

## **TUGAS AKHIR**

# **KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI FC' 40 DENGAN TARGET KUAT LENTUR BETON TERCAPAI DALAM HITUNGAN 3 HARI PADA KONSTRUKSI BALOK**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Akademis*

*Dalam menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas  
Teknik Universitas Sangga Buana - YPKP Bandung*

**Disusun Oleh :**

**Nama : Vickri Ardiansyah**

**NPM : 2112187006**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SANGGA BUANA  
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN  
BANDUNG  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN & PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**

**KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI FC' 40 DENGAN**  
**TARGET KUAT LENTUR BETON TERCAPAI DALAM HITUNGAN**  
**3 HARI PADA KONSTRUKSI BALOK**

Disusun Oleh :

**Nama : Vickri Ardiansyah**  
**NPM : 2112187006**

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Menyetujui & Mengesahkan,  
Dosen Pembimbing

**Dr. Ir. Bakhtiar Abu Bakar, M.T**  
**NIK.432.200.090**

Mengetahui :  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana YPKP

Mengetahui :  
Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Sangga Buana YPKP

**Dr. Ir. Bakhtiar Abu Bakar, M.T**  
**NIK.432.200.090**

**Chandra Afriade Siregar, ST. MT**  
**NIK 432.200.167**

## **ABSTRAK**

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 20% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 40,74 MPa. Dari uraian kesimpulan diatas dengan merujuk pembahasan dan hasil penelitian, Penelitian Laboratorium yang dilakukan adalah, Perlu diadakan lagi penelitian lebih lanjut terkait beton yang mengandung FlyAsh lebih dari 20%. Karena menurut penulis beton menggunakan SilicaFume sebanyak 20% mendapatkan Range Kuat Tekan besar dibandingkan campuran Fly Ash sebesar 20%. Dalam pengujian ini, campuran fly ash 20% dapat di gunakan untuk beton mutu tinggi dengan mutu K-500.

## **ABSTRACT**

*Based on the results of research in the laboratory of Sangga Buana YPKP University, the following conclusions can be obtained. Concrete with fly ash mixture (FlyAsh) as much as 20% of cement and 0.90% mixture of SikaViscocrete (Additive) after the compressive strength test has a high compressive strength value of 40.74 MPa. From the description above conclusions by referring to the discussion and research results, the Laboratory Research conducted is, It is necessary to carry out further research related to concrete containing FlyAsh more than 20%. Because according to the authors the concrete uses SilicaFume as much as 20% to get a large Compressive Strength Range compared to the Fly Ash mixture of 20%. In this test, a 20% fly ash mixture can be used for high quality concrete with K-500 quality.*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI FC’ 40 DENGAN TARGET KUAT LENTUR BETON TERCAPAI DALAM HITUNGAN 3 HARI”**. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu jurusan teknik sipil Universitas Sangga Buana.

Sadar akan keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki, penulisan laporan ini tentu masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang telah memberikan bimbingan, dan arahan, serta dukungan, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. H. Asep Effendi R., SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
2. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT, Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
3. Memi Sulaksmi, SE., M.Si selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
4. Dr. Deni. N.H Drs. M.Si selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
5. Dr. Ir. Bakhtiar AB, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung
6. Slamet Risnanto ST, M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.
7. Chandra Afriade Siregar, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung.

8. Dody Kusmana, ST, MT, selaku Kepala Laboratorium Prodi Teknik dan Pembimbing yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, dan masukan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Amran Navambar, ST, MT, selaku Koordinator Laboratorium Prodi Teknik dan Pembimbing yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, dan masukan yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Segenap dosen, staff Program Studi Teknik Sipil, dan staff Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP - Bandung, yang selalu membantu dalam informasi dan kebutuhan penelitian selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, Oleh sebab itu penyusun mengharapkan kritik dan saran sebagai perbaikan dalam penyusunan laporan selanjutnya.

Akhir kata penulis berharap agar laporan ini bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan kami pribadi khususnya selaku penulis. Atas segala perhatiannya, diucapkan terima kasih

Semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan yang setimpal atas segala kebaikan dan jasa-jasanya dengan pahala yang berlipat. Amiin.

Wassalamualaikum wr. wb.

Bandung,.....2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1     Latar Belakang.....	I-1
1.2     Rumusan Masalah.....	I-3
1.3     Maksud dan Tujuan Penelitian .....	I-3
1.4     Sasaran Penelitian.....	I-4
1.5     Batasan Masalah .....	I-4
1.6     Manfaat.....	I-5
1.7     Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II    KAJIAN LITERATUR</b>	
2.1     Pengertian Beton.....	II-7
2.2     Kuat Tekan Beton .....	II-8
2.3     Bahan Dasar Beton .....	II-16
2.3.1   Semen .....	II-16
2.3.1.1 Semen Portland.....	II-17
2.3.1.2 Sifat Kimia Semen.....	II-18

2.3.1.3	Sifat Fisik Semen.....	II-19
2.3.2	Agregat .....	II-20
2.3.3	Air.....	II-22
2.4	Batu Bata .....	II-23
2.5	Sifat-sifat Beton.....	II-24
2.5.1	Kemudahan Pekerjaan ( <i>Workabilitas</i> ).....	II-25
2.5.2	Pemisahan Kerikil ( <i>Egegation</i> ) .....	II-28
2.5.3	Pemisahan Air ( <i>Bleeding</i> ).....	II-29
2.6	Hipotesis .....	II-29

### **BAB III            METODELOGI PENELITIAN**

3.1	Bagan Alur Penelitian .....	III-30
3.2	Tempat Penelitian .....	III-31
3.3	Standar dan Alat Penelitian .....	III-31
3.3.1	Standar Pengujian .....	III-31
3.3.2	Alat Pengujian .....	III-32
3.4	Pengujian Material.....	III-32
3.4.1	Penyiapan Benda Uji dari Contoh Agregat .....	III-32
3.4.1.1	Ruang Lingkup .. ..	III-32
3.4.1.2	Peralatan dan Bahan .....	III-32
3.4.1.3	Persiapan contoh Uji.....	III-32
3.4.1.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-32
3.4.1.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-34



3.4.2	Pengujian Analisa Saringan.....	III-34
3.4.2.1	Ruang Lingkup ..	III-34
3.4.2.2	Peralatan dan Bahan ..	III-35
3.4.2.3	Persiapan contoh Uji.....	III-35
3.4.2.4	Langkah-langkah Pelaksanaan ..	III-36
3.4.2.5	Perhitungan Hasil Uji ..	III-36
3.4.3	Pengujian Berat Isi Agregat.....	III-36
3.4.3.1	Ruang Lingkup ..	III-36
3.4.3.2	Peralatan dan Bahan ..	III-36
3.4.3.3	Persiapan contoh Uji.....	III-37
3.4.3.4	Langkah-langkah Pelaksanaan ..	III-37
3.4.3.5	Perhitungan Hasil Uji ..	III-39
3.4.4	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	III-39
3.4.4.1	Ruang Lingkup ..	III-39
3.4.4.2	Peralatan dan Bahan ..	III-40
3.4.4.3	Persiapan contoh Uji.....	III-41
3.4.4.4	Langkah-langkah Pelaksanaan ..	III-41
3.4.4.5	Perhitungan Hasil Uji ..	III-42
3.4.5	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	III-43
3.4.5.1	Ruang Lingkup ..	III-43
3.4.5.2	Peralatan dan Bahan ..	III-43
3.4.5.3	Persiapan contoh Uji.....	III-44
3.4.5.4	Langkah-langkah Pelaksanaan ..	III-44

3.4.5.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-46
3.4.6	Pengujian Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 ...	III-47
3.4.6.1	Ruang Lingkup ..	III-47
3.4.6.2	Peralatan dan Bahan .....	III-47
3.4.6.3	Persiapan contoh Uji.....	III-47
3.4.6.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-48
3.4.6.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-48
3.4.7	Pengujian Kotoran Organik dalam Agregat Halus .....	III-49
3.4.7.1	Ruang Lingkup ..	III-49
3.4.7.2	Peralatan dan Bahan .....	III-49
3.4.7.3	Persiapan contoh Uji.....	III-49
3.4.7.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-49
3.4.7.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-50
3.4.8	Pengujian Gumpalan Lempung dan Butiran Mudah Pecah dalam Agregat .....	III-50
3.4.8.1	Ruang Lingkup ..	III-50
3.4.8.2	Peralatan dan Bahan .....	III-50
3.4.8.3	Persiapan contoh Uji.....	III-50
3.4.8.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-51
3.4.8.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-52
3.4.9	Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles.....	III-53
3.4.9.1	Ruang Lingkup ..	III-53
3.4.9.2	Peralatan dan Bahan .....	III-53

3.4.9.3	Persiapan contoh Uji.....	III-54
3.4.9.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-55
3.4.9.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-55
3.4.10	Pengujian Ketahanan Terhadap Tekanan .....	III-55
3.4.10.1	Ruang Lingkup .. ..	III-55
3.4.10.2	Peralatan dan Bahan .....	III-56
3.4.10.3	Persiapan contoh Uji.....	III-56
3.4.10.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-57
3.4.10.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-57
3.4.11	Pengujian Kadar Air Agregat .....	III-58
3.4.11.1	Ruang Lingkup .. ..	III-58
3.4.11.2	Peralatan dan Bahan .....	III-58
3.4.11.3	Persiapan contoh Uji.....	III-58
3.4.11.4	Langkah-langkah Pelaksanaan .....	III-59
3.4.11.5	Perhitungan Hasil Uji .....	III-59
3.5	Pengujian Slump Beton .....	III-60
3.5.1	Peralatan.....	III-60
3.5.2	Benda Uji .....	III-60
3.5.3	Cara Pengujian atau Prosedur.....	III-60
3.5.4	Pengukuran Slump.....	III-61
3.6	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-62
3.6.1	Peralatan .....	III-62
3.6.2	Benda Uji .....	III-62

3.6.3	Cara Pengujian atau Prosedur .....	III-64
3.6.4	Perhitungan .....	III-64
3.7	Pengujian Pada Pecahan Batako .....	III-65
3.8	Pembuatan Benda Uji Beton Segar .....	III-65
3.9	Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji Beton Normal Dengan Bahan Campuran Pecahan Batako dengan Perbandingan 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% Terhadap Berat Kerikil (Agregat Kasar) .....	III-66

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Beton dan Proses Rencana Agregat Kasar dan Batako ....	I-4
Tabel 2.1 Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar.....	II-22
Tabel 3.1 Metode Pengujian Bahan Dasar Beton .....	III-31
Tabel 3.2 Jumlah Hasil Persiapan Contoh Uji .....	III-34
Tabel 3.3 Wadah Baja Beserta Ukuran Dimensi untuk Pengujian Bobot isi.	III-37
Tabel 3.4 Ketentuan Berat dan Gradasi untuk Pengujian Lolos N0.200 .....	III-47
Tabel 3.5 Kebutuhan Jumlah Benda Uji Sesuai Gradasinya pada Pengujian Gumpalan Lempung .....	III-51
Tabel 3.6 Ukuran Saringan yang Digunakan untuk Memisahkan Antara Agregat dengan Gumpalan Lempung .....	III-52
Tabel 3.7 Kebutuhan Agregat dalam Pengujian Abrasi .....	III-54
Tabel 3.8 Berat Contoh Agregat Minimum Tergantung pada Ukuran Butiran Maksimum .....	III-58
Tabel 3.9 Metode Pengujian untuk Pecahan Batako .....	III-65
Tabel 3.10 Perhitungan Pembuatan Benda Uji Beton Normal .....	III-66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pemodelan Uji Kuat Retak Tekan Silinder Beton.....	II-9
Gambar 2.2	Pemodelan Pola Retak Uji Kuat Tekan Beton Kubus.....	II-9
Gambar 2.3	Hubungan Antara Faktor Air Semen dengan Kekuatan Beton Selama Masa Perkembngannya ( <i>Tri Mulyono, 2003</i> ) .....	II-11
Gambar 2.4	Hubungan Antara Umur Beton dan Kuat Tekan Beton .....	II-12
Gambar 2.5	Perkembangan Kekuatan Tekan Mortar untuk Berbagai Tipe Portland Semen.....	II-13
Gambar 2.6	Pengaruh Jumlah Semen Terhadap Kuat Tekan Beton pada Faktor Air Semen Sama.....	II-14
Gambar 2.7	Kekuatan Tekan Beton yang Dike ringkan dalam Udara di Laboratorium Sesudah Perawatan Awal dengan Membasahinya.	II-23
Gambar 2.8	Kerucut Abrams .....	II-26
Gambar 2.9	Slump Sebenarnya.....	II-26
Gambar 2.10	Slump Geser .....	II-27
Gambar 2.11	Slump Runtuh.....	II-28
Gambar 3.1	Metodologi Penelitian .....	II-30

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan meningkatnya pembangunan gedung maupun perkantoran, maka banyak pula bangunan-bangunan yang sudah tua dibongkar. Sehingga banyak ditemukan limbah atau bekas berbagai bahan bangunan seperti batu bata dan abu terbang baik yang masih utuh maupun yang sudah pecah. Dalam hal ini peneliti bermaksud untuk memanfaatkan limbah sisa pembakaran batu bara . Diharapkan dengan mengganti sebagian semen (lebih irit) tetapi tanpa mengurangi mutu kuat tekan dari beton yang ada atau dengan kata lain kuat tekan beton yang terjadi tetap sesuai dengan rencana. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah dalam campuran beton sebagai agregat kasar dapat diganti dengan pecahan abu terbang yaitu variabel prosentasi sebagai pecahan abu terbang terhadap kuat tekan beton, variabel kekerasan agregat terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan menentukan prosentase pecahan abu terbang terhadap agregat kasar sehingga tidak akan mempengaruhi mutu beton yang diharapkan / kuat tekan beton, mengkaji hubungan antara proporsi pecahan abu terbang terhadap agregat kasar dan mutu beton yang dihasilkan (kuat tekan beton), dan mengevaluasi pengaruh kekerasan agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

Beton normal merupakan campuran dari agregat kasar (krikil) agregat halus (pasir), semen, dan. Dengan berbagai komposisi dan mutu beton masing-masing bahan campuran beton akan didapat hasil mutu beton yang berbeda-beda.

Dari sifat pecahan abu terbang dan agregat kasar (kerikil) yang hampir sama yaitu mempunyai sifat keras, maka peneliti tertarik untuk

mengadakan penelitian abu terbang sebagai pengganti kerikil dalam campuran beton. dengan mutu kuat tekan rencana .

Pada kajian ini peneliti mencoba membuat beton normal dengan mutu FC 40 dengan f.a.s 0.6, bahan untuk membuat beton pada dasarnya terdiri dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen dan air (Lj, Mardock dkk 1993). Agregat halus jika diameter agregat = 4,75 mm, sedangkan agregat kasar berdiameter > 4.75mm. untuk membuat beton diperlukan persyaratan agregat antara lain kandungan lumpur untuk agregat halus < 5% dan agregat kasar < 1% ( Dep. Perindustrian, SII 0077-75 dan Dep. Perindustrian SII 0078-75). Semen (*Portland cement*) adalah bahan pengikat hidrasi yang mempunyai sifat pengikat dan kemudian mengeras apabila di campur dengan air. Air adalah bahan yang diperlukan semen untuk melakukan proses hidrasi. Jumlah air yang diperlukan semen untuk mendapatkan campuran yang baik (konsistensi normal) berkisar antara 24 – 33 % ( Dep. PU, 1990 SKSNI T-15-1990-03). Banyaknya air yang diperlukan untuk mendapatkan kelacakan (slump) tertentu dari adukan. maka mengingat pentingnya permasalahan tersebut diatas, maka penulis akan mencoba untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan judul yaitu “ **KAJIAN KUAT LENTUR BETON MUTU TINGGI FC’ 40 DENGAN TARGET KUAT LENTUR BETON TERCAPAI DALAM HITUNGAN 3 HARI** ”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah campuran beton yang sebagian agregat kasar diganti dengan pecahan abu terbang, dengan variabel prosentasi pecahan abu terbang tertentu tetap memiliki kuat tekan yang memadai untuk digunakan pada struktur bangunan.



### 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah Mengkaji hubungan antara jumlah pecahan abu terbang terhadap agregat kasar dan mutu yang dihasilkan (kuat tekan beton). Tujuan penelitian ini adalah menentukan prosentase pecahan abu terbang yang dapat digunakan dalam campuran beton sehingga tidak mempengaruhi mutu beton yang diharapkan / kuat tekan beton, yang akan dilaksanakan pada laboratorium uji kuat tekan beton USB YPKP Bandung.

### 1.4 Sasaran Penelitian

Meminimalkan besarnya biaya yang digunakan untuk membuat beton tanpa mengurangi mutu beton (kuat tekan beton) itu sendiri

### 1.5 Batasan masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan yang akan dikemukakan agar tidak terlalu menyimpang dari penelitian.

Maka pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) Pemeriksaan hanya meliputi campuran beton
- 2) Kuat tekan beton rencana ( $F_s 45$ ) pada 3 hari.
- 3) Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, menggunakan cetakan beton berbentuk Kubus  $15 \times 30$ . Dengan jumlah sampel:

**Tabel 1.1.** jumlah beton dan proses rencana agregat kasar dan batu bata

Kode beton	Steel Slag	Additive	Jumlah sampel
FS 45	5%	0,90%	2
FS 45	7%	0,90%	2
Total			$\Sigma = 4$ buah

- 4) Penelitian menggunakan semen portland jenis I sesuai dengan SNI 15-2049-2004 yang merupakan jenis semen untuk berbagai macam aplikasi beton dimana syarat khusus tidak diperlukan (tiga roda)

- 5) Pemeriksaan hanya dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Sangga Buana dan tidak dilakukan percobaan di lapangan.

## **1.6 Manfaat**

Diharapkan dengan mengganti sebagai agregat kasar dengan pecahan abu terbang maka biaya pembuatan beton dapat berkurang (lebih irit) tetapi tanpa mengurangi mutu kuat tekan dari beton itu sendiri.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Dalam pembahasan masalah ini terdapat 5(lima) bab yang terdiri dari.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dijelaskan latar belakang masalah, identifikasi masalah, runag lingkup penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulis.

### **BAB II STUDI LITERATUR**

Dalam bab ini mengurangi pembahasan tentang teori beton dan batu bata serta hipotesis penelitian

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini menjelaskan secara ringkas mengenai persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian, dan evaluasi penelitian

### **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan data hasil penelitian, uji hipotesis dan pengolahan data yang dilakukan di laboratorium.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan hasil penelitian di laboratorium dan saran-saran yang diharapkan bermanfaat dan sesuai dengan tujuan penulisan laporan tugas akhir ini.

## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susunan beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susunan campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susunan, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperature dan kondisi perawatan dan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana batang tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (*Dipohusodo, 1994*).

Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f_c$ ) pada usia 28 hari. Kecepatan kekuatan beton ini sangat dipengaruhi pada Faktor Air Semen (FAS) dan suhu selama perawatan. Salah satu kinerja beton yang sering diperhatikan

adalah kekuatan tekan. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas ( *Ir. Tri Mulyono MT., 2004. Teknoogi Beton*)

## 2.2 Kuat Tekan Beton

Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji Kubus pasca umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat *compression testing machine*. Standar yang digunakan ialah SNI 03 – 1974 – 1990 untuk benda uji silinder, dan persamaan umum yang dipakai untuk menghitung kuat tekan beton adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana  $\sigma$  = Kuat tekan beton (Kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban tekanan (Kg)

A = Luas bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

Standar deviasi hitungan berdasarkan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\sigma' b - \sigma' bm)^2}{N - 1}}$$

Dimana S = deviasi standar (Kg/cm<sup>2</sup>)

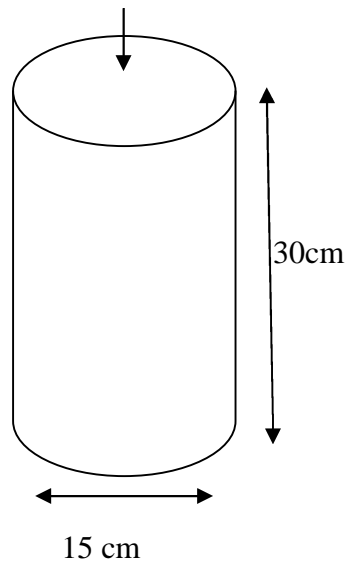
$\sigma' b$  = Kekuatan masing-masing benda uji

$\sigma' bm$  = Kekuatan beton rata-rata (Kg/cm<sup>2</sup>)

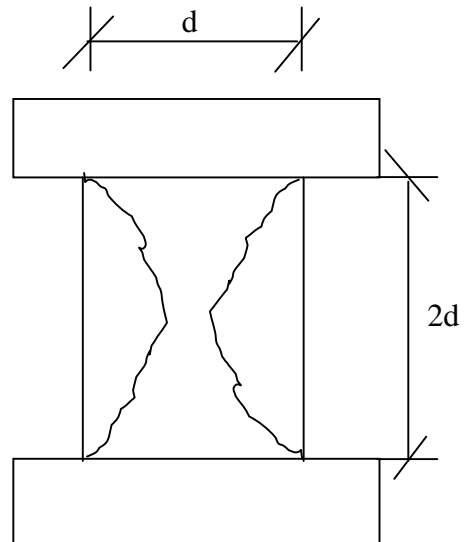
N = Jumlah total benda uji hasil pemeriksaan

Berdasarkan kuat tekan, beton dapat digolongkan dalam beton normal, beton mutu tinggi dan beton mutu sangat tinggi. Menurut *Supartono*

(1998), beton mutu tinggi adalah beton dengan kuat tekan diatas 50 Mpa, sedangkan beton mutu sangat tinggi adalah beton dengan kuat tekan diatas 80 Mpa.



**Gambar 2.1** Pemodelan uji kuat  
retak Tekan silinder beton



**Gambar 2.2** Pemodelan pol  
uji kuat tekan beton

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu:

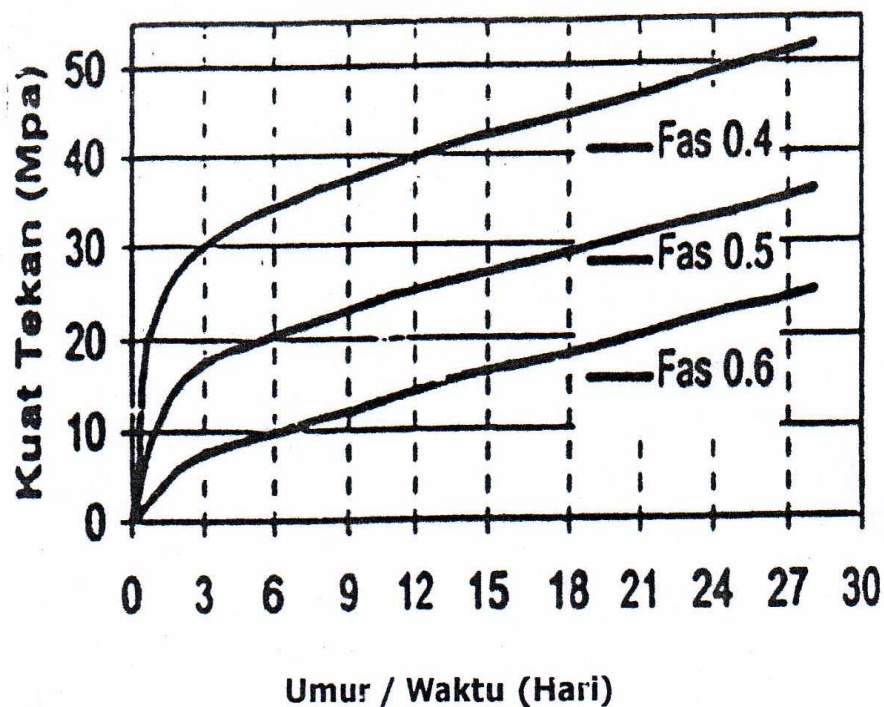
1. Faktor Air Semen (FAS) dan kepadatan

Faktor air semen (FAS) merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi FAS yaitu:

- Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlansungnya pengerasan.
- Memberi kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*)

Perbandingan air terhadap semen merupakan faktor utama di dalam penentuan kekuatan beton (*Wang, 1986*). Hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai FAS minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan merupakan beton yang terbaik (*Murdock & Brooks, 1979*).

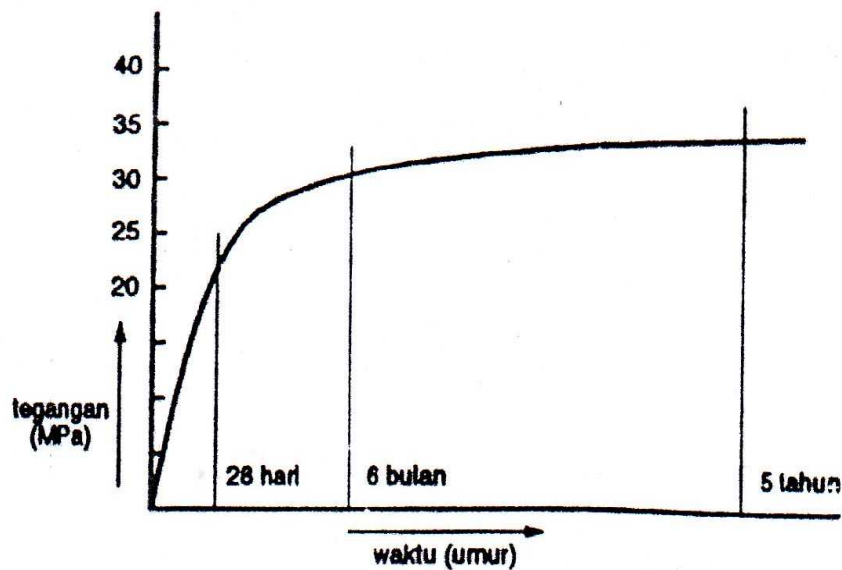
Semen rendah nilai faktor air semen semakin kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu (optimum) yang menghasikan kuat tekan beton maksimum. Duff dan Abrams (1919) meneliti hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton pada umur 28 hari dengan uji silinder yang dapat dilihat pada gambar 2.3. kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan adukan beton dapat dilakukan dengan cara pemadatan dengan alat getar (vibrator) atau dengan memberi bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat mengencerkan adukan beton sehingga lebih mudah didapatkan.



**Gambar 2.3** Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton selama masa perkembangannya (*Tri Mulyono, 2003*)

## 2. Umur beton

Kekuatan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya tidak terlalu signifikan (gambar 2.6). Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai 65% dan pada umur 14 hari mencapai 88% - 90% dari kuat tekan umur 28 hari.



**Gambar 2.4** Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton (Istimawan, 1999).

## 3. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan gradasi butiran agregat, (agregat halus maupun agregat kasar). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat yang berukuran besar (Nawy, 1998).

## 4. Proporsi semen dan jenis semen yang digunakan

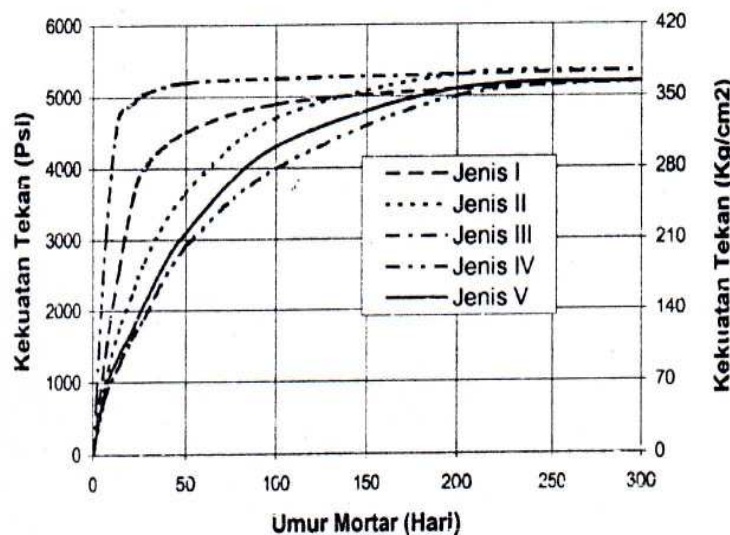
Berhubungan dengan perbandingan jumlah semen yang digunakan saat pembuatan *mix design* dan jenis semen yang digunakan



berdasarkan peruntukkan beton yang akan dibuat. Penentuan jenis semen yang digunakan mengacu pada tempat dimana struktur bangunan yang menggunakan material beton tersebut dibuat, serta pada kebutuhan perencanaan apakah pada saat proses pengecoran membutuhkan kekuatan awal yang tinggi atau normal.

## 5. Semen

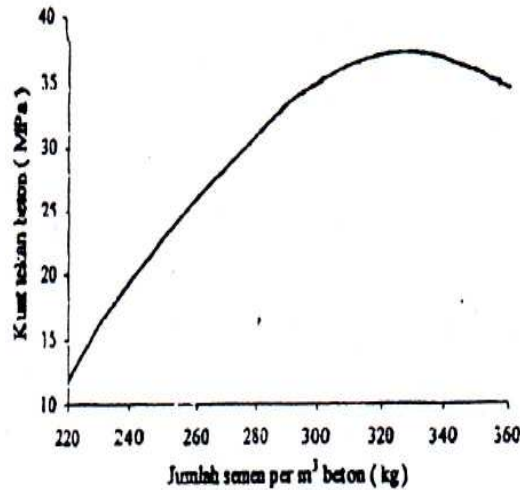
Jenis Portland semen yang digunakan ada 5 jenis yaitu : I, II, III, IV, V. Jenis-jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda sebagai mana tampak pada Gambar 2.5



**Gambar 2.5** perkembangan kekuatan tekan mortar untuk berbagai tipe Portland semen (Tri Mulyono, 2003)

Jika faktor air semen sama (*slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi sebagaimana tampak pada Gambar 2.6. pada jumlah semen yang terlalu sedikit sehingga adukan beton sulit didapatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jikan nilai *slump* sama (fas berubah), beton

dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi.



**Gambar 2.6** Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air semen sama (Kardiyono, 1998)

#### 6. Rongga udara (*voids*)

Peningkatan air semen dapat menyebabkan rongga udara meningkat, sehingga penurunan durabilitas, sifat kedap air pada beton. Kebutuhan air dalam pencampuran diharapkan cukup untuk mendukung proses hidrasi pada semen, penambahan air pada pencampuran beton yang dapat menyebabkan terjadinya rongga pada beton, sehingga kualitas beton yang dihasilkan menurun.

#### 7. Pekerjaan Perawatan (*curing*)

Tujuan perawatan beton adalah memelihara beton dalam kondisi tertentu pasca pembukaan bekisting (*demoulding of form work*) agar optimasi kekuatan beton dapat dicapai mendekati kekuatan yang telah direncanakan. Perawatan ini berupa pencegahan atau mengurangi kehilangan/penguapan air dari dalam beton yang ternyata masih diperlukan untuk kelanjutan proses hidrasi. Bila terjadi kekurangan/kehilangan air maka proses hidrasi akan terganggu/terhenti

dan dapat mengakibatkan terjadinya penurunan perkembangan kekuatan beton, terutama penurunan kuat tekan (Libis,1986; Mulyono, 2004; dan Amri, 2005).

Sehari setelah pengecoran merupakan saat yang penting untuk periode sesudahnya. Oleh sebab itu diperlukan perawatan dengan air sehingga untuk jangka panjang, kualitas beton, baik kekuatan maupun kekedapan airnya, dapat lebih baik. Perawatan dengan cara membasahi menghasilkan beton yang terbaik. Semakin erat pendekatan kondisi perawatan, semakin kuat beton yang dihasilkan. Hal ini diperhatikan pada Gambar 2.10 (*Murdock dan Brook, 1999*).

Dalam menafsirkan hasil pengujian laboratorium, harus diperhitungkan bahwa bahan yang diuji umumnya kecil. Oleh karenanya sifat-sifat bahan ini sangat dipengaruhi oleh perubahan dari lapisan permukaannya. Karena umumnya lapisan permukaan mudah terpengaruh oleh kondisi perawatan. Hal ini dibuktikan oleh kerusakan tampang melintang yang tebal jauh lebih kecil dari pada yang ditunjukkan oleh contoh bahan uji yang lebih kecil.

## **2.3 Bahan Dasar Beton**

### **2.3.1 Semen**

Semen berasal dari kata *Caementum* yang berarti bahan perekat yang mampu mempersatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak atau dalam pengertian yang luas adalah material plastis yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan.

Usaha untuk membuat semen pertama kali dilakukan dengan cara membakar batu kapur dan tanah liat. Joseph Aspadain yang merupakan orang inggris, pada tahun 1824 mencoba membuat semen dari kalsium campuran batu kapur dengan tanah liat yang telah dihaluskan, digiling, dan dibakar menjadi lelehan dalam tungku, sehingga terjadi penguraian batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) menjadi batu tohor ( $\text{CaO}$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Batu kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) bereaksi dengan senewa-senewa lain membentuk klinker kemudian digiling sampai menjadi tepung yang kemudian dikenal dengan Portland.

### 2.3.1.1 Semen Portland

*Portland cement* merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang distandarisasi di Indonesia. Menurut *SNI 0031-81*, semen Portland dibagi menjadi lima tipe, yaitu:

- Tipe I : *Ordinary Portland Cement (OPC)*, semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal)
- Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- Tipe III : *High Early Strength Cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
- Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.

Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

### 2.3.1.2 Sifat Kimia Semen

Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bilamana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat (*L.J Murdock dan K.M. Brook, 1979*). Sifat kimia serta komposisi semen Teknologi Beton (*Tri Mulyono, 2004*)

### 2.3.1.3 Sifat Fisik semen

Sifat fisik semen Portland yaitu:

a. Kehalusan butir

Semaking halus semen, maka permukaan butirnya akan semakin luas, sehingga persenyawaannya dengan air akan semakin cepat dan membutuhkan air dalam jumlah yang besar pula.

b. Berat jenis

Berat semen pada umumnya berkisar 3.15 kg/liter

c. Waktu pengerasan

Pada pengerasan semen dikenal dengan adanya waktu pengikatan awal (*Initial setting*) dan waktu pengikatan akhir (*Final Setting*). Waktu pengikatan awal dihitung sejak semen tercampur dengan air hingga mengeras. Pengikat awal untuk semen harus diantara 60-120 menit.

d. Kekekalan bentuk

Pasata semen yang dibuat dalam bentuk tertentu dan bentuknya tidak berubah pada waktu mengeras, maka semen tersebut mempunyai sifat kekal bentuk.

e. Pengerasan awal palsu

Gips yang terurai lebih dulu dapat menimbulkan efek Pengerasan palsu, seolah-olah semen tidak berubah. Pengerasan palsu biasanya terjadi jika semen mengeras Kurang dari 60 menit.

f. Pengaruh suhu

Pengikatan semen berlangsung dengan baik pada suhu 30<sup>0</sup>C dan berjalan dengan lambat pada suhu dibawah 15<sup>0</sup>C.

### 2.3.2 Agregat

Agregat adalah bahan – bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen (CUR 2, 1993) Pada beton biasanya terdapat sekitar 65% sampai 80% volume agregat terhadap volume keseluruhan beton (IIIstone & Domone, 2001). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh , homogen, rapat, dimana agregat yang kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar ( Nawy,1998):

1. Agregat halus (pasir alami dan buatan)

agregat halus didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolis atau adukan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirannya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan buti-butir yang lebih kecil dari 0,07 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm (SK SNI T-15-1991-30)

Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan dalam atandar ASTM C 33/03 “Standard Sfesification for Concorete Agregates” Sedangkan untuk syarat modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8 (SNI 03 –

1750 – 1990). Persyaratan lainnya mengacu pada *SK SNI S -04- 1989-F*.

2. Agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan dari *blast furnance*). Menurut PBI 1971 N.I – 2, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 5 mm. Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain:

- Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti trik matahari dan hujan.
- Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan *ASTM C 33/03 “standard Spesification for Concrete Agregates”* (lihat Tabel 2.1). dan standar pengujian lainnya mengacu pada standar yang direkomendasikan pada ASTM.

**Tabel 2.1** Gradasi saringan ideal agregat kasar

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90 – 100	95
12,50	-	-
9,50	20 – 55	37,5
4,75	0 – 10	5
2,36	0 – 5	2,5

(Sumber: *ASTM C 33/03*)

### 2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air mengandung senyawa-senyawa berbahaya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang digunakan berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan (Mulyono, 2003). Nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan *water cement ratio (w.c.r)*. agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai w.c.r 0,40-0,65 tergantung mutu beton yang hendak dicapai umumnya menggunakan nilai w.c.r yang rendah, sedangkan dilain pihak menambah daya *workability* (kemudahan pekerjaan) diperlukan nilai w.c.r yang lebih tinggi (Dipohusodo, 1994).

Kekuatan dan mutu beton umumnya sangat dipengaruhi oleh air yang digunakan. Air yang digunakan harus disesuaikan pada batas yang memungkinkan untuk pelaksanaan pekerjaan campuran beton dengan baik. Jumlah air yang digunakan pada campuran beton dapat dibagi dua kategori yaitu:

1. Air bebas, yaitu air yang diperlukan untuk hidrasi semen
2. Air resapan agregat

## 2.4 Batako

Saat ini beton sangat umum dan telah dibuktikan oleh waktu sebagai bahan dinding yang tahan gempa. Beton dapat diproduksi dengan tangan dan mesin. Penggunaan khusus beton ditentukan oleh ukuran dan mutunya. Salah satu jenis beton yang cukup familiar dikalangan masyarakat adalah BATAKO. Batako mempunyai sifat-sifat panas dan



ketebalan total yang lebih baik dari pada beton padat. Jika dibandingkan dengan batu bata, batako memiliki keuntungan tertentu seperti, beratnya hanya 1/3 dari batu bata untuk jumlah yang sama. Batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup kuat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Dinding yang dibuat dari batako mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi beton semakin ramah lingkungan dari pada produksi bata tanah liat karena tidak harus dibakar.

Batako sendiri memiliki berbagai bentuk, yang dikenal dimasyarakat saat ini adalah batako padat dengan batako berlubang. Bedanya hanya di cetakan saja, dan ingat walaupun batako berlubang volume nya tidak sama dengan batako padat tapi harus memiliki kekuatan setara dengan batako padat.

Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat batako adalah :

1. Semen
2. Air
3. Kerikil kasar
4. Pasir (ukuran halus sampai 5 mm)

## **2.5 Sifat – sifat beton**

Beton segar merupakan suatu campuran antara air, semen dan agregat dan bahan tambahan jika diperlukan setelah selesai pengadukan, usaha-usaha seperti pengangkutan, pengecoran, pemadatan, penyelesaian akhir dan perawatan beton dapat mempengaruhi beton segar itu sendiri setelah mengeras. Pada tiap-tiap pengolahan beton segar ini sangat diperhatikan agar bahan-bahan campuran tetap kompak dan tercampur merata dalam seluruh adukan.

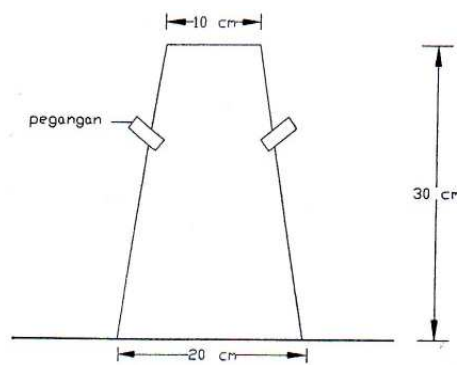
Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar, yaitu: Kemudahan pengerjaan (*workabilitas*), pemisahan kerikil (*segregation*), pemisahan air (*bleeding*).

### 2.5.1 Kemudahan pengerjaan (*Workabilitas*)

Beton segar yang baik dapat dilihat dari kemudahan adukan tersebut dikerjakan (*workability*) yang mempunyai sifat:

1. Mobilitas, yaitu kemudahan spesi beton dapat dituangkan (dialirkan) kedalam cetakan pada saat pengecoran.
2. Kompaktibilitas, yaitu kemudahan spesi beton dipadatkan dan rongga udara dihilangkan.
3. Stabilitas, yaitu kemampuan spesi beton untuk tetap sebagai masa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi sgregasi dari bahan utamanya.

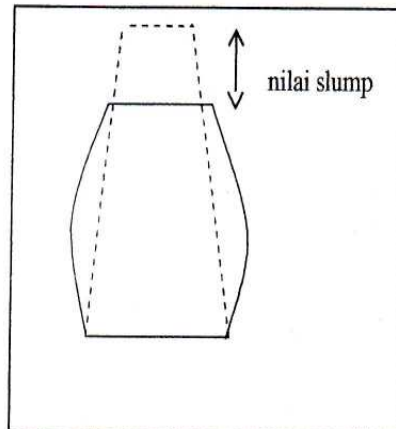
Konsistensi/keleccakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang didasarkan pada ASTM C 143-74. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 30 cm (disebut sebagai kerucut Abrams), seperti yang ditunjuk pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kerucut Abrams

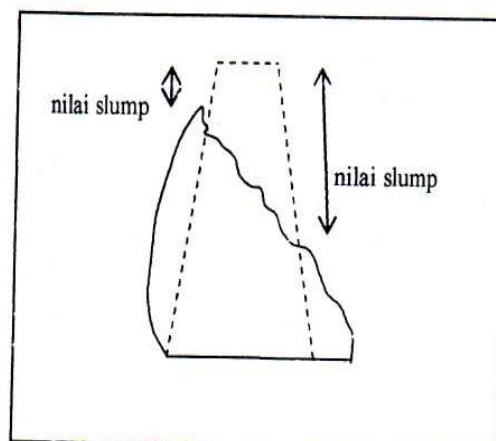
Variasi yang terjadi antara nilai *slump* adanya beberapa ukuran akibat tiga buah jenis *slump* yang terdiri dalam praktek yaitu:

1. Penurunan umum dan seragam tanpa ada yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Pengambilan nilai *slump* sebenarnya dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.



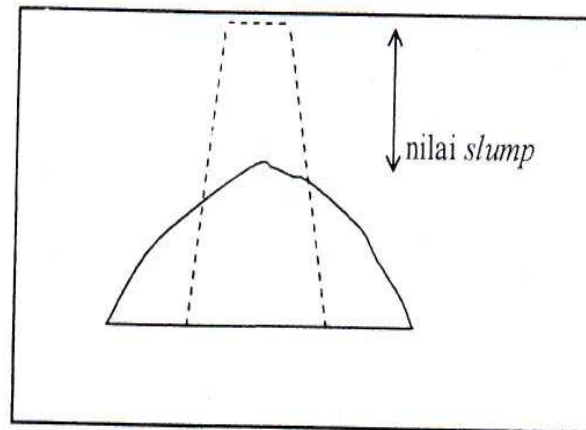
**Gambar 2.9** *Slump* sebenarnya

2. *Slump* geser yang terjadi bilamana paruh puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua cara yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.



**Gambar 2.10** *Slump* geser

3. Campura beton pada kerucut runtuh seluruhnya. Pengambilan nilai *slump collopse* dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.



**Gambar 2.11** *Slump* runtuh

### 2.5.2 Pemisahan Kerikil (*Sgregation*)

Kesendrungan buti-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan *sgregation*. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil, yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. *Sgregation* ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

1. Campuran kurus atau kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm.
4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat semakin mudah terjadi *segregation*.

Untuk mengurangi kecendrungan *segregation* maka diusahakan air yang diberikan sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar dan cara pengangkutan, penuangan maupun pemadatan harus mengikuti cara-cara yang betul.

### 2.5.3 Pemisahan Air (*Bleeding*)

Kecendrungan air untuk naik kepermukaan beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butiran pasir halus, yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput (*laitence*). Bleeding dapat dikurangi dengan cara:

- Memberi lebih banyak semen.
- Menggunakan air sedikit mungkin.
- Menggunakan pasir lebih banyak.

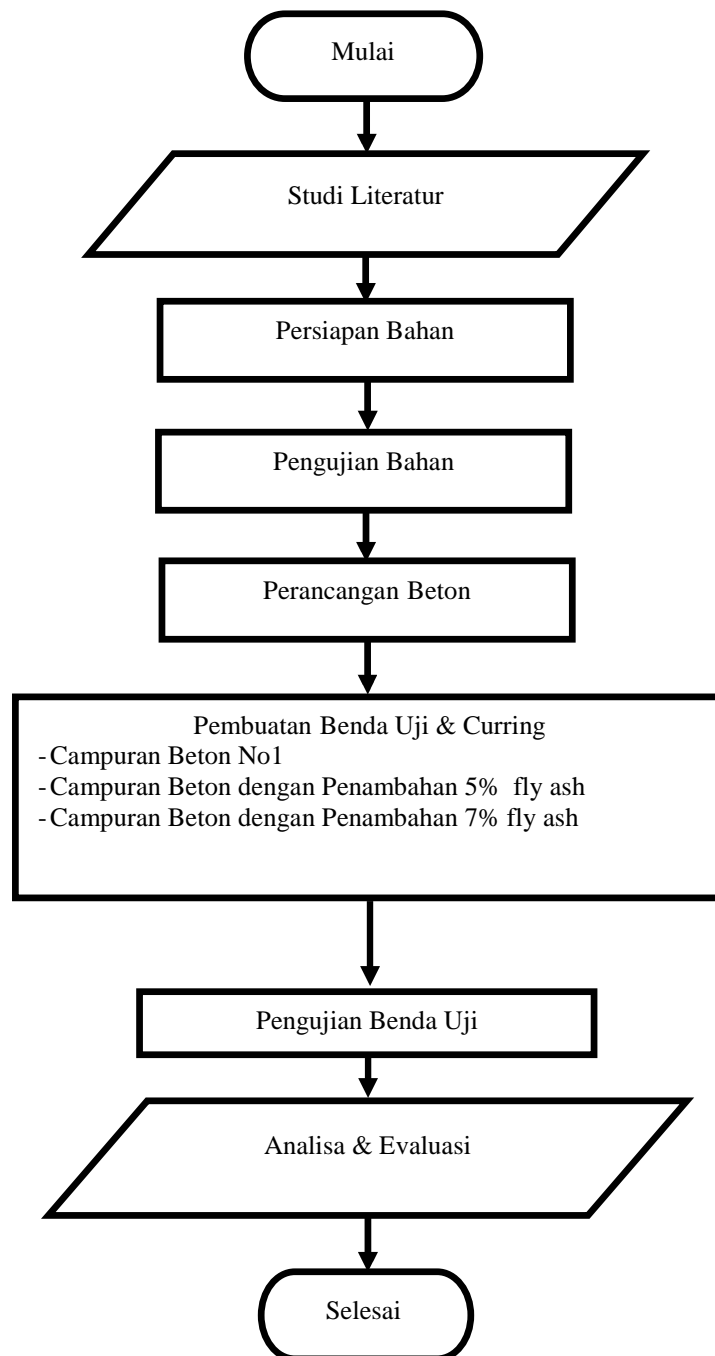
## 2.6 Hipotesis

Dengan bertitik tolak dari sifat-sifat genteng maka penulis menyimpulkan bahwa semakin besar prosentase pecahan batako dalam campuran beton maka akan semakin kecil pula nilai kuat tekan beton tersebut. Hal ini dikarenakan batako memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dibandingkan dengan agregat kasar dan akan mudah pecah ketika mencetak beton ke dalam silinder, dan mempunyai nilai penyerapan yang tinggi sehingga akan menjadi lebih lunak bila menyerap banyak air.

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bagan Alur Penelitian



**Gambar 3.1 Metodologi Penelitian**

### 3.2 Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian sepenuhnya dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sangga Buanan-YPKP Bandung.

### 3.3 Standar dan Alat Penelitian

Penelitian laboratorium yang dilakukan adalah:

1. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat dasar material pembentuk beton, yang terdiri dari Agregat kasar dan agregat halus.
2. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase plastis, yaitu: perubahan nilai slump.
3. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase keras atau padat, yaitu: Kekuatan tekan beban benda uji beton beam mold dengan dimensi 15 x 15 x 30 cm pada umur 3 hari.

#### 3.3.1 Standar pengujian

Standar yang digunakan dalam pemeriksaan dan pengujian agregat kasar adalah standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Berikut beberapa Standar yang dipergunakan dalam pengujian yang tertera pada tabel 3.1

**Tabel 3.1** Metoda pengujian bahan dasar beton

<b>Pengujian</b>	<b>Metoda Pengujian</b>
Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Pengujian berat jenis agregat halus	SNI 03-1970-1990
Pengujian gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1990
Pengujian Indeks plastis	SNI 03-1966-1990
Pengujian batas cair	SNI 03-1967-1990
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-1990
Pengujian kuat tekan beton	SNI 03-1974-1990
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-1991

#### 3.3.2 Alat Pengujian

Alat penguji guna menunjang penelitian ini menggunakan alat di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana-YPKP.

## **3.4 Pengujian Material**

### **3.4.1 Penyiapan Benda Uji dari Contoh Agregat**

#### **3.4.1.1 Ruang Lingkup**

Tata cara ini membahas ketentuan dan cara penyiapan benda uji agregat dari suatu contoh agregat benda uji yang dihasilkan mempunyai sifat sama dengan contohnya.

#### **3.4.1.2 Peralatan dan Bahan**

1. Sekop berujung lancip
2. Cangkul
3. Trowel
4. Kuas
5. Selimut kanvas  $\pm 2 \times 2,5$  m
6. Alat pemisah contoh

#### **3.4.1.3 Persiapan Contoh Uji**

Bersihkan dan keringkan tempat dan peralatan yang akan digunakan.

#### **3.4.1.4 Langkah-langkah Pelaksanaan**

Metode pemisah contoh:

1. Letakkan contoh uji di dalam pan agar terdistribusi dengan baik dari ujung yang satu ke ujung yang lain.
2. Letakkan wadah penampung di sisi kanan dan kiri alat.
3. Tuangkan perlahan contoh agregat ke dalam corong alat pemisah contoh sehingga kira-kira jumlah yang sama akan masuk ke dalam masing masing wadah penampung.
4. Pisahkan bagian yang tidak akan digunakan.
5. Ulangi pekerjaan butir 1 sampai butir 4 untuk bagian yang akan dipakai hingga didapatkan jumlah benda uji yang sesuai untuk pengujian.



Metode kuartering:

1. Letakkan contoh uji di atas permukaan yang keras bersih dan rata sehingga meminimalkan kehilangan dan kontaminasi dari material pengganggu.
2. Aduk agregat dengan membolak balik seluruh sisi tumpukan sebanyak 3 kali, pada balikan terakhir, bentuk tumpukan tersebut menjadi berbentuk kerucut dengan cara memindahkan material dari semua sisi ke bagian tengah.
3. Ratakan kerucut yang terbentuk dengan hati-hati sampai didapat bentuk lingkaran dan ketebalan yang merata dengan menekan menggunakan sekop atau alat bantu lainnya, diameter tumpukan  $\pm 4$  sampai 8 kali ketebalannya.
4. Pisahkan lingkaran yang terbentuk menjadi masing-masing 4 bagian yang sama besar menggunakan sekop atau alat bantu lainnya.
5. Pisahkan 2 bagian yang berseberangan (diagonal) dari lingkaran.
6. Campurkan kembali 2 bagian lainnya yang tersisa.
7. Ulangi butir 2 sampai butir 6 sampai didapatkan jumlah benda uji yang sesuai untuk pengujian yang diinginkan.
8. Apabila tidak didapatkan permukaan seperti pada butir 1, gunakan selimut kanvas sebagai alasnya, dan pengadukan dapat dilakukan juga dengan cara mengangkat masing-masing sudut selimut.

### 3.4.1.5 Perhitungan Hasil Uji

**Tabel 3.2** Hasil Persiapan Contoh Uji

Jenis Agregat	Ukuran Max. mm	Berat Benda uji Min. (kg)			
		Analisis Saringan	Berat Jenis	Lolos no 200	Kotoran Organik
Halus	2.36	0.100		0.100	0.45
	4.75	0.500	1 (0.5)	0.500	0.45
Kasar	9.5	1		1	
	12.5	2	2		
	19.0	5	3	2.5	
	25.0	10	4		
	37.5	15	5	5	
	50.0	20	8		
	63.0	35	12		
	75.0	60	18		
	90	100	25		

### 3.4.2 Pengujian Analisa Saringan

#### 3.4.2.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan untuk perencanaan campuran beton.

#### 3.4.2.2 Peralatan dan Bahan

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
- Satu set saringan (Standar ASTM).

mm	75	63,5	50	37,5	25	19,1	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,0075
inci	3	2 ½	2	1 ½	1	¾	½	3/8	No .4	No .8	No .16	No .30	No. 50	No. 100	No. 200

- Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
- Alat pemisah contoh.

- e. Mesin pengguncang saringan.
- f. Talam-talam.
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok dan alat-alat lainnya.

### 3.4.2.3 Persiapan Contoh Uji

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak

1. Agregat halus:

Ukuran maksimum no. 4	berat minimum	500 gram
Ukuran maksimum no. 8	berat minimum	100 gram

2. Agregat kasar;

Ukuran maksimum 3 1/2"	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
Ukuran maksimum 1,5"	berat minimum	15	kg
Ukuran maksimum 1"	berat minimum	10	kg
Ukuran maksimum 3/4"	berat minimum	5	kg
Ukuran maksimum 1/2"	berat minimum	2.5	kg
Ukuran maksimum 3/8"	berat minimum	1	Kg

Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No.4.Selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum diatas. Benda uji disiapkan sesuai dengan SNI-03-1968- 1990, kecuali apabila butiran yang melalui saringan No.200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian1.

### 3.4.2.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

1. Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu (110 +. 5)°C, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

### 3.4.2.5 Perhitungan Hasil Uji

1. Hitunglah prosentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.
2. Perhitungan hasil uji dalam formulir perhitungan.

### 3.4.3 Pengujian Berat Isi Agregat

#### 3.4.3.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar atau campuran.

Berat isi adalah perbandingan berat dan isi.

#### 3.4.3.2 Peralatan dan Bahan

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- b. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
- c. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaik nya terbuat dan baja tahan karat.
- d. Mistar perata (straight edge).
- e. Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas seperti table berikut :

**Tabel 3.3** Wadah baja beserta ukuran dimensinya untuk pengujian bobot isi

Kapasitas (liter)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Tebal wadah minimum (mm)		Ukuran butir maksimum (mm)
			dasar	sisi	
2,832	152,4 ± 2,5	154,9 ± 2,5	5,08	2,54	12,7
9,435	203,2 ± 2,5	292,1 ± 2,5	5,08	2,54	25,4
14,158	254,0 ± 2,5	279,4 ± 2,5	5,08	3,00	38,1
28,316	355,6 ± 2,5	284,4 ± 2,5	5,08	3,00	101,6

### 3.4.3.3 Persiapan Contoh Uji

Masukkan contoh agregat kedalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah sesuai table diatas. Keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 + 5)^{\circ} \text{C.}$ , sampai berat tetap dan gunakan sebagai benda uji.

### 3.4.3.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- a. Berat isi lepas.
  - i. Timbang dan catatlah beratnya ( $W_1$ ).
  - ii. Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
  - iii. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - iv. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji ( $W_2$ ).
  - v. Hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).
- b. Berat isi padat agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 1/2") dengan cara penusukan.
  - i. Timbanglah dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
  - ii. Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
  - iii. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
  - iv. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji ( $W_2$ ). Hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ )
- c. Berat isi padat agregat ukuran butir antara 38,1 mm (1 1/2") sampai 101,6 mm (4") dengan cara penggoyangan.

- i. Timbang dan catatlah berat wadah ( $W_1$ ).
- ii. Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis yang sama tebal.
- iii. Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut: Letakkan wadah diatas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan. Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan setiap lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
- iv. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- v. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji ( $W_2$ ).  
Hitunglah berat benda uji ( $W_3$ ) = ( $W_2 - W_1$ ).

#### 3.4.3.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ kg/ dm}^3$$

Dimana :

$V$  = isi wadah ( $\text{dm}^3$ ).

Laporkan berat isi agregat dengan satuan dalam  $\text{kg/ dm}^3$

Wadah sebelum digunakan harus dikalibrasi dengan cara :

- a. Isilah wadah dengan air sampai penuh pada suhu kamar, sehingga pada waktu ditutup dengan plat kaca tidak terlihat gelembung udara.
- b. Timbang dan catatlah berat wadah beserta air.

### 3.4.4 Pengujian berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

#### 3.4.4.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (apparent) dari agregat kasar Berat jenis (bulk specific

gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

- a) Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD) yaitu perbandingan antara berat agregat kering-permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b) Berat jenis semu (apparent specific gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- c) Penyerapan ialah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

#### **3.4.4.2 Peralatan dan Bahan**

1. Keranjang kawat ukuran 5,55 mm atau 2,36 mm (no.6 atau no.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan juga tempat. ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
2. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
3. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
4. Alat pemisah contoh.
5. Saringan No. 4

#### **3.4.4.3 Persiapan Contoh Uji**

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau perempat bagian, sebanyak kira-kira 5 kg.

#### 3.4.4.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.
- c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1 - 3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram. (Bk)
- d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- e. Keluarkan benda uji dan air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
- f. Timbang benda uji kering-permukaan jenuh. (Bj)
- g. Letakkan benda uji didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air. (Ba)
- h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^\circ\text{C}$ ).

#### 3.4.4.5 Perhitungan Hasil Uji

- a. Berat jenis kering  
(*bulk Specific gravity*)  
$$= \frac{\mathbf{Bk}}{\mathbf{Bj - Ba}}$$
- b. Berat jenis kering-permukaan jenuh  
(*saturated surface dry*)  
$$= \frac{\mathbf{Bj}}{\mathbf{Bj - Ba}}$$
- c. Berat jenis semu  
(*Apparent Specific Gravity*)  
$$= \frac{\mathbf{Bj}}{\mathbf{Bk - Ba}}$$
- d. Penyerapan  
(*Absorption*)  
$$= \frac{\mathbf{Bj - Bk}}{\mathbf{Bk}} \times 100\%$$



Dimana ;

$B_k$  = berat benda uji kering oven, (gram).

$B_j$  = berat benda uji kering-permukaan jenuh, (gram)

$B_a$  = berat benda uji kering-permukaan jenuh didalam air, (gram).

Perhitungan hasil uji dalam formulir perhitungan. Hasil dilaporkan dalam bilangan desimal sampai dua angka dibelakang koma. Bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven. Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan. Bahan semacarn ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati. Dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata – rata yang memuaskan.

### **3.4.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

#### **3.4.5.1 Ruang Lingkup**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (apparent) dari agregat kasar, Berat jenis (bulk specific gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

- a. Berat jenis kering-permukaan jenuh (SSD) yaitu perbandingan antara berat agregat kering-permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis semu (apparent specific gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

- c. Penyerapan ialah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering.

#### **3.4.5.2 Peralatan dan Bahan**

- a. Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih dan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- c. Kerucut terpancung (cone), diameter bagian atas (40 + 3) mm, diameter bagian bawah (90 + 3) mm dan tinggi (75 + 3) mm, dibuat dari logam dengan ketebalan minimum 0,8 mm.
- d. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 + 15) g, diameter permukaan penumbuk (25 + 3) mm.
- e. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- f. Alat pemisah contoh.
- g. Saringan No. 4
- h. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan  $1^{\circ}\text{C}$ .
- i. Talam
- j. Bejana tempat air
- k. Pompa hampa udara (vacuum pump)
- l. Air suling
- m. Desikator.

#### **3.4.5.3 Persiapan Contoh Uji**

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau perempat bagian, sebanyak kira-kira 1000 kg.

#### **3.4.5.4 Langkah-langkah Pelaksanaan**

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- b. Dinginkan benda uji pada suhu kamar.
- c. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- d. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang,

tebar agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan membalak-balikan benda uji sampai tercapai keadaan jenuh kering permukaan (JKP).

- e. Periksa keadaan JKP dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung sampai penuh, padatkan dengan batang penumbuk dengan menggunakan berat sendiri dari batang penumbuk sebanyak 25 kali. Angkat kerucut dengan hati-hati, kondisi jenuh kering permukaan tercapai apabila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- f. Setelah keadaan JKP tercapai, masukkan 500 g benda uji kering-permukaan jenuh, ke dalam piknometer.(Bj)
- g. Masukkan air suling sampai  $\pm 90\%$  volume piknometer, putar sambil diguncang untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap, untuk mempercepat proses, dapat digunakan vacuum pump, tetapi jaga jangan sampai ada air/agregat yang ikut terhisap. Tambahkan air suling sampai mencapai tanda batas pada piknometer, timbang piknometer berisi agregat dan air tersebut. (Bt)
- h. Keluarkan benda uji dari dalam piknometer, keringkan dalam oven sampai berat tetap, kemudian dinginkan dalam desikator, setelah dingin timbang berat benda uji .(Bk)
- i. Timbang berat piknometer yang berisi air sampai tanda batas pada piknometer.(B)
- j. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25° C).

### 3.4.5.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\begin{aligned} \text{a. Berat jenis kering} \\ \text{(bulk Specific gravity)} \end{aligned} &= \frac{\mathbf{Bk}}{\mathbf{Ba + Bj - Bt}}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Berat jenis kering-permukaan jenuh} \\ \text{(saturated surface dry )} \end{aligned} &= \frac{\mathbf{Bj}}{\mathbf{Ba + Bj - Bt}}$$



- c. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- d. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- e. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.

### 3.4.6.3 Persiapan Contoh Uji

Berat contoh agregat kering minimum tergantung pada ukuran agregat maksimum sesuai Tabel

**Tabel 3.4.** Ketentuan berat dan gradasi untuk pengujian lolos 200.

Ukuran agregat maksimum		Berat contoh agregat kering minimum gram
mm	inci	
2,36	No. 8	100
1,18	No. 4	500
9,5	3/8	2000
19,1	3/4	2500
38,1	1½	5000

Masukkan contoh agregat lebih kurang 1,25 kali berat benda uji kedalam talam, keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5^{\circ})\text{C}$  sampai berat tetap. Siapkan benda uji dengan berat ( $W_1$ ) sesuai Tabel No. 1.

### 3.4.6.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- a. Masukkan benda uji kedalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- b. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan no. 16 dan no. 200. Pada waktu menuang air cucian, usahakan agar bahan bahan yang kasar tidak ikut tertuang.
- c. Masukkan air pencuci baru, dan ulanglah pekerjaan (b) sampai air cucian menjadi jernih.
- d. Semua bahan yang tertahan saringan no. 16 dan no. 200 kembalikan kedalam wadah ; kemudian masukkan seluruh bahan tersebut kedalam talam yang telah diketahui beratnya ( $W_2$ ) dan keringkan dalam oven, dengan suhu  $(110 \pm 5^{\circ})\text{C}$  sampai berat tetap.
- e. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya ( $W_3$ ).

f. Hitunglah berat bahan kering tersebut ( $W_4 = W_3 - W_2$ ).

#### 3.4.6.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\% \text{ Jumlah bahan lewat saringan no. 200} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

Dimana :

$W_1$  = Berat contoh uji semula dalam gram

$W_2$  = Berat bahan tertahan Saringan No.200

Laporkan jumlah bahan yang lewat saringan no. 200 dalam prosen.

#### 3.4.7 Pengujian Kotoran Organik dalam Agregat Halus

##### 3.4.7.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran mortar atau beton.

Kotoran organik adalah bahan-bahan organik yang terdapat didalam pasir dan menimbulkan efek merugikan terhadap mutu mortar atau beton

##### 3.4.7.2 Peralatan dan Bahan

1. Tidak larut dalam larutan NaOH, dengan isi sekitar 350 ml.
2. Botol gelas tidak berwarna mempunyai tutup dari karet, gabus atau lainnya yang Standar warna (organik plate).
3. Larutan NaOH (3%). Larutan NaOH 3% dibuat dengan melarutkan 3 bagian berat NaOH kedalam 97 bagian berat air suling.

##### 3.4.7.3 Persiapan Contoh Uji

Pasir 115 ml (kira-kira 1/3 isi botol).

##### 3.4.7.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- a. Benda uji dimasukkan kedalam botol.

- b. Tambahkan larutan NaOH 3%, setelah dikocok isinya, setelah dikocok isinya harus mencapai kira-kira 2/3 isi botol.
- c. Tutuplah botol, kocok lagi kuat-kuat dan biarkan selama 24 jam.
- d. Setelah 24 jam bandingkan warna cairan yang terlihat diatas benda uji dengan warna standar no. 3.

#### **3.4.7.5 Perhitungan Hasil Uji**

Laporkan kotoran organik : lebih muda, sama atau lebih tua dari warna standar no. 3.

### **3.4.8 Pengujia Gumpalan Lempung dan Butiran-Butiran Mudah Pecah dalam Agregat**

#### **3.4.8.1 Ruang Lingkup**

Pengujian ini dilakukan untuk memperkirakan gumpalan lempung dan butiran yang mudah pecah di dalam agregat.

#### **3.4.8.2 Peralatan dan Bahan**

1. Timbangan
2. Wadah penampung
3. Oven
4. Saringan.
5. Air Suling

#### **3.4.8.3 Persiapan Contoh Uji**

1. Benda uji yang akan dipakai dalam pengujian ini harus terlebih dahulu melewati pengujian bahan yang lewat saringan no. 200.
2. Keringkan benda uji dalam oven sampai berat tetap.
3. Contoh agregat halus adalah contoh agregat yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 16 dengan berat minimal sebesar 25 g.
4. Contoh agregat kasar dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

**Tabel 3.5.** Kebutuhan jumlah benda uji sesuai gradasinya pada pengujian gumpalan lempung

Ukuran benda uji		Berat benda uji minimum
Lolos	Tertahan	Gram
9.5 mm (3/8")	4.75 mm (No.4)	1000
19.0 mm (3/4")	9.5 mm (3/8")	2000
37.5 mm (1 1/2")	19.0 mm (3/4")	3000
>>	37.5 mm (1 1/2")	5000

#### 3.4.8.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

1. Timbang benda uji sesuai ketentuan (W).
2. Masukkan dalam wadah yang memiliki dasar yang luas dan sebarkan pada dasar secara merata.
3. Isi dengan air suling sampai menutupi permukaan agregat, biarkan terendam beberapa saat.
4. Tekan permukaan agregat menggunakan jari telunjuk dan ibu jari secara perlahan, jangan menggunakan kuku atau permukaan yang keras. Lakukan sampai seluruh agregat mendapat perlakuan yang sama.
5. Partikel yang pecah karena ditekan menggunakan jari, dapat dikategorikan sebagai gumpalan lempung dan butiran yang mudah pecah.
6. Pisahkan antara agregat dengan gumpalan lempung dan butiran yang mudah pecah menggunakan saringan berikut ini dengan penyaringan basah.

**Tabel 3.6.** Ukuran saringan yang digunakan untuk memisahkan antara agregat dengan gumpalan lempung

Ukuran benda uji		Ukuran Saringan yang digunakan
Lolos	Tertahan	
4.75 mm (No. 4)	1.18 mm (No. 16)	0.85 mm (No. 20)
9.5 mm (3/8")	4.75 mm (No.4)	2.36 mm (No. 8)
19.0 mm (3/4")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (No.4)
37.5 mm (1 1/2")	19.0 mm (3/4")	4.75 mm (No.4)
>>	37.5 mm (1 1/2")	4.75 m (No.4)



7. Keringkan benda uji yang tertahan diatas saringan tersebut didalam oven sampai berat tetap.
8. Keluarkan dari dalam oven, biarkan dingin sampai mencapai suhu ruang kemudian timbang beratnya (R).

#### 3.4.8.5 Perhitungan Hasil Uji

$$P = \frac{(W - R)}{W} \times 100$$

Dimana :

P = Prosentase gumpalan lempung dan butiran yang mudah pecah untuk masing masing fraksi (%)

W = Berat awal benda uji (g)

R = Berat benda uji kering oven setelah penyaringan basah (g)

Untuk mendapatkan besarnya gumpalan lempung dan butiran yang mudah pecah dalam agregat kasar yang lebih dari satu fraksi, nilai P yang diperoleh untuk tiap-tiap fraksi tadi dapat di rata – ratakan atau dikalikan dengan prosentasi gradasinya untuk kemudian dijumlahkan.

### 3.4.9 Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles

#### 3.4.9.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini di.maksudkaan untuk. menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin Los Angeles.

Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no. 12 terhadap berat semula, dalam persen

#### 3.4.9.2 Peralatan dan Bahan

- a. Mesin Los Angeles.
- b. Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") panjang dalam 50 cm (20"). Silinder

bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

- c. Timbangan, dengan ketelitian 5 gram.
- d. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 590 gram sampai 445 gram.
- e. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

### 3.4.9.3 Persiapan Contoh Uji

- a. Berat dan gradasi benda uji sesuai tabel.
- b. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.

**Tabel 3.7.** kebutuhan agregat dalam pengujian Abrasi

Ukuran saringan		Berat dan gradasi benda uji (gram)						
Lewat (mm)	tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
76,2	63,5					2500		
63,5	50,8					2500		
50,8	38,1					5000	5000	
38,1	25,4	1250					5000	5000
25,4	19,05	1250						5000
19,05	12,7	1250	2500					
12,7	9,51	1250	2500					
9,51	6,35			2500				
6,35	4,75			2500				
4,75	2,36				5000			
<b>JUMLAH BOLA</b>		12	11	8	6	12	12	12
<b>BERAT BOLA (gram)</b>		5000 + 25	4584 + 25	3330 + 20	2500 + 15	5000 + 25	5000 + 25	5000 + 25

#### 3.4.9.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- a. Contoh uji dan bola-bola baja dimaksudkan kedalam mesin Los Angeles.
- b. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 RPM, 500 putaran untuk gradasi A,B, C , dan D ; 1000 putaran untuk gradasi E, F dan G.
- c. Setelah selesai pemutaran, keluarkan contoh uji dari tabung Los Angeles kemudian dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan diatasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu ( 110±5 )<sup>0</sup>C sampai berat tetap.

#### 3.4.9.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\text{KEAUSAN \%} = \frac{\text{A} - \text{B}}{\text{A}} \times 100$$

Dimana :

A = Berat contoh uji semula ( gram)

B = Berat contoh uji tertahan saringan No. 12, dalam ( gram)

Keausan dilaporkan sebagai bilangan bulat dalam persen (%)

#### 3.4.10 Pengujian Ketahanan Agregat Terhadap Tekanan

##### 3.4.10.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini di.maksudkaan untuk. menentukan ketahanan agregat kasar terhadap tekanan dengan mempergunakan mesin uji universal.

Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan lewat saringan no. 7 terhadap berat semula, dalam persen.

##### 3.4.10.2 Peralatan dan Bahan

1. Tongkat pemadat
2. Pelat baja. Sesuai ukuran silinder

3. Plunyer baja penekan.
4. Pan.
5. Saringan.
6. Oven.
7. Cetakan Silinder baja
8. Timbangan
9. UTM
10. Mistar perata.

#### 3.4.10.3 Persiapan Contoh Uji

- a. Berat dan gradasi benda uji sesuai tabel ( $W_1$ ).
- b. Bersihkan benda uji, cuci dan keringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.

Ukuran Benda Uji		Berat Benda uji minimum
Lolos	Tertahan	Gram
$(\frac{1}{2}'' )$	$(\frac{3}{8}'' )$	3000

#### 3.4.10.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

1. Pasang pelat baja sebagai alas silinder baja diatas landasan tekan UTM
2. Masukkan contoh uji ke dalam silinder baja, bagi dalam tiga lapis, dengan masing masing lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
3. Ratakan permukaan silinder baja dari kelebihan benda uji dengan mistar perata, jaga jangan sampai ada benda uji yang hilang selama proses pemadatan.
4. Timbang benda uji yang tersisa bila ada. ( $W_2$ )

5. Pasang plunyer penekan di atas silinder baja.
6. Jalankan UTM dengan kecepatan 4 ton per menit sampai menekan sebesar 40 ton.
7. Lepaskan tekanan secara perlahan-lahan, keluarkan silinder baja dari landasan penekan.
8. Keluarkan benda uji dari dalam cetakan silinder baja, jangan sampai ada bagian yang hilang, saring dengan saringan no. 7
9. Butiran yang tertahan diatas saringan no 7 dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu ( 110±5 )<sup>0</sup>C sampai berat tetap.
10. Timbang beratnya (W<sub>3</sub>)

#### 3.4.10.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\text{Crushing Value \%} = \frac{(W_1 - W_2) - W_3}{(W_1 - W_2)} \times 100$$

Dimana :

W<sub>1</sub> = Berat contoh uji semula ( gram)

W<sub>2</sub> = Berat contoh uji yang tersisa (gram)

W<sub>3</sub> = Berat contoh uji tertahan saringan No. 7, dalam ( gram)

Crushing value dilaporkan sebagai bilangan bulat dalam persen (%)

#### 3.4.11 Pengujian Kadar Air Agregat

##### 3.4.11.1 Ruang Lingkup

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan.

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering.

### 3.4.11.2 Peralatan dan Bahan

- Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5^\circ)$  C.
- Talam logam tahan karat berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji.

### 3.4.11.3 Persiapan Contoh Uji

**Tabel 3.8.** Berat contoh agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum

Uk. butir maksimum		Berat contoh agregat minimum	Uk. butir maksimum		Berat contoh agregat minimum
mm	inci	kg	mm	inci	kg
6,3	1/4	0,5	50,8	2	8
9,5	3/8	1,5	63,5	2½	10
12,7	1/2	2,0	76,2	3	13
19,1	3/4	3,0	88,9	3½	16
25,4	1	4,0	101,6	4	25
38,1	1½	6,0	152,4	6	50

### 3.4.11.4 Langkah-langkah Pelaksanaan

- Timbang dan catatlah berat talam ( $W_1$ ).
- Masukkan benda uji kedalam talam kemudian timbang dan catatlah beratnya ( $W_2$ )
- Hitunglah berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ )
- Keringkan benda uji beserta talam dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5^\circ)$ C sampai beratnya tetap.
- Setelah kering, timbang dan catatlah berat benda uji beserta talam ( $W_4$ ) kemudian hitunglah berat benda uji kering ( $W_5 = W_4 - W_1$ ).

### 3.4.11.5 Perhitungan Hasil Uji

$$\% \text{ Kadar Air Agregat} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100$$

Dimana :

$W_3$  = Berat contoh uji semula dalam gram

$W_5$  = Berat contoh uji kering dalam gram

Laporkan Kadar Air dalam persen dua angka dibelakang koma

### **3.5 Pengujian slump beton**

#### **3.5.1 Peralatan**

Untuk melaksanakan pengujian slump beton diperlukan peralatan sebagai berikut :

1. Cetakan dari logam minimal 1,2 mm berupa kerucut terpancung (*cone*) dengan diameter bagian bawah 203 mm, bagian bawah dan atas 102 mm, dan tinggi 305 mm, bagian bawah dan atas cetakan terbuka
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat.
3. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata dan kedap air.
4. Sendok cengkung menyerap air.
5. Mistar ukur.

#### **3.5.2 Benda uji**

Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton.

#### **3.5.3 Cara pengujian atau prosedur**

Untuk melaksanakan pengujian slump beton harus diikuti beberapa tahap sebagai berikut :

1. Basahi cetakan dan pelat dengan kain basah,
2. Letakan cetakan di atas pelat dengan kokoh.
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan, setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata, tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan, pada lapisan pertama penusukan bagian tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan.

4. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan, kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas, seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam waktu 2,5 menit.
5. Balikkan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

#### **3.5.4 Pengukuran slump**

Pengukuran slump harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji, untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata-rata.

### **3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton**

#### **3.6.1 Peralatan**

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton diperlukan peralatan sebagai berikut :

1. Cetakan silinder, diameter 152 mm, tinggi 305 mm.
2. Tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 600 mm, dengan ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat.
3. Mesin pengaduk atau bak pengaduk beton kedap air.
4. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh.
5. Mesin tekan, kapasitas sesuai kebutuhan.
6. Satu set alat pelapis (capping)
7. Peralatan tambahan, ember, sekop, sendok, perata, dan talam.
8. Satu set alat pemeriksaan slump.
9. Satu set alat pemeriksaan berat isi beton.



### 3.6.2 Benda uji

Untuk mendapatkan benda uji harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

#### A. Pembuatan dan pematangan benda uji

1. Benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton.
2. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapisan dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata, pada saat melaksanakan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan, pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat boleh masuk kira-kira 25,4 mm ke dalam lapisan dibawah.
3. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup, ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air serta tahan karat, kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jm dan letakan pada tempat yang bebas dari getaran.
4. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji, untuk perencanaan campuran beton, rendamlah benda uji dalam bak perendam berisi air dalam temperatur 25<sup>0</sup>C disebutkan untuk pematangan (*curing*), selama waktu yang dikehendaki, untuk pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan, pematangan (*curing*) disesuaikan persyaratan.

#### B. Persiapan pengujian

1. Ambillah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya dari bak perendam/pematangan (*curing*), kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
2. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
3. Lapislah (*capping*) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang dengan cara sebagai berikut : Lelehkan mortar belerang di dalam pot peleleh (*melting pot*) yang diding dalamnya telah dilapisi tipis dengan lemak, kemudian letakan benda uji

tegak lurus pada cetakan pelapis sampai mortar belerang cair menjadi keras, dengan cara yang sama lakukan pelapisan pada permukaan lainnya.

4. Benda uji siap untuk diperiksa.

### 3.6.3 Cara pengujian atau prosedur

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Letakan benda uji pada mesin tekan secara centris.
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
4. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

### 3.6.4 Perhitungan

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} (\text{Kg/cm}^2)$$

Keterangan :

P = Beban maksimum (Kg)

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

### 3.7 Pengujian Pada Pecahan Batako

Pengujian untuk pecahan batako metode pengujianya tidak berbeda dengan pengujian yang dilakukan untuk agregat kasar. Perbedaannya hanya terdapat pada benda yang akan diuji, karena pada pengujian batako ini benda uji dihancurkan dahulu sesuai dengan kebutuhan pengujian dan dengan ukuran yang sesuai dengan prosedur pengujian.

Pengujian untuk pecahan batako ini antara lain adalah :

**Tabel 3.9** Metode pengujian untuk pecahan batako

<b>Pengujian</b>	<b>Metode Pengujian</b>
Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar	SNI 03-1969-1990
Pengujian berat jenis agregat halus	SNI 03-1970-1990
Pengujian gumpualn lempung dan butiran-butiran mudah pecah	SNI 03-4141-1996

### 3.8 Pembuatan Benda Uji Beton Segar

Pembuatan benda uji dilakukan di laboratorium Uji Bahan dan Kontruksi USB YPKP bandung.

Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji terdiri dari 4 komposisi, yaitu:

1. Pembuatan benda uji Beton Normal
3. Pembutan benda uji beton dengan tambahan 50% batu bara
5. Pembutan benda uji beton dengan tambahan 100% batu bara

**Tabel 3.10** Perhitungan Pembuatan benda uji beton normal

<b>No</b>	<b>Pecahan Batu bata (%)</b>	<b>Jenis Pengujian</b>	<b>Dimensi Benda Uji Kubus</b>	<b>Jumlah Benda Uji Untuk Umur (Hari)</b>		<b>Total</b>
				<b>7</b>	<b>28</b>	
1	0	Kuat Tekan	15 x 15	1	1	2
3	50	Kuat Tekan	15 x 15	1	1	2
5	100	Kuat Tekan	15 x 15	1	1	2
Total						6

### 3.9 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji Beton Normal dengan Bahan Campuran Pecahan Batako dengan Perbandingan 0%, 50%, dan 100% terhadap berat Kerikil (agregat kasar)

Bahan susunan beton yang dipakai meliputi agregat halus berupa pasir sungai dan agregat kasar pecahan batu bata semen tipe I dengan merek semen Tiga Roda, Genteng yang digunakan dalam penelitian ini adalah pecahan batako yang diambil dari tempat pembuatan batu bata, air yang digunakan air laboratorium Kontruksi Universitas Sangga Buana Bandung.

Persyaratan yang telah ditentukan menurut **SNI 7394 : 2008** Tentang Perencanaan Pembuatan Beton  $1\text{m}^3$  beton mutu  $f'c = 14,5\text{Mpa}$  (K-175) slump  $(12 \pm 2)$  cm.

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

#### 4.1 Pengujian Agregat Kasar

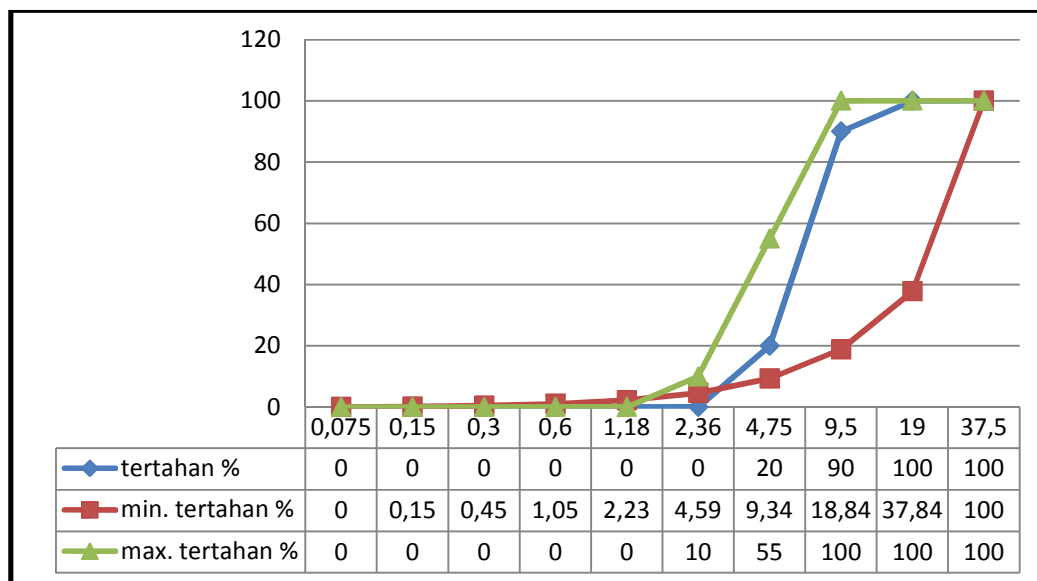
Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis, penyerapan, berat isi. Kualitas dari agregat kasar ini akan menentukan karakteristik kuat tekan beton yang dibuat.

##### 4.1.1 Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 “Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar”. Dari hasil analisa, didapat agregat kasar yang dipakai masuk ke dalam zona 2 menurut tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Saringan Agregat Kasar

Ukuran ayakan (mm)	Tertahan Berat (gram)		Prosen (%)			Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
	I	II	I	II	Rata-Rata		
37.5	0	0	0	0	0	0	100.00
19	46	285	0.38	2.25	1.32	1.32	98.68
9.5	9700	3800	79.56	30.07	54.81	56.13	43.87
4.75	1900	7950	15.58	62.90	39.24	95.37	4.63
2.36	250	195	2.05	1.54	1.80	97.17	2.83
1.18	55	72	0.45	0.57	0.51	97.68	2.32
0.6	50	55	0.41	0.44	0.42	98.10	1.90
0.3	50	52	0.41	0.41	0.41	98.51	1.49
0.15	34	67	0.28	0.53	0.40	98.92	1.08
0.075	107	163	0.88	1.29	1.08	100.00	0.00
Jumlah	12192	12639	100	100	100	743.193	0
FM						6.432	



**Gambar 4.1** Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

#### 4.1.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1969-1990, “Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Kasar”. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat kasar jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry-SSD*) dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat kasar dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Sampel Benda Uji	Keterangan	Hasil Pengujian
Berat benda uji SSD (gram)	B <sub>j</sub>	2000
Berat benda uji SSD di dalam Air (gram)	B <sub>a</sub>	1300
Berat benda uji Kering Oven (gram)	B <sub>k</sub>	1900
Berat Jenis kering permukaan jenuh	B <sub>j</sub> /(B <sub>j</sub> -B <sub>a</sub> )	2.857
Berat Jenis ( <i>Bulk Specific Gravity</i> )	B <sub>k</sub> /(B <sub>j</sub> -B <sub>a</sub> )	2.714
Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> )	B <sub>k</sub> /(B <sub>k</sub> -B <sub>a</sub> )	3.167
Penyerapan	$\left(\frac{B_j - B_k}{B_k}\right) \times 100\%$	5.26%

### 4.1.3 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Tujuannya adalah untuk mengetahui bobot isi lepas dan padat pada agregat kasar. Berat isi dari agregat untuk beton normal berkisar antara 1.20 - 1,75 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Kontainer + Agregat (gram)	A	15276,7	15693,9
Berat Kontainer (gram)	B	4695,1	4695,1
Berat Agregat (gram)	C=A - B	10581,6	10998,8
Volume Kontainer (cm <sup>3</sup> )	D	7115	7115
Berat Isi Agregat (gram/cm <sup>3</sup> )	C / D	1,4872	1,5459
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1,51655	

### 4.1.4 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Dari hasil pengujian Agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai modulus kehalusan 6.432, agregat kasar tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 6.0 sampai 7.1.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat nilai berat jenis 2.714 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 5.26 %.
3. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.51 gr/cm<sup>3</sup>, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar antara 1.20-1,75 gr/cm<sup>3</sup>.

## 4.2 Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dalam penelitian ini meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis (*bulk specific gravity*), penyerapan (*water absorption*), berat isi.

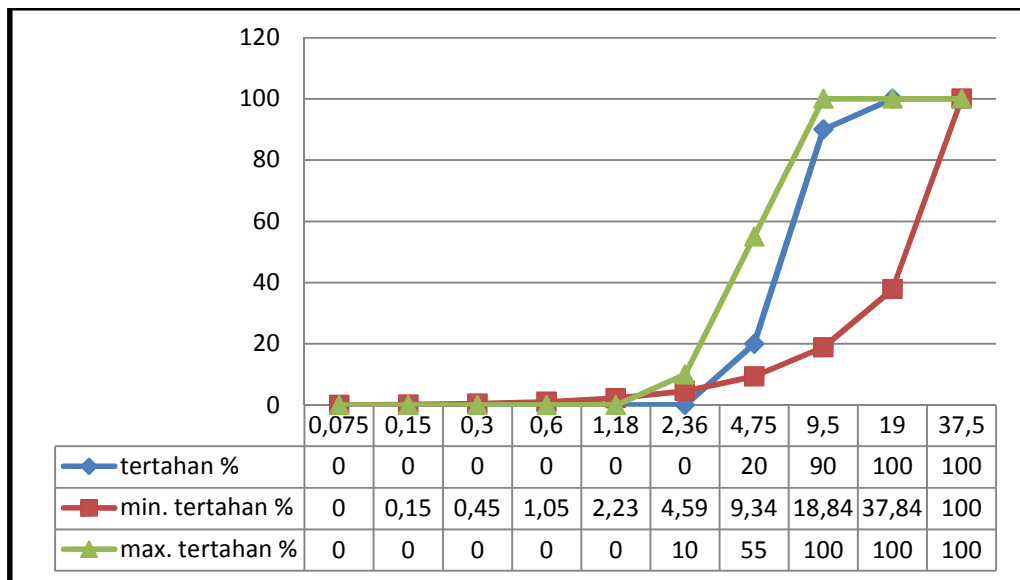
### 4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat harus dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 tentang pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus. Tujuannya adalah untuk menentukan susunan besar butir agregat halus serta untuk menentukan modulus kehalusannya. Dari hasil analisa, didapat agregat

halus yang dipakai masuk ke dalam zona 2 (pasir agak kasar) menurut grafik pada gambar 2.6 – 2.9. Sedangkan untuk modulus kehalusan yang diisyaratkan berkisar antar 1,5 sampai 3,8.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Saringan Agregat Halus

Ukuran	Tertahan					Kumulatif	
	Berat (gram)		Prosen (%)			Tertahan	Lolos
(mm)	I	II	I	II	Rata-Rata	(%)	(%)
9.5	0	0	0	0	0	0	100
4.75	24.75	25.75	4.5	5	4.75	4.75	95.25
2.36	93.5	97.85	17	19	18	22.75	77.25
1.18	148.5	128.75	27	25	26	48.75	51.25
0.6	143	118.45	26	23	24.5	73.25	26.75
0.3	82.5	97.85	15	19	17	90.25	9.75
0.15	57.75	46.35	10.5	9	9.75	100	0
0.075	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	550	515	100	100	100	339.75	
FM						3.3975	



**Gambar 4.2** Grafik Analisa Saringan Agregat Halus



#### 4.2.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-1970-1990, “Metoda Pengujian BJ dan Penyerapan Air Agregat Halus”. Pengujian bj dan penyerapan air agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat halus jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry – SSD*) dengan berat air suling yang volumenya sama dengan volume agregat halus dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Nomor contoh		I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	Bj	512	504	530
Berat gelas + tutup+ air (gram)	Bp	2173	2165	2170
Berat gelas + tutup+ air + benda uji (gram)	Bpj	2490	2488	2498
Berat benda uji kering oven (gram)	Bk	501.8	493.9	519
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	Bj/(Bj+Bp-Bpj)	2.626	2.785	2.624
		2.678		
Berat jenis kering (Curah)	Bk/(Bj+Bp-Bpj)	2.573	2.729	2.571
		2.624		
Berat Jennis Semu ( <i>Apparent</i> )	Bk/(Bk+Bp-Bpj)	2.716	2.890	2.714
		2.773		
Penyerapan air ( % )	((Bj- Bk)/Bk)x100	2.041	2.041	2.041
		2.041		

#### 4.2.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan dengan SNI 03-3637-1994 tentang Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Tujuannya adalah untuk mengetahui bobot isi lepas dan padat pada agregat kasar. Berat isi dari agregat untuk beton normal berkisar antara 1.20 sampai 1,75 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Kontainer + Agregat (gram)	A	7218.6	7266.8
Berat Kontainer (gram)	B	2701	2701
Berat Agregat (gram)	C=A - B	4517.60	4565.80
Volume Kontainer (cm <sup>3</sup> )	D	2642	2642
Berat Isi Agregat (gram/cm <sup>3</sup> )	C / D	1.71	1.73
Berat Isi Rata-Rata Agregat		1.72	

#### 4.2.4 Hasil Pengujian Agregat Halus

Dari hasil pengujian Agregat kasar didapat data sebagai berikut

1. Analisa saringan didapat nilai modulus kehalusan 3.39, agregat halus tersebut memenuhi syarat nilai modulus kehalusan yang berkisar antara 1.5 sampai 3.8.
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat nilai berat jenis 2.678 telah memenuhi syarat minimum dan penyerapan airnya sebesar 2.041 %.
3. Pengujian berat isi didapat nilai berat isi padat 1.72 gr/cm<sup>3</sup>, agregat tersebut memenuhi syarat untuk beton normal berkisar antara 1.20-1,75 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.3 Rencana Campuran Beton

Rencana campuran beton yang akan di buat pada penelitian ini menggunakan perbandingan jumlah semen, betu pecah, dan pasir sungai atau pasir laut. Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang lolos saringan ¾" (19.00 mm,) agregat halus agregat halus yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm), namun tertahan pada saringan no. 4 (4,75 mm). dan menggunakan semen tiga roda tipe 1.

Penulis membuat rencana campuran beton normal sebanyak 2 jenis campuran. Campuran beton normal dengan tambahan *accelerator* dan tanpa penambahan *accelerator*, dengan rincian sebagai berikut:

#### 4.4 Perhitungan Rencana Campuran Beton

Berdasarkan hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap material campuran beton di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana diperoleh data sebagai berikut:

##### 1. Agregat Kasar

Diameter agregat maksimal	= 19,00mm
Berat jenis agregat	= 2.714 kg/m <sup>3</sup>
Penyerapan Air	= 5.26 %
Berat Isi ( <i>dry roded mass</i> )	= 1.35 gr/cm <sup>3</sup>

##### 2. Agregat Halus

Diameter agregat maksimal	= 4,750mm
Berat jenis agregat	= 2.678 kg/m <sup>3</sup>
Penyerapan Air	= 5.26 %
Berat Isi ( <i>dry roded mass</i> )	= 1.72 gr/cm <sup>3</sup>

##### 3. Semen Tipe I

Berat jenis ( <i>specivic gravity</i> )	= 3,15 kg/m <sup>3</sup>
---	--------------------------

Untuk mengetahui kebutuhan bahan material beton yang akan digunakan pada penelitian ini, di lakukan analisa volume kebutuhan semen, pasir, batu pecah dan air terlebih dahulu.

**Tabel 4.8** Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai *Slump* dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum.

<i>Slump</i> (cm)	Air yang diperlukan tiap m <sup>3</sup> adukan beton (ltr/kg) Untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
<b>Beton biasa (<i>non-air entrained</i>)</b>								
2,5 – 5,0	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 – 10,0	228	216	205	193	181	169	145	124
15,0 – 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-
Kira-kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
<b>Beton Bergelembung Udara (<i>air entrained</i>)</b>								
2,5 – 5,0	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 – 10,0	202	193	184	175	165	157	133	119

15,0 – 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Kira-kira udara Terperangkap (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Menurut data hasil pengujian agregat yang telah dilakukan dalam *slump* (cm) penelitian ini, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 19 mm dengan jenis beton yang akan dibuat adalah beton biasa, Jadi berdasarkan tabel diatas jumlah kebutuhan air per 1 m<sup>3</sup> beton adalah 205 kg air, dengan jenis beton biasa tidak perlu rongga udara dan nilai slump diperkirakan berkisar antara 7,5 hingga 10 cm.

Berdasarkan uraian perhitungan analisa untuk 1 buah benda uji kubus di atas, maka kebutuhan bahan untuk melaksanakan pembuatan benda uji beton normal dengan perbandingan 1 : 3 : 5 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume kubus} &= S^3 = 0.15^3 = 0.003375 \text{ m}^3 \\ \text{Perbandingan semen} &= \frac{1}{9} \times 0.00375 = 0.000375 \text{ m}^3 \\ \text{Perbandingan agregat halus} &= \frac{3}{9} \times 0.00375 = 0.001125 \text{ m}^3 \\ \text{Perbandingan agregat kasar} &= \frac{5}{9} \times 0.00375 = 0.001875 \text{ m}^3 \\ \text{Kebutuhan semen} &= 0.0003375 \text{ m}^3 \times 3150 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 12.75 \text{ kg} \\ \text{Kebutuhan agregat halus} &= 0.001125 \text{ m}^3 \times 2624 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 35.424 \text{ kg} \\ \text{Kebutuhan agregat kasar} &= 0.001875 \text{ m}^3 \times 2714 \text{ kg/m}^3 \times 12 = 61.065 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 4.5 Pelaksanaan Campuran Beton

Pelaksanaan campuran beton pada penelitian ini proses pencampuran beton dilaksanakan secara manual menggunakan alat - alat pencampur manual dan dilakukan oleh peneliti sendiri dan juga rekan-rekan mahasiswa sipil lainnya Tujuannya untuk mendapatkan hail yang optimal. Lamanya waktu pencampuran berkisar antara 5 sampai 15 menit atau sampai adukan beton benar – benar tercampur secara merata. Dari mulai penimbangan bahan pembuat beton, penaburan dan pencampuran bahan, pengujian slump, pengecoran beton hingga pepadatan.



**Gambar 4.3** Alat Yang di Gunakan pada Pembuatan Campuran Beton

#### 4.5.1 Pengujian *Slump* Beton

Setelah pencampuran beton di rasa sudah homogen, terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump* dengan menggunakan kerucut Abrams, mengacu kepada SNI 03-1 972-1990 tentang cara uji *slump* beton. Hasil pengujian *slump* pada masing-masing campuran beton dapat di lihat seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian *Slump*

<b>Sampel Benda Uji</b>	<b><i>Slump</i> (mm)</b>	<b>Keterangan</b>
campuran beton normal	75	Campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3



**Gambar 4.4** Pengujian *Slump* Beton

*Slump* yang direncanakan pada berbagai macam komposisi perbandingan dalam penelitian ini yaitu sebesar 75 - 100 mm. Dari hasil pengukuran *slump* beton diketahui bahwa perbandingan campuran beton normal memiliki *slump* sebesar 75 mm.

#### 4.5.2 Pengecoran dan Pematatan

Pengecoran dan pematatan beton dilakukan setelah proses pengujian *slump* selesai. Sebelum pengecoran beton dilakukan olesi cetakan dengan oli terlebih dahulu agar permukaan betonnya tidak rusak, dan memudahkan pada saat cetakan di lepaskan. Lalu masukan beton segar ke dalam cetakan kubus (15x15x15) cm, sedikit demi sedikit dan setiap 1/3 volume cetakan kubus campuran beton dipadatkan dengan besi pematat dengan cara ditusuk - tusuk dan di getarkan dengan cara memukul - mukul cetakan dengan menggunakan palu karet agar di dalamnya padar tidak memiliki banyak rongga.

Setelah proses pengecoran dan pematatan selesai, kemudian ratakan permukaan atas beton hingga air semen naik keatas permukaan dan membuat permukaan beton menjadi halus. Kemudian beton tersebut di diamkan selama 24 jam di dalam cetakan sampai beton cukup kering dan bisa menahan bebannya sendiri.



**Gambar 4.5** Gambar Pada Saat Pematatan

### 4.5.3 Perawatan Beton

Setelah benda uji beton dilepaskan dari cetakan, selanjutnya melakukan proses perawatan beton dengan cara merendam beton didalam air selama waktu tertentu. Dalam penelitian ini benda uji akan di tes pada umur 7 dan 14 hari.

Proses perawatan beton ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya proses hidrasi semen secara berlebihan yang bisa mengakibatkan beton menjadi retak proses hidrasi semen terjadi ketika semen mulai tercampur dengan air sampai menghasilkan pasta yang plastis dan mudah dikerjakan.

Pada proses pengerasan semen setelah semen menjadi pasta dikenal dengan waktu pengerasan awal hingga tercapai waktu pengerasan akhir hingga semen benar – benar mengeras dan tidak berubah. Seiring berjalannya waktu proses pengerasan berjalan secara terus menerus hingga diperoleh kekuatan semen yang semakin baik.

### 4.5.4 Pengujian Berat Sample Kering

Pengujian berat sampel beton kering dilakukan setelah proses perawatan beton atau perendaman dalam air dilakukan sesuai dengan umur beton yang akan di uji. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton berat sampel benda uji ditimbang berikut adalah hasil Pengujian berat sampel beton kering pada umur 7 dan 14 hari.

#### 1. Berat Sampel Pada Umur 7 Hari

**Tabel 4.10** Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 7 Hari

Sampel Benda Uji	Berat Benda (kg)	Keterangan
0.00%	7.8	Campuran beton normal
0.50%	7.7	Campuran beton normal + 0,5% serbuk kayu
1.50%	7.4	Campuran beton normal + 1,5% serbuk kayu
2.50%	7.5	Campuran beton normal + 2,5% serbuk kayu

Dari data hasil pengujian berat sampel beton kering pada umur 14 hari didapat berat sampel beton kering pada masing - masing campuran yaitu 7.8 kg, 7.5 kg, 7.5 kg, 7.6 kg.

#### 2. Berat Sampel Pada Umur 14 Hari

**Tabel 4.11** Hasil Pengujian Berat Beton Kering Pada Umur 14 Hari

Sampel Benda Uji	Berat Benda (kg)	Keterangan
0.00%	7.9	Campuran beton normal
0.50%	7.8	Campuran beton normal + 0,5% serbuk kayu
1.50%	7.7	Campuran beton normal + 1,5% serbuk kayu
2.50%	7.5	Campuran beton normal + 2,5% serbuk kayu

Dari data hasil pengujian berat sampel beton kering pada umur 21 hari didapat berat sampel beton kering pada masing - masing campuran yaitu 7.5 kg, 7.6 kg, 7.9 kg, 7.7 kg.

#### 4.5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan terhadap benda uji kubus pada umur beton 7 dan 14 hari masa perendaman beton dengan alat seperti gambar di bawah ini.



**Gambar 4.6** Alat Uji Tekan (*Compression Testing Machine*)

Dalam penelitian ini untuk menguji kuat tekan beton menggunakan alat uji tekan (*Compression Testing Mchine*) yang ada di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Universitas Sangga Buana Bandung dengan kapasitas pengujian hingga 2000 KN.

Cara perhitungan uji kuat tekan beton adalah dengan cara membagi berat beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji yang dikeluarkan oleh mesin uji kuat tekan dibagi dengan luas penampang dari masing - masing benda uji tersebut baik kubus. Pengujian sample beton yang di tes pada urnur 3 hari adalah sebagai berikut:

1. Uji kuat tekan pada umur 14 hari



Berikut adalah data hasil pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini berdasarkan beban yang dapat dipikul oleh masing – masing benda uji pada umur 14 hari.

**Tabel 4.13** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Umur 3 Hari

Benda Uji	Umur	A	P
	(hari)	(mm <sup>2</sup> )	(N)
BFA20%	3	22500	72000

#### 4.6 Perhitungan Kuat Tekan Beton

Untuk menghitung kuat tekan beton dari hasil pembebanan benda uji, bisa digunakan rumus kuat tekan adalah beban maksimum di bagi luas penampang:  $\frac{P}{A}$ . Sedangkan untuk penggunaan table 2.3 perhitungan kuat tekan beton dengan benda uji kubus harus melalui konversi seperti yang tertulis pada persamaan 1.1. Data kuat tekan yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan di hari sebelum umur 28 hari. Dari table 4.15 didapat nilai kuat tekan kubus  $f'_{ck}$  dan untuk kuat tekan silinder  $f'_c$  seperti pada table 4.16 di bawah ini:

Dari hasil perhitungan di atas maka di dapat hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 6 hari pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.14** Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton Pada Umur 6 Hari

Terkonversi

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Bidang (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	$f'_c$ (N/mm <sup>2</sup> ) (Mpa)
1	BFA20%	3	17,671	720	40,74

#### Kuat lentur teoritis

Perkiraan kuat lentur beton kubus hasil rancangan pada umur 3 hari adalah:

$f'_c$  = konversi dari beton silinder terhadap beton kubus x kuat tekan rencana

$$= 0,83 \times 40,74$$

$$= 33,81 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur Teoritis} &= 0,94 \sqrt{f'c} \\ &= 0,94 \sqrt{33,81} = 5,465 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat lentur aktual} = 5,465 \text{ Mpa}$$

Hasil dari pengujian di laboratorium perbandingan antara perhitungan dilaboratorium dengan hasil teoritis didapatkan bahwa :

Hasil perhitungan lab < Hasil perhitungan rencana (design) 5,465Mpa Mpa.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium Universitas Sangga Buana YPKP didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Beton dengan campuran Abu terbang (FlyAsh) sebanyak 20% dari semen dan 0,90% campuran SikaViscocrete (Additive) setelah dilakukan uji kuat tekan memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 40,74 MPa.

No	Benda Uji	Umur (hari)	Luas Bidang (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	f'c (N/mm <sup>2</sup> ) (Mpa)
1	BFA20%	3	17,671	720	40,74

#### Kuat lentur teoritis

Perkiraan kuat lentur beton kubus hasil rancangan pada umur 3 hari adalah:

$F'c$  = konversi dari beton silinder terhadap beton kubus x kuat tekan rencana

$$= 0,83 \times 40,74$$

$$= 33,81 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat Lentur Teoritis} = 0,94 \sqrt{f'c}$$

$$= 0,94 \sqrt{33,81} = 5,465 \text{ Mpa}$$

$$\text{Kuat lentur aktual} = 5,465 \text{ Mpa}$$

## **5.2 Saran**

Dari uraian kesimpulan diatas dengan merujuk pembahasan dan hasil penelitian :

Penelitian Labolatorium yang dilakukan adalah :

1. Perlu diadakan lagi penelitian lebih lanjut terkait beton yang mengandung FlyAsh lebih dari 20%. Karena menurut penulis beton menggunakan SilicaFume sebanyak 20% mendapatkan Range Kuat Tekan besar dibandingkan campuran Fly Ash sebesar 20%.
2. Dalam pengujian ini, campuran fly ash 20% dapat di gunakan untuk beton mutu tinggi dengan mutu K-500.

## DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, Istimawan. 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama Jakarta.

Edward G.Nawy, 1998, *Beton Bertulang*, Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung

Hendy Febrianto. *Pemanfaatan Limbah Padat Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuat Beton Normal*. Universitas Gunadarma.

Murdock, L.J and Brooks, K.M. *Bahan dan Praktek Beton*, Trans. Hendarko, s. Penerbit Erlanga.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. *Kumpulan Standar Nasional Indonesia. 2010*

Perpustakaan Pusat Penelitian dan pengembangan Jalan dan Jembatan.

Tri Mulyono. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi Yogyakarta.