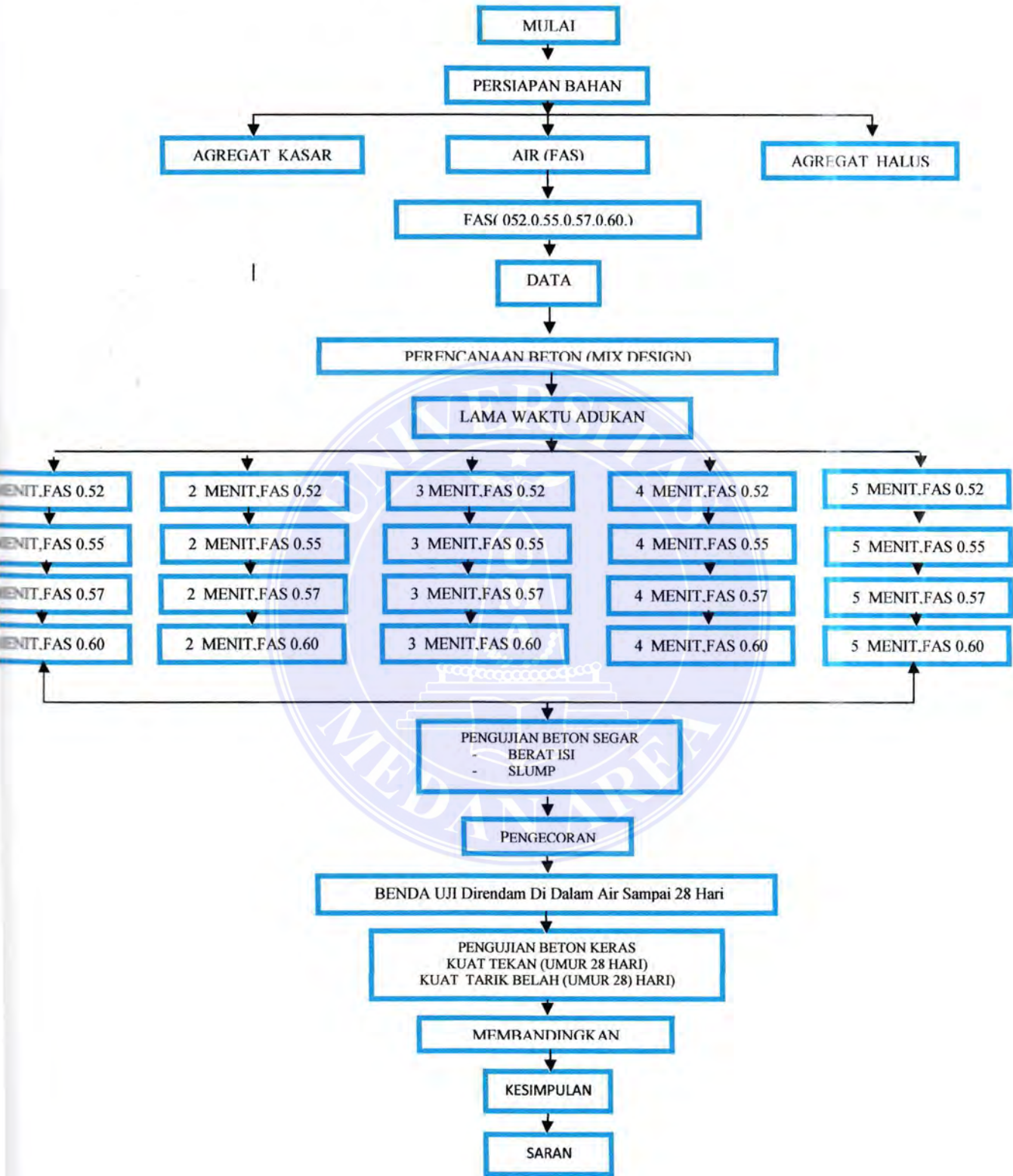
Ca = Kadar air pada agregat halus jenuh kering muka (penyerapan air) (%)

Cm = Kadar air pasir alam saat pengadukan beton (%)

Dm = Kadar air kerikil / batu pecah alam saat pengadukan beton (%)



### 3.3.6. Langkah-langkah penelitian



Gambar Diagram Alur Penelitian



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian agregat kasar, agregat halus, pengujian beton segar dan pengujian beton keras dilaboratorium, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor Air Semen (FAS) pada campuran beton dapat mempengaruhi nilai slump dan nilai kuat tekan beton. Nilai Fas yang lebih besar dapat mempengaruhi workability dari beton tersebut. Hal ini dapat ditunjukkan pada variasi dari nilai rata-rata slump berikut :
  - a. Fas 0,52 = 10,60 cm
  - b. Fas 0,55 = 11,30 cm
  - c. Fas 0,57 = 11.10 cm
  - d. Fas 0,60 = 11.50 cm
2. Dari masing-masing variasi faktor air semen pada lama waktu pengadukan pada penelitian ini mendapatkan nilai kuat tekan yang tertinggi pada umur 28 hari adalah:
  - a. Adukan 4 menit dengan fas 0,52 = 318,22
  - b. Adukan 5 menit dengan fas 0,55 = 318,22
  - c. Adukan 5 menit dengan fas 0,57 = 312,00
  - d. Adukan 5 menit dengan fas 0,60 = 304,89

5. Terdapat pengaruh lama waktu pengadukan terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Hal ini terlihat terlihat dari variasi kekuatan beton yang dicapai pada masing-masing waktu pengadukan.
6. Lama waktu pengadukan yang terbaik adalah waktu 4 – 5 menit, pada umur uji 28 hari

## 5.2 Saran

Dari kesimpulan yang telah dikemukakan diatas, maka hubungan faktor air semen dan lama waktu adukan (FAS) 0,52,0,55, 0,57 dan 0,60 Terhadap Mutu Beton K-300, dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada saat pengadukan beton,perlu di perhatikan waktu adukan, karena semakin lama beton di aduk akan semakin menggumpal dan kadar air akan berkurang,hal ini dapat membuat beton menjadi keropos
2. Pada penelitian ini dapat di hasilkan kesimpulan semakin kecil nilai faktor air semen yang digunakan maka kekuatan tekan beton yang dicapai akan semakin besar, begitu sebaliknya semakin besar nilai faktor semen yang digunakan maka kekuatan tekan beton yang di capai akan semakin kecil





## DAFTAR PUSTAKA

**Anonym.** “*Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Beton*”. Laboratorium Teknologi Beton. Medan: FT-UMA.

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, SK SNI M – 08 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SK SNI M – 09 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Mulyono, Tri, 2003, **Teknologi Beton,** Andi Offist, Yogyakarta.

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, SK SNI M – 10 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Kadar Air Agregat, SK SNI M – 11 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Slump Beton, SK SNI M – 12 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

**Anonim, 1989,** *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SK SNI M – 14 – 1989 – F,* Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

**Anonim, 1990,** *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SK SNI M – 60 – 1990 – 03,* Yayasan LPMB, Bandung

**Anonim, 2000,** *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal , SNI 03 2384 2000,* Badan Standar Nasional (BSN).

**Paul Nugraha, Antoni,** “ *Teknologi Beton*”, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

**Tri Mulyono, Ir, MT,** “ *Teknologi Beton*”, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2004

Fandhi hernando, *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash,* Tugas Akhir Jenjang S-1 FTSP UII, Yogyakarta