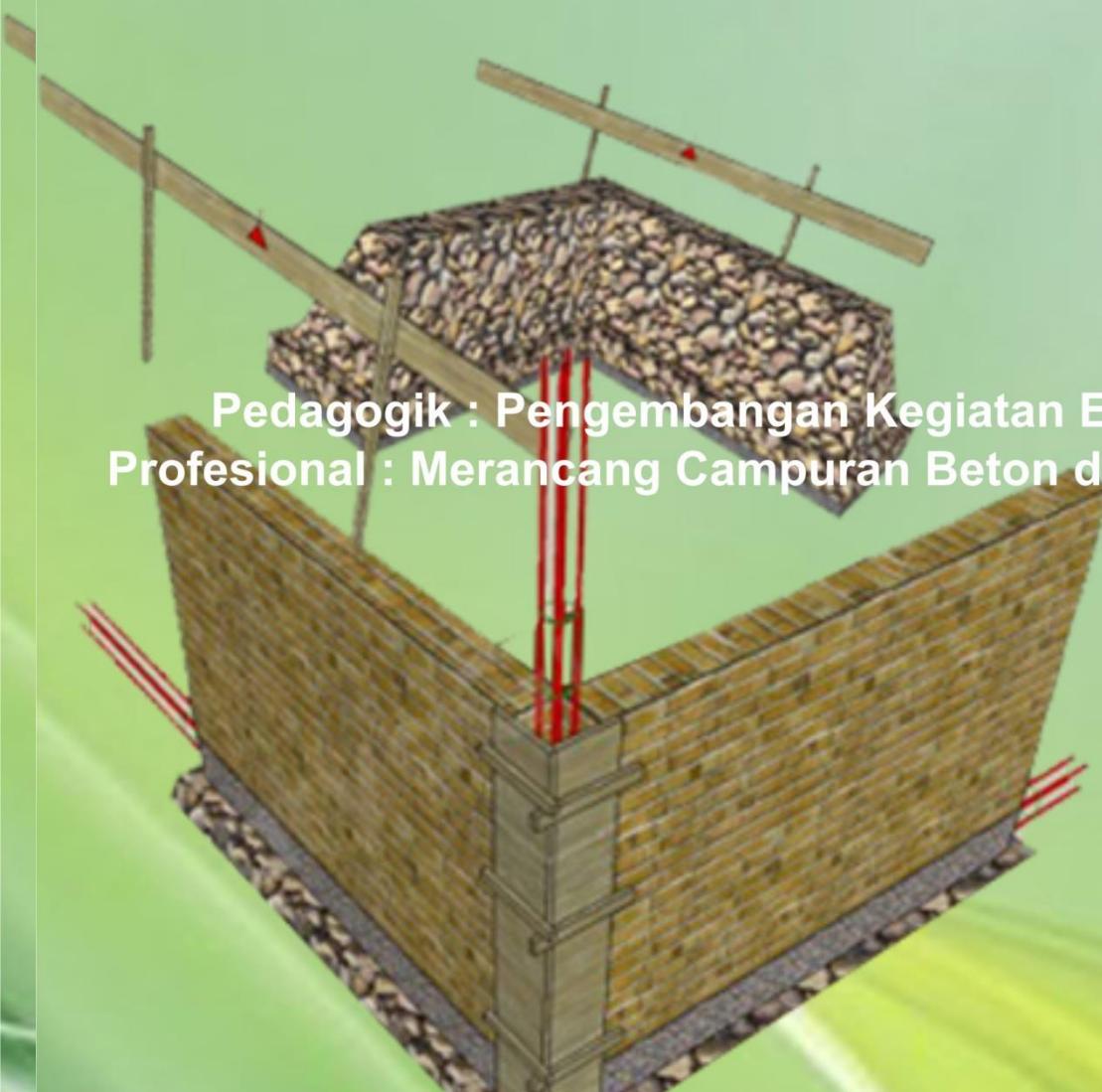




KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian  
**Teknik Konstruksi Batu Beton**



Pedagogik : Pengembangan Kegiatan Ekstra Kulikuler  
Profesional : Merancang Campuran Beton dan Pengujian Tanah

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**

**F**



## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Konstruksi Batu Beton

Penyusun :  
Oktaviani, ST., MT  
UNP Padang  
okta5145@ft.unp.ac.id  
08126701095

Reviewer :  
Herlina Renta Sitorus, ST  
PT. Ginstak Enginering Medan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK  
MEDAN  
2016



## KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Desember 2015  
Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 1002

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
PENDAHULUAN	
A. Latar belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi .....	2
D. Ruang Lingkup .....	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	
A. Model Pengembangan Desain Pembelajaran .....	4
B. Model Dick and Carrey .....	7
C. Model Pengembangan Instruksional (MPI) .....	8
D. <b>Model Jerold E.Kemp</b> .....	9
E. Model Gerlach dan Ely .....	11
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 Analisa Ayak Agregat	
A. Jumlah Sampel Uji Agregat dari Quary .....	12
B. Perhitungan Analisis Ayak Agregat .....	14
C. Soal Latihan .....	17
D. Angka Kehalusan ( <i>feneses Moduluss</i> ) .....	20
E. Susunan Besar Butir .....	20
F. Persyaratan Susunan Besar Butir Agregat .....	21
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 Penggabungan Agregat	

A. Metode Grafis .....	28
B. Metode Diagonal .....	33
C. Soal Latihan .....	36

#### KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 Pengetahuan Beton

A. Pengertian Beton.....	40
B. Perencanaan Beton .....	48
C. Metoda DOE (Department Of the Environmet).....	56
D. Soal Latihan .....	73
E. Pembuatan Sampel Uji Beton.....	77
F. Kuat Tekan Beton .....	84
G. Evaluasi Mutu Beton .....	86
H. Soal Latihan .....	90
I. Pengujian Beton Non Destruktif .....	99

#### KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 CBR Labor

A. Tujuan .....	112
B. Indikator Pencapaian .....	112
C. Uraian Materi CBR .....	112
D. Aktivitas Pembelajaran .....	118
E. Latihan .....	118
F. Rangkuman .....	118
G. Umpam Balik dan tindak lanjut .....	119

#### KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 CBR Lapangan

A. Tujuan .....	121
B. Indikator Pencapaian .....	121
C. Uraian Materi CBR .....	121
D. Aktivitas Pembelajaran .....	129
E. Latihan .....	129

F. Rangkuman .....	129
G. Umpan Balik dan tindak lanjut .....	130
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 Daya Dukung Tanah</b>	
A. Pendahuluan .....	131
B. Sondir .....	131
C. Cara Membuat Grafik Hasil Pengujian .....	142
D. Menghitung Daya Dukung Tanah .....	143
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>150</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Model Dick and Carey .....	8
Gambar 2. Model Pengembangan Instruksional .....	9
Gambar 3. Model Pembelajaran Jerold E.Kemp .....	10
Gambar 4. Model Gerlach and Ely .....	11
Gambar 5. Uji berat Isi Beton segar .....	40
Gambar 6. Uji Kelecahan Beton segar .....	46
Gambar 7. Hubungan Proporsi Cacat .....	58
Gambar 8. Hubungan Kekuatan tekan Beton dengan FAS .....	62
Gambar 9. Isi beton Basah Kepadatan Penuh.....	66
Gambar 10. Hubungan Proporsi Agregat Halus Dengan FAS Maks.10.....	68
Gambar 11. Hubungan Proporsi Agregat Halus Dengan FAS Maks.20.....	69
Gambar 12. Hubungan Proporsi Agregat Halus Dengan FAS Maks.40.....	70
Gambar 13. Slump Tes Set .....	81
Gambar 14. Uji Kelecahan Beton dengan Slump Tes.....	81
Gambar 15. Mengukur angka slump .....	82
Gambar 16. Uji Berat Isi Beton segar.....	82
Gambar 17. Cetakan Kubus Beton .....	83
Gambar 18. Keterangan Bagian Hammer Tes .....	102
Gambar 19. Sketsa Titik Pengujian .....	105
Gambar 20. Hammer test CO.550 .....	108
Gambar 21. Penggunaan Hammer tes sudut $90^\circ$ .....	108
Gambar 22 Penggunaan Hammer tes Sudut - $90^\circ$ .....	109
Gambar 23. Penggunaan Hammer Tes Sudut $0^\circ$ .....	109
Gambar 24, 25 . Penggunaan Hammer tes sudut + $45^\circ$ .....	110
Gambar 25. Penggunaan Hammer tes sudut - $45^\circ$ .....	111
Gambar 26. Mesin Penetrasi CBR Labor .....	120
Gambar 27. Peralatan Pengujian CBR.....	120
Gambar 28. Cetakan CBR .....	125
Gambar 29. Alat Uji CBR .....	126

Gambar 30. Konus .....	132
Gamabr 31. Rincian Conus ganda .....	133
Gambar 32 <i>Rangkaian alat Penetrasi Conus</i> .....	136
Gambar 33. Kedudukan Conus Saat Penekanan .....	140
<i>Gambar 34. Grafik Hasil sondir</i> .....	141
Gambar 35. Grafik Hasil Sondir .....	143

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ayakan Standar .....	13
Tabel 2 Jumlah Sampel Minimum dari Suatu Quarry .....	14
Tabel 3 Perhitungan analisa Ayak Agregat Kasar .....	15
Tabel 4 Perhitungan analisa Ayak Agregat Halus .....	16
Tabel 5 Standar Susunan Butir Agregat Halus .....	22
Tabel 6 Syarat susunan Butir agregat Kasar .....	22
Tabel 7 Syarat Susunan Butir Agregat Gabungan .....	23
Tabel 8 Rekapitulasi Data Pengujian Agregat Halus .....	25
Tabel 9 Rekapitulasi Data Pengujian Agregat Kasar .....	26
Tabel 10 Analisa Ayak Agregat .....	27
Tabel 11 Pengecekan Dalam agregat Gabungan .....	31
Tabel 12 Pengecekan Dalam agregat Gabungan .....	35
Tabel 13 Nilai Slump Untuk berbagai Konstruksi .....	57
Tabel 14 Hubungan Proporsi Cacat .....	59
Tabel 15 Jumlah semen Minimum dan Nilai FAS Maksimum .....	60
Tabel 16 Estimasi Pencapaian Kekuatan Beton pada FAS 0,5 .....	63
Tabel 17 Estimasi Kebutuhan Kadar air Bebas .....	64
Tabel 18 Perbandingan Kekuatan Beton .....	87
Tabel 19 Perbandingan kekuatan Tekan pada dimensi Benda uji .....	87
Tabel 20 Contoh daftar Isian Pelaksanaan Praktikum .....	88

Tabel 21 Data Uji Kalibrasi Hammer Test .....	104
Tabel 22 Data Uji Kalibrasi Hammer tes .....	106
Tabel 23 Data Hasil Penyondiran .....	143

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang

disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan kegiatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

## B. Tujuan

Dengan mempelajari modul 6 Konstruksi Batu dan Beton teori dan praktek anda dapat:

- A. Menerapkan pembelajaran yang efektif dengan pemahaman pedagogik yang relevan sesuai jenjang usia.
- B. menentukan susunan besar butir agregat yang layak sebagai bahan campuran beton
- C. menyebutkan pengertian beton sesuai jenis dan kegunaannya.
- D. Menggabungkan agregat halus dengan agregat kasar secara proforsional untuk campuran beton
- E. Menghitung komposisi campuran yang efektif dan efisien sesuai kekuatan yang direncanakan.
- F. Mengevaluasi mutu beton segar dan beton keras sesuai prosedur (SNI)
- G. Memeriksa CBR laboratorium Sesuai prosedur (SNI)
- H. Memeriksa daya dukung tanah Sesuai prosedur (SNI)

## C. Peta Kompetensi

1. Menentukan peralatan dan mesin untuk pengujian bahan-bahan bangunan sesuai dengan SNI
2. Memeriksa hasil pembuatan campuran beton berdasarkan hasil perhitungan rancangan campuran sesuai dengan SNI

#### D. Ruang Lingkup

Materi Modul Level 6 Konstruksi Batu dan Beton Pasca UKG

1. Pedagogik
2. Analisis Agregat teori dan peraktik
3. Penggabungan Agregat Metode Grafis dan Diagonal
4. Pengertian Beton dankegunaannya
5. Menghitung Komposisi campuran Beton
6. Membuat Sampel Uji Beton
7. Mengevaluasi Mutu Beton
8. Memeriksa California Bearing Ratio (CBR) Tanah
9. Memeriksa Daya Dukung Tanah

#### E. Saran Cara penggunaan modul

Bacalah modul dengan cepat dari awal hingga akhir setelah itu baca ulang secara perlahan dan penuh konsentrasi sembari memberi tanda pada kata atau kalimat yang belum dimengerti, sehingga pada saat tatap muka dapat diminta penjelasan dari instruktur terkait.

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 1**

### **Pengembangan Pembelajaran Pendidikan Kejuruan**

#### **A. Model Pengembangan Disain Pembelajaran**

Komponen-komponen yang terdapat di dalam desain sistem pembelajaran biasanya digambarkan dalam bentuk yang direpresentasikan dalam bentuk grafis atau *flow chart*. Model desain sistem pembelajaran menggambarkan langkah-langkah atau prosedur yang perlu ditempuh untuk menciptakan aktivitas pembelajaran yang efektif, efisien dan menarik. Menurut Morisson, Ross, dan Kemp (2001) desain sistem pembelajaran ini akan membantu pendidik sebagai perancang program atau pelaksana kegiatan pembelajaran dalam memahami kerangka teori lebih baik dan menerapkan teori tersebut untuk menciptakan aktivitas pembelajaran yang lebih efektif, efisien, produktif dan menarik. Desain sistem pembelajaran berperan sebagai alat konseptual, pengelolaan, komunikasi untuk meng-analisis, merancang, menciptakan, mengevaluasi program pembelajaran, dan program pelatihan.

Setiap desain sistem pembelajaran memiliki keunikan dan perbedaan dalam langkah-langkah dan prosedur yang diterapkan. Perbedaan pemahaman terletak pada istilah-istilah yang digunakan. Namun demikian, model-model desain tersebut memiliki dasar prinsip yang sama dalam upaya merancang program pembelajaran yang berkualitas. Fausner (2006) berpandangan bahwa seorang perancang program pembelajaran tidak dapat menciptakan program pembelajaran yang efektif, jika hanya mengenal satu model desain pembelajaran. Perancang program pembelajaran hendaknya mampu memilih desain yang tepat sesuai dengan situasi atau setting pembelajaran yang spesifik. Untuk itu diperlukan adanya pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang model-model desain sistem pembelajaran dan cara mengimplementasikannya.

Dalam desain pembelajaran dikenal beberapa model yang dikemukakan oleh para ahli. Secara umum, model desain pembelajaran dapat diklasifikasikan ke dalam model berorientasi kelas, model berorientasi sistem, model berorientasi produk, model prosedural dan model melingkar.

Model berorientasi kelas biasanya ditujukan untuk mendesain pembelajaran level mikro (kelas) yang hanya dilakukan setiap dua jam pelajaran atau lebih. Contohnya adalah model ASSURE.

Model ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan pendidik dan peserta didik akan aktivitas pembelajaran yang efektif, efisien, produktif dan menarik. Model-model desain sistem pembelajaran yang termasuk klasifikasi ini dapat diimplementasikan mulai dari jenjang sekolah dasar sampai jenjang pendidikan tinggi. Pendidik, widyaiswara, instruktur, dan dosen perlu memiliki pemahaman yang baik tentang desain sistem pembelajaran yang efektif, efisien, dan menarik. Penggunaan model berorientasi kelas ini didasarkan pada asumsi adanya sejumlah aktivitas pembelajaran yang diselenggarakan di dalam kelas dengan waktu belajar yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam hal ini, tugas pendidik memilih isi/materi pelajaran yang tepat, merencanakan strategi pembelajaran, menyampaikan isi/materi pelajaran, dan mengevaluasi hasil belajar. Para pendidik biasanya menganggap bahwa model desain sistem pembelajaran pada dasarnya berisi langkah-langkah yang harus diikuti.

Model berorientasi produk adalah model desain pembelajaran untuk menghasilkan suatu produk, biasanya media pembelajaran, misalnya video pembelajaran, multimedia pembelajaran, atau modul. Contoh modelnya adalah model Hannafin and Peck.

Model desain sistem pembelajaran yang berorientasi pada produk, pada umumnya didasarkan pada asumsi adanya program pembelajaran yang dikembangkan dalam kurun waktu tertentu. Model-model desain sistem pembelajaran ini menerapkan proses analisis kebutuhan yang sangat ketat. Para pengguna produk/program pembelajaran yang dihasilkan melalui penerapan desain sistem pembelajaran pada model ini biasanya tidak memiliki kontak langsung dengan pengembang programnya. Kontak langsung antara pengguna

program dan pengembang program hanya terjadi pada saat proses evaluasi terhadap prototipe program.

Model-model yang berorientasi pada produk biasanya ditandai dengan empat asumsi pokok, yaitu: (1) Produk atau program pembelajaran memang sangat diperlukan, (2) Produk atau program pembelajaran baru perlu diproduksi, (3) Produk atau program pembelajaran memerlukan proses uji coba dan revisi, dan (4) Produk atau program pembelajaran dapat digunakan walaupun hanya dengan bimbingan dari fasilitator.

Satu lagi adalah model berorientasi sistem, yaitu model desain pembelajaran untuk menghasilkan suatu sistem pembelajaran yang cakupannya luas, seperti desain sistem suatu pelatihan, kurikulum sekolah, dan lain-lain. Contohnya adalah model ADDIE.

Model desain sistem pembelajaran yang berorientasi pada sistem dilakukan untuk mengembangkan sistem dalam skala besar seperti keseluruhan mata pelajaran atau kurikulum. Implementasi model desain sistem pembelajaran yang berorientasi pada sistem memerlukan dukungan sumber daya besar dan tenaga ahli yang berpengalaman. Model desain sistem pembelajaran yang berorientasi pada sistem dimulai dari tahap pengumpulan data untuk menentukan kemungkinan-kemungkinan implementasi solusi yang diperlukan untuk mengatasi masalah yang terdapat dalam suatu sistem pembelajaran. Analisis kebutuhan dan *front-end analysis* dilakukan secara intensif untuk mencari solusi yang akurat. Perbedaan pokok antara model yang berorientasi sistem dengan produk terletak pada tahap atau fase desain, pengembangan, dan evaluasi. Ketiga fase ini dilakukan dalam skala yang lebih besar pada model desain sistem pembelajaran yang berorientasi pada sistem.

Selain itu ada pula yang biasa disebut sebagai model prosedural dan model melingkar. Contoh dari model prosedural adalah model Dick and Carrey sementara contoh model melingkar adalah model Kemp.

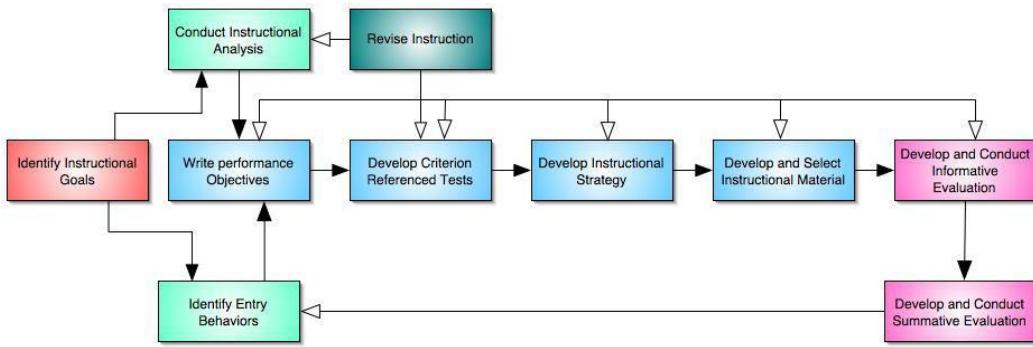
Adanya variasi model ini sebenarnya juga menguntungkan. Beberapa keuntungan itu antara lain adanya peluang untuk memilih dan menerapkan salah satu model desain pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik yang ada di

lapangan, selain itu juga dapat dikembangkan dan dibuat model turunan dari model-model yang telah ada, ataupun juga dapat diteliti dan dikembangkan desain yang telah ada untuk dicobakan dan diperbaiki. Beberapa contoh dari model-model diatas akan diuraikan secara lebih jelas berikut ini:

## **B. Model *Dick and Carrey***

Salah satu model desain pembelajaran yang sering dipakai adalah model *Dick and Carey* (1985). Model ini termasuk ke dalam model prosedural. Langkah-langkah Desain Pembelajaran menurut *Dick and Carey* adalah:

1. Mengidentifikasikan tujuan umum pembelajaran (*Identify Instructional Goal*).
2. Melaksanakan analisis pembelajaran (*Conduct Instructional Analysis*).
3. Mengidentifikasi tingkah laku masukan dan karakteristik siswa (*Identify Entry Behaviors*).
4. Merumuskan tujuan performansi (*Write Performance Objectives*).
5. Mengembangkan butir-butir tes acuan patokan (*Develop Criterion Reference Test*).
6. Mengembangkan strategi pembelajaran (*Develop Instructional Strategy*).
7. Mengembangkan dan memilih materi pembelajaran (*Develop and Select Instructional Material*).
8. Mendesain dan melaksanakan evaluasi formatif (*Develop and Conduct Informatif Evaluation*).
9. Merevisi bahan pembelajaran (*Revise Instruction*).
10. Mendesain dan melaksanakan evaluasi sumatif (*Develop and Conduct Summative Evaluation*).



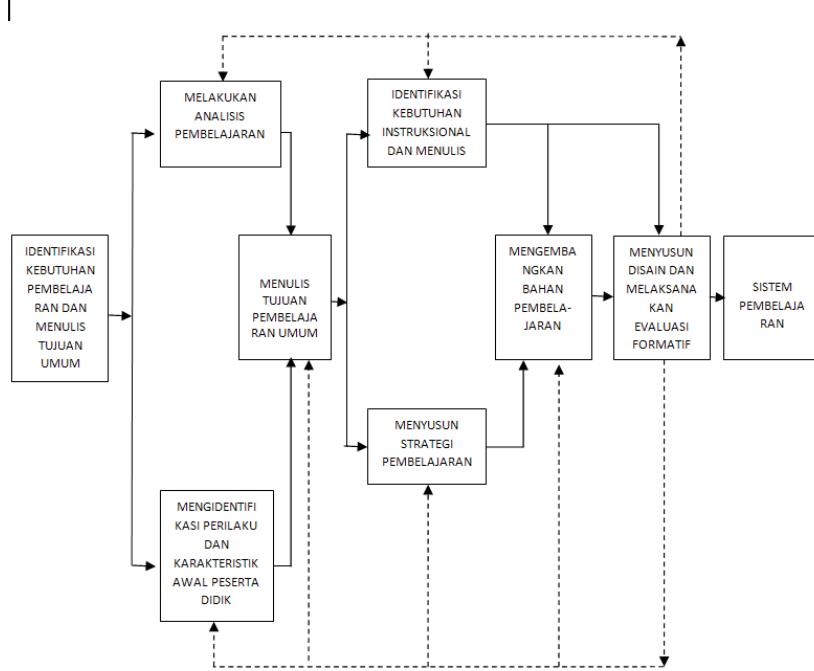
Gambar 1. Model Dick and Carey  
(sumber: <http://instructionaldesign.org/models>)

### C. Model Pengembangan Instruksional (MPI)

Model yang mirip dengan model **Dick and Carrey** adalah Model Pengembangan Instruksional (MPI) dalam Suparman (2001) yang hanya memiliki delapan langkah yaitu:

- Mengidentifikasi kebutuhan instruksional dan menulis tujuan instruksional umum;
- Melakukan analisis instruksional;
- Mengidentifikasi perilaku dan karakteristik awal mahasiswa;
- Menulis tujuan instruksional khusus;
- Menulis tes acuan patokan;
- Menyusun strategi instruksional;
- Mengembangkan bahan instruksional; dan
- Mendisain dan melaksanakan evaluasi formatif yang termasuk di dalamnya kegiatan merevisi.

Kedelapan langkah tersebut digambarkan dalam bagan sebagai berikut:



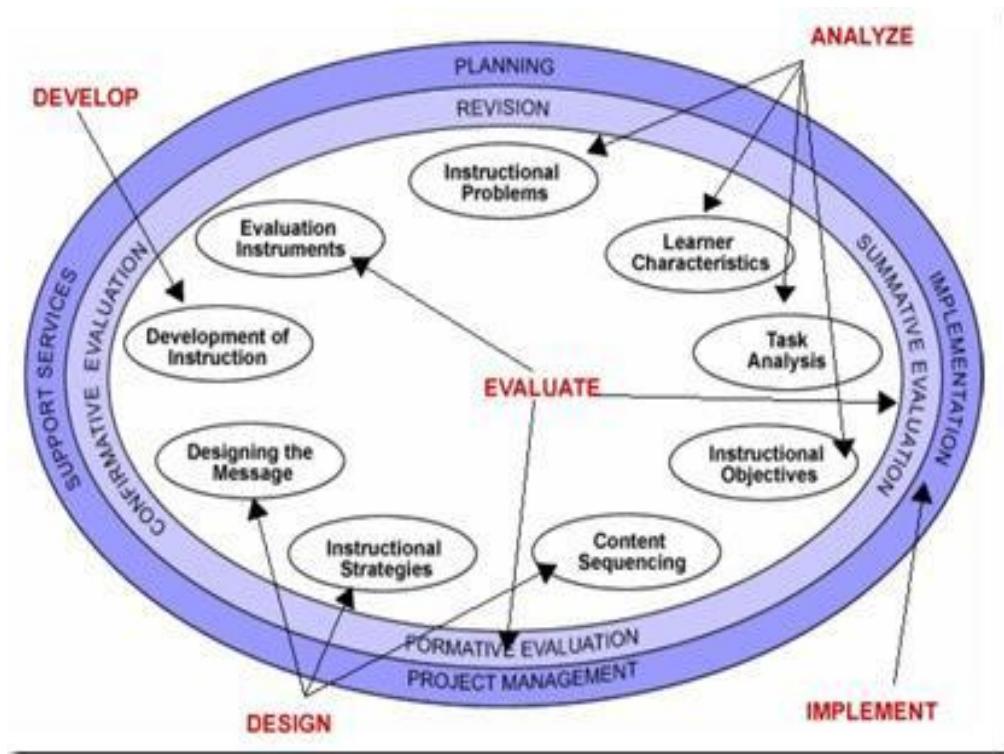
Gambar 2. Model Pengembangan Instruksional  
(Diadaptasi dari Suparman, 2001)

#### D. Model Jerold E. Kemp

Menurut Morisson, Ross, dan Kemp (2004), model desain sistem pembelajaran ini akan membantu pendidik sebagai perancang program atau kegiatan pembelajaran dalam memahami kerangka teori dengan lebih baik dan menerapkan teori tersebut untuk menciptakan aktivitas pembelajaran yang lebih efektif dan efisien. Desain pembelajaran model Kemp dapat dijelaskan dengan sebuah bagan berikut:

Secara singkat, menurut model ini terdapat beberapa langkah, yaitu:

- Menentukan tujuan dan daftar topik, menetapkan tujuan umum untuk pembelajaran tiap topiknya;



Gambar 3. Model Desain Pembelajaran Jerold E. Kemp  
 (Morrison, Ross & Kemp 2004 :29)

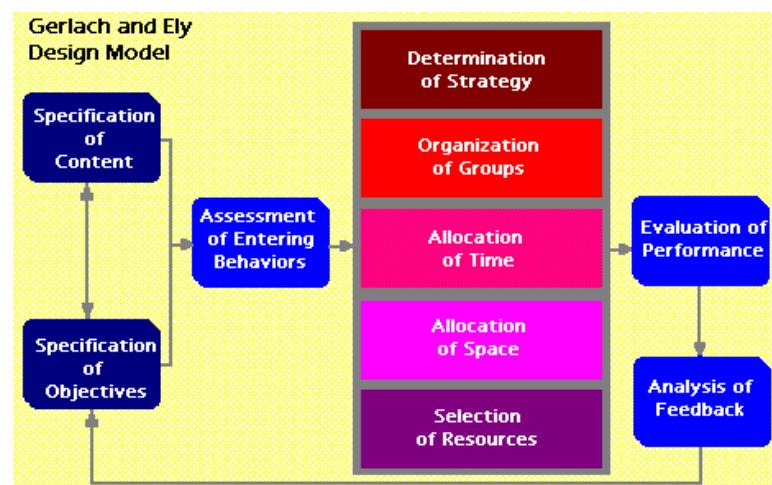
- b. Menganalisis karakteristik peserta didik, untuk siapa pembelajaran tersebut didesain;
- c. Menetapkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dengan syarat dampaknya dapat dijadikan tolok ukur perilaku peserta didik;
- d. Menentukan isi materi pelajar yang dapat mendukung tiap tujuan;
- e. Pengembangan penilaian awal untuk menentukan latar belakang peserta didik dan pemberian level pengetahuan terhadap suatu topik;
- f. Memilih aktivitas dan sumber pembelajaran yang menyenangkan atau menentukan strategi pembelajaran, jadi peserta didik akan mudah menyelesaikan tujuan yang diharapkan;
- g. Mengkoordinasi dukungan pelayanan atau sarana penunjang yang meliputi personalia, fasilitas-fasilitas, perlengkapan, dan jadwal untuk melaksanakan rencana pembelajaran;

- h. Mengevaluasi pembelajaran peserta didik dengan syarat mereka menyelesaikan pembelajaran serta melihat kesalahan-kesalahan dan peninjauan kembali beberapa fase dari perencanaan yang membutuhkan perbaikan yang terus menerus, evaluasi yang dilakukan berupa evaluasi formatif dan evaluasi sumatif.

## E. Model Gerlach dan Ely

Model Gerlach dan Ely terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

- a. Spesifikasi isi pokok bahasan,
- b. Spesifikasi tujuan pembelajaran,
- c. Pengumpulan dan penyaringan data tentang peserta didik,
- d. Penentuan cara pendekatan, metode, dan teknik mengajar,
- e. Pengelompokan siswa,
- f. Penyediaan waktu,
- g. Pengaturan ruang,
- h. Pemilihan media/sumber belajar,
- i. Evaluasi, dan
- j. Umpaman balik.



Gambar 4. Model Gerlach dan Ely

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### Analisa Ayak Agregat

Ayakan yang akan dipakai untuk agregat beton mempunyai lubang persegi. Ukuran lubang dinyatakan dengan satuan inci, mm atau dengan nomor untuk ayakan yang besar lubangnya kurang 5 mm. Nomor ayakan menunjukan lubang tiap inci linear. Umpamanya nomor 50, jumlah lubangnya 50 buah tiap inci persegi.

Ayakan standar yang banyak dipakai untuk analisa ayak adalah menurut standard ASTM (Amerika), British Standard, DIN (Jerman), AFNOR (Perancis) dan ISO (Internasional). Setiap standard mempergunakan ukuran lubang berbeda satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian biasanya dapat diambil ukuran-ukuran lubang yang berdekatan atau ekivalennya.

Ayakan utama terdiri dari ayakan yang berurutan dengan ukuran lubang ayakan di atasnya sama dengan dua kali ukuran lubang ayakan di bawahnya. Susunan lubang ayakan-ayakan tersebut adalah seperti pada tabel berikut :

**Tabel 1**  
**DAFTAR AYAKAN STANDARD ASTM, BS dan ISO**

<b>Standar ASTM-EII-70</b>	<b>Standard British BS 410-1969</b>	<b>Standard ISO</b>
Lubang ayakan (mm)	Lubang ayakan (mm)	Lubang ayakan (mm)
152	150	128
76	75	64
38	37.5	32
19	20	16
9,5	10	8
4.75	5	4
2.36	2.36	2
1.18	1.18	1
0.60	0.60	0.5
0.30	0.30	0.25
0.15	0.15	0.125
0.075	0.075	0.062

Refresi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

#### **A. Jumlah Sampel Uji.Agregat diambil dari Quary**

Dalam melakukan analisis ayak agregat diperlukan sejumlah contoh yang diambil dari suatu sumber atau quary agregat. Disamping apa yang tercantum dalam standard industri tersebut, sebagai tambahan ada baiknya kita melihat persyaratan dari British Standard tentang jumlah sampel untuk di analisa yaitu : BS.812 1967 menyarankan jumlah sampel minimum berikut ini :

**Tabel 2**  
**JUMLAH SAMPEL MINIMUM DARI SUATU QUARY MENURUT B.S 812**

Ukuran butir terbesar		Berat Sampel minimum (kg)
inc	mm	
2 $\frac{1}{4}$	63.5	50
2	50.8	35
1.5 atau 1 $\frac{1}{4}$	38.1 atau	15
3/4	31.8	5
0.5	25.4	2
3/8	19.0	1
1/4 atau 3/16	12.7	0.5
menembus ayakan no.7	9.5	0.2
	6.3 atau 4.8 menembus 2.4	0.1

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

## **B. Perhitungan Analisis Ayak Agregat**

Contoh agregat dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai Massa tetap, lalu dibiarkan sampai dingin. Dari contoh kering ini diambil sejumlah contoh untuk dilakukan analisa ayak sesuai dengan persyaratan standard. Agregat yang tertinggal diatas masing-masing ukuran ayakan kemudian ditimbang.

Hasil analisa ayak dilaporkan dan di perhitungkan. Sebaiknya laporan dibuat dalam bentuk tabelaris seperti contoh :

**Tabel 3**  
**PERHITUNGAN ANALISA AYAK AGREGAT KASAR**

No.	Ayakan	Berat Tertinggal (gram)	Persen	Persen Tertinggal Komulatif	Persen Lewat Komulatif
1	2	3	4	5	6
1	75	0	0	0	100
2	37.5	389.7	2.60	2.60	97.40
3	19	4102	27.35	29.95	70.05
4	9.5	6952	46.35	76.30	23.70
5	4.75	3338	22.26	98.56	1.44
6	2.36	216.2	1.44	100.00	0
7	1.18	0	0	100.00	0
8	0.6	0	0	100.00	0
9	0.3	0	0	100.00	0
10	0.15	0	0	100.00	0
11	0.075	0	0	0	0
Jumlah		14997.9	100.00	707.42	
Angka Kehalusan :				7.07	

Keterangan :

- a. Kolom 1 adalah no urut
- b. Kolom 2 adalah lubang ayakan
- c. kolom 3 adalah berat tertinggal pada ayakan
- d. kolom 4 adalah berat tertinggal di atas ayakan dibagi berat total dikali seratus
- e. kolom 5 adalah penjumlahan dari persen tertinggal yang ada pada kolom 4 kecuali ayakan 0,075 tidak termasuk ini sama dengan kadar abu pada kerikil.
- f. kolom 6 adalah 100 kurang poin-poin yang ada pada kolom

g. Menghitung angka kehalusan "fenenes modulus" adalah jumlah persen tertinggal komulatif (kolom 5) dibagi jumlah persen tertinggal (kolom 4)

**Tabel 4**  
**PERHITUNGAN ANALISA AYAK AGREGAT HALUS**

No.	Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Persen Tertinggal	Persen Tertinggal Komulatif	Persen Lewat Komulatif
1	2	3	4	5	6
1	9.5	0	0	0	100
2	4.75	1.6	0.16	0.16	99.84
3	2.36	3.4	0.34	0.50	99.50
4	1.18	22.6	2.26	2.76	97.24
5	0.6	184.7	18.49	21.25	78.75
6	0.3	325.3	32.56	53.81	46.19
7	0.15	426.2	42.66	100.00	0.00
8	0.075	35.3	3.53		
Jumlah		999.1	100.00	178.48	
Angka Kehalusinan (FM)				1.78	

Keterangan :

- Kolom 1 adalah no urut
- Kolom 2 adalah lubang ayakan
- kolom 3 adalah berat tertinggal pada ayakan
- kolom 4 adalah berat tertinggal di atas ayakan dibagi berat total dikali seratus
- kolom 5 adalah penjumlahan dari persen tertinggal yang ada pada kolom 4 kecuali ayakan 0,075 tidak termasuk ini sama dengan kadar abu pada pasir.

- f. kolom 6 adalah 100 kurang poin-poin yang ada pada kolom 5  
 g. Menghitung angka kehalusan "fenenes modulus" adalah jumlah persentertinggal komulatif (kolom 5) dibagi jumlah persen tertinggal (kolom 4)

**C. Soal latihan : 1** Diketahui Data sbb

- a. Hitung angka Kehalusian (*fenenes modulus*) dan *Zone* ....?  
 b. Hitung Persen Lewat Komulatif agregat

**Data Analisa Krikil Pasakandang Lubuk Alung Pariaman**

Ayakan		Sample A			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0			
2	37,5	0			
3	19,1	496,5			
4	9,52	747,2			
5	4,8	372,2			
6	2,4	240,7			
7	1,2	237,3			
8	0,6	287			
9	0,3	63,1			
10	0,15	37,9			
Sisa		17,5			

## Soal Latihan 2

Diketahui Data sbb:

1. Hitung angka Kehalusan (*feneses modulus*) dan *Zone* .....?
2. Hitung Persen Lewat Komulatif agregat

### Data Analisa Kapaloilalang Kec. 2 x 11 Kayutanam

Ayakan		Sample			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0			
2	37,5	0			
3	19,1	668,3			
4	9,52	1094			
5	4,8	461,2			
6	2,4	166,7			
7	1,2	73,5			
8	0,6	25,2			
9	0,3	12,2			
10	0,15	11,1			
Sisa		0			

**Soal latihan 3 Kerikil :**

Diketahui Data sbb:

1. Hitung angka Kehalusan (*fenes modullus*)
2. Hitung Persen Lewat Komulatif agregat

**Data Analisa Kerikil Pasakandang Lubuk Alung Pariaman**

Ayakan		Sample Kerikil			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0			
2	37,5	0			
3	19,1	496,5			
4	9,52	747,2			
5	4,8	372,2			
6	2,4	240,7			
7	1,2	237,3			
8	0,6	287			
9	0,3	63,1			
10	0,15	37,9			
<b>Sisa</b>		<b>17,5</b>			
<b>Jumlah</b>					

## **D. Angka Kehalusan**

Suatu perhitungan dari hasil analisa ayak yang dipergunakan terutama di Amerika serikat adalah angka kehalusan (*Fineness Modulus*).

Menurut Prof . D. A. Abrams, angka kehalusan ialah jumlah persen tertinggal komulatif pada tiap-tiap ayakan dari suatu seri ayakan yang ukuran lubangnya berbanding dua kali lipat, dimulai dari ayakan berukuran lubang 0.15 mm (150 mikron), dibagi jumlah persen tertinggal yaitu :100 (lihat contoh pada table di atas)

Perlu diingat bila seluruh butir-butir agregat lebih besar dari suatu lubang ayakan umpamanya 1.18 mm, maka persen tertinggal komulatif adalah 100%. Demikian pula untuk ayakan berikutnya 0.60 mm, 0.30mm, dan 0.15 mm harus dimasukan sebagai 100% pula. Angka kehalusan ini kurang dapat memberikan gambaran tentang susunan besar butir, karena pada angka kehalusan yang sama dapat terjadi susunan besar butir (grading) yang berbeda-beda.

Gradasi agregat akan lebih baik digambarkan dengan grafik pembagian besar butir.

## **E. Susunan Besar Butir**

Hasil analisa ayak akan lebih mudah dimengerti bila disajikan dalam bentuk grafik. Penggambaran susunan besar butir (gradasi) dalam grafik paling banyak digunakan. Karena dengan cara ini dapat mudah persyaratannya, apakah terlalu kasar atau terlalu halus dan adakah kekurangan pada suatu ukuran butir tertentu (gap grading).

Dalam grafik ini pada ordinat dicantumkan proses tembus atau tertinggal komulatif dengan skala linear dan pada absis dicantumkan lubang ayakan pada skala logaritma.

Grafik untuk agregat kasar dan halus dapat pula digambarkan secara terpisah. Hal ini akan lebih baik dan lebih jelas dalam kita menilai apakah susunan besar butirnya memenuhi persyaratan yang dikehendaki. Guna memperoleh gambaran yang lebih teliti, dapat pula dicantumkan lubang ayak tambahan pada absis, yaitu ayakan 50 mm, 30 mm, 25 mm.

Dalam grafik diatas besar butir maksimum adalah 75 mm, sedang pada pembuatan beton kebanyakan dipakai besar butir maksimum 40 mm, 30 mm dan 20 mm. Jika agregat mempunyai besar butir agregat maksimum umpamanya 40 mm, maka pada absis hanya dicantumkan lubang ayakan sampai 40 mm saja.

#### **F. Persyaratan Susunan Besar Butir Agregat**

Susunan besar butir agregat sangat berpengaruh terhadap sifat baik tidaknya beton dikerjakan dan pemanatan beton segar, berbagai standar menyarankan dan menetapkan batas-batas susunan besar butir yang baik untuk agregat beton guna dapat mencapai mutu beton yang baik dan ekonomis.

- a. Syarat susunan besar butir agregat halus menurut British Standard (BS) 882:1965 dan Standard ASTM C33-74

Table 5  
**STANDAR SUSUNAN BUTIR AGREGAT HALUS**  
(BS.882 dan ASTM C 33)

Lubang Ayakan BS (mm)	Percentase Tembus Komulatif				Menurut ASTM C33-74	
	Menurut BS 882 : 1965					
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4		
9.52	100	100	100	100	100	
4.76	90-100	90-100	95-100	95-100	95-100	
2.40	60-95	75-100	85-100	95-100	80-100	
1.18	30-70	55-90	75-100	90-100	50-85	
0.60	15-34	35-59	60-79	80-100	25-60	
0.30	5-20	8-30	12-40	15-50	10-30	
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15	2-10	

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

Tabel 6  
**SYARAT SUSUNAN BESAR BUTIR AGREGAT KASAR**  
BS.882: 1973,ASTM C.33-74

Lubang Ayakan B.S (mm)	Percentase Tembus Komulatif		
	Ukuran Butir Nominal		
	38,1- 4.76 (mm)	19.0 – 4.76 (mm)	9.6 – 4.76 (mm)
76.2	100	-	-
38.1	95-100	100	-
19.0	30-70	95-100	100
9.52	10-35	25-55	50-85
4.76	0-15	0-10	0-10

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

- b. Syarat Susunan Besar Butir Agregat Gabungan Halus dengan Kasar.

**Tabel 7**  
**SYARAT SUSUNAN BESAR BUTIR**  
**AGREGAT GABUNGAN HALUS DENGAN KASAR**

Lubang Ayakan BS (mm)	Percentase Tembus Komulatif	
	38.1 (mm)	19.0 (mm)
76.2	100	-
38.1	95-100	100
19.0	45-75	95-100
4.76	25-45	30-50
0.60	8-30	10-35
0.15	0-6	0-6

Referensi :Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

Agregat alam yang terdapat dipasaran, pada umumnya tidak diolah dan diayak untuk memenuhi persyaratan standard. Kita dapat menjumpai beberapa keadaan mengenai susunan besar butir agregat, yang tidak memenuhi syarat, antara lain :

1. Pasir yang terlalu kasar, kekurangan bagian butir yang menembus ayakan 0.3 mm dan mengandung banyak bagian butir  $> 5\text{mm}$
2. Pasir terlalu halus, mengandung banyak bagian yang halus menembus ayakan 0.3mm dan 0.15mm atau mengandung banyak Lumpur.
3. Pasir yang susunan butirnya tidak berlanjut, artinya terdapat salah satu bagian butir (gab grading)
4. Agregat kasar yang terdiri dari satu atau dua fraksi umpamanya fraksi 50-38 mm dan 38-19 mm

5. Agregat kasar yang terdiri dari tiga atau empat fraksi hasil pemecahan batu dengan mesin, yang kalau dicampur dalam perbandingan tertentu dapat memenuhi persyaratan gradasi yang baik.
6. Agregat kasar yang mengandung banyak bagian butir yang halus menembus ayakan 4,75 mm, tidak selalu diperoleh agregat alam yang susunan besar butirnya baik dan siap untuk dipakai dalam pembuatan beton.

Mungkin saja pasir yang kasar perlu di gabungkan dengan pasir yang halus dalam perbandingan tertentu agar dapat dipenuhi persyaratan yang dikehendaki. Demikian pula halnya dengan agregat kasar dan agregat halus digabungkan dalam perbandingan tertentu.

**Tabel 8**  
**REKAPITULASI DATA PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS**

No.	PARAMETER	HASIL	SATUAN	SPESIFIKASI MAX/MIN	METODE
1	Analisa Saringan  Susunan Ayakan 1 ½ @ 38.1 mm ¾ @ 19.0 mm 3/8 @ 9.5 mm No 4 @ 4.8 mm 8 @ 2.4 mm 16 @ 1.2 mm 30 @ 0.6 mm 50 @ 0.3 mm 100 @ 0.15 mm 200 @ 0.075 mm	- - - 100 95 79 40 8 3 -	- - - % % % % % % -	- - - - - - - - - -	SNI-1968-1990-F
2	Zone	2	-		
3	Moduskehalusan	FM= 2.73			
4	Passing No 200	1.05	%	Max 5%	SNI-03-2816-1992
5	Kotoran organik	No 2		Warna Std Max No 3	PB-0208-76
6	Berat isi Padat	1.40	Kg/L	Min. 1.2 kg/l	PB-0204-76
7	Berat jenis o Apparent o Ssd Condition	2.59 2.54		Min 2.3 Min 2.3	SNI-1970-1990-F
8	Penyerapan air	1.46	%	Max.5 %	SNI-1970-1990-F

Tabel 9  
REKAPITULASI DATA PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

No.	PARAMETER	HASIL	SATUAN	SPESIFIKA SI MAX/MIN	METODE
1	Analisa Saringan  Susunan Ayakan 1 ½ @ 38.1 mm ¾ @ 19.0 mm 3/8 @ 9.5 mm No 4 @ 4.8 mm 8 @ 2.4 mm 16 @ 1.2 mm 30 @ 0.6 mm 50 @ 0.3 mm 100 @ 0.15 mm 200 @ 0.075 mm	100 65 38 15 05 0 0 0 0 -	% % % % % % % % %		SNI-1968-1990-F
	Modulus kehalusan	FM= 6.73			
	Passing No 200	0.10	%	Max 1%	
	Berat isi lepas Berat isi Padat	1.48 1.60	Kg/l	Min. 1.2 kg/l	PB-0204-76
	Berat jenis • apparent • ssd basis	2.50 2.57	- -	Min 2.3 Min 2.3	SNI-1970-1990-F
	Penyerapan air	2.28	%	Max.5 %	1970-1990-F
	Keausan	21.30	%	Max. 27% 1) 28%-35% 2) 36%-50% 3)	PUBI 1982

- Catatan : 1) Untuk Nilai  $K > 225$   
 2) Untuk Nilai  $K : 175 \text{ s/d } 225$   
 3) Untuk Nilai  $K < 125$

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

### PENGGABUNGAN AGREGAT

Penggabungan agregat adalah pencampuran agregat halus dan kasar, sehingga menjadi suatu campuran yang memenuhi standar susunan butir. Sebagai pedoman untuk mendapatkan persentase masing-masing agregat yang diperlukan dalam gabungan agregat, sebelumnya kita sudah harus tahu bahwa dalam pencampuran beton persentase agregat kasar harus lebih besar daripada agregat halus sering lebih dari 60 %.

Sebagai contoh : Dari analisa besar butir pasir dan kerikil diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 10  
ANALISA AYAK AGREGAT

Standar Lubang ayakan (mm)	% Tembus		% Tinggal		Batas Gradasi/ Spesifikasi Gabungan
	Pa sir	Keri kil	Pa sir	Keri kil	
38	-	100	-	-	100
19	-	57	-	43	50-75
9,5	100	35	0	65	35-60
4.75	98	5	2	95	23-47
2.36	90	-	10	100	18-37
1.18	79	-	21	100	12-30
0.60	52	-	48	100	7-23
0.30	18	-	82	100	3-15
0.15	5	-	95	100	2-6

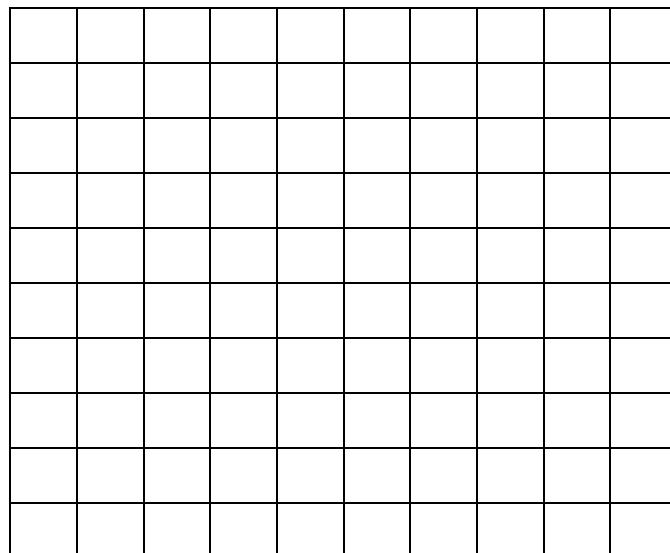
## A. Penggabungan Agregat dengan Metode Grafis

Persyaratan :

1. Mengetahui persyaratan gradasi yang diminta (spesifikasi)

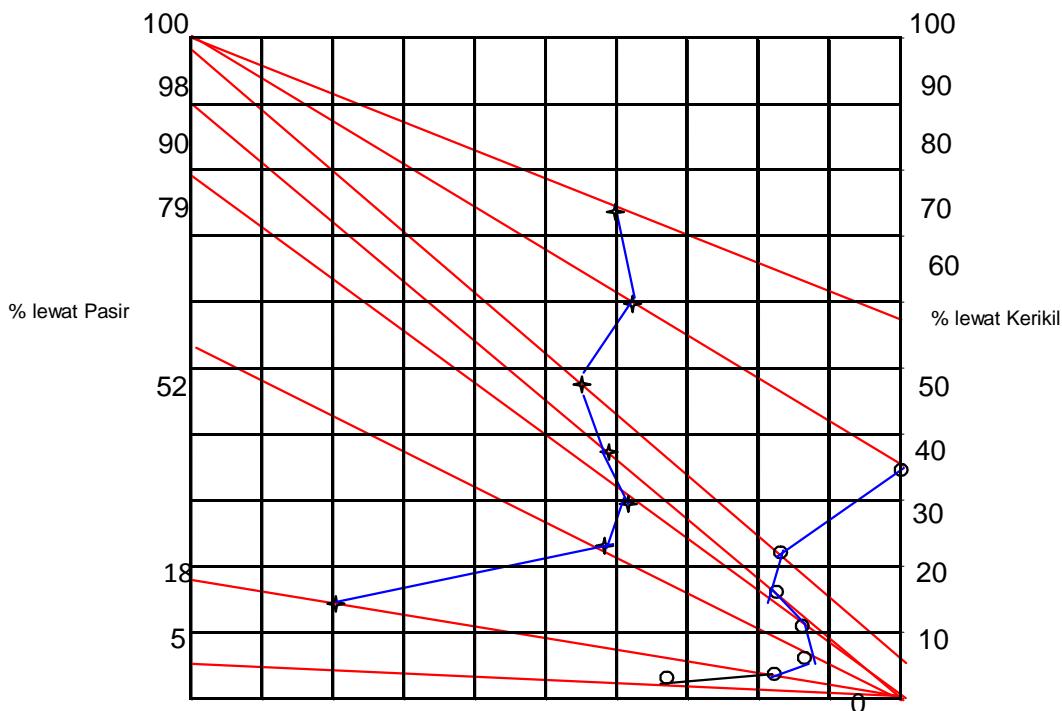
Spesifikasi Gabungan
100
50-75
35-60
23-47
18-37
12-30
7-23
3-15
2-6

2. Buat kotak bujur sangkar dengan skala tertentu, arah X dan Y masing-masing 10 kotak.



3. Porsen tembus komulatif pasir plot pada sisi tegak bagian kiri dan porsen tembus komulatif kerikil plot pada sisi tegak sebelah kanan kotak.
4. Hubungkan titik kiri (pasir) dengan titik kanan (kerikil) yang ukuran lubang ayakannya sama.
5. Plot titik spesifikasi pada garis penghubung pasir dan kerikil.
6. Pilih titik terdekat antara pasir dan kerikil dan tarik garis pertikal pada kedua titik tersebut.
7. Garis pertikal tersebut pada poin lima dibagi dua, maka diperoleh porsen pasir dan kerikil tentu porsen terbesar adalah kerikil.

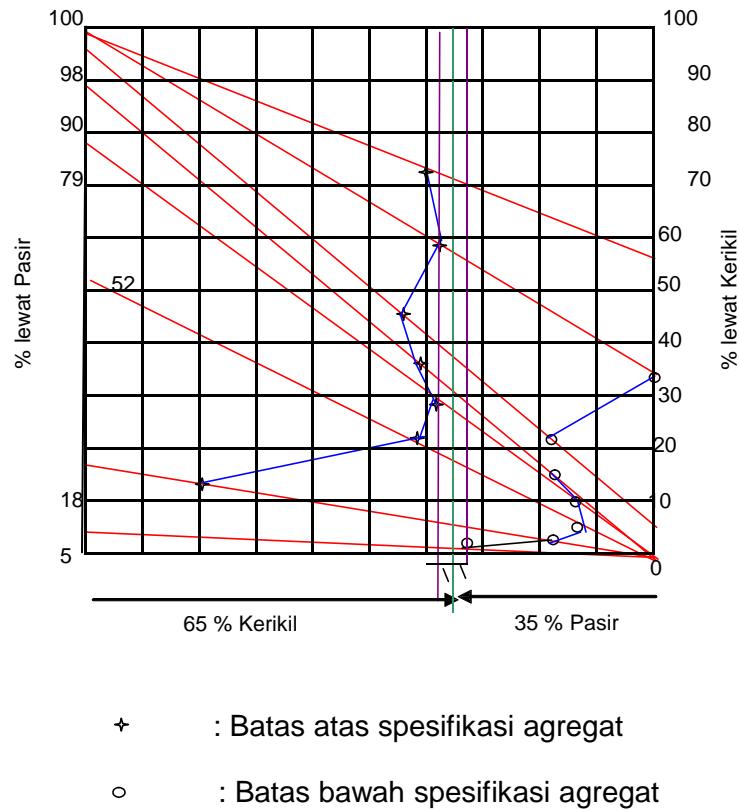
#### Langkah 2- 5



+: Batas atas spesifikasi agregat

o : Batas bawah spesifikasi agregat

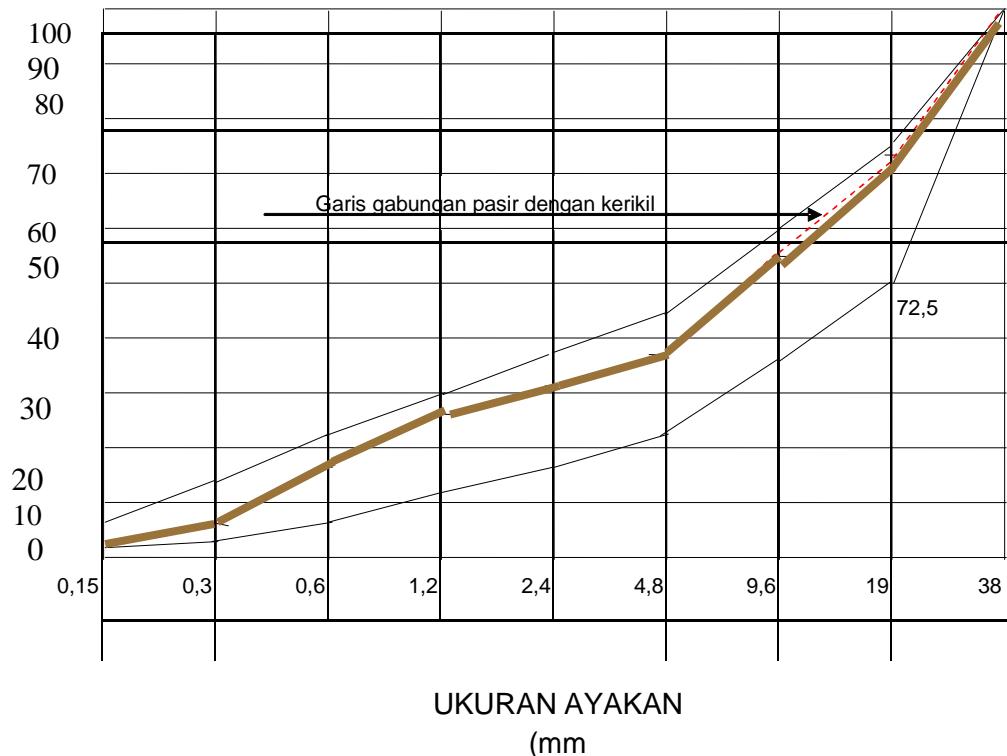
### GABUNGAN AGREGAT METODE GRAFIS



**Tabel 11**  
**PENGECEKAN KEDALAM AGREGAT GABUNGAN**

Standar BS-882	% Tembus Komulatif		Agregat				
	Lubang ayakan (mm)	Pa sir	Keri kil	35 % Pasir	65 % Keri kil	Gabung an	Spesifikasi
38	-	100	35	65	100	100	
19	-	57	35	37,05	72,05	50-75	
9,5	100	35	35	22,75	57,75	35-60	
4.75	98	5	34,3	3,25	37,55	23-47	
2.36	90	-	31,5		31,5	18-37	
1.18	79	-	27,6		27,65	12-30	
0.60	52	-	18,2		18,2	7-23	
0.30	18	-	6,3		6,3	3-15	
0.15	5	-	1,75		1,75	2-6	

### KURVA GABUNGAN PASIR DENGAN KERIKIL

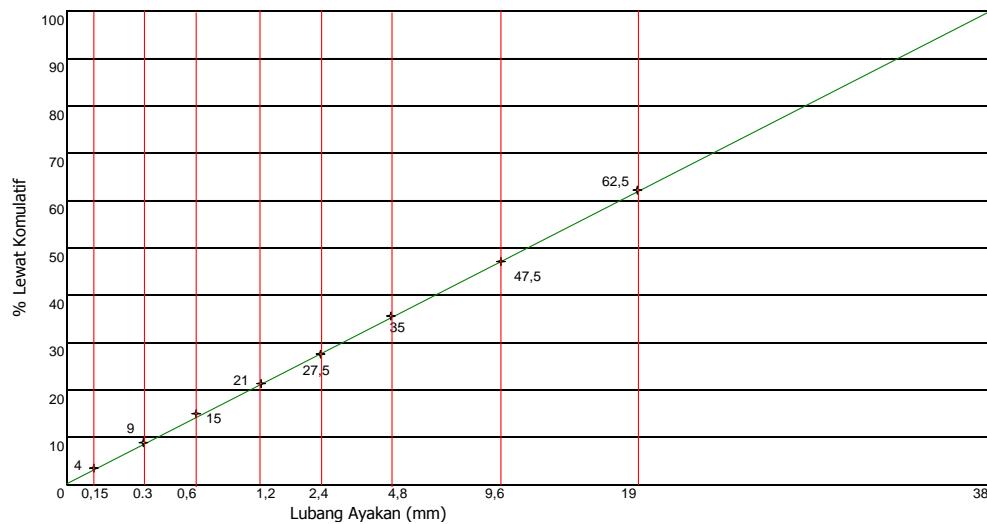


## B. Penggabungan Agregat Metode Diagonal

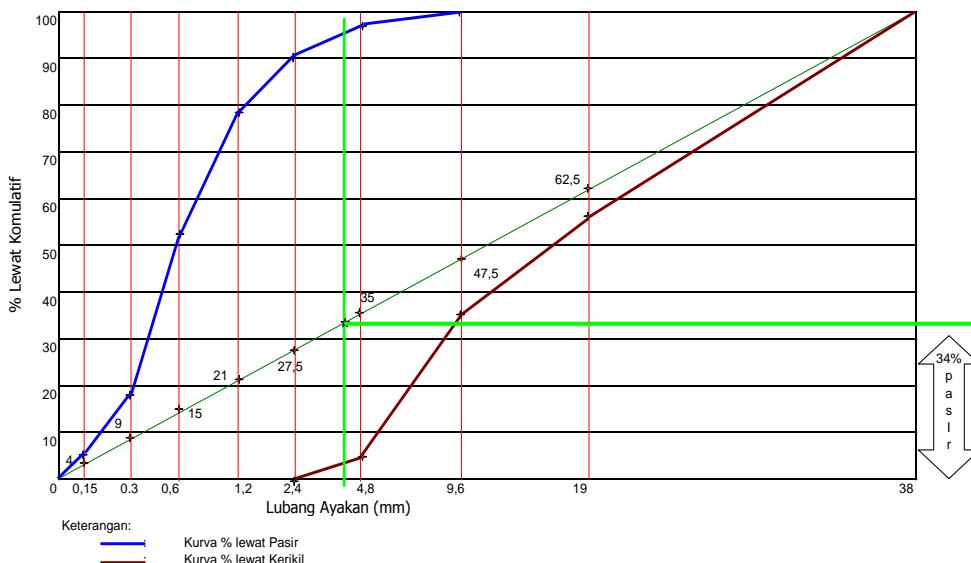
1. Mengetahui persyaratan gradasi yang diminta (spesifikasi)
2. Buat Kotak persegi panjang dengan ukuran panjang horizontal 20 Cm dan lebar vertikal 10 cm.
3. Tarik garis lurus dari sudut kiri bawah ke sudut kanan atas (diagonal).
4. Sisi vertikal adalah porsen lewat komulatif pasir dan kerikil
5. Plot titik spesifikasi ideal pada garis diagonal
6. Buat garis vertikal pada setiap titik spesifikasi ideal hingga menyentuh garis batas atas dan bawah.
7. Gambarkan kurva Porsen tembus komulatif pasir dan kerikil sesuai lubang ayakan.
8. Tentukan titik jarak yang sama antara kurva pasir dan kerikil dengan garis tepi atas dan tepi bawah
9. Tarik garis vertikal antara titik yang dibuat pada poin 8 hingga memotong garis diagonal.
10. Tarik garis horizontal ke kanan dari Titik perpotongan garis vertikal dengan garis diagonal.
11. Dengan demikian ditemukan porsen terkecil pasir dan dan Selainnya kerikil.

## METODE DIAGONAL

### Langkah 1- 6



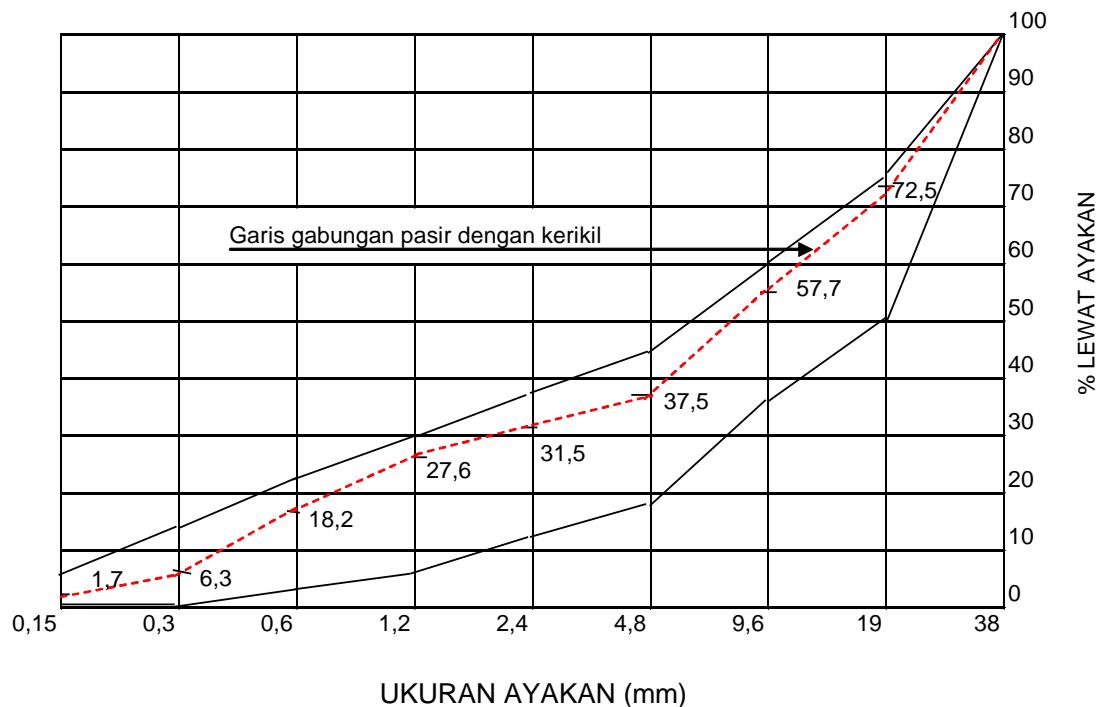
### Langkah 7 – 10



**Tabel 12**  
**PENGECEKAN KEDALAM AGREGAT GABUNGAN**

Standar Lubang ayakan (mm)	% Tembus		Agregat			
	Pa sir	Keri kil	34 % Pasir	66% Keri kil	Gabung an	Spesifikasi
38	-	100	34	66	100	100
19	-	57	34	37,05	72,05	50-75
9,5	100	35	34	22,75	57,75	35-60
4.75	98	5	34,3	3,25	37,55	23-47
2.36	90	-	31,5		31,5	18-37
1.18	79	-	27,6		27,65	12-30
0.60	52	-	18,2		18,2	7-23
0.30	18	-	6,3		6,3	3-15
0.15	5	-	1,75		1,75	2-6

## CURVA GABUNGAN METODA DIAGONAL



### C. Soal Latihan

#### Latihan I

1. Hitung persentase masing-masing agregat dengan Metode Grafis dan Diagonal
2. Gambarkan kurva gabungan kedalam batas gradasi/spesifikasi.

**Data Analisa  
Ayak**

**Pasir Pasa Kandang Lubuk Alung Pariaman**

Ayakan		Sample Pasir			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0	0	0	100
2	37,5	0	0	0	100
3	19,1	0	0,00	0,00	100,00
4	9,52	0	0,00	0,00	100,00
5	4,8	0	0,00	0,00	100,00
6	2,4	42,1	4,21	4,21	95,79
7	1,20	100,60	10,06	14,27	85,73
8	0,6	398,6	39,86	54,12	45,88
9	0,3	319,4	31,94	86,06	13,94
10	0,15	120,7	12,07	98,13	1,87
Sisa		18,7	1,87	100,00	0,00

**Data Analisa Ayak Kerikil Kapalo Ilalang Kec. 2 x 11 Kayu Tanam**

Ayakan		Sample Kerikil			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0	0	0	100
2	37,5	0	0	0	100
3	19,1	668,3	26,60	26,60	73,40
4	9,52	1094	43,55	70,15	29,85
5	4,8	461,2	18,36	88,51	11,49
6	2,4	166,7	6,64	95,14	4,86
7	1,2	73,5	2,93	98,07	1,93
8	0,6	25,2	1,00	99,07	0,93
9	0,3	12,2	0,49	99,56	0,44
10	0,15	11,1	0,44	100,00	0,00
<b>Sisa</b>		<b>0</b>	0,00	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>

## Latihan 2

Gambarkan kurva gabungan kedalam batas gradasi/spesifikasi.

### Krikil Pasakandang Lubuk Alung Pariaman

Ayakan		Sample Gabungan Alam			
No	Ukuran (mm)	Tertahan		Kumulatif	
		Berat (gr)	Persen (%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1	75	0	0	0	100
2	37,5	0	0	0	100
3	19,1	496,5	19,86	19,86	80,14
4	9,52	747,2	29,90	49,76	50,24
5	4,8	372,2	14,89	64,65	35,35
6	2,4	240,7	9,63	74,28	25,72
7	1,2	237,3	9,49	83,78	16,22
8	0,6	287	11,48	95,26	4,74
9	0,3	63,1	2,52	97,78	2,22
10	0,15	37,9	1,52	99,30	0,70
Sisa		17,5	0,70	100,00	0,00

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

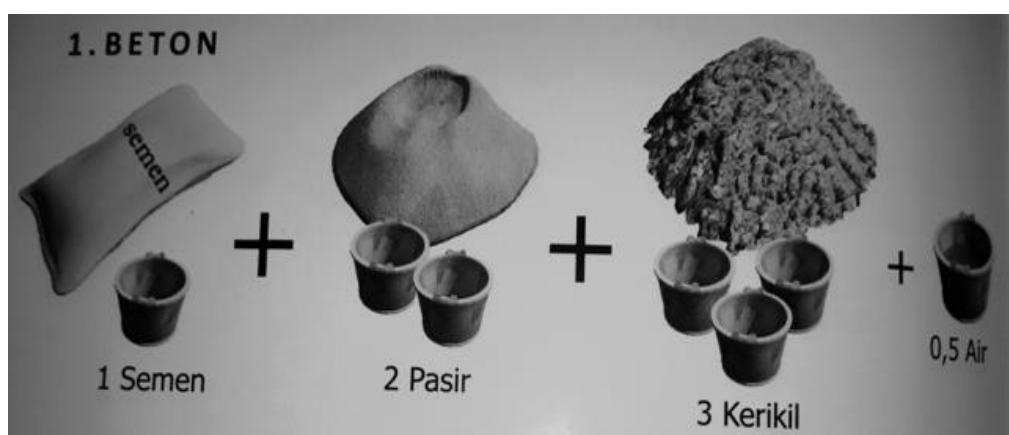
# PENGETAHUAN BETON

### A. Pengertian Beton

**Beton** adalah merupakan suatu bahan konstruksi yang terbuat dari beberapa campuran material berupa Perekat hidrolis, Agregat halus, Agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya.

Beton sebagai bahan konstruksi bangunan alternatif untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain sebagainya, dalam hal tertentu beton belum dapat digunakan secara sendiri-sendiri, karena sifatnya hanya kuat menahan gaya tekan, tidak kuat menahan gaya tarik oleh karena itu beton perlu dipadukan dengan bahan lain yang dapat menahan gaya tarik, seperti tulangan baja, sehingga lazim disebut konstruksi Beton Bertulang.

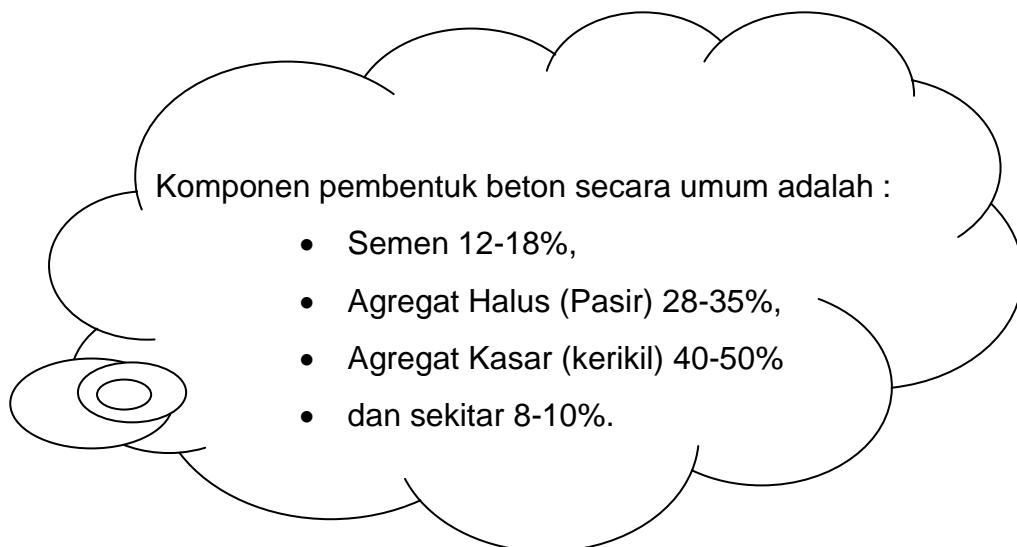
Material pembentuk beton mempunyai fungsi masing-masingnya, seperti agregat halus dan kasar berfungsi sebagai pengisi, perekat hidrolis berfungsi sebagai bahan pasta pengikat angregat, sedangkan air berfungsi sebagai media pereaksi bahan perekat. sehingga menjadi satu kesatuan yang lecak dan membantu kompak tidak larut walaupun dalam air. Dibawah ini dapat kita lihat bahan pembentuk beton dengan perbandingan secara umum yang digunakan masyarakat kita.



Gambar 5. Komponen Beton

Referensi: Buku Saku Persyaratan Pokok Rumah yang Lebih Aman

Campuran beton dengan kekuatan sampai sedang dapat dilakukan campuran dengan perbandingan Volume yaitu : 1 Semen : 2 Pasir : 3 Kerikil : 0,5 Air dari berat semen yang digunakan. Pemakaian air 0,5 sangat tergantung kepada kadar air angregat dan pengaruh temperatur pada saat pencampuran dilakukan. Agar tidak encer, maka pemeberian air sebaiknya bertahap agar beton dalam keadaan pulen (*workability*).



## 1. Kekuatan dan Umur Beton

Beton sebagai bahan konstruksi memiliki kekuatan tekan semakin naik sesuai dengan bertambahnya umur beton, biasanya menjelang umur 28 hari kekuatan beton naik secara cepat (linier), setelah itu kekuatan akan bertambah secara lambat itu sebabnya kekuatan rencana beton biasa dihitung pada umur 28 hari. Konstruksi beton sebagai bahan bangunan memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pemakaiannya antara lain:

- a. Keuntungan Konstruksi Beton
  - 1) Harga relatif murah, karena dominan menggunakan agregat lokal.
  - 2) Tidak mudah tersulut api, perawatan mudah.
  - 3) Relatif tahan aus dan pengikisan oleh pengaruh cuaca.
  - 4) Beton segar dapat dicetak sesuai bentuk yang dikehendaki.

- 5) Beton keras memiliki kekuatan tekan relatif tinggi.
  
- b. Kerugian Konstruksi Beton
  - 1) Beton lemah terhadap gaya tarik, sehingga perlu dipadukan dengan tulangan baja atau sejenisnya.
  - 2) Beton yang sudah keras sukar dimodifikasi (hanya untuk bangunan Permanen)
  - 3) Beton keras sering terjadi rembes air karena porous, perlu hati-hati dalam pemilihan mutu agregat dan pengeraannya.

## 2. Jenis Beton

Perkembangan beton dari hari ke hari terus meningkat sesuai kebutuhan manusia, manusia yang selalu ingin lebih mudah, lebih praktis, berdaya guna dan berhasil guna dalam menjalani kehidupannya sehari-hari, maka diciptakanlah teknologi-teknologi relatif baru seperti sebutan yang ada berikut ini :

- a. **Beton Segar** yaitu beton yang baru selesai di aduk/dicampur belum tercetak dan lazim dilakukan uji kelecanan dan uji berat isi.
- b. **Beton Muda** yaitu beton yang telah tercetak mulai umur 1 hari sampai umur 28 hari.
- c. **Beton Keras** yaitu beton yang telah berumur 28 hari ke atas.
- d. **Beton Bertulang** adalah beton yang diberi tulang baja atau sejenisnya pada daerah yang mengalami gaya tarik, perpaduan beton dan tulangan akan dapat menahan pengaruh gaya tekan dan gaya tarik.
- e. **Beton Komposit** adalah beton yang dipadukan dengan serat atau sejenisnya, sehingga dapat memperbaiki kinerja beton dalam pemakaianya seperti serat asbes, serat pelastik, serat tumbuh-tumbuhan dan lain sebagainya.
- f. **Beton Pracetak** adalah beton yang persiapkan ditempat terpisah dari tempat peruntukannya dengan pertimbangan mutu yang lebih, kemudahan pengeraaan, tidak mengganggu situasi kondisi setempat, ini juga diciptakan dalam efisiensi dan efektifitas pekerjaan. Contoh

pembuatan cincin-cincin beton, panel-panel beton, gorong-gorong jembatan, saluran air bentuk U, beton bantalan rel kereta api dan lain sebagainya.

- g. **Beton Prategang** adalah beton bertulang dimana tulangan yang ada ditegangkan terlebih dahulu dan tetap tegang sampai betonnya cukup keras. Dengan tujuan pada pemakaian nantinya beton tidak retak-retak pada saat menerima beban lentur.
- h. **Beton Siklop** adalah beton yang di selingi dengan batu berukuran  $\pm 20$  cm. Untuk tujuan efisiensi dengan tidak mengurangi kekuatan. Penggunaannya biasanya untuk coran pondasi sumuran, pembetonan pangkal jembatan dan lain sebagainya.

### 3. Klasifikasi Beton

Beton dapat dikelompokkan berdasarkan berat jenis antara lain :

1. **Beton Ringan** dengan agregat batu apung atau sejenisnya yang memiliki berat jenis 300-1800 Kg/m<sup>3</sup>. Beton ringan ini biasa digunakan sebagai penyekat/pembatas ruangan atau untuk bahan dinding yang tidak memikul beban.sering di aplikasikan sebagai beton pracetak.
2. **Beton Normal** dengan agregat normal, pasir dan kerikil alam/batu pecah (split) yang memiliki berat jenis dari 1800 – 2500 Kg/m<sup>3</sup>. Kegunaannya sebagai beton struktur (beton yang disyaratkan untuk memikul Beban)
3. **Beton Berat** dengan agregat biji besi, batu magnetit dan batu barit yang memiliki berat jenis dari 3200 – 4800 Kg/m<sup>3</sup>.

### 4. Kelas dan Mutu Beton

- a. Beton kelas I dinyatakan dengan mutu standar B<sub>0</sub> yaitu beton untuk Pekerjaan pembetonan non struktural, dalam pelaksanaannya tidak diperlukan kahlian khusus, pengawasan ringan terhadap mutu bahan, dan kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

- b. Beton kelas II dibagi dalam mutu standar  $B_1$ ,  $K_{125}$ ,  $K_{175}$ ,  $K_{225}$ , yaitu beton secara umum untuk pekerjaan struktural. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah kendali tenaga ahli.
- 1) Mutu standar  $B_1$ , pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.
  - 2) Mutu standar  $K_{125}$ ,  $K_{175}$  dan  $K_{225}$ , pengawasan mutu tergolong pengawasan ketat terhadap mutu bahan harus memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu.
- c. Beton kelas III yaitu beton dengan kekuatan tekan karakteristik lebih tinggi dari  $225 \text{ kg/cm}^2$  beton untuk pekerjaan struktural, pelaksanaannya dibawah kendali tenaga ahli dan harus ada uji laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap.

## 5. Sifat Penggerjaan Beton

Sifat penggerjaan beton diartikan sebagai kemudahan dalam mengolah beton (workability) sejak dalam pengadukan sampai selesai dipadatkan. Sifat utama penggerjaan beton adalah kekentalan, kemudahan mengalir dan kemudahan dipadatkan. Kelecahan merupakan suatu ukuran untuk menunjukkan keadaan lecak atau cairnya suatu campuran beton.

Kemudahan mengalir/mobilitas campuran ke dalam acuan/cetakan, serta mengisinya/memadatkan sampai penuh merupakan indikator sukar-mudahnya beton di kerjakan. Sehingga beton tidak memiliki porositas yang tinggi.

## 6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat Penggerjaan Beton

Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi sifat penggerjaan dari suatu campuran beton segar, antara lain dipengaruhi oleh kadar air, keadaan permukaan agregat dan kadar semen dari suatu campuran yang dibuat.

- a. Faktor lingkungan dapat memperburuk sifat penggeraan beton seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, derajat hidrasi semen. Pada umumnya faktor cuaca sulit dikontrol.
- b. Durasi waktu dapat memburuk sifat penggeraan beton yang merupakan akibat langsung dari penguapan air bebas, daya serap agregat dan hidrasi awal semen.
- c. Stabilitas artinya beton segar harus stabil selama jangka waktu pengadukan sampai selesai pemasakan, disamping mudah dikerjakan sebelum beton mengikat. Beton yang tidak stabil menimbulkan segregasi dan bleeding.
- d. Segregasi yaitu pemisahan butir halus dan kasar pada saat penggeraan beton, makin encer campuran beton makin besar peluang terjadinya pemisahan butir (segregasi).
- e. Bleeding yaitu peristiwa pemisahan air dari campuran beton selama pemasakan sampai pasta semen mengeras, karena kecenderungan bahan padat untuk mengendap, hal ini tergantung pada besar butir dan berat jenisnya. Semakin tinggi mutu beton (banyak semen) semakin kecil terjadi *bleeding*
- f. Pengujian Beton Segar dilakukan ketika beton masih plastis atau keadaan beton masih segar yaitu pengujian kelecahan dengan alat slump (kerucut Abram) dan berat isi.
  - 1) Pengujian kelecahan beton dengan sebuah kerucut terpancung standar (kerucut Abram) ukuran diameter puncak 10 cm, diameter dasar 20 cm dan tinggi 30 cm, diisikan beton segar secara bertahap lalu dirojok dengan tongkat dari besi beton Ø16 mm sampai penuh, lalu kerucut diangkat vertikal tegak lurus perlahan-lahan, permukaan beton akan menurun, dan diukur beda tinggi puncak beton segar dengan tinggi alat selamp (kerucut Abram) disebut **angka slump**, lihat gambar berikut:



Gambar 5: Uji Kelecahan Beton Segar

- 2) Pengukuran Berat Isi beton segera dilakukan setelah selesai pengadukan, beton segar yang dianggap mewakili diisikan kedalam konteiner logam berkapasitas 5 atau 10 liter sambil dipadatkan untuk menghilangkan udara yang terperangkap di antara campuran. Setelah penuh, permukaan konteiner diratakan. Adukan beton yang menempel pada bagian luar silinder dibersihkan dengan lap, kemudian ditimbang. Berat bersih beton dapat dihitung dari berat total dikurangi berat konteiner. Berat isi didefinisikan sebagai berat bersih dibagi dengan volume konteiner.



Gambar 6 : Uji Berat Isi Beton Segar

- 3) Kekuatan beton dinyatakan dengan beban (tegangan) maksimum yang dapat dipikulnya. kekuatan tekan beton dalam industri konstruksi biasa dipakai untuk menilai/mengendalikan mutu beton untuk tujuan persyaratan spesifikasi. beton keras merupakan suatu bahan yang relatif getas dan relatif lemah dalam memikul tegangan tarik. Kekuatan tekan beton dilakukan dengan memberikan beban tekan maksimum yang dapat dipikul per satuan luas.

4) Keawetan beton yaitu kemampuan untuk memikul beban dalam jangka waktu yang lama untuk dapat bertahan selama umur konstruksi, Keawetan beton dapat dinyatakan dalam ketahanannya terhadap kemunduran mutunya akibat pengaruh-pengaruh dalam dan luar, pengaruh luar yang menyangkut lingkungan, pengaruh kimia, cuaca.

#### 5) Pengaruh Cuaca

Pengaruh perubahan suhu dan kelembaban mengakibatkan perubahan sifat yang merugikan, terutama terjadi pada beton yang dipakai di udara terbuka, terkena hujan dan angin yang dapat menimbulkan gerakan pengikisan, secara kumulatif cukup besar pengaruhnya. Akibat perubahan suhu mengalami pemuaian dan penyusutan silih berganti. Maka dapat dibuat siar-siar muai yang disebut Delatasai yang dapat menampung gerakan tersebut terutama pada bangunan yang panjang.

#### 6) Pengaruh Kimia

Beton pada umumnya tidak tahan terhadap serangan kimia, ada beberapa bahan kimia yang bereaksi dengan beton, akan tetapi dua bentuk serangan yang biasa dijumpai, yaitu serangan alkali dan serangan sulfat. Bahan kimia ini pada dasarnya bereaksi dengan komponen tertentu dari pasta semen yang telah mengeras, oleh karena itu ketahanan beton terhadap serangan kimia sebagian besar bergantung pada jenis semen yang digunakan.

#### 7) Serangan Alkali

Calsium hydroksida,  $\text{Ca(OH)}_2$ , dalam pasta semen yang telah mengeras dapat larut dalam air, terutama apabila terdapat  $\text{CO}_2$  Karbon dioksida. Jadi, bilamana beton dalam masa pelayanannya dilalui aliran air dan menyerapnya, maka Calsium hydroksida mengalir dalam semen yang telah mengeras, larut dan hilang

mengalir keluar, peristiwa ini merugikan beton karena keawetannya menjadi berkurang. Keadaan ini sering dijumpai dalam bangunan hydrolis dimana terdapat bagian-bagian yang retak, daerah-daerah yang kropos karena terjadi segregasi, siar-siar pelaksanaan yang jelek, terdapat banyak pori-pori, yang dapat dimasuki/dilalui aliran air.

Beton dapat pula menyerap air hujan atau air tanah yang mengandung karbon dioksida, maka proses pengapuran yang telah dijelaskan di atas itu dapat terjadi juga disini. Beton yang homogen, padat serta dengan daya serap yang rendah sangat mengurangi serangan pengapuran. Oleh sebab itu harus di usahakan agar hati-hati dalam memilih dan menentukan perbandingan-perbandingan bahan-bahan campuran serta dalam merawat beton supaya retak-retak akibat penyusutan sejauh mungkin dapat dikurangi.

#### 8) Serangan Sulfat

Hampir semua larutan sulfat beraksi dengan Calsium hidroksida ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , dan Tri Calsium Aluminat, C3A, dari semen yang telah dihidrasi untuk membentuk senyawa-senyawa Calsium sulfat dan Calsium sulfo aluminat. Dari semua ini Calsium dan Magnesium sulfat dalam suasana basa adalah yang paling aktif, dijumpai secara luas dalam tanah, terutama tanah lempung, dalam air tanah dan dalam air laut.

Meskipun senyawa-senyawa kimia ini, seperti Calsium hidroksida, tidak dapat larut dalam air, volumenya lebih besar dari pada senyawa-senyawa pasta semen sebagai bahan induk dari senyawa-senyawa tersebut. Penambahan volume dalam beton yang telah mengeras itu memberikan sumbangan yang tidak sedikit bagi kehancuran struktur bersangkutan.

Intensitas serta kecepatan serangan sulfat bergantung pada sejumlah faktor-faktor tertentu, seperti jenis sulfat, konsentrasi dan persediaan yang tiada hentinya dari senyawa tersebut, dari

jenis-jenis sulfat, magnesium sulfatlah yang daya serangnya paling kuat. Konsentrasi sulfat dalam larutan dinyatakan dalam ppm SO<sub>3</sub>, dalam ukuran berat. Daya serap dan adanya retak-retak mempengaruhi daya serang jenis sulfat yang bersangkutan.

Sehubungan dengan itu, jenis semen yang dipergunakan menduduki tempat yang sangat penting ; Semen *portland* yang tahan sulfat tipe II dan semen super sulfat tipe V.

Calsium chlorida mengurangi ketahanan beton terhadap serangan sulfat

#### 9) Pengausan

Pengausan beton terutama disebabkan oleh aliran air yang cepat sehingga terjadi lubang-lubang, bahan pengausan yang terdapat dalam air, tiupan angin kencang, gesekan serta benturan oleh lalu lintas. Lubang-lubang yang terjadi antara aliran air dan permukaan beton biasanya terisi oleh uap air yang mempunyai energi yang sangat tinggi, sehingga kontak yang berulang-ulang dengan permukaan beton menimbulkan lubang-lubang.

Terkikisnya permukaan beton oleh air sehingga terjadi lubang-lubang di sebut "erosi-kavitas". Oleh karena yang mutunya baikpun tidak mungkin dapat menahan serangan jenis demikian itu, maka perlu diusahakan agar aliran hidrolik berlangsung setenang mungkin. Ditempat-tempat kritis permukaan beton harus diperkuat dengan bahan-bahan yang tahan terhadap erosi-kavitas.

Pada umumnya, ketahanan beton terhadap kikisan (erosi) dan gesekan (abrasi), bertambah dengan bertambahnya kekuatan beton yang bersangkutan. Oleh karena itu dianjurkan untuk menggunakan agregat yang keras agar ketahanan beton terhadap pengausan bertambah.

#### 10) Reaksi Alkali Agregat

Jenis-jenis agregat tertentu dapat bereaksi dengan alkali dalam semen dan membentuk gel-silika (bubur-silika) yang bersifat basa.

Bilamana ini terjadi, maka agregat yang bersangkutan mengembang atau membengkak mengakibatkan beton itu menjadi retak dan kemudian terurai.

### 11) Perubahan Volume

Faktor utama yang menyebabkan timbulnya perubahan volume adalah kombinasi reaksi kimia antara semen dan air diikuti oleh mengeringnya beton, perbedaan suhu pembasahan dan pengeringan beton yang berganti-ganti. Apabila perubahan volume tertahan oleh gaya-gaya luar atau gaya-gaya dalam, maka ini dapat mengakibatkan beton yang bersangkutan retak-retak.

Makin besar gaya yang menahannya, makin besar pula retak-retak yang diakibatkannya, dengan sendirinya timbulnya retak-retak itu mengurangi ketahanan beton terhadap serangan sulfat atau bahan-bahan kimia lainnya, serangan karat terhadap tulangan beton, pengapuran, reaksi alkali agregat dan pembekuan dan pencairan, semua ini dapat menyebabkan hancurnya beton.

Retak-retak disertai pengembangan dan penyusutan dapat mengakibatkan terurainya pemukaan beton, perubahan volume dapat dikurangi dengan menggunakan campuran serta perbandingan bahan yang cocok dengan memperhatikan ukuran bangunan beton yang bersangkutan. Demikian pula perawatan pembasahan yang cukup lama dapat mengurangi pengaruh perubahan-perubahan volume.

### 12) Daya Tembus dan Daya Serap

Daya tembus atau permeabilitas adalah kemudahan air mengalir melalui beton, sedangkan **daya serap** adalah kemampuan beton untuk mengisap atau menyedot air ke dalam pori-porinya. Kedua sifat beton itu tidak sama, untuk bangunan hydrolis sifat daya tembus yang rendah dari beton merupakan persyaratan yang penting ; dalam beberapa hal kekedapan beton terhadap air dianggap lebih berarti dari pada kekuatan tekannya. meskipun

dengan keadaan yang sama, beton dengan daya tembus rendah dapat juga kuat serta awet. Perlu diingatkan kembali bahwa beton yang mudah menyerap air, peka terhadap kemunduran mutunya. Beton ini pada dasarnya merupakan suatu bahan bangunan yang berpori. Keadaan ini disebabkan oleh penggunaan air yang melebihi jumlah yang dibutuhkan untuk proses hydrasi, agar dengan demikian diperoleh suatu campuran beton yang dapat dikerjakan dengan mudah, di samping itu sukar pula untuk menghilangkan udara yang terperangkap dalam rongga-rongga beton pada saat pemanfaatan.

Bilamana rongga-rongga itu sambung menyambung, (alur menerus), beton menjadi tidak lagi kedap air walaupun dengan usaha yang hati-hati beton itu secara umum cukup kedap air. Beton dengan daya tembus rendah dapat diperoleh dengan menggunakan bahan-bahan campuran yang terpilih dan dengan menentukan perbandingan bahan-bahan dengan seksama, kemudian diikuti dengan pengecoran, pemanfaatan serta perawatan yang seksama pula.

Pada umumnya beton yang seluruhnya dipadatkan dengan baik, daya tembusnya berkurang dengan berkurangnya nilai faktor air semen. Daya tembus dipengaruhi juga oleh kehalusan serta komposisi kimia semen, semen yang terdiri dari butiran kasar menghasilkan pasta semen yang banyak pori, disamping itu dibutuhkan agregat yang padat serta tidak berpori, jika dikehendaki beton dengan daya tembusnya rendah. Segregasi pada saat pengecoran dapat memperbesar daya tembus yang berpengaruh negatif terhadap keawetan beton.

### 13) Kekuatan Beton Keras

#### a. Kekuatan Tekan Beton

Bentuk dasar uji beton yang digunakan untuk menguji kekuatan tekannya berupa kubus dan silinder. Masing-masing bentuk menghasilkan kekuatan tekan yang berbeda. Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh luas penampang benda uji. Benda uji

kubus yang bersisi 15 Cm dengan benda uji silinder Ø 15 Cm dan tinggi 30 Cm akan menghasilkan kekuatan beton yang berbeda.

Untuk menentukan kekuatan tekan beton di Indonesia digunakan kubus standar dengan sisi 15 cm, sebelum cetakan diisi dengan beton, permukaan dalam dari cetakan harus diminyaki dengan lapisan minyak tipis. Pemadatan beton dilakukan seperti di lapangan yaitu dengan ditusuk-tusuk atau dengan alat penggetar beton yang khusus dibuat untuk tujuan tersebut; permukaan beton pada cetakan harus diratakan, kemudian diberi tanda yang jelas dan tidak mudah hilang mengenai tanggal pembuatannya dan lain-lain.

Mengeluarkan benda uji dari cetakan biasanya dilakukan minimal setelah 12 jam. Permukaan-permukaan yang akan ditekan harus rata serta datar. Setelah benda uji selesai dibuat dan kemudian akan ditekan, maka dua hal yang dapat mempengaruhi kekuatan tekannya yaitu kecepatan pembebanan dan eksentrisitas dari gaya tersebut. Kecepatan pembebanan mempunyai pengaruh yang menentukan terhadap kekuatan tekan benda uji, meskipun pengaruhnya kecil untuk batas-batas kecepatan pemberian gaya yang lazim dilaksanakan guna penentuan kekuatan tekan benda uji tersebut untuk keadaan-keadaan biasa.

Hasil pemeriksaan kekuatan tekan benda uji beton menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan pemberian gaya dan kekuatan tekan adalah logaritmis; makin cepat pemberian gaya, makin tinggi kekuatan tekan yang dihasilkan. Pengaruh pembebanan yang eksentris tampak jelas sehingga kelurusan arah penekanan dari mesin harus selalu diperhatikan, oleh karena setiap penyimpangan arah atau

eksentrisitas cenderung untuk menyebabkan penurunan kekuatan tekan dari benda uji yang sedang diperiksa.

Benda uji harus diletakkan benar-benar sentris pada landasan mesin tekan. Nilai kekuatan tekan dari benda uji yang dihasilkan oleh sebuah mesin tekan merupakan angka perbandingan saja dan tidak dapat dianggap sama dengan kekuatan tekan yang akan diperoleh dari bangunan beton yang sesungguhnya. Jadi nilai kekuatan tekan tersebut hanya memberikan petunjuk mengenai mutu beton yang dapat diperkirakan akan tercapai.

#### 14. Kekerasan Permukaan Beton

Palu beton buatan Schmidt merupakan sebuah alat untuk mengukur kekerasan permukaan beton yang telah diterima secara luas penggunannya uraian penggunaannya dan lain-lain terdapat dalam BS 4408, bagian 4. Suatu masa baja diberi muatan energi kinetik melalui suatu sistem per dengan cara menekankan sebuah torak (plunger) sedikit demi sedikit pada permukaan yang akan diperiksa kekerasannya.

Masa baja itu dilepas dan kemudian mengenai torak, yang tetap tertekan pada permukaan beton. Setelah pukulan ini, masa baja memantul kembali dan besarnya pantulan ini merupakan suatu ukuran dari kekerasan permukaan yang sedang diperiksa, yang ditunjukkan oleh sebuah jarum penunjuk yang dapat bergerak pada sebuah skala linier, terbagi atas besarnya pantulan-pantulan yang ditentukan secara empiris.

Bilamana palu beton digunakan untuk memeriksa kekerasan permukaan yang letaknya tidak vertikal, maka pembacaan pantulan harus dikoreksi oleh karena energi pukulan berubah.

Kekerasan atau angka pantulan (rebound number) merupakan sifat beton yang relatif sehingga tidak mungkin ada hubungan fisik antara kekerasan dan sifat-sifat lain dari beton. Hubungan empiris antara angka pantulan dan kekuatan telah ditetapkan dan pada umumnya makin besar angka pantulan, makin tinggi

kekuatan beton. Mengenai modulus elastisitas dinamis serta kecepatan pulsa ultrasonik tidak terdapat suatu hubungan antara angka pantulan dan kekuatan beton.

Oleh sebab itu dianjurkan untuk menentukan hubungan antara kekuatan kekerasan untuk setiap jenis beton, daripada mempercayai hasil-hasil kekuatan beton dari tangan ke dua.

Apabila digunakan palu beton untuk menilai kekuatan tekan beton di lapangan, maka cara percobaan serta keadaan lingkungan harus sama dengan keadaan yang dihadapi waktu dilakukan kalibrasi.

Oleh karena untuk suatu jenis beton tertentu angka pantulannya dapat berbeda-beda akibat perbedaan dalam kekerasan, jenis mineral dari agregat dan bahan pengikatnya, maka dianggap perlu untuk melakukan pembacaan berkali-kali dan kemudian menentukan harga rata-ratanya.

Agar palu beton dapat digunakan dengan tepat, maka perlu dilakukan persiapan permukaan yang seksama sebelumnya. Asalkan pembatasan-pembatasan dari cara pemakaianya diperhatikan, kemudian digunakan secara rational, palu beton itu dapat merupakan suatu alat-alat yang berguna untuk menentukan kekuatan tekan dari bangunan beton.

Harganya relatif murah dan cara penggunaannya mudah; cara ini dapat dipergunakan untuk penilaian keseragaman beton.

## **B. Perencanaan Beton (mix design)**

Beton merupakan bahan adukan dari unsur semen, pasir, kerikil dan air. Proporsi unsur pembentuk beton ini harus ditentukan sesuai prosedur yang berlaku sehingga memenuhi persyaratan di antaranya: Kelecanan, Kekuatan, dan ekonomis

1. Kelecanan yang tepat akan memudahkan pengadukan beton, hal ini sangat tergantung pada: Volume pasta adukan, Keenceran pasta adukan ketepatan perbandingan campuran antara agregat halus dan kasar.
2. Kekuatan rencana dan ketahanan pada kondisi beton setelah mengeras
3. Ekonomis dan optimum dalam pemakaian semen dan agregat

Untuk menentukan proporsi bahan-bahan pembentuk beton dikembangkan dengan berbagai metode secara empiris berdasarkan hasil percobaan adukan beton yang pernah dibuat, pembuatan beton dilakukan, setelah pemeriksaan benda uji sehingga terpenuhi ketentuan kelecanan, kekuatan dan sifat ekonomis adukan.

## **C. PERENCANAAN CAMPURAN BETON METODA DOE**

*(DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT)*

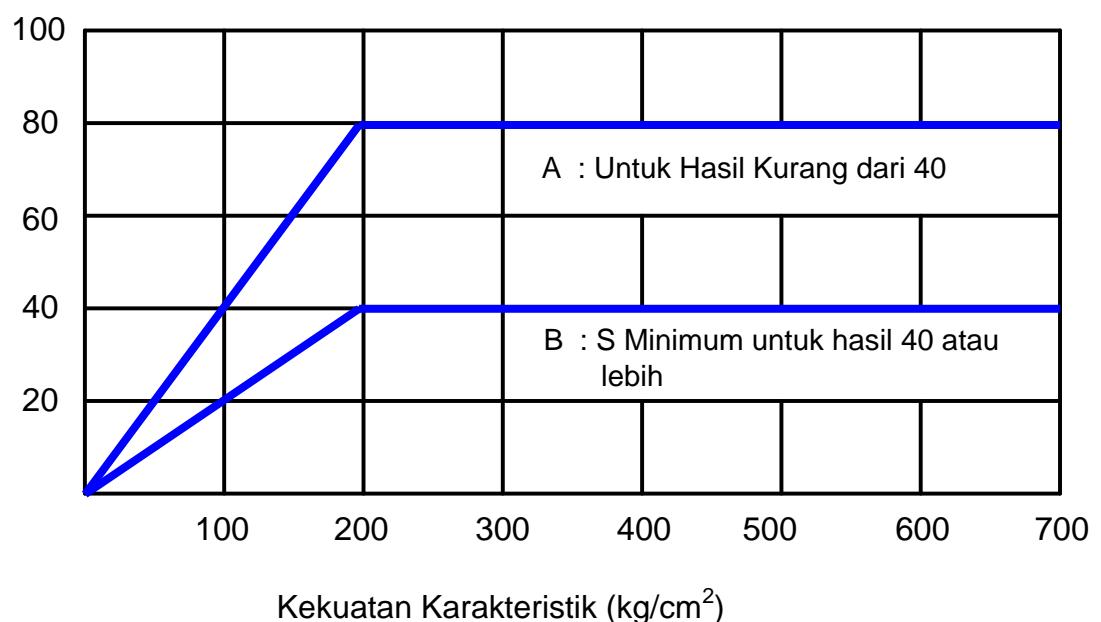
➤ Tahap I Data yang diperlukan:

1. Kekuatan karakteristik yang direncanakan pada umur 28 hari ( $K_{28} = \dots \text{ Kg/Cm}^2$ )
2. Nilai Slump rencana (slump = .....mm)
3. Hubungan kekuatan karakteristik dengan standar deviasi untuk menentukan standar rencana ( $S_r = \dots \text{ Kg/Cm}^2$ )
4. Tentukan proporsi cacat (%cacat = .....k = ....) sesuai dengan kemampuan pelaksanaan pengawasan dilapangan
5. Tentukan tipe semen yang digunakan OPC/SRPC/RHPC
6. Pedoman rekapitulasi data pengujian agregat dari laboratorium.

TABEL 13  
NILAI SLUMP UNTUK BERBAGAI KONSTRUKSI

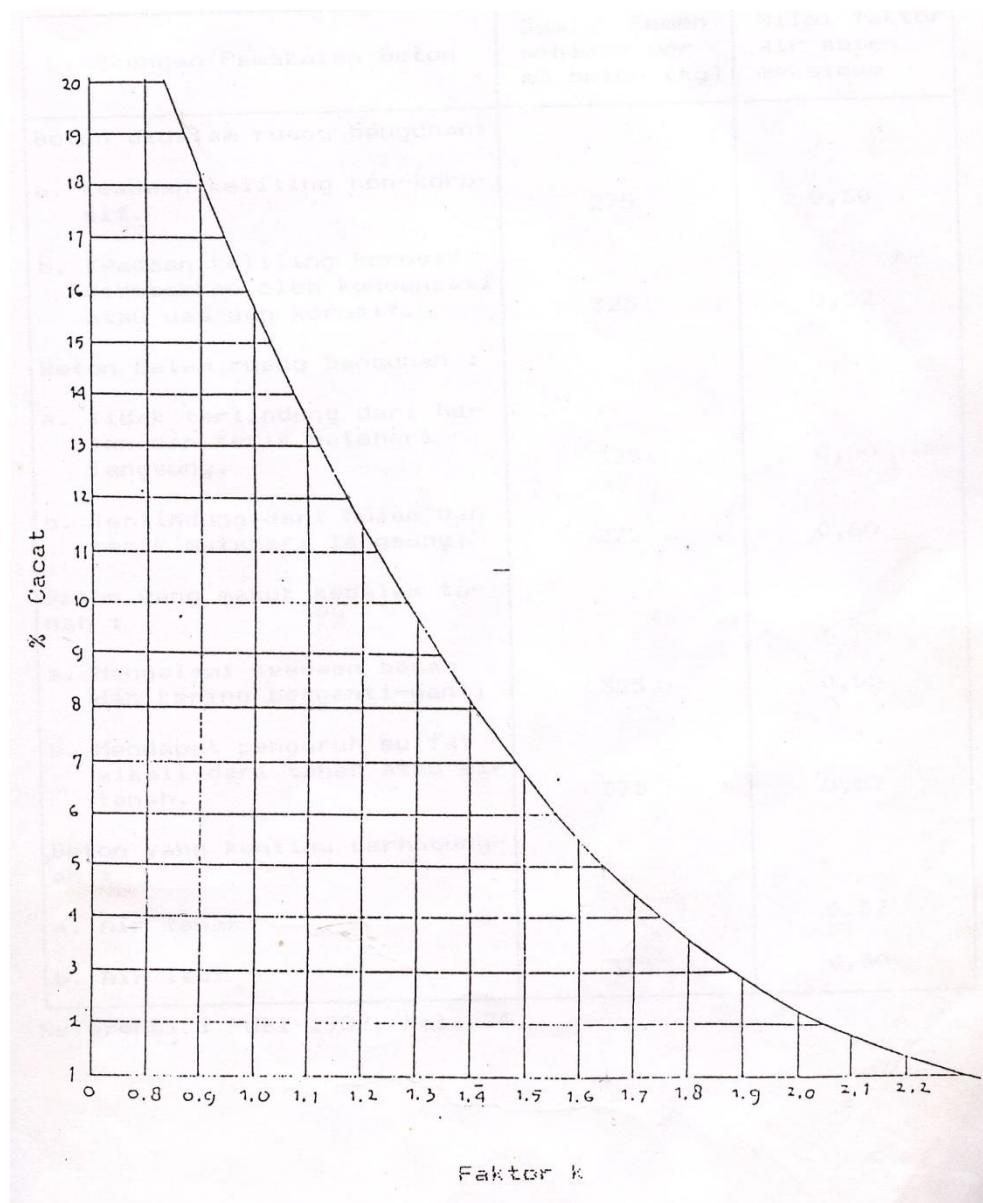
No.	Jenis Pekerjaan	Minimum (Cm)	Maksimum (Cm)
1.	Dinding, pelat, pondasi dan pondasi telapak bertulang	5,0	12,5
2.	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi bawah tanah	2,5	9,0
3.	Pelat, balok, kolom dan dinding	7,5	15,0
4.	Pengerasan jalan	5,0	7,5
5.	Pembetonan massal	2,5	7,5

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997



Gambar 8. Hubungan Kekuatan Karakteristik dengan

### Deviasi Standar



**Gambar 7.** Hubungan Proporsi Cacat dengan Kemampuan Pengawasan di Lapangan

Referensi: Praktek Beton 1991; 63

**TABEL 14**  
**HUBUNGAN PROPORSI CACAT DENGAN KEMAMPUAN**  
**PENGAWASAN DI LAPANGAN**

NO	PORSEN CACAT	FAKTOR K	KETERANGAN
1	20	0.84	
2	19	0.86	
3	18	0.90	
4	17	0.94	
5	16	0.98	
6	15	1.02	
7	14	1.08	
8	13	1.12	
9	12	1.17	
10	11	1.22	
11	10	1.28	
12	9	1.34	
13	8	1.41	
14	7	1.48	
15	6	1.55	
16	5	1.64	
17	4	1.74	
18	3	1.88	
19	2	2.04	
20	1	2.3	

**TABEL 15**  
**JUMLAH SEMEN MINIMUM DAN NILAI FAKTOR AIR SEMEN**  
**MAKSIMUM**

Lingkungan Pemakaian Beton	Jumlah Semen Minimum Kg/m <sup>3</sup> Beton	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
1.Beton dalam ruang bangunan: Keadaan keliling non korosif	275	0,5
b.Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
2.Beton dalam ruang bangunan		
a.Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b.Terlindung dari hujan dan tarik matahari langsung	375	0,60
3. Beton yang masuk kedalam tanah mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b.mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	325	0,52
4.Beton yang kontinu berhubungan		
a.air tawar	275	0,57
b.air laut	375	0,50

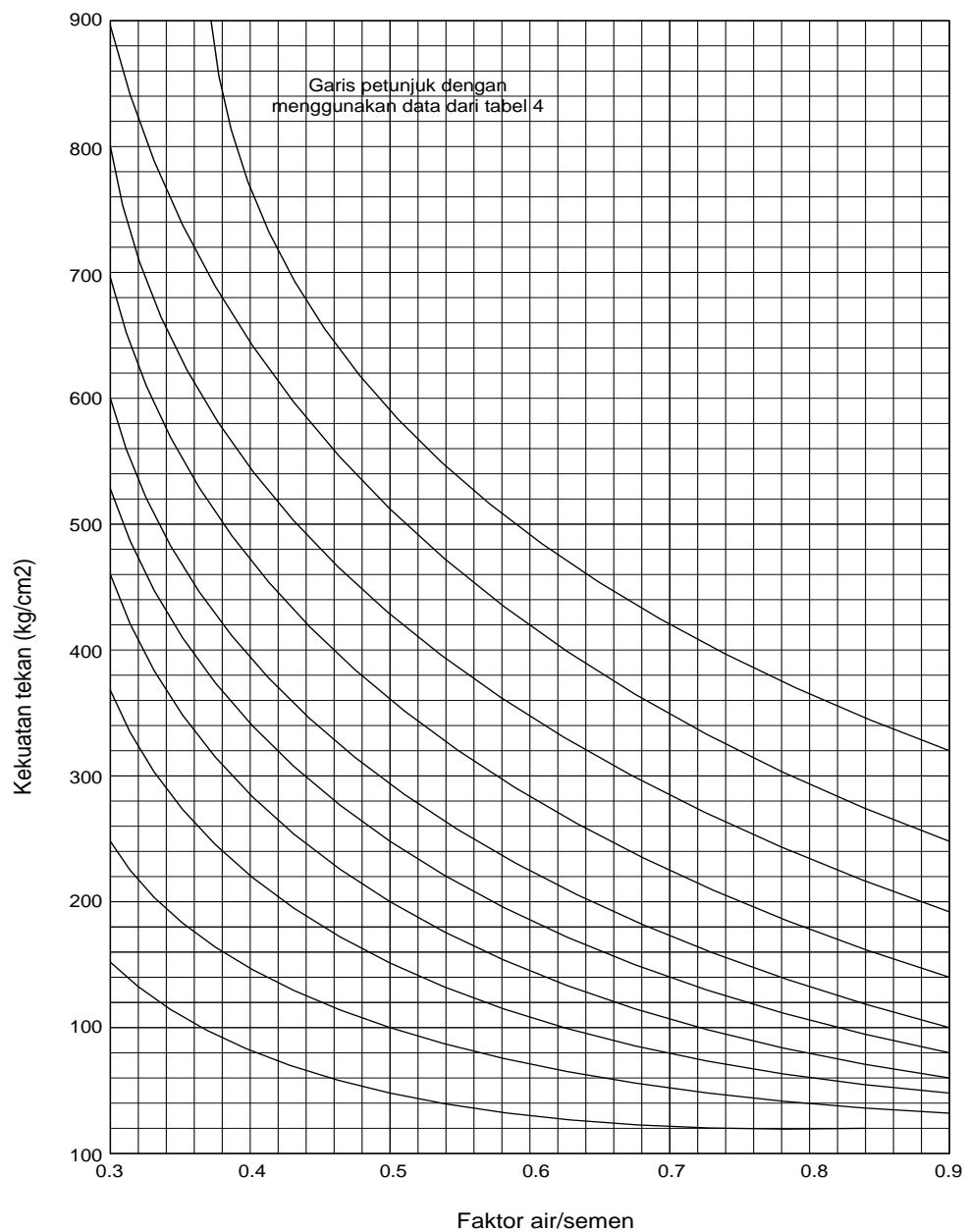
Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

❖ Tahap II Penentuan faktor air semen (f a s)

1. Deviasi Standar,  $sr = \dots \text{ kg/cm}^2$
2. Kekuatan tambahan =  $k \cdot Sr = \dots \text{ kg/cm}^2$
3. Target kekuatan rata-rata ( $\sigma_{bm}$ ) =  $\sigma_{bk} + k \cdot sr = \dots \text{ kg/cm}^2$
4. Dari tipe semen dan agregat, gunakan tabel 15 perkiraan pencapaian kekuatan tekan beton ( $\text{kg/cm}^2$ ) pada fas 0,5.
5. Cari nilai  $f a s$  dengan menggunakan gambar 6 hubungan antara kekuatan tekan beton dan faktor air semen 0,5.

Prosedurnya :

- a. Pada gambar 6 plot titik  $f a s = 0,5$  dan harga yang didapat dari tabel 15
- b. Dari titik tersebut, tarik garis lengkung sejajar dengan lengkung lainnya.
- c. Plot titik  $\sigma_{bm}$  pada absis kekuatan tekan tarik garis horizontal kekanan hingga memotong lengkungan poin 2 di atas dan ditarik kebawah
6. Nilai  $f a s$  maksimum di ambil dari tabel 15
7. Dari kedua nilai  $f a s$  poin 3 dan 4 ambil nilai terendah



**Gambar 8**  
**Hubungan Kekuatan Tekan Beton dan f.a.s 0,5**  
 (Referensi : *The mix Design Process*)

Tabel 16

## ESTIMET PENCAPAIAN KEKUATAN BETON PADA F.A.S 0,5

Type semen	Type agr. Kasar	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )			
		Hari			
		3	7	28	91
• Portland semen biasa (OPC)	Batu alamiah	180	270	400	480
	Batu pecah	230	330	470	550
• Portland semen mengeras cepat (RHPG)	Batu alamiah	250	340	480	530
	Batu pecah	-	400	530	800

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

## ❖ Tahap III Menghitung kadar air bebas

1. Dari data slump ..... mm
2. Ukuran butiran maksimum gunakan tabel 16
3. Tipe agregat halus dan kasar ada 2 alternatif
  - Agregat halus dan kasar 1 tipe langsung dapat nilainya
  - Agregat halus dan kasar berlainan tipe (alamiah dan batu pecah)
 lakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{kadar air bebas} = \boxed{\frac{2}{3} wf + \frac{1}{3} wc}$$

dimana : wf = kadar air bebas agregat halus

wc = kadar air bebas agregat.

**Tabel 17**  
**ESTIMET KEBUTUHAN KADAR AIR BEBAS BETON UNTUK**  
**BERBAGAI TINGKAT KEMUDAHAN PEKERJAAN**

Slump (mm) VB (E)	Tipe Agregat	0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran butiran mak. Agregat (mm)		12	6-12	3-6	0-3
10	Alamiah	180	180	205	225
		180	205	230	250
	Split	135	160	180	195
		175	190	210	225
20	Alamiah	115	140	160	175
		155	175	190	205
	Split	135	160	180	195
		175	190	210	225
40	Alamiah	115	140	160	175
		155	175	190	205
	Split	135	160	180	195
		175	190	210	225

Referensi : Teknologi Bahan 2 PEDC Bandung 1997

❖ **Tahap IV** Menghitung Kadar Semen

1. Dari kadar air bebas dan f.a.s hitung kadar semen seperti berikut :

$$\text{2. Jumlah semen} = \frac{\text{jumlah air}}{f.a.s} \text{ kg/cm}^3$$

3. Kadar semen minimum lihat tabel 14
4. Apabila kadar semen perhitungan < kadar semen minimum

5. Hitung modifikasi f.a.s =

$$\frac{\text{kadar air bebas}}{\text{kadar semen min}}$$

❖ **Tahap V** Menentukan berat total agregat dan proporsi agregat halus dan kasar

1. dari gradasi agregat gabungan didapat % agregat halus dan agregat kasar.
2. Hitung berat jenis agregat gabungan =

$$(\% \text{Pasir} \times \text{BJ pasir}) + (\% \text{Kerikil} \times \text{bj kerikil})$$

3. Perkiraan berat isi beton basah dengan kepadatan penuh gunakan gbr 7.
4. Hitung berat total agregat =

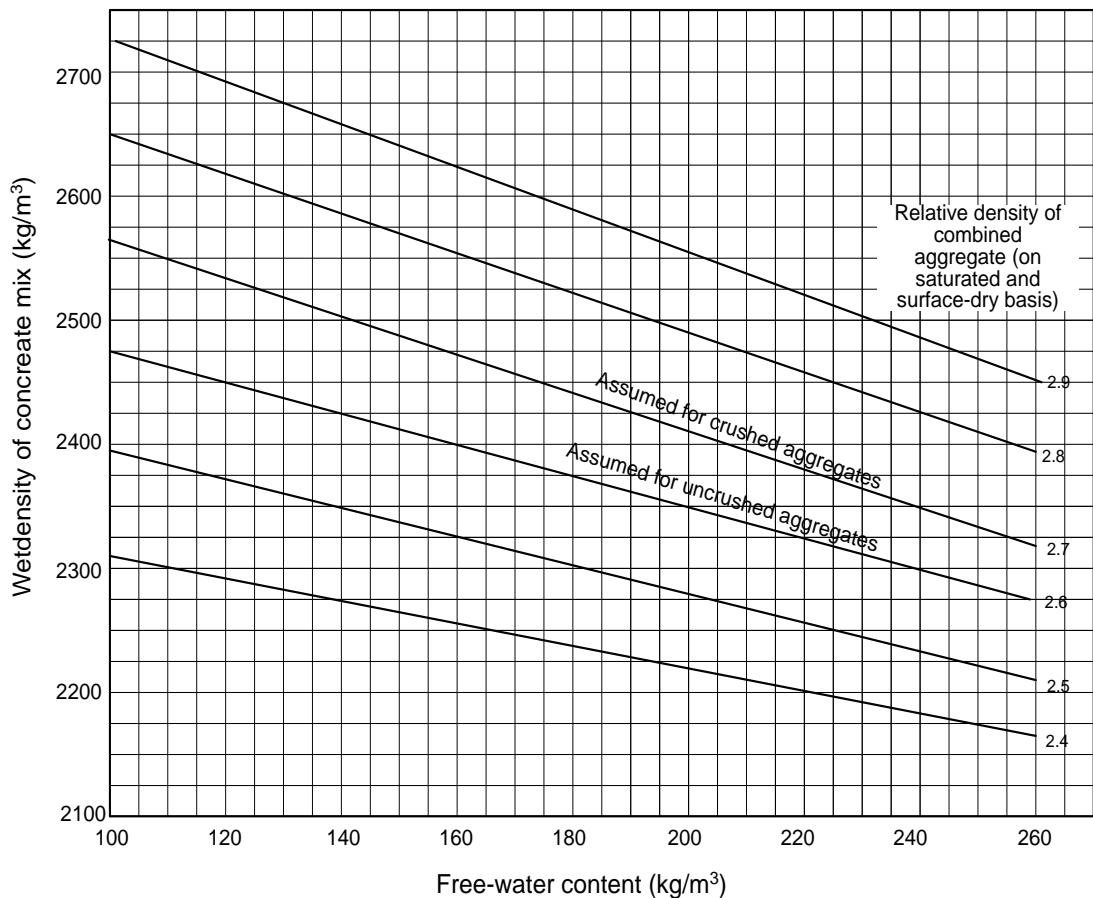
berat isi beton-kadar air bebas-kadar semen

5. Hitung agregat halus =

$$\% \text{ agregat halus} \times \text{berat total agregat.}$$

6. Hitung berat agregat kasar =

berat total agregat-berat agregat halus.



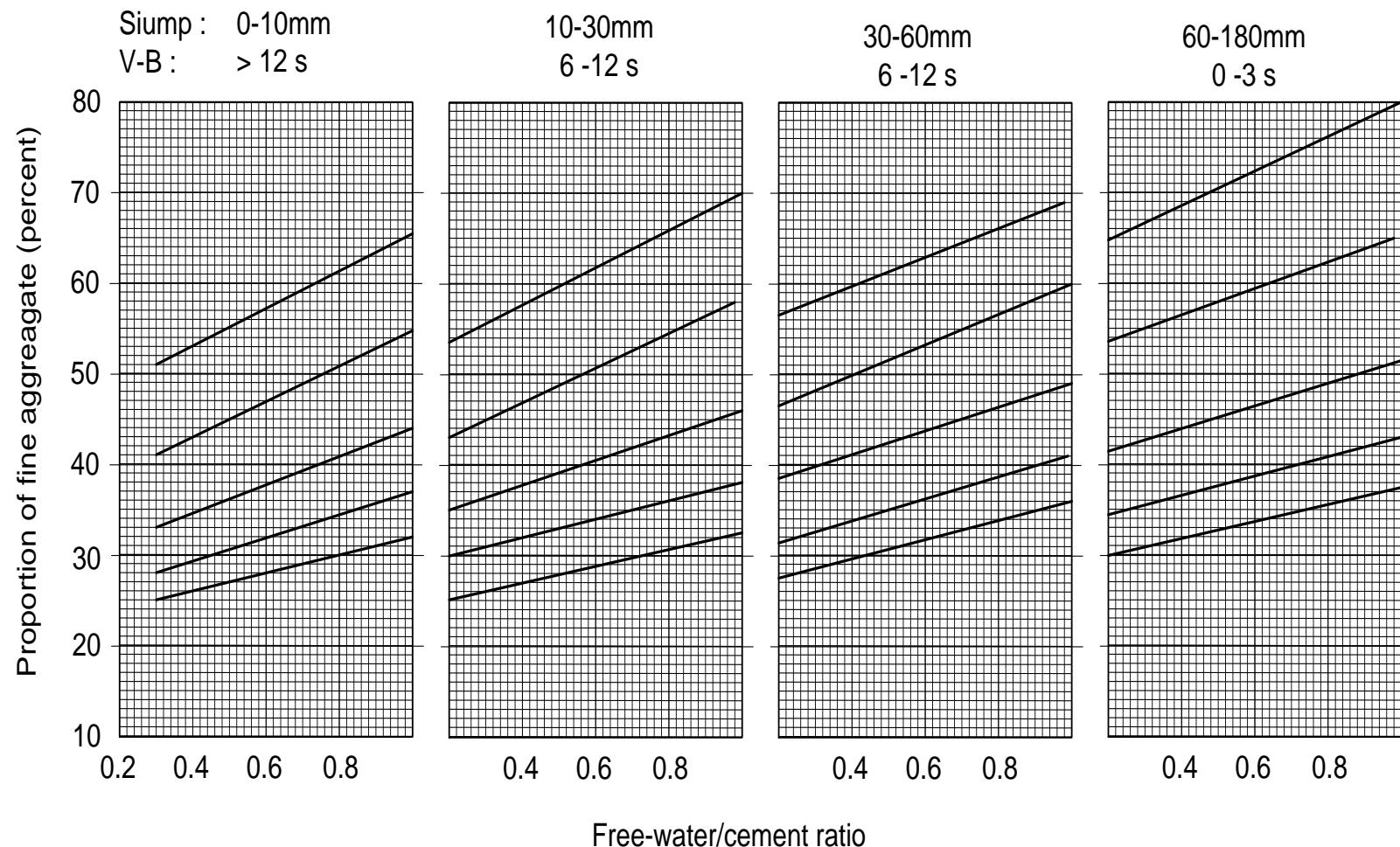
Gambar 9. Isi Beton Basah Kepadatan Penuh

Referensi : *The mix Design Process*

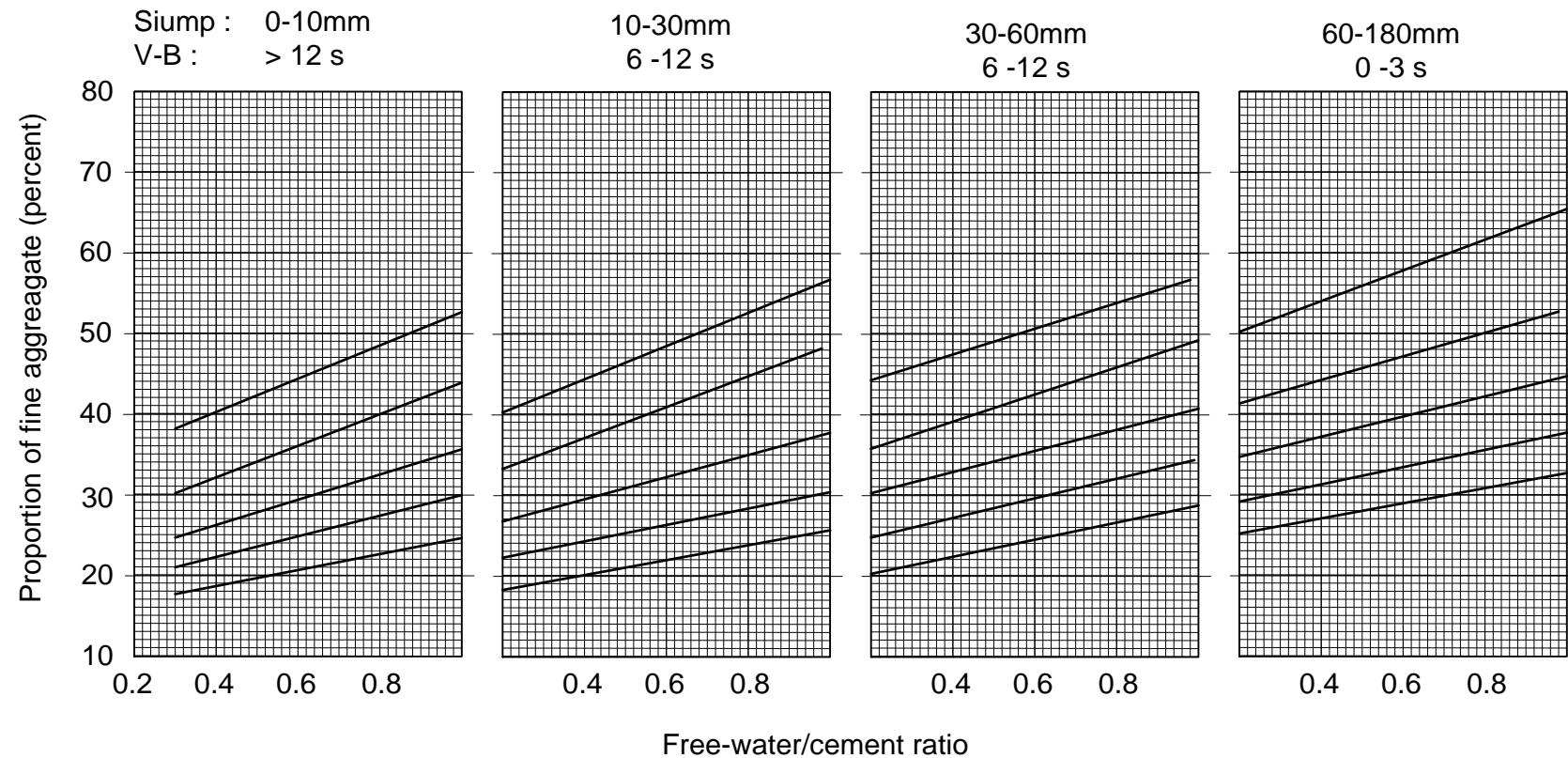
❖ **Tahap VII** didapatkan komposisi bahan-bahan per  $m^3$  beton.

1. Kadar air bebas = ..... Kg
2. Kadar semen = ..... kg
3. Agregat halus = ..... kg
4. Agregat kasar = ..... kg

Perencanaan untuk pembuatan benda uji disesuaikan dengan kemampuan peralatan atau yang umum dilakukan adalah :  $0,05\text{ m}^3$  atau  $0,03\text{ m}^3$  dari masing-masing komposisi di atas.

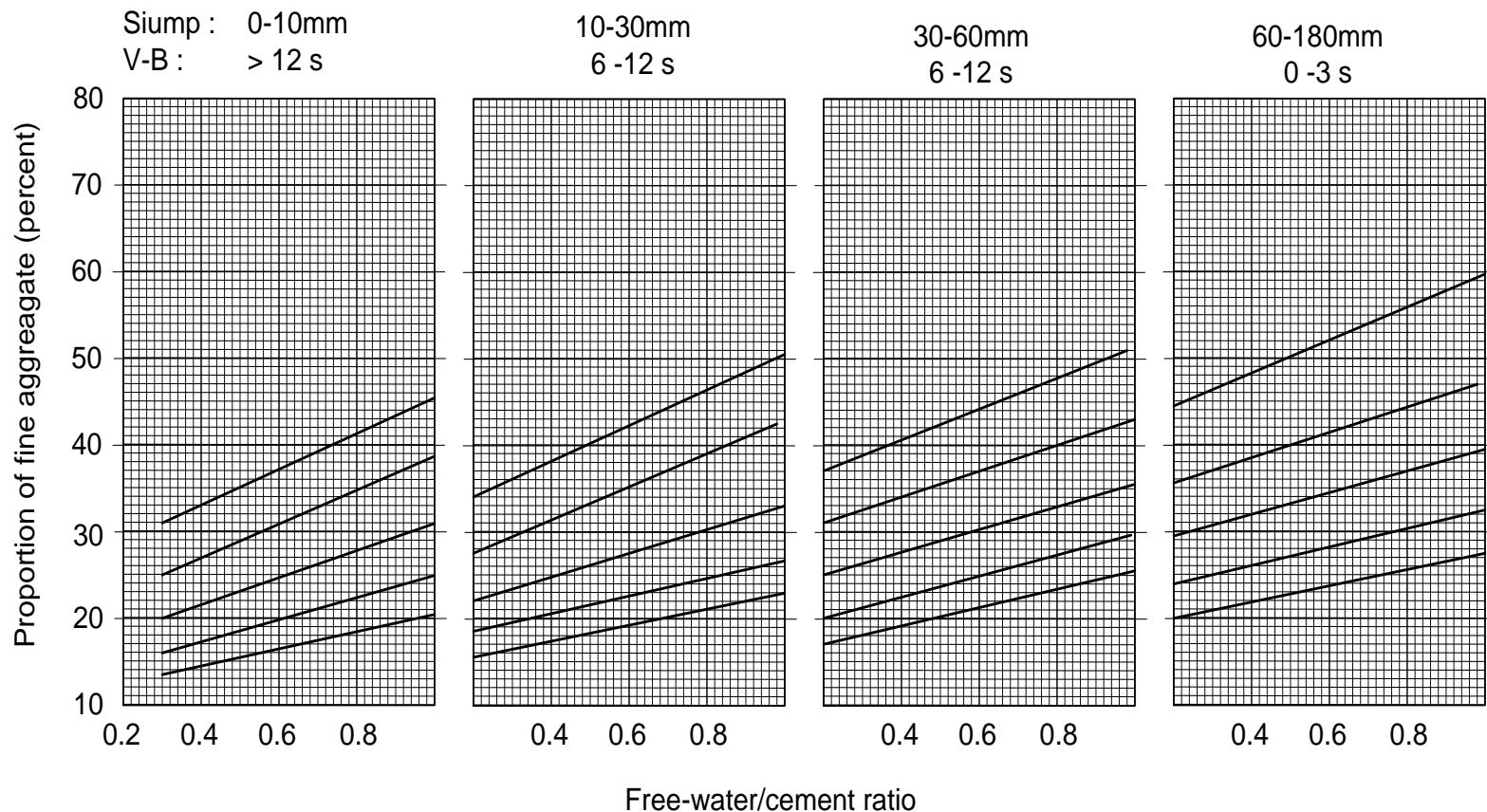


Gambar 10. HUBUNGAN PROPORSI AGREGAT HALUS DENGAN F.A.S,  
 UNTUK UKURAN MAK. AGREGAT 10 mm  
 (*urut dari atas zone 1, zon 2 dst*)  
 Referensi : *The mix Design Process*



Gambar 11. HUBUNGAN PROPORSI AGREGAT HALUS DENGAN F.A.S  
 UNTUK UKURAN AGREGAT MAK. 20 mm  
 (urut dari atas zone 1,zon 2 dst)

Referensi : *The mix Design Proses*



**Gambar 12. HUBUNGAN PROPORSI AGREGAT HALUS DENGAN F.A.S  
UNTUK UKURAN MAK.AGREGAT 40 mm**  
(urut dari atas zone 1,zon 2 dst)

Referensi : The mix Design Process

## METODE DOE

1.1	Characteristik Strength	Specified	26	N/mm <sup>2</sup>	28 hari		
		Defective	6	% gambar.6			
1.2	Standard Deviation		6	N/mm <sup>2</sup>	or no data	.....	N/mm <sup>2</sup>
1.3	Margin	C1	(k = 1.56)	1.56 X	6	9.36	N/mm <sup>2</sup>
1.4	Target mean strength	C2	26 +	9.36 =	35.36	N/mm <sup>2</sup>	
1.5	Cement type	Specified		OPC/SRPC/RHPC			
1.6	Jenis Agregat Kasar			Alami/Split			
	Jenis Agregat Halus			Alami/Split			
1.7	Free water/cemen ratio	tabel 16	gamb.8	0.55	Use the lower value		
1.8	Maximum free water cemen ratio	Specified		0.6			
2.1	Slump or V-B	Specified		slump	30 - 60	or VB	3 - 6 s
2.2	maxsimum Agregat Size					40	mm
2.3	Free water conten	tabel 17	160	Kg/m <sup>3</sup>			
3.1	Cement Content	C3		160	: 0.55 =	291	Kg/m <sup>3</sup>
3.2	Max.cement Content	Specified	.....	Kg/m <sup>3</sup>			
3.3	Min.Cement Conten	Specified	300	Kg/m <sup>3</sup>	Use if greater than item 3.1 and calculate item 3.4		
3.4	Modified free water/cementratio			300 X 0.55 =	165	Kg/m <sup>3</sup>	
4.1	Relative Densisty of aggregate SSD Cond.		...2.5...	Known/assumed			
4.2	Concrete density	gambar 18		...2325...			
4.3	Total aggregate Content	C4			2325 -291 -160 = 1874		
5.1	Grading of fine aggregate BS 882	Zone :	...2.....				
5.2	Proportion of fine aggregate		Gamb.10,11,12	29 to 36,5 = 33 %			
5.3	Fine aggregate content			C5 1874 x 0.33 =	618.5	Kg/m <sup>3</sup>	
5.4	Coarse Aggregate content			1874 - 618.5 =	1256	Kg/m <sup>3</sup>	

Jadi Bahan Untuk satu meter kubik adalah :

Cement

300	Kg/m <sup>3</sup>
165	Kg/m <sup>3</sup>
618.5	Kg/m <sup>3</sup>
1256	Kg/m <sup>3</sup>

Water

Fine aggregate

Coarse Aggregate

Uraian			Tabel/Gamb./Perhitungan	Nilai				
I	1	Kuat Tekan Karakteristik	Diminta /ditetapkan		225	kg/cm <sup>2</sup> dengan % cacat	5 = 1,64	Gbr.5
	2	Standar Deviasi	diketahui/diperkirakan, Gamb.			60	kg/cm <sup>2</sup>	
	3	Nilai Tambah (margin)	% cacat x standar deviasi	1,64	60	98,4	kg/cm <sup>2</sup>	
	4	Kuat tekan rata-rata	Poin 1 + Poin 3	225	98,4	kuat tekan karakteristik + margin	323,4	kg/cm <sup>2</sup>
	5	Jenis/type semen	ditetapkan			type I / type II*		
	6	Untuk agregat : Kasar, Halus				alami/batu pecah*		
	7	Faktor air bebas	Tabel 16 Gbr. 8			alami/pecahan batu		
	8	Faktor air semen maksimum	ditetapkan			0,57		Pakai nilai yang rendah
						0,6		
II	9	Angka Slamp dan VB	ditetapkan/ Tdk ada data	30-60	mm	Vebrator	.....	Detik
	10	Besar butir mak.agregat	ditetapkan	40	mm			
	11	Kandungan air bebas	tabel 17	170	kg/m <sup>3</sup>			
III	12	Jumlah Semen	air (no 11) dibagi f.a.s.	170	0,57	298,245614		Kg/m <sup>3</sup>
	13	Semen maksimum	ditetapkan				.....	Kg/m <sup>3</sup>
	14	Semen minimum	ditetapkan					
	15	Modifikasi air semen				(dipakai bila nilainya lebih besar dari no. 12 lalu dihitung no. 15	No.14xfas	.....
IV	16	Berat jenis relatif agregat(ssd)	diketahui/diperkirakan/dihitung	2,32				
	17	Berat Volume Beton Segar	Gb.18	2240	Kg/m <sup>3</sup>			
	18	Jumlah total agregat	Dihitung poin 17-12-11	2240	298,24	170		1772 kg/cm <sup>3</sup>
V	19	Susunan butir agregat halus	BS 882 Zona	1				
	20	Proforsi Agregat halus(ssd)	Gamb.10,91112	37-44,5	%		rata-rata	40,7 %
	21	Kadar Agregat halus	Poin 18 x Poin 20	1772	0,407			721,204 kg/cm <sup>3</sup>
	22	Kadar Agregat kasar	Poin 18 - Poin 21	1772	721,2			1050,8 kg/cm <sup>3</sup>
Jumlah masing-masing bahan :			Semen kg	Air kg (liter)	Agregat Halus (ssd) Kg	Agregat kasar(ssd) Kg		
1. Untuk 1 m <sup>3</sup> beton =			300	170	721,204	1050,8		
2. Untuk percobaan 0,03 m <sup>3</sup> =			.....	.....	.....	.....		

Uraian			Tabel/Gamb./Perhitungan		Nilai			
I	1	Kuat Tekan Karakteristik	Diminta /ditetapkan	.....	.....	Kg/cm <sup>2</sup> dengan % cacat k = ..... Gbr.5		
	2	Standar Deviasi	diketahui/diperkirakan, Gamb.			..... kg/cm <sup>2</sup>		
	3	Nilai Tambah (margin)	% cacat x standar deviasi	.....	.....	.....		
	4	Kuat tekan rata-rata	Poin 1+ Poin 3	.....	.....	kuat tekan karakteristik + margin ..... kg/cm <sup>2</sup>		
	5	Jenis/type semen	ditetapkan			type I / type II*		
	6	Untuk agregat : Kasar, Halus				alami/batu pecah*		
	7	Faktor air bebas	Tabel 16 Gbr. 8			alami/pecahan batu		
	8	Faktor air semen maksimum	ditetapkan			.....	Pakai nilai yang rendah	
II	9	Angka Slamp dan VB	ditetapkan/ Tdk ada data	.....	mm	Vebrator	..... Detik	
	10	Besar butir mak.agregat	ditetapkan	.....	mm			
	11	Kandungan air bebas	tabel 17	.....	kg/m <sup>3</sup>			
III	12	Jumlah Semen	air (no 11) dibagi f.a.s.	.....	.....	.....	Kg/m <sup>3</sup>	
	13	Semen maksimum	ditetapkan				.....	
	14	Semen minimum	ditetapkan	.....	Kg/m <sup>3</sup>	(dipakai bila nilainya lebih besar		
	15	Modifikasi air semen				dari no. 12 lalu dihitung no. 15	No.14xfas .....	
IV	16	Berat jenis relatif agregat(ssd)	diketahui/diperkirakan/dihitung	.....				
	17	Berat Volume Beton Segar	Gb. 18	.....	Kg/m <sup>3</sup>			
	18	Jumlah total agregat	Dihitung poin 17-12-11	.....	.....	.....	kg/cm <sup>3</sup>	
V	19	Susunan butir agregat halus	BS 882 Zona	.....				
	20	Proforsi Agregat halus(ssd)	Gamb.10,11,12	.....	%	rata-rata	..... %	
	21	Kadar Agregat halus	Poin 18 x Poin 20	.....	.....		..... kg/cm <sup>3</sup>	
	22	Kadar Agregat kasar	Poin 18 - Poin 21	.....			..... kg/cm <sup>3</sup>	
Jumlah masing-masing bahan :			Semen kg	Air kg (liter)	Agregat Halus (ssd) Kg	Agregat kasar(ssd) Kg		
1. Untuk 1 m <sup>3</sup> beton =			.....	.....	.....	.....		
2. Untuk percobaan 0.03 m <sup>3</sup> =			.....	.....	.....	.....		

## D. Soal Latihan

### Contoh Soal 1

Perusahaan **Agra Samudra** meminta saudara merencanakan komposisi campuran beton untuk keperluan Balok ,Kolom dan Lantai dari sebuah supermaket, kuat tekan karakteristik yang diminta  $225 \text{ Kg/Cm}^2$  .Data yang ada sebagai berikut:

- Semen yang digunakan tipe 1
- BJ ssd Agregat kasar 2,5
- Bj ssd Agregat halus 2,65
- Persen cacat 5%
- Deviasi standar 6
- Faktor Air semen (0,6)
- Angka selamp 60-100 mm
- Semen Minimum 300 kg
- Pasir terletak pada zon 2

Rencanakan :

1. Koposisi material beton untuk  $1 \text{ m}^3$
2. Komposisi sampel uji coba 20 buah kubus ukuran sisi 15 Cm.
3. Komposisi sampel uji coba 20 buah silinder ukuran  $\varnothing 15 \text{ Cm}$ ,  
tinggi 30 Cm

## Contoh Soal 2

Perusahaan Agra Samudra meminta saudara merencanakan komposisi campuran beton untuk keperluan Beton dalam ruang bangunan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung Dinding, pelat, pondasi dan pondasi telapak bertulang kuat tekan  $fc' = 300 \text{ Kg/Cm}^2$ . Data yang ada sebagai berikut:

- Semen yang digunakan tipe 1
- BJ ssd Agregat kasar 2,45
- Bj ssd Agregat halus 2,5
- Pasir terletak pada zon 2
- Besar butir agregat maximum 38 mm
- Persen cacat 5%
- Deviasi standar 6
- Faktor Air semen (0,45)
- Angka selamp 60-80 mm
- Semen Minimum 375 kg

Rencanakan koposisi material beton untuk  $1 \text{ m}^3$  dan  
material untuk 20 buah silinder dengan ukuran  $\text{Ø}15 \text{ Cm}$  tinggi 30 cm.

### Contoh Soal 3

Perusahaan Agra Samudra meminta saudara merencanakan komposisi campuran beton untuk keperluan Beton dalam ruang bangunan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi bawah tanah

kuat tekan  $fc' = 250 \text{ Kg/Cm}^2$  Data yang ada sebagai berikut:

- Semen yang digunakan tipe 1
- BJ ssd Agregat kasar 2,5
- Bj ssd Agregat halus 2,55
- Pasir terletak pada zon 3
- Besar butir agregat maximum 20 mm

Rencanakan koposisi material beton untuk  $1 \text{ m}^3$  dan  
material untuk 15 buah silinder dengan ukuran  $\varnothing 15 \text{ Cm}$  tinggi 30 cm.

## Contoh soal 4

Perusahaan **CV. Arita** meminta saudara merencanakan komposisi campuran beton untuk keperluan Balok, Kolom dan Lantai dari sebuah Rumah Toko (RUKO), kuat tekan karakteristik yang diminta  $225 \text{ Kg/Cm}^2$ . Data yang ada sebagai berikut:

- Semen yang digunakan tipe 1
- BJ ssd Agregat kasar 2,4
- Bj ssd Agregat halus 2,7
- Persen cacat 6 %
- Deviasi standar 7
- Faktor Air semen (0,5)
- Angka selam 60-100 mm
- Semen Minimum 325 kg
- Pasir terletak pada zon 3

Rencanakan koposisi material beton untuk  $1 \text{ m}^3$  dan material untuk sampel uji kubus sebanyak 20 buah kubus ukuran sisi 20 cm

## **E. PEMBUATAN SAMPEL UJI**

### **1. PERSIAPAN BAHAN BENDA UJI**

#### **a. TUJUAN**

Diharapkan setelah melakukan praktikum, mahasiswa dapat mempersiapkan bahan beton dengan baik sesuai perencanaan/komposisi campuran.

#### **b. TEORI SINGKAT**

Agregat beton pasir dan kerikil yang telah dipisahkan dengan ayakan standar ditimbang sesuai komposisi campuran yang telah direncanakan, dan dimasukkan ke dalam goni sabut/pelastik, selanjutnya di simpan pada ruangan lembab agar kandungan airnya tetap stabil.

Persiapan bahan dilakukan agar dalam pembuatan benda uji lebih teliti, akurat, terjamin dan dapat menggambarkan kondisi sebenarnya.

#### **c. PERALATAN DAN BAHAN**

##### **1. Alat**

- Cangkul dan skop
- Ayakan
- Timbangan
- Gerobak
- Baskom /tampah
- Goni

##### **2. Bahan**

- Pasir
- Kerikil
- Semen
- Air



d. LANGKAH KERJA

1. Persiapkan peralatan
2. Ambil pasir dari tumpukan, ayak dengan ayakan 4,8 mm
3. Timbang sesuai perencanaan (kebutuhan)
4. Masukkan kedalam goni dan simpan dalam ruangan lembab
5. Ambil kerikil dari tumpukan, dipakai ayakan 40 mm untuk atas dan 4,8 mm untuk bawah dan kerikil yang ada diantara ke dua ayakan ditimbang sesuai perencanaan, masukkan ke dalam Goni dan simpan dalam ruangan lembab.
6. Timbang semen sesuai perencanaan simpan ditempat yang kering.

2. PEMBUATAN BETON UJI

a. TUJUAN

Dengan mempergunakan peralatan dan bahan yang tersedia, anda dapat membuat beton uji dengan baik sesuai perencanaan.

b. TEORI SINGKAT

Pembuatan beton uji digunakan untuk membuktikan/mengontrol mutu beton, dimana sangat berguna sebelum memproduksi beton dengan kata lain perlu uji coba terlebih dahulu sebelum pelaksanaan pengecoran di lapangan atau mengontrol kekuatan beton yang telah dilaksanakan dilapangan.

Selama pembuatan beton uji perlu dilakukan pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian slump (kelecahan beton)
2. Pengujian berat isi beton segar
3. Pembuatan benda uji
4. Perawatan benda uji.

### c. PERALATAN DAN BAHAN

#### 1. Alat

- Molen (concrete mixer)
- Pemadat beton (vibrator)
- Literan kapasitas 5 liter
- Slump test set
- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
- Skop / cangkul
- Sendok semen
- Cetakan benda uji
- Mistar baja
- Gerobak
- Tampah/baskom dan kain lap.

#### 2. Bahan

- Pasir
- Kerikil
- Semen
- Air
- Minyak pelumas (oli)

### d. Langkah Kerja

1. Persiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Periksa kadar air pasir bila diperlukan
3. Bersihkan Molen dari kotoran yang mudah lepas
4. Siapkan cetakan beton dan lumasi dengan oli
5. Siapkan slump selengkapnya bagian dalamnya lumasi dengan oli
6. Siapkan literan kapasitas 5 liter dan bagian dalamnya lumasi dengan oli
7. Masukkan air sesuai perencanaan
8. Masukkan semen kemudian aduk selama  $\pm$  2 menit (sampai rata)
9. Masukkan kerikil sembari di aduk
10. Masukkan pasir dan aduk sampai lecak merata

11. Lakukan pengujian slump
  - Isi slump 1/3 bagian dan tumbuk sebanyak 25 kali
  - Isi slump hingga 2/3 bagian dan tumbuk 25 kali
  - Isi slump hingga penuh dan tumbuk 25 kali
12. Ratakan permukaan slump dan Bersihkan sisa adukan yang bertebaran disekitar alat slump.
13. Angkat kerucut tegak lurus dan Letakkan terbalik di sisi kerucut beton
14. Ukur beda tinggi kerucut beton dengan kerucut slumphnya.
15. Lakukan pengujian BI beton Segar dengan cara berikut
  - Isi literan hingga penuh dan timbang misalkan beratnya(B) gram
  - Timbang literan kosong misalkan beratnya (A) gram
  - Bersihkan literan dan isi dengan air sampai penuh dan timbang berat literan bersama air misalkan beratnya (C)gram
16. Maka BI beton segar adalah : 
$$\frac{B - A}{C - A}$$
17. Pencetakan beton uji
  - Isi semua kubus seproto dengan beton segar sesuai jumlah benda uji
  - Padatkan dengan mesin getar (vibrator)  $\pm 3$  detik
  - Penuhkan cetakan dengan beton segar dan getar selama 3 detik dan ratakan permukaan kubusnya.
  - Diamkan selama 1 jam kemudian diberi tanda dan tanggal pencetakan.
18. Lakukan perawatan sebagai berikut :
  - Letakkan kubus beton uji yang baru dicetak pada ruangan yang sejuk dan ditutup dengan goni basah
  - Buka dari cetakan setelah beton berumur  $\pm 12$  jam
  - Rendam dalam air selama jadwal pengujian kuat tekan seperti : 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari



Gambar 13 .SET ALAT SLUMP

Referensi :Katalog MBT



Gambar 14.Uji Kelecahan Beton dengan Slump

Referensi :Photo Dokumen Is



Gambar 15. MENGIKUR ANGKA SLUMP

Referensi : Photo okumen Is



Gambar 16. LITERAN UNTUK UJI BERAT ISI

Referensi : Photo Dokumen Is



**Gambar 17. CETAKAN KUBUS BETON**

Referensi : Photo Dokumen Is

## **F. KUAT TEKAN BETON**

### **1. TUJUAN**

Setelah melakukan praktikum, mahasiswa dapat melakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan mesin tekan beton.

### **2. TEORI SINGKAT**

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur tertentu pada benda uji dalam kondisi lembab atau kering udara, karena pengujian pada kondisi basah dapat berpengaruh negatif terhadap kekuatan beton.

### **3. PERALATAN DAN BAHAN**

#### **1. Alat**

- Mesin tekan
- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr
- Mistar baja / mistar sorong
- Kain lap
- Kapur/spidol

#### **2. Bahan**

- Benda uji (beton sampel)

### **4. PETUNJUK PENGUJIAN**

1. Penekanan pertama kubus beton pada umur 7 hari :
2. Keluarkan kubus beton dari rendaman,  $\pm$  12 jam sebelum hari penekanan
3. Keluarkan kubus beton sejumlah yang ditentukan
4. Untuk menghindari terjadinya kekeliruan, kubus dikeluarkan sesuai nomor urut/sandi
5. Kubus beton yang telah keluar dari bak ditempatkan pada ruangan yang sejuk sampai hari penekanan.
6. Kubus dibersihkan dari kotoran serta air yang masih ada menempel pada kubus dengan menggunakan kain lap
7. Timbang berat kubus, dan pilih salah satu bidangnya yang licin/datar untuk bidang penekanan.
8. Ukur luas bidang atas (Panjang x Lebar masing-masing 3 x pengukuran)

9. Letakkan kubus beton di atas bantalan mesin tekan dan stel sisi kubus supaya rata dapat tekanan.
10. Lakukan penekanan sampai beton pecah atau jarum skala pembacaan tidak naik lagi
11. Baca dan Catat kuat tekan beton tersebut sesuai bacaan pada manometer
12. Kuat tekan = 
$$\frac{\text{Nilai kuat tekan}(kg)}{\text{Luas Penampang}}$$
13. Untuk penekanan kedua, beton berumur 14 hari
14. Untuk penekanan ketiga, beton berumur 21 hari
15. Untuk penekanan keempat, beton berumur 28 hari, dimana langkah kerjanya sama dengan langkah kerja pada penekanan pertama sampai selesai.

## G. Evaluasi Mutu Beton

Dari hasil pengumpulan data kekuatan hancur beton, dilakukan ketentuan tegangan tekan karakteristik beton  $\sigma_b k$ . Tegangan tekan karakteristik beton ini diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus statistik sebagai berikut

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

Dimana  $P$  = beban maksimum (kg)

$A$  = luas penampang benda uji

Penetapan nilai standar deviasi benda uji adalah :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_b - \sigma_{bm})^2}{N-1}}$$

$S$  = Standar Deviasi

$\sigma_b$  = kekuatan tekan beton masing-masing benda uji(kg/cm)

$\sigma_{bm}$  = kekuatan tekan beton rata-rata dengan rumus

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^N \sigma_b}{N}$$

Menghitung nilai kekuatan karakteristik beton dengan 5 % kemungkinan yang tidak memenuhi syarat maka digunakan rumus :

$$\sigma_b k_{28} = \sigma_{bm} - 1,64 \cdot S.$$

Nilai kekuatan tekan karakteristik beton yang diperoleh dibandingkan dengan nilai rencana, bila nilai temuan besar atau sama dengan nilai rencana berarti perencanaan sudah benar, jika sebaliknya perlu modifikasi.

umumnya pemeriksaan kekuatan beton ditetapkan pada tingkat umur seperti tabel berikut.

**Tabel 18**  
**PERBANDINGAN KEKUATAN BETON PADA UMUR**

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland (type 1)	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Referensi : PBI 1971

**Tabel 19**  
**PERBANDINGAN KEKUATAN TEKAN PADA  
DIMENSI BENDA UJI**

Benda uji	cm <sup>3</sup>	Perbandingan kekuatan tekan beton
Kubus	10 x 10 x 10	1.07
Kubus	15 x 15 x 15	1.00
Kubus	20 x 20 x 20	0.95
Silinder	15 x 30	0.83

Referensi : PBI 1971

Tabel 20. CONTOH DAFTAR ISIAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Kop lembaga berwenang							
Tanggal Pengecoran: ..... Indikasi Contoh : .....			Tanggal Pemeriksaan: ..... Dilaksanakan oleh : .....				
No.	Luas bid. Desak (cm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Beban maks (kg)				$\sigma_b$ 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )
			3	7	14	28	
1	225	7.0	28000				311.11
2	225	6.5	29000				322.22
3	225	8.0	27000				300.00
4	225	7.5	28000				311.11
5	225	7.0	26000				288.89
6	225	6.5		60000			410.25
7	225	8.0		62000			423.93
8	225	8.0		63000			430.77
9	225	7.6		61000			417.09
10	225	7.5		62000			423.77
11	225	7.5			64000		323.23
12	225	7.0			65000		328.28
13	225	7.0			64000		323.23
14	225	6.7			66000		258.13
15	225	7.6			64000		320.00
16	225	8.0				72000	320.00
17	225	7.8				70000	311.11
18	225	7.8				74000	328.89
19	225	7.6				75000	333.33
20	225	7.5				72000	320.00
							$\sigma_{bm} = .....$

## Penyelesaian

Beban maksimum tertentu (...hari) ditransfer ke umur 28 hari

$\frac{1}{0,4} \times 28.000 / 225 = 311,11$	$\frac{1}{0,88} \times 64.000 / 225 = 323,23$
$\frac{1}{0,4} \times 29.000 / 225 = 322,22$	$\frac{1}{0,88} \times 65.000 / 225 = 328,28$
$\frac{1}{0,4} \times 27.000 / 225 = 300,00$	$\frac{1}{0,88} \times 64.000 / 225 = 323,23$
$\frac{1}{0,4} \times 28.000 / 225 = 311,11$	$\frac{1}{0,88} \times 66.000 / 225 = 258,13$
$\frac{1}{0,4} \times 26.000 / 225 = 288,89$	$\frac{1}{0,88} \times 64.000 / 225 = 320,00$
$\frac{1}{0,65} \times 60.000 / 225 = 410,25$	$1 \times 72.000 / 225 = 320,00$
$\frac{1}{0,65} \times 62.000 / 225 = 423,93$	$1 \times 70.000 / 255 = 311,11$
$\frac{1}{0,65} \times 63.000 / 225 = 430,77$	$1 \times 74.000 / 255 = 328,89$
$\frac{1}{0,65} \times 61.000 / 225 = 417,09$	$1 \times 75.000 / 255 = 333,33$
$\frac{1}{0,65} \times 62.000 / 225 = 423,77$	$1 \times 72.000 / 255 = 320,00$

Perhitungan untuk mendapatkan standar deviasi(S) dan Tegangan rerata( $\sigma_{bm}$ ) dapat dilakukan dengan menggunakan **calculator** atau dengan cara tabulasi data (matrik).

Dengan Cara menggunakan kalkulator, terlebih dahulu **dimunculkan SD pada monitor** seperti contoh berikut:

<b>tekan mode.3.(casio 3800)</b>	
“SD” INV. KAC (AC)	
311,11 data	323,23 data
322,22 data	328,28 data
300,00 data	323,23 data
311,11 data	258,13 data
288,89 data	323,23 data,
410,25 data	320,00 data
423,00 data	311,11 data
430,77 data	328,89 data
417,09 data	333,33 data
423,77 data	320,00 data.

Jika data sudah di entri semua, maka langkah selanjutnya :

$$\text{INV}\sigma n-1 = 50,71 \text{ (SD)}$$

$$\text{INV } \bar{x} = 340,43 \text{ (\sigma bm)}$$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ bk}_{28} \text{ hari} &= \sigma \text{ bm} - (1,64 \cdot \text{SD}) \\ &= 257,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

## H. Soal Latihan :

Dalam matrik berikut ini ada 20 data kuat tekan beton, rencana awal kuat tekan yang diminta adalah  $225 \text{ kg/cm}^2$ .

No.	Luas bid. Desak ( $\text{cm}^2$ )	Berat (Kg)	Beban maks (kg)				$\sigma_b$ 28 hari ( $\text{kg/cm}^2$ )
			7	14	21	28	
1	225	6.5	28500				
2	225	8.0	29500				
3	225	7.0	27500				
4	225	7.5	28000				
5	225	7.0	27000				
6	225	6.5	29000				
7	225	8.0	26500				
8	225	8.0		40000			
9	225	7.6		42500			
10	225	7.5		43000			
11	225	7.5		41000			
12	225	7.0		42000			
13	225	7.0		40500			
14	225	6.7		41500			
15	225	7.6			64500		
16	225	8.0			65000		
17	225	7.8			64000		
18	225	7.8			65500		
19	225	7.6			63000		
20	225	7.5			63500		
21	225	8.0			66000		
							obm = .....

Hitung :

1. Standar Deviasi (SD)
2. Tegangan beton rata-rata ( $\sigma_{bm}$ )
3. Tegangan tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}$ )
4. Simpulkan hasil perhitungan saudara dengan kuat tekan rencana.

**BLANKO DAFTAR ISIAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

( KOP )						
			Tanggal Pengecoran : ..... Tanggal Pemeriksaan : .....			
			Indikasi Contoh : ..... Dilaksanakan oleh : .....			
No.	Luas bid. Desak (cm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	<b>Beban maks (kg)</b>			
			7	14	21	28
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
						obm = .....

## CARA MENGEVALUASI MUTU BETON DENGAN METODE MATRIK

NO.	UMUR	LUAS (cm <sup>2</sup> )	BEBAN (kg)	$\sigma_{bi}$	$\sigma_{bi} - \sigma_{bm}$	$(\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2$
1	$3 = 1/0,4 =$	$15 \times 15 =$	25000	277.78	-27.43	752.51
2	2.5	225	28000	311.11	5.90	34.83
3	2.5	225	26000	288.89	-16.32	266.37
4	2.5	225	27000	300.00	-5.21	27.14
5	2.5	225	24000	266.67	-38.54	1485.57
6	$7=1/0,65 =$	225	45000	308.00	2.79	7.79
7	1.54	225	48000	328.53	23.32	543.99
8	1.54	225	50000	342.22	37.01	1369.92
9	1.54	225	42000	287.47	-17.74	314.82
10	1.54	225	46000	314.84	9.63	92.83
11	$14=1/0,88$	225	60000	302.93	-2.28	5.18
12	1.136	225	64000	323.13	17.92	321.09
13	1.136	225	62000	313.03	7.82	61.17
14	1.136	225	63000	318.08	12.87	165.64
15	1.136	225	65000	328.18	22.97	527.53
16	$28=1/1$	225	68000	302.22	-2.99	8.93
17	1	225	70000	311.11	5.90	34.83
18	1	225	65000	288.89	-16.32	266.37
19	1	225	67000	297.78	-7.43	55.23
20	1	225	66000	293.33	-11.88	141.05
			$\Sigma$	6104.20	$\Sigma$	6482.79
			n	20.00		

$\sigma_{bi} = (\text{Beban tekan} \times \text{Umur}) : \text{Luas}$

$\sigma_{bm} = \sum \sigma_{bi} : n = 6104,196 : 20 = 305,21$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}} = \frac{\sqrt{6482.79}}{19} = 80.51/19 = 4.23$$

$S$  = Standar Deviasi

$\sigma_b$  = kekuatan tekan beton masing-masing benda uji(kg/cm<sup>2</sup>)

$$\boxed{\sigma_{bk_{28} \text{ hari}} = \sigma_{bm} - (1,64 \cdot SD)} = 305 - (1,64 \cdot 4,23) = 298,06$$

### Kesimpulan :

Apabila  $\sigma_{bk}$  28 hari lebih besar dari kuat tekan rencana, maka mutu beton memenuhi syarat jika terjadi sebaliknya, maka komposisi campuran adukan harus dimodifikasi menambah jumlah semen atau mengurangi jumlah air sehingga ditemukan kuat tekan ( $\sigma_{bk_{28} \text{ hari}}$ ) melebihi atau sama dengan kuat tekan rencana.

### Contoh Soal

Kuat tekan beton PT. AGRA SAMUDRA dalam bentuk kubus ukuran sisi 15 cm dan ukuran silinder Ø 15x30 cm, Kuat Tekan Rencana 275 Kg/Cm<sup>2</sup>

Pada umur :

3 hari	7 hari	14 hari	21 hari
29 ton	38 ton	54 ton	80 ton
26 ton	35 ton	52 ton	75 ton
27 ton	36 ton	55 ton	79 ton
27 ton	36 ton	56 ton	77 ton
28 ton	39 ton	56 ton	78 ton

selanjutnya silakan saudara hitung kuat tekan karakteristik yang diperoleh pada umur 28 hari.

Hitung :

1. Standar Deviasi (SD)
2. Tegangan beton rata-rata ( $\bar{\sigma}_{bm}$ )
3. Tegangan tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}$ )
4. Simpulkan hasil perhitungan saudara dengan kuat tekan rencana

Catatan:

#### **Mutu Beton $f'_c$**

Beton dengan mutu  $f'_c$  25 menyatakan kekuatan tekan minimum adalah 25 MPa pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton diameter 15 cm, tinggi 30 cm.

Mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (American Concrete Institute).

MPa = Mega Pascal ; 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Mutu Beton Karakteristik**

Beton dengan mutu K-250 menyatakan kekuatan tekan karakteristik minimum adalah 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan kubus beton ukuran 15x15x15 cm.

Mengacu pada PBI 71 yang merujuk pada standar eropa lama

.

Contoh :

K. 400, kekuatan tekan beton = 400 kg/cm<sup>2</sup>, dengan benda uji kubus 15 x 15 x 15

$f'_c = 40 \text{ MPa} = \text{kekuatan tekan beton} = 40 \text{ Mpa}$ , dengan benda uji silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm

- ❖ Faktor konversi benda uji kubus ke silinder = 0,83
- ❖ Konversi satuan Mpa ke kg/cm<sup>2</sup> ; 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

atau  $1 \text{ MPa} = (100/9,81) \text{ kg/cm}^2$  ; gravitasi = 9.81 m/s<sup>2</sup>

( jika ditetapkan secara khusus oleh Konsultan Desain )

Contoh :

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c. 5 \text{ MPa setara dengan} = (5 \times 10) / 0,83 = 50 / 0,83 = 60,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$K. 100 \text{ kg/cm}^2 \text{ setara dengan} = (100 / 10) \times 0,83 = 10 \times 0,83 = 8,3 \text{ MPa}$$

( cara praktis )

tabel diatas merupakan contoh yang bisa dijadikan sebagai acuan dalam menentukan mutu beton dalam pelaksanaan terkait dengan pemahaman antara Kualitas Beton dengan  $f_c$  ( MPa ) dan  $K$  ( kg/cm<sup>2</sup> ).

Untuk mengetahui kepastian komposisi campuran dan kualitas yang diinginkan bisa dilakukan uji laboratorium Mix Design ( penyelidikan material ) serta melakukan slump tes

Penentuan nilai  $f'_c$  bisa juga didasarkan pada hasil pengujian pada nilai  $f_{ck}$  yang didapat dari hasil uji tekan benda uji kubus bersisi 150 mm.

Dalam hal ini  $f'_c$  didapat dari perhitungan konversi berikut ini :

$$f'_c = (0,76 + 0,2 \log (f_{ck}/15)) f_{ck}$$

Atau perbandingan kedua benda uji ini, untuk kebutuhan praktis bisa diambil berkisar **0,83** (sebagaimana penjelasan diatas).

**Contoh :**

$K.300 \text{ (kg/cm}^2\text{)} --- \text{ MPa}$ . Dengan mengalikan 0,098 ==>  $f_{ck} = 300 \times 0,098 = 29,4 \text{ MPa}$

Konversi  $K$  ke  $f'_c$  sebagai berikut :

$$f'_c = (0,76 + 0,2 \log (f_{ck}/15)) f_{ck}$$

$$\underline{K.300 = 300 \text{ kg/cm}^2 = ..... \text{ MPa}};$$

$$1 \text{ MPa} = (100/9,81) \text{ kg/cm}^2 ; \text{ gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$1. K \cdot 300 = 300 \times 0,098 = 29,4 \text{ MPa}$$

$$2. K \cdot 300 = (0,76 + (0,2 \times \log(29,4/15))) \times 29,4 = 24,06 \text{ Mpa}$$

## I. Pengujian Beton Non Destruktif

### **PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON NON DESTRUKTIF (CONCRETE TEST HAMMER) CO.550**

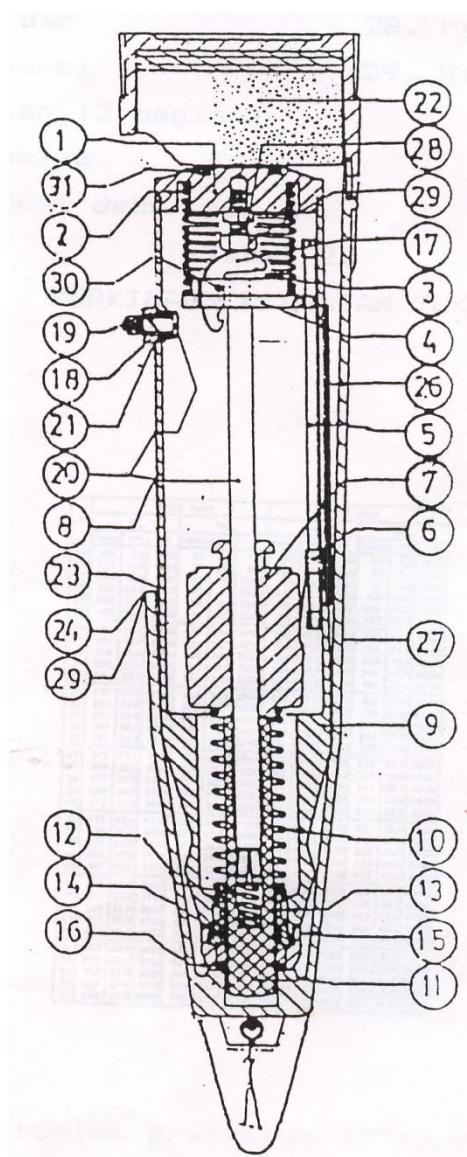
Pengujian kekuatan beton dengan menggunakan palu pada mulanya diperkenalkan oleh Mansons dan Coast dengan cara memukulkan palu tersebut kepada beton yang sudah keras, kira-kira umur beton telah melebihi 28 hari, dengan demikian akan terasa pantulan dan bunyi/suara yang dapat mengindikasikan kekuatan beton, cara ini disebut juga cara konvensional.

Cara ini terus mengalami penyempurnaan seperti yang kita kenal dengan hammer test CO-550, ada beberapa teori penunjang dalam penggunaan hammer test ini antara lain :

1. Jika memungkinkan pengujian dilakukan pada permukaan yang vertikal, hindari sambungan, rongga dan daerah berpori. Dan beton yang memiliki ketebalan 10 cm serta kolom dengan ketebalan 12 cm harus berhati-hati, karena akan memberikan nilai yang kurang akurat. Penekanan dari arah bawah ke atas nilainya akan berkurang akibat pengaruh gravitasi bumi, untuk mengatasinya arah penekanan dan lokasi pengujian perlu diprioritaskan agar diperoleh nilai rata-rata.
2. Setiap plesteran beton harus dikupas dan diasah dengan batu gerinda hingga datar dan rata, bila permukaan beton sudah relatif lama perlu dibersihkan kira-kira setebal satu cm dengan keluasan minimal  $10 \text{ cm}^2$  untuk 10 kali pukulan/percobaan
3. Tes pukulan minimal 5 lokasi pengujian, setiap lokasi minimal 10 kali pukulan atau untuk lebih amannya dapat dilakukan 20 kali pukulan pada setiap lokasi.

4. Pada tabel penunjukan  $W_m$  adalah harga kekuatan pukulan perkiraan, seangkan harga  $R$  dianjurkan untuk dibaca dengan ketelitian  $\frac{1}{2}$  skala,harga  $W$  diambil ke puluhan terdekat.
5. Untuk menghitung kekuatan tekan beton, baca skala yang ditunjukan jarum penunjuk lalu diplotkan pada grafik yang tertempel pada badan *hammer test*.Harga yang ditunjukkan jarum penunjuk diplotkan pada sumbu mendatar, lalu tarik garis lurus ke atas sampai memotong grafik sesuai dengan nilai.dari titik potong tersebut tarik garis lurus mendatar sampai sumbu tegak lalu baca nilai yang tertera.
6. Palu beton dapat dipergunakan pada berbagai sudut permukaan yaitu: sudut  $45^\circ$ ,sudut  $90^\circ$ , sudut  $180^\circ$ ,sudut  $270^\circ$ . Namun pantulan akan dipengaruhi grafiasi bila tes dilakukan pada plafon maka pantulan yang terjadi akan lebih besar dibandingkan test pada lantai untuk itu mengimbangi hal ini grafik yang digunakan berbeda untuk posisi yang berbeda. Grafik tersebut digunakan untuk beton yang terbuat dari campuran semen, agregat normal dan agregat berat bukan beton yang terbuat dari agregat ringan. Harga  $W_{max}$  dan  $W_{min}$  mencakup 80% dari seluruh hasil tes.
7. Kalibrasi grafik, kalibrasi hammer test dilakukan berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada kubus-kubus dengan jumlah besar, pertama dites dengan palu beton, kemudian dilakukan tes kuat tekan dengan mesin tekan. Sebelum tes kekuatan tekan setiap kubus dijepit pada kedua sisinya di mesin tes sebanyak 10 kali pukulan pada satu posisi.
8. Perawatan hammer tes, kepala torak harus bebas dari bahan-bahan yang menempel.Setelah dipakai  $\pm 20.000$  pukulan alat tersebut harus dibersihkan dengan cara:
  - a. Tekan kepala torak sampai bebas, buka mur atas dan lepaskan reng belah, buka mur bawah dan lepaskan per serta bagian-bagian yang bergerak untuk melakukan hal ini palu harus dilepaskan dari penahan.

- b. Pukul kepala torak dengan martil kayu atau plastik beberapa kali, lepaskan dari batang penuntun dan pernya, biarkan per panjang (10) dalam rumah palu.
- c. Bagian yang bergerak, batang penuntun dan permukaan palu dalam (alat penumbuk), serta kepala torak disikat dengan sikat baja.
- d. Untuk memasangnya kembali lakukan kebalikan langkah tadi, ingat untuk memasang pegas kecil(12) dan ganjalan (16). Batang pengantar harus diberi vaselin/oli atau sejenisnya(sedikit saja)
- e. Petunjuk pembacaan (6) dan batang pengantar (5) tidak boleh diberi vaselin karena mempengaruhi sifat pergeserannya sehingga menyebabkan pembacaan tidak akurat.



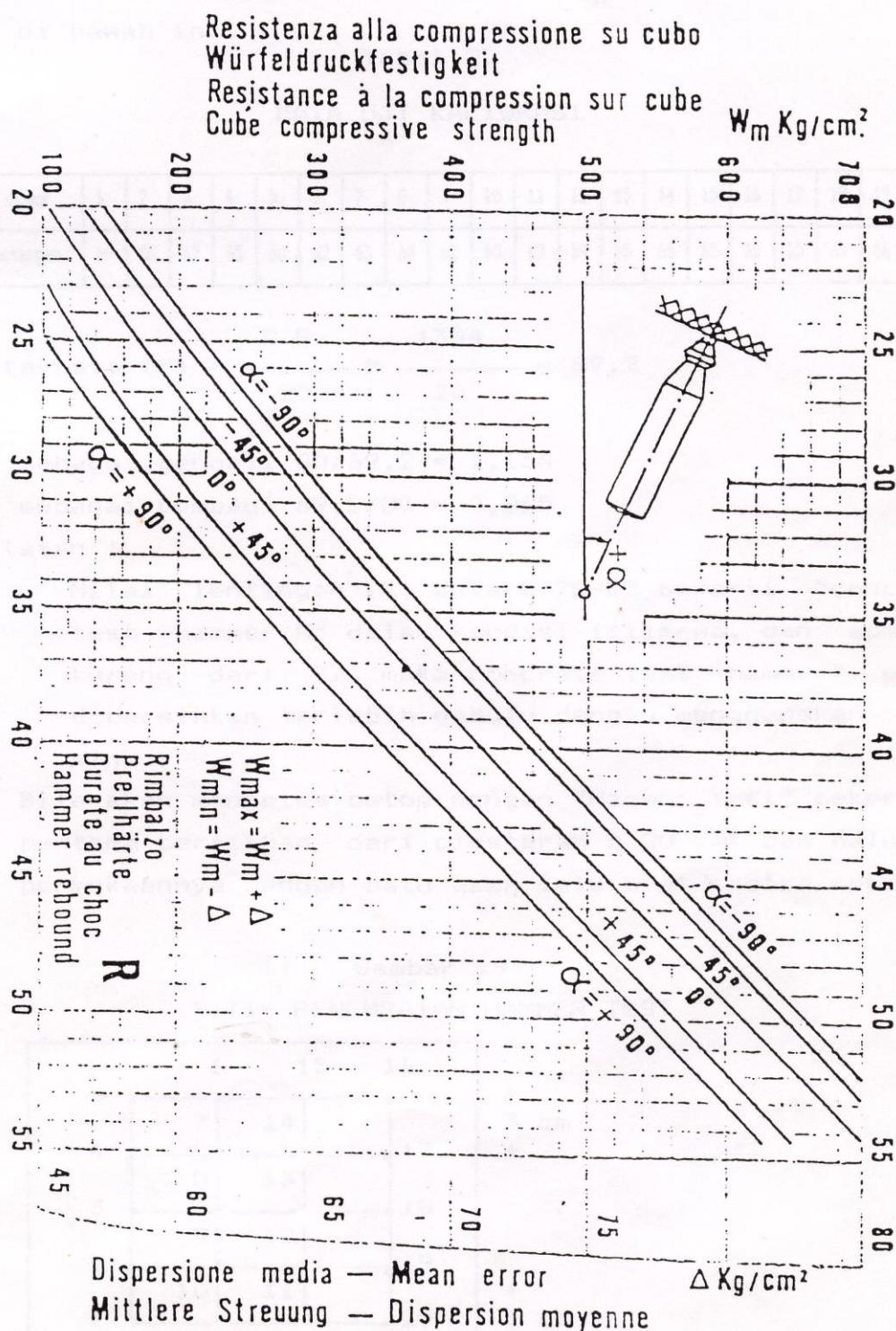
Keterangan:

1. Penutup
2. Pegas penekan
3. Pegas pasak
4. Flen penutup
5. Batang pengantar penunjuk
6. Jarum penunjuk rebound
7. Palu
8. Batang pengantar
9. Rumah hammer tes
10. Pegas pemukul
11. Kepala torak
12. Pegas per dan
13. Pegas pengunci
14. Ring penekan 2 bagian
15. Mur drat halus
16. Ring penyekat debu
17. Pasak
18. Bos tombol penekan
19. Tombol penekan
20. Pen tombol penekan
21. Pegas tombol penekan
22. Batu asahan
23. Stiker grafik
24. Plat berskala
25. Tabung
26. Mur pengunci
27. Skrup Pengatur
28. Pen Pasak
29. Ring
31. Flen penutup

Gambar 18..BAGIAN-BAGIAN HAMMER TES

Referensi:Brosur MBT Utama

Grafik  
NILAI PANTUL



**Contoh :**

1. Sebelum menggunakan *hammer test* harus kalibrasikan terlebih dahulu terhadap landasan tera(anvil) sebanyak 20 kali minimum, dengan demikian kira-kira diperoleh data seperti pada tabel 19 di bawah ini :

Tabel 21

DATA UJI KALIBRASI

NOMOR	NILAI LENTINGAN (R)
1	60
2	58
3	62
4	65
5	60
6	62
7	63
8	64
9	62
10	63
11	62
12	59
13	65
14	65
15	65
16	65
17	65
18	63
19	66
20	63
N = 20	$\Sigma = 1384$

$$\text{Rata-rata (F)} = \frac{1384}{20} = 69,2$$

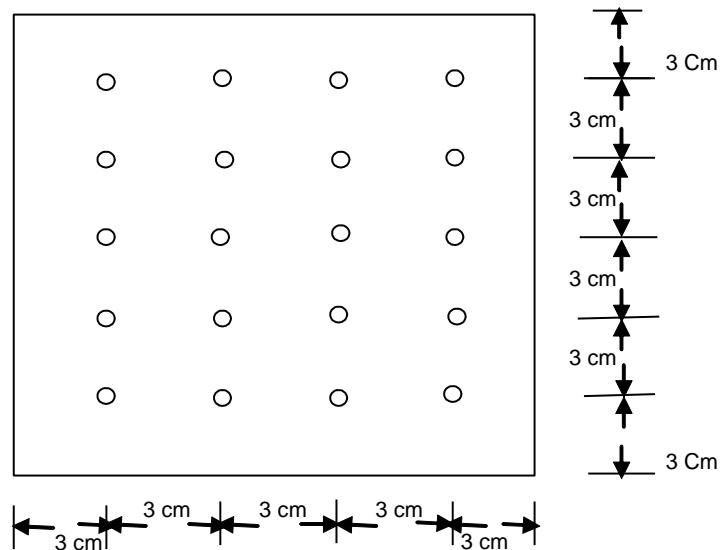
FK sebagai pengali  $80/69,2 = 1.156$

FK sebagai pembagi  $69,2/80 = 0.865$

**Catatan:**

Nilai lentingen(R) antara 78-82 berarti *hammer test Jenis N* dalam kondisi istimewa, dan apabila kurang dari 72,maka *hammer test* perlu dibersihkan dengan mempergunakan bensin.

2. Bila akan mengetes beton dengan *hammer test* Pekerjaan pertama beton harus dibersihkan dari plesteran  $\pm 20 \text{ cm}^2$  dan dihaluskan permukaannya dengan batu asah lalu buat sketsa seperti berikut:



Gambar 19.SKETSA TITIK PENGUJIAN

**Tabel 22**  
**DATA UJI KALIBRASI**

NOMOR	NILAI LENTINGAN (R)
1	39
2	33
3	36
4	33
5	38
6	34
7	38
8	33
9	42
10	43
11	39
12	40
13	32
14	39
15	40
16	39
17	33
18	40
19	39
20	36
<b>N = 20</b>	<b><math>\Sigma = 1406</math></b>

$$\text{Rata-rata (F)} = \frac{1404}{20} = 37,5$$

**Catatan:**

Lebih atau kurang 5 dari nilai rata-rata tidak dihitung seperti nilai  
 $37,5 + 5 = 42,3$

nilai  $37,5 - 5 = 32,3$

Artinya nilai lentingen lebih dari 42,3 dan kurang dari 32,2 tidak dihitung(dikeluarkan) dengan demikian nilai rata-rata akan berubah,  $\Sigma R$  juga berubah.

Nilai rata-rata 37,5

Standar deviasi 2,94

Koefisien Variasi =  $SD/R \times 100 = 7,9$

Perkiraan kuat tekan berdasarkan skala rata-rata  $\times 0,15 \text{ kg/cm}^2$  (σbr) selanjutnya lihat grafik *hammer test* tipe yang sama atau yang digunakan.

#### **Langkah Melihat Grafik :**

Angka rata-rata 37,5 posisi percobaan horizontal, maka lihat pada garis 37 dan garis  $0^\circ$  kemudian teruskan kekiri maka akan terlihat angka 363, kemudian dikalikan atau dibagi dengan faktor koreksi :  $363 \times 1,156 = 421,94 \text{ kg/cm}^2$  atau  $366 : 0,865 = 421,96 \text{ kg/cm}^2$

Jadi kuat tekan beton setelah dikoreksi dapat dibulatkan menjadi  $422 \text{ kg/cm}^2$ .



Gambar 20. Hammer Test Set CO.550

Referensi: Photo Dokumentasi Is



Gambar 21. Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha + 90^\circ$   
Referensi: Photo Dokumentasi Is



Gambar 22.Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha - 90^\circ$   
Referensi: Foto Dokumentasi Is



Gambar 23.Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha - 0^\circ$   
Referensi: Foto Dokumentasi Is



Gambar 24.Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha + 45^\circ$

Referensi: Photo Dokumentasi Is



Gambar 25.Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha + 45^\circ$

Referensi: Photo Dokumentasi Is



Gambar 26.Posisi Sudut Penggunaan Hammer Test  $\alpha - 45^{\circ}$

Referensi: Foto Dokumentasi Is

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

## CBR LABOR

### A. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

1. Mengetahui alat-alat yang digunakan dalam memeriksa CBR tanah di laboratorium sesuai dengan SNI.
2. Mengetahui dan melakukan cara pengujian CBR tanah di laboratorium sesuai dengan SNI
3. Menentukan hasil pengujian CBR tanah di laboratorium sesuai dengan SNI.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 7 ini adalah peserta diklat menguasai tentang memeriksa California Bearing Ratio (CBR) tanah di laboratorium sesuai dengan SNI.

### C. Uraian Materi

#### 1. Pengetahuan Dasar.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (California Bearing Ratio) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

#### 2. Lembar Kerja

##### a. Tujuan

CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang. Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian kepadatan, yaitu Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).

b. Peralatan

- Mesin penetrasi (loading machine) dilengkapi alat pengukur beban berkapasitas sekurang-kurangnya 4,45 ton atau 10.000 lb dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm atau 0,05" per menit, lihat gambar 1.
- Cetakan logam berbentuk silinder diameter bagian dalam 152,4 ± 0,6609 mm atau 6" ± 0,0026" dan tinggi 177,8 ± 0,13 mm atau 7" ± 0,005". Cetakan harus dilengkapi leher sambung dengan tinggi 50,8 mm atau 2,0" dan keping alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 mm atau 3/8" dan diameter lubang tidak lebih dari 1,59 mm atau 1/16".
- Piringan pemisah dari logam (sapacer disc) dengan dimeter 150,8 mm atau 5 15/16" dan tebal 61,4 mm atau 2,416".
- Alat penumbuk sesuai dengan cara : Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).
- Alat pengukur pengembangan (swell) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripod logam, dan arloji peninjuk, lihat gambar 2.
- Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 lb), diameter 194,2 mm atau 57/8" dengan lubang tengah berdiameter 54,0 mm atau 2 1/8"
- Torak penetrasi dari logam berdiameter 49,5 mm atau 1,95" luas 1935 mm<sup>2</sup> atau 3 inchi<sup>2</sup> dan panjang tidak kurang dari 101,6 mm atau 4".
- Dua buah arloji pengukur penetrasi, dengan ketelitian 0,01 mm atau 0,001".
- Peralatan lain seperti talam, alat perata, dan tempat untuk rendam.
- Alat timbang sesuai cara : Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).

c. Benda Uji

Benda uji harus dipersiapkan menurut cara : Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).

- Ambil contoh kira-kira seberat 5 kg atau lebih untuk tanah dan 5,5 kg untuk campuran tanah agregat.
- Kemudian campur bahan tersebut dengan air sampai kadar air optimum.
- Pasang cetakan pada keping alas dan timbang. Masukan piringan pemisah (spacer disc) diatas keping alas dan pasang kertas saring diatasnya.
- Padatkan masing-masing bahan tersebut di dalam cetakan dengan jumlah tumbukan 10,35 dan 65 dengan jumlah lapis dan berat penumbuk sesuai cara : Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)). Bila benda uji akan direndam, periksa kadar airnya sebelum dipadatkan. Bila benda uji tersebut tidak direndam, periksa kadar air dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan.
- Buka leher sambung dan ratakan dengan alat perata. Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Keluarkan piringan pemisah, balikan dan pasang kembali cetakan berisi benda uji pada keping alas, kemudian timbang.
- Untuk pemeriksaan CBR langsung, benda uji ini telah siap untuk diperiksa. Bila dikehendaki CBR yang direndam (soaked CBR) harus dilakukan langkah-langkah berikut:
  - Pasang keping pengembangan di atas permukaan benda uji dan kemudian pasang keping pemberat yang dikehendaki minimum

seberat 4,5 kg atau 10 lb atau sesuai dengan keadaan beban perkerasan.

Rendam cetakan beserta beban didalam air sehingga air dapat meresap dari atasmaupun dari bawah. Pasang tripod beserta arloji pengukur pengembangan. Catat pembacaan pertama dan biarkan benda uji selama 4x 24 jam.

Permukaan air selama perendaman harus tetap (kira-kira 2,5 cm diatas permukaan benda uji).

Tanah berbutir halus atau berbutir kasar yang dapat melakukan air lebih cepat dapat direndam dalam waktu yang lebih singkat sampai pembacaan arloji tetap. Pada akhir perendaman catat pembacaan arloji pengembangan.

- Keluarkan cetakan dari bak air dan miringkan selama 15 menit sehingga air bebas mengalir habis. Jagalah agar selama pengeluaran air tersebut permukaan benda uji tidak terganggu.
- Ambil beban dari cetakan, kemudian cetakan beserta isinya ditimbang. Benda uji CBR yang direndam telah siap untuk dilakukan pengujian.

#### d. Cara Pengujian

- Letakan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg atau 10 lb atau sesuai dengan perkerasan.
- Untuk benda uji yang direndam, beban harus sama dengan beban yang dipergunakan waktu perendaman. Pertama, letakan keping pemberat 2,27 kg atau 5 lb untuk mencegah mengembangnya permukaan benda uji pada bagian lubang keping pemberat. Pemberatan selanjutnya dipasang setelah torak disentuhkan pada permukaan benda uji.
- Kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 4,5 kg atau 10 lb. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi di-nol-kan.

- Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit atau 0,05"/menit. Catat pembacaan pembebanan pada penetrasi 0,312 mm atau 0,0125"; 0,62 mm atau 0,025"; 1,25 mm atau 0,05"; 0,187 mm atau 0,075"; 2,5 mm atau 0,10"; 3,75 mm atau 0,15"; 5 mm atau 0,20"; 7,5 mm atau 0,30"; 10 mm atau 0,40"; dan 12,5 mm atau 0,50".
- Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm atau 0,50".
- Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm atau 1".
- Bila diperlukan kadar air rata-rata maka pengembalian benda uji untuk kadar air dapat diambil dari seluruh kedalaman. Benda uji untuk pemeriksaan kadar air sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutir halus atau sekurang-kurangnya 500 gram untuk tanah berbutir kasar.

e. Perhitungan

- Pengembangan (swell) ialah perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam persen.
- Hitung pembebanan dalam kg atau lb, dan gambarkan grafik beban terhadap penetrasi. Pada beberapa kejadian permulaan, terdapat keadaan kurva beban cekung akibat dari tidak keteraturan permukaan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini titik nolnya harus dikoreksi seperti gambar no.3
- Dengan menggunakan harga-harga beban yang sudah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1" dan 50,8 mm atau 0,2" hitung harga CBR dengan cara membagi beban yang terjadi masing-masing dengan beban standar 70,31 kg/cm<sup>2</sup> atau 1000psi dan 105,47 kg/cm<sup>2</sup> atau 1500 psi dan kalikan masing-masing dengan 100. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1". Bila harga yang didapat pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1", percobaan tersebut harus diulangi. Apabila percobaan ulangan ini masing tetap menghasilkan nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm atau 0,2" lebih

besar dari nilai CBR pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1", maka harga CBR diambil pada penetrasi 5,08 mm atau 0,2". Bila beban maksimum dicapai pada penetrasi sebelum 5,08 mm atau 0,2" maka harga CBR diambil dari beban maksimum tersebut dan dibagi dengan beban standar yang sesuai.

f. Pelaporan

Laporan harus mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

- Cara yang dipakai untuk mempersiapkan dan memadatkan benda uji. Cara B atau D menurut Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).
- Keadaan benda uji (direndam atau tidak direndam).
- Kepadatan kering benda uji sebelum direndam.
- Kepadatan kering benda uji setelah direndam.
- Kadar air benda uji sebelum dan sesudah pemadatan, masing-masing dalam persen.
- Kadar air setelah perendaman yang diambil dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm atau 1" atau rata-rata.
- Pengembangan (swell) dalam persen.
- Harga CBR (direndam atau tidak direndam) dalam persen.
- Harga CBR rencana ditetapkan pada 100 % Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).

**Catatan**

- Kepadatan kering dihitung dengan kadar air sesudah perendaman.
- Bila dikehendaki nilai daya dukung pada penetrasi 7,5 mm atau 0,3"; 10,0 mm atau 0,4" dan 12,5 mm atau 0,5" bagi besarnya beban pada penetrasi yang bersangkutan masing-masing dengan 5700; 6900 dan 7800 lb dan kalikan masing-masing dengan 100.

## **D. Aktivitas Pembelajaran**

Dalam pembelajaran ini peserta diklat diharuskan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Pahami tujuan pembelajaran dengan seksama.
2. Bacalah materi secara runtut dan temukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam tujuan pembelajaran tersebut.
3. Berhentilah sejenak pada point-point penting yang merupakan jawaban yang disebutkan dalam tujuan, lakukan berbagai tindakan yang memungkinkan anda memahaminya dengan baik, termasuk menanyakannya kepada instruktur.
4. Tutuplah buku Anda, lalu cobalah menjawab pertanyaan yang ada pada tujuan tersebut.
5. Jika jawaban Anda kurang memuaskan, lakukan pengulangan.

## **E. Latihan/Kasus/Tugas**

1. Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas.
2. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan memeriksa CBR tanah di laboratorium. Kemudian presentasikan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas)

## **F. Rangkuman**

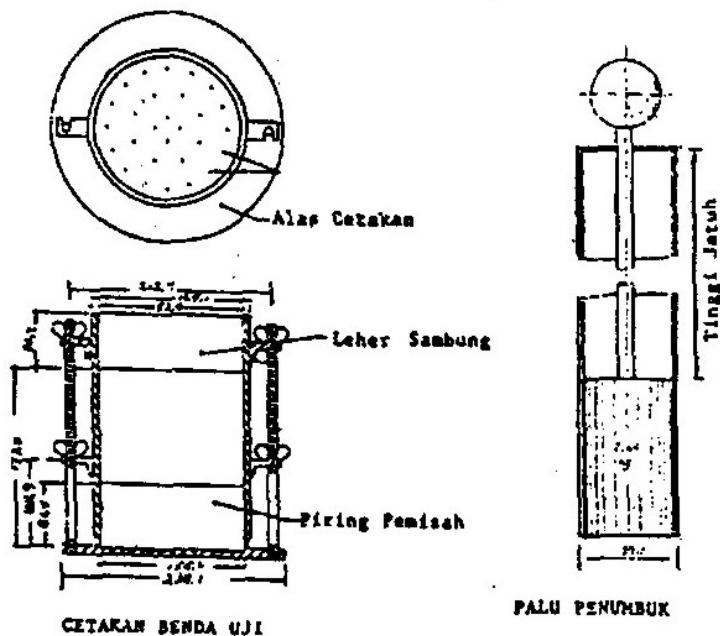
CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang. Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian kepadatan, yaitu Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02)) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02)).

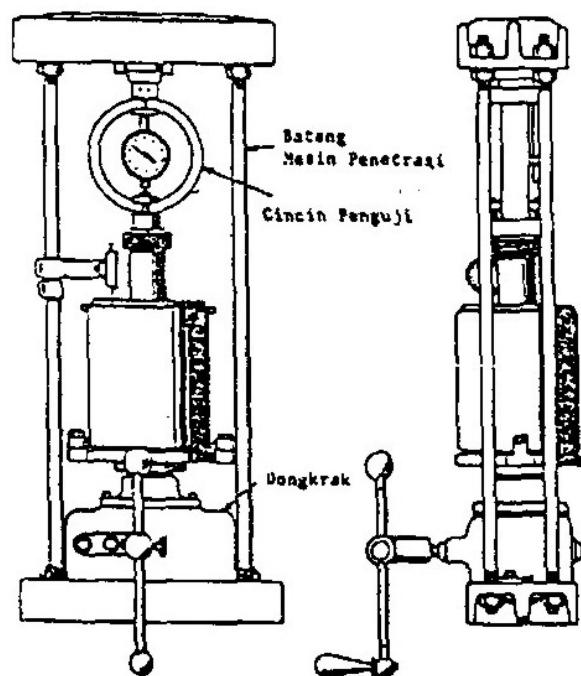
## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya. Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

Lampiran 1.



Gambar 26. Mesin Penetrasi CBR Laboratorium



Gambar 27. Peralatan Pengujian CBR.

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 6**

### **(Memeriksa California Bearing Ratio (CBR) Tanah di Lapangan)**

#### **A. Tujuan**

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

4. Mengetahui alat-alat yang digunakan dalam memeriksa CBR tanah di lapangan sesuai dengan SNI.
5. Mengetahui dan melakukan cara pengujian CBR tanah di lapangan sesuai dengan SNI.
6. Menentukan hasil pengujian CBR tanah di lapangan sesuai dengan SNI.

#### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 7 ini adalah peserta diklat menguasai tentang memeriksa California Bearing Ratio (CBR) tanah di lapangan sesuai dengan SNI.

#### **C. Uraian Materi**

##### **1. Pengetahuan Dasar**

CBR adalah perbandingan antara beban penterasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

Uji CBR (california Bearing Ratio)ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung / kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan.

Pengujian ini dimaksudkan untuk CBR langsung di tempat (in place) atau bila diperlukan dapat dilakukan dengan mengambil contoh asli tanah dengan cetakan CBR (undisturb).

## 2. Lembar Kerja

### a. Tujuan

CBR lapangan pada umumnya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (overlay). Bila tidak diperlukan CBR tanpa direndam (unsoaked), maka dapat dilakukan pengujian langsung di tempat (in place). Tapi jika karena sesuatu dan lain hal tidak dapat dilakukan pengujian langsung di tempat (misalnya tanah dasar asli cukup dalam atau kendaraan truk untuk beban tidak bisa masuk ke lokasi) dapat dilakukan pengambilan contoh asli tanah dengan cetakan CBR (undisturb sample).

Bila diperlukan harga CBR direndam (soaked) maka harus dilakukan pengambilan contoh asli dengan cetakan CBR sebanyak minimum 2 buah, yaitu untuk harga CBR direndam (soaked) dan CBR tidak direndam (unsoaked).

### b. Bahan dan Alat

#### Peralatan untuk Pengujian Langsung di Tempat (in Place)

- Dongkrak CBR mekanis dengan kapasitas 10 ton, dilengkapi dengan “swivel head” dan alat pengukur beban, cincin penguji (proving ring) dengan kapasitas 1,5 ton, 3 ton, 5 ton (3000 lb, 6000 lb, 10000 lb) atau sesuai dengan kebutuhan, torak (piston) penetrasi dan pipa-pipa penyambung.
- Dua buah arloji penunjuk untuk mengukur penetrasi dengan ketelitian 0,01 mm atau 0,001” dilengkapi balok penyokong dari besi profil sepanjang lebih kurang 2,5 meter.
- Keping beban yang bergaris tengah 25 cm atau 10” berlubang di tengah dengan berat 5 kg atau 10 lb dan beban-beban tambahan seberat 2,5 kg atau 5 lb yang dapat ditambahkan bilamana perlu.
- Sebuah truk yang dibebani sesuai dengan kebutuhan dan di bawahnya dapat dipasang sebuah dongkrak CBR mekanis.
- Dua dongkrak truk, alat-alat penggali, alat-alat penumbuk, alat-alat perata dan lain-lain.

Peralatan untuk Pengujian Contoh Asli Tanah dengan Cetakan CBR (undisturb)

- Peralatan untuk pengujian CBR laboratorium SNI 03-1744-1989.
- Cetakan CBR diameter bagian dalam 152,4 + 0,6609 mm atau 6" + 0,0026" dan tinggi 177,8 + 0,13 mm atau 7" + 0,005" yang harus dilengkapi dengan bagian bawahnya dengan silinder lapisan tanah (sampling collar), serta dilengkapi leher sambung dengan tinggi 50,8 mm atau 2,0".
- Dongkrak mekanis yang dipasang di bawah truk atau portal besi yang diangkut.
- Alat penggali (cangkul, belincong, linggis), alat penumbuk dan alat bantu lainnya
- Waterpas, meteran, parafin, kaleng dan pelumas.
- Kompor untuk memanaskan parafin dalam kaleng.
- Kotak kayu untuk menempatkan benda uji.

c. Keselamatan dan kesehatan kerja

- Gunakan alat sesuai dengan fungsinya
- Hindari alat dari kemungkinan hilang atau rusak
- Gunakan pakaian kerja langkap
- Pusatkan perhatian pada pekerjaan

d. Langkah Kerja

1). Persiapan Benda Uji

Untuk pengujian CBR langsung di tempat, tidak diperlukan benda uji.

Untuk pengujian contoh asli tanah dengan cetakan CBR (undisturb) harus diambil paling sedikit 2 buah contoh.

2). Persiapan Tempat

- Galilah sampai lapisan yang dikehendaki dan ratakan permukaan daerah ini hingga datar (waterpas) seluas kira-kira 60 x 60 cm<sup>2</sup> . bersihkan semua bahan yang lepas untuk tempat pengujian pada badan jalan di bawah perkerasan. Untuk tempat yang belum ada

perkerasan cukup dibersihkan dari akar rumput dan bahan organik lain (biasanya sampai kedalaman 50 cm).

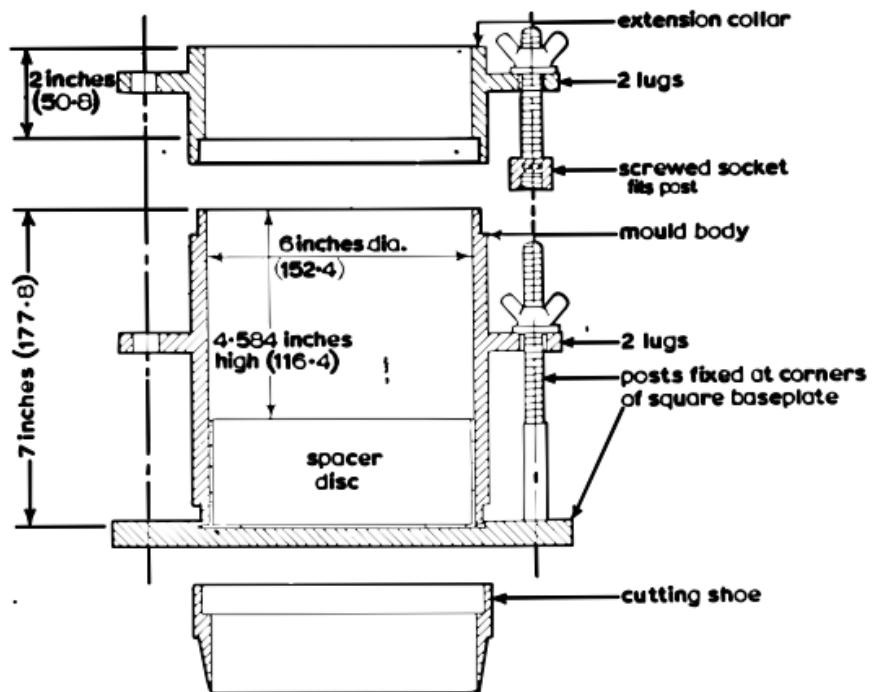
- Mulailah pengujian atau pengambilan contoh asli tanah ini secepat mungkin sesudah persiapan tempat. Selama pemasangan alat-alat, permukaan tanah harus ditutup dengan lembaran plastik untuk menghindari perubahan kadar air.

3). Peralatan untuk Pengujian Langsung di Tempat (in Place)

- Tempatkan truk tersebut sehingga dongkrak CBR mekanis tepat berada di atas lobang pemeriksaan. Gunakan dongkrak truk untuk menaikan truk, supaya tidak lagi bekerja di atas pernya. Usahakan supaya as roda belakang sejajar dengan muka jalan yang diperiksa.
- Pasanglah dongkrak CBR mekanis dan alat-alat lainnya supaya piston penetrasi berada 1 atau 2 cm dari permukaan yang akan diperiksa. Aturlah cincin penguji sehingga torak dalam keadaan vertikal. Kuncilah, alat-alat pada dudukan ini. Letakkan keping beban diameter 25 cm atau 10" sentris di bawah torak penetrasi sehingga torak penetrasi tepat masuk ke dalam lubang keping beban tersebut.

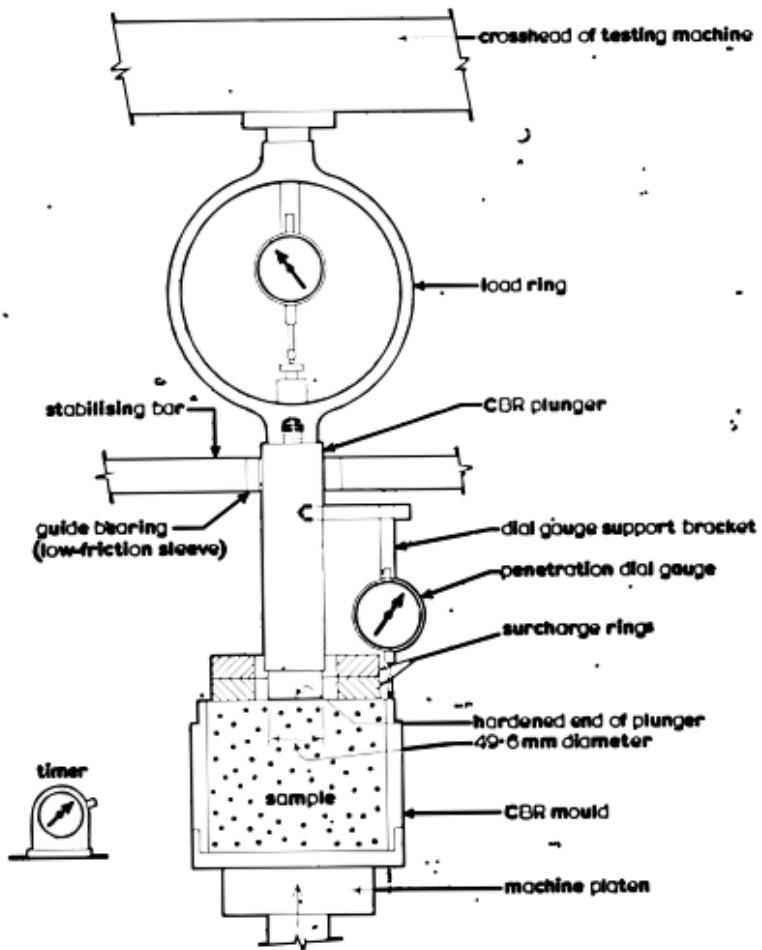
4). Cara Pengambilan Contoh Asli Tanah dengan Cetakan CBR (undisturb)

- Timbang masing-masing cetakan CBR dan ukur isinya serta beri nomor.
- Letakkan dongkrak mekanis di permukaan tanah yang sudah disiapkan. Lihat gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 28. Cetakan CBR.

- Cara lain pengambilan contoh asli tanah dengan cetakan CBR bisa dilakukan dengan membuat kerucut terpangkur.
- Dengan menggunakan beban truk atau portal besi yang diangker, lakukanlah penekanan sehingga cetakan terdesak masuk lapisan tanah/kerucut tanah.



Gambar 29. Alat uji CBR

- Cetakan yang berisi benda uji kemudian diangkat dengan cara membongkar sekeliling luar cetakan. Ratakan kedua permukaan contoh dengan pisau perata. Tutup dengan plastik.
- Pada masing-masing cetakan diberi tanda yang lengkap seperti : bagian atas/bawah, km dari contoh, tanggal, bulan dan tahun pengambilan contoh. Tutup dan sekrup dengan pelat baja. Sekeliling mulut cetakan dilapisi parafin yang telah dipanaskan (+ 1 cm), sehingga tidak terjadi perubahan kadar air.
- Lakukanlah pengambilan contoh yang kedua di sebelahnya dengan cara seperti di atas.

5). Cara Pengujian CBR untuk Pengujian Langsung di Tempat (in Place)

- Turunkan torak penetrasi pada permukaan tanah sehingga piston penetrasi memberikan beban permulaan sebesar 4,5 kg atau 10 lb.
- Apabila dikehendaki gunakan beban-beban tambahan.
- Aturlah arloji cincin penguji dan arloji penunjuk penetrasi pada angka nol.
- Berikan pembebanan dengan teratur, sehingga kecepatan penetrasinya mendekati kecepatan tetap 1,25 mm atau 0,05" per menit. Catatlah pembacaan beban pada penetrasi 3,128 mm atau 0,0125"; 0,62 mm atau 0,025"; 1,25 mm atau 0,05"; 0,187 mm atau 0,075"; 2,5 mm atau 0,10"; 3,75 mm atau 0,15"; 5 mm atau 0,20"; 7,5 mm atau 0,30"; 10 mm atau 0,40"; dan 12,5 mm atau 0,50".
- Tentukan kadar air dan berat isi bahan setempat.
- Jumlah pemeriksaan :
  - Pemeriksaan ini harus dilakukan paling sedikit 3 kali dengan jarak minimum 30 cm.
  - Jika hasil dari 3 pemeriksaan tersebut masih dalam batas toleransi, maka harga CBR lapangan ditetapkan sama dengan rata-rata hasil pemeriksaan.
  - Jika hasil dari 3 pemeriksaan tersebut melebihi dari toleransi maka harus dilakukan lagi 3 kali pemeriksaan. Nilai CBR lapangan ini ditetapkan sama dengan rata-rata dari hasil 6 pemeriksaan.
  - Batas-batas toleransi CBR
    - CBR < 10% : + 3%
    - CBR 10 - 30% : + 5%
    - CBR 30 - 60% : + 10%
    - CBR > 60% : + 25%

6). Cara Pengujian Contoh Asli Tanah dengan Cetakan CBR (undisturb)

- Tutup cetakan benda uji pertama dibuka dari cetakannya kemudian dilakukan pengujian tanpa direndam, sesui prosedur cara pengujian CBR laboratorium, SNI 03-1744-1989.
- Tutup cetakan benda uji kedua dibuka dari cetakannya kemudian diperlakukan sebagai benda uji untuk CBR Laboratorium (direndam) dan diuji sesuai cara pengujian CBR Laboratorium, SNI 03-1744-1989.

e. Perhitungan

- Pengembangan (swell) ialah perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam persen.
- Hitung pembebaran dalam kg atau lb, dan gambarkan grafik beban terhadap penetrasi. Pada beberapa kejadian permulaan, terdapat keadaan kurva beban cekung akibat dari tidak keteraturan permukaan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini titik nolnya harus dikoreksi seperti gambar no.3
- Dengan menggunakan harga-harga beban yang sudah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1" dan 50,8 mm atau 0,2" hitung harga CBR dengan cara membagi beban yang terjadi masing-masing dengan beban standar 70,31 kg/cm<sup>2</sup> atau 1000psi dan 105,47 kg/cm<sup>2</sup> atau 1500 psi dan kalikan masing-masing dengan 100. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1". Bila harga yang didapat pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1", percobaan tersebut harus diulangi. Apabila percobaan ulangan ini masing tetap menghasilkan nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm atau 0,2" lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 2,54 mm atau 0,1", maka harga CBR diambil pada penetrasi 5,08 mm atau 0,2". Bila beban maksimum dicapai pada penetrasi sebelum 5,08 mm atau 0,2" maka harga CBR diambil dari beban maksimum tersebut dan dibagi dengan beban standar yang sesuai.

- Laporkan harga CBR lapangan dalam bilangan bulat. Apabila diharuskan, laporkan harga kadar air dalam berat isi.

## **D. Aktivitas Pembelajaran**

Dalam pembelajaran ini peserta diklat diharuskan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Pahami tujuan pembelajaran dengan seksama.
2. Bacalah materi secara runtut dan temukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam tujuan pembelajaran tersebut.
3. Berhentilah sejenak pada point-point penting yang merupakan jawaban yang disebutkan dalam tujuan, lakukan berbagai tindakan yang memungkinkan anda memahaminya dengan baik, termasuk menanyakannya kepada instruktur.
4. Tutuplah buku Anda, lalu cobalah menjawab pertanyaan yang ada pada tujuan tersebut.
5. Jika jawaban Anda kurang memuaskan, lakukan pengulangan.

## **E. Latihan/Kasus/Tugas**

3. Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas.
4. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan memeriksa CBR tanah di lapangan. Kemudian presentasikan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas)

## **F. Rangkuman**

CBR lapangan pada umumnya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (overlay). Bila tidak diperlukan CBR tanpa direndam (unsoaked), maka dapat dilakukan pengujian langsung di tempat (in place). Tapi jika karena sesuatu dan lain hal tidak dapat dilakukan pengujian langsung di tempat (misalnya tanah dasar asli cukup dalam atau kendaraan truk untuk beban tidak bisa masuk ke lokasi) dapat dilakukan pengambilan contoh asli tanah dengan cetakan CBR (undisturb sample).

Bila diperlukan harga CBR direndam (soaked) maka harus dilakukan pengambilan contoh asli dengan cetakan CBR sebanyak minimum 2 buah,

yaitu untuk harga CBR direndam (soaked) dan CBR tidak direndam (unsoaked).

Jumlah pemeriksaan :

- Pemeriksaan ini harus dilakukan paling sedikit 3 kali dengan jarak minimum 30 cm.
- Jika hasil dari 3 pemeriksaan tersebut masih dalam batas toleransi, maka harga CBR lapangan ditetapkan sama dengan rata-rata hasil pemeriksaan.
- Jika hasil dari 3 pemeriksaan tersebut melebihi dari toleransi maka harus dilakukan lagi 3 kali pemeriksaan. Nilai CBR lapangan ini ditetapkan sama dengan rata-rata dari hasil 6 pemeriksaan.
- Batas-batas toleransi CBR

CBR < 10% : + 3%

CBR 10 - 30% : + 5%

CBR 30 - 60% : + 10%

CBR > 60% : + 25%

## **G.Umpulan Balik dan Tindak Lanjut**

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya. Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

### DAYA DUKUNG TANAH

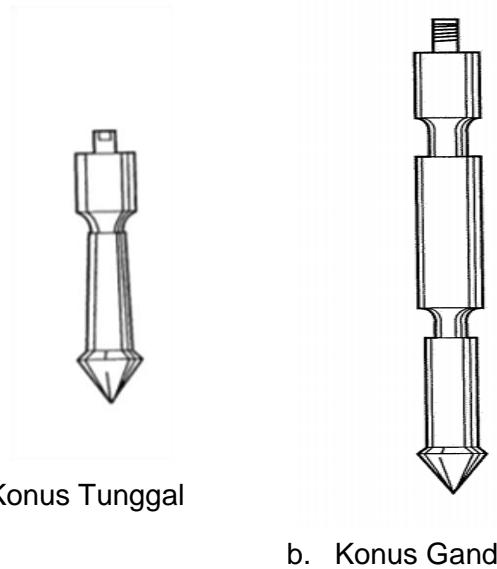
#### A. Pendahuluan

Pondasi yang berfungsi untuk meneruskan beban bangunan ke tanah dasar, secara umum harus memenuhi berbagai persyaratan, seperti: kokoh, tahan lama, dan mampu memikul beban yang ada di atasnya. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, maka dalam merencanakan sebuah pondasi, setiap perencana membutuhkan data tentang besarnya beban yang akan dipikul oleh pondasi, besarnya daya dukung tanah, dan pada kedalaman berapa data daya dukung tersebut diperoleh. Khusus untuk daya dukung tanah dan kedalamannya, dapat diperoleh melalui berbagai pengujian. Salah satu diantaranya adalah penyondiran, yang merupakan pengujian penetrasi yang dilakukan dengan menggunakan alat penetrasi konus.

Sebagai sebuah uji penetrasi, penyondiran dapat diibaratkan dengan pemancangan, bahwa perlakuan yang diberikan tanah terhadap pancang, tidak hanya perlakuan terhadap ujung pancang, tetapi juga perlakuan geser yang bekerja pada kulit pancang. Demikian pula dengan penyondiran, di mana perlakuan yang diberikan tanah terhadap sondir juga dapat dibagi menjadi dua, yaitu: 1) perlakuan ujung atau  $qc$ , dan 2) perlakuan geser atau  $fs$ . Nilai  $qc$  dan  $fs$  inilah yang dijadikan acuan dalam menentukan besarnya daya dukung tanah.

#### B. Sondir

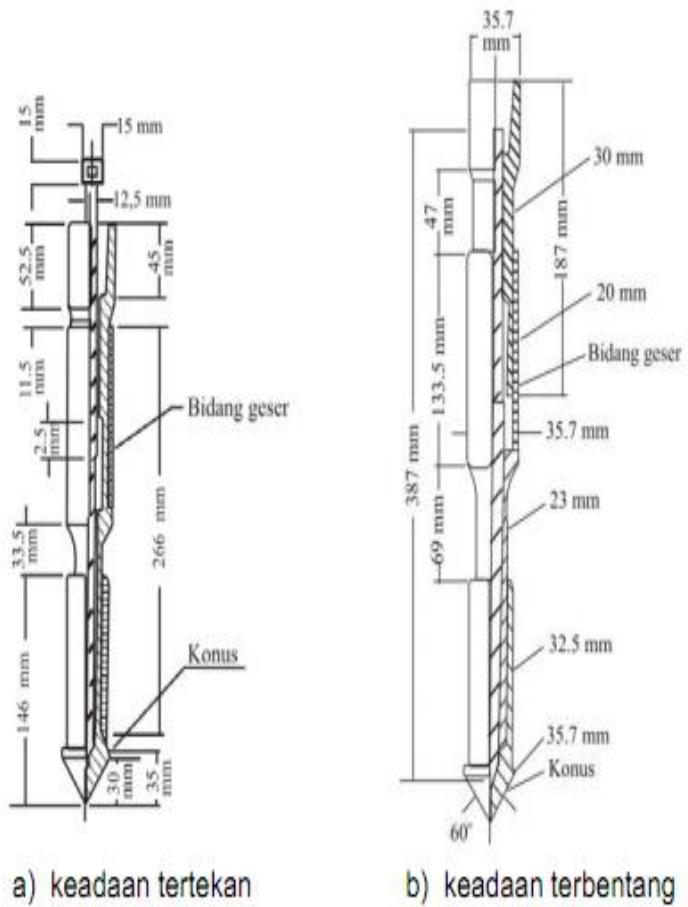
Sondir adalah alat berbentuk silindris dengan ujung berupa kerucut atau konus, yang dapat dibedakan atas konus tunggal dan konus ganda. Konus tunggal hanya dapat mengukur perlakuan ujung ( $qc$ ). Sedangkan konus ganda dapat digunakan



Gambar 30. Konus

untuk mengukur perlawanan ujung ( $qc$ ) dan perlawanan geser tanah ( $fs$ ).

Menurut Pradoto (1996), pada awalnya sondir di perkenalkan oleh Vermeiden di tahun 1948, dengan nama *The Mechanical Delft Cone*, yang diproduksi secara masal di kota kecil Gouta, sehingga sering disebut alat sondir Gouta. Sondir ini juga dikenal dengan nama sondir tunggal seperti yang dapat dilihat pada Gambar 30 a. Pada tahap selanjutnya, sondir tunggal kemudian dikembangkan menjadi sondir ganda, dengan ukuran seperti yang terlihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Rincian Konus Ganda  
Sumber: SNI 2827:2008

Pengujian sondir diperkenalkan untuk pertama kalinya di Negeri Belanda, yang dipergunakan untuk mengevaluasi kepadatan lapisan pasir yang terletak di dalam lapisan tanah liat lunak. Secara umum, dalam bentuk awalnya sondir di

Di dalam SNI 2827:2008, dijelaskan bahwa konus harus memenuhi persyaratan seperti berikut.

- a) memiliki ujung bersudut  $60^\circ \pm 5^\circ$
- b) memiliki diameter sebesar  $35,7 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ , dengan luas proyeksi  $10 \text{ cm}^2$
- c) memiliki ujung runcing dengan jari-jari kurang dari 3 mm. Konus ganda juga harus

terbuat dari baja dengan tipe dan kekerasan yang cocok sehingga dapat menahan abrasi dari tanah.

Selanjutnya, dengan mengadopsi dan melakukan beberapa penyesuaian dari isi SNI 2827:2008, dikemukakan persyaratan yang harus dipenuhi oleh: selimut (bidang) geser, pipa dorong, batang dalam, mesin pembeban hidraulik dan tata cara pengujian seperti berikut ini.

#### 1. Selimut (bidang) Geser

Selimut (bidang) geser yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a) Ukuran diameter luar selimut geser adalah  $35,7 \text{ mm}$  ditambah dengan  $0 \text{ mm s.d } 0,5 \text{ mm}$ ;
- b) Proyeksi ujung alat ukur penetrasi tidak boleh melebihi diameter selimut geser;
- c) Luas permukaan selimut geser adalah  $150 \text{ cm}^2 \pm 3 \text{ cm}^2$
- d) Sambungan-sambungan harus didesain aman terhadap masuknya tanah.
- e) Selimut geser pipa harus mempunyai kekasaran sebesar  $0,5 \mu \text{m AA} \pm 50 \%$ .

## 2. Pipa Dorong

Batang-batang yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Pipa terbuat dari bahan baja dengan panjang 1,00 m;
- b. Pipa harus menerus sampai konus ganda agar penampang pipa tidak tertekuk jika
- c. disondir/didorong;
- d. Ukuran diameter luar pipa tidak boleh lebih besar daripada diameter dasar konus ganda untuk jarak minimum 0,3 m di atas puncak selimut geser;
- e. Setiap pipa sondir harus mempunyai diameter dalam yang tetap;
- f. Pipa-pipa tersambung satu dengan yang lainnya dengan penekrupan, sehingga
- g. terbentuk rangkaian pipa kaku yang lurus;
- h. Pipa bagian dalam harus dilumasi untuk mencegah korosi.

## 3. Batang Dalam

Batang-batang dalam yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

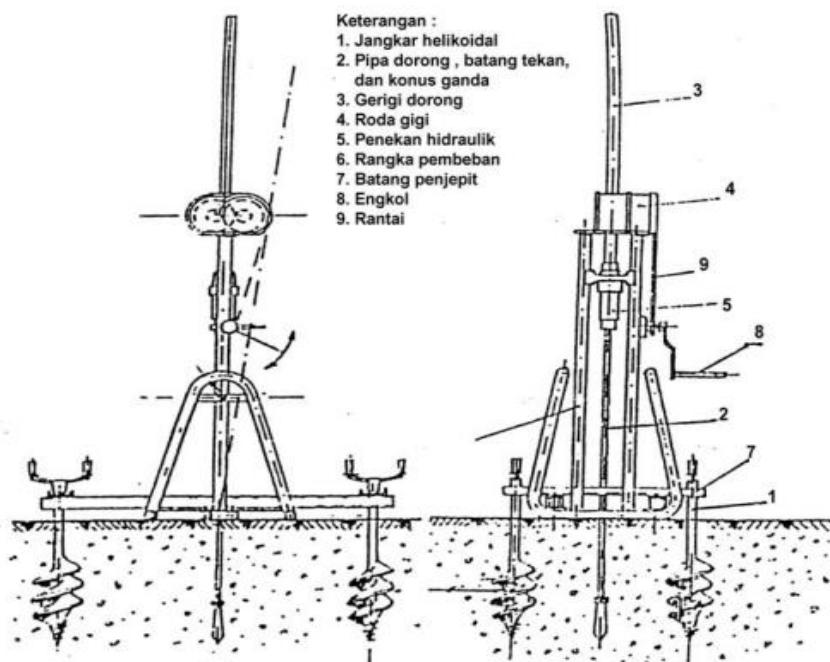
- a. Batang dalam terbuat dari bahan baja dan terletak di dalam pipa dorong;
- b. Batang-batang dalam harus mempunyai diameter luar yang konstan;
- c. Panjang batang-batang dalam sama dengan panjang pipa-pipa dorong dengan
- d. perbedaan kira-kira 0,1 mm;
- e. Batang dalam mempunyai penampang melintang yang dapat menyalurkan
- f. perlawan konus tanpa mengalami tekuk atau kerusakan lain;
- g. Jarak ruangan antara batang dalam dan pipa dorong harus berkisar antara 0,5 mm dan 1,0 mm;

- h. Pipa dorong dan batang dalam harus dilumasi dengan minyak pelumas untuk mencegah korosi;
- i. Pipa dorong dan batang dalam harus bersih dari butiran-butiran untuk mencegah
- j. gesekan antara batang dalam dan pipa dorong.

#### 4. Mesin Pembeban Hidraulik

Mesin pembeban yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (lihat Gambar 3)

- a) Rangka mesin pembeban harus dijepit oleh 2 buah batang penjepit yang diletakkan pada masing-masing jangkar helikoidal agar tidak bergerak pada waktu pengujian;
- b) Rangka mesin pembeban berfungsi sebagai dudukan sistem penekan hidraulik yang dapat digerakkan naik/turun;



Gambar 32. Rangkaian Alat Penetrasi Konus ( Sondir Belanda)  
Sumber: SNI 2827:2008

- c) Sistem penekan hidraulik terdiri atas engkol pemutar, rantai, roda gigi, gerigi dorong dan penekan hidraulik yang berfungsi untuk mendorong/menarik batang dalam dan pipa dorong;
- d) Pada penekan hidraulik terpasang 2 buah manometer yang digunakan untuk membaca tekanan hidraulik yang terjadi pada waktu penekanan batang dalam, pipa dorong dan konus (tunggal atau ganda). Untuk pembacaan tekanan rendah disarankan menggunakan manometer berkapasitas 0 Mpa s.d 2 Mpa ( $1\text{Mpa}=10.1972\text{ Kg/cm}^2$ ) dengan ketelitian 0,05 Mpa. Untuk pembacaan tekanan menengah digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 5 MPa dengan ketelitian 0,05 MPa, dan untuk pembacaan tekanan tinggi digunakan manometer berkapasitas 0 MPa s.d 25 MPa dengan ketelitian 0,1 MPa.

## 5. Pengujian

- a) Batasan peralatan dan perlengkapan

Persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1) Ketelitian peralatan ukur dengan koreksi sekitar 5 %;

2) Deviasi standar pada alat penetrasi secara mekanik:

(a) untuk perlawanan konus (qc) adalah 10 %;

(b) untuk perlawanan geser (fs) adalah 20 %;

3) Alat ukur harus dapat mengukur perlawanan penetrasi di permukaan dengan dilengkapi alat yang sesuai, seperti mesin pembeban hidraulik;

4) Alat perlengkapan mesin pembeban harus mempunyai kekakuan yang memadai, dan diletakkan di atas dudukan yang kokoh serta tidak berubah arah pada waktu pengujian;

- 5) Pada alat sondir ringan (< 200 kg) biasanya tidak dapat tembus untuk 2 m s.d 3 m sehingga datanya tidak bermanfaat;
- 6) Pada alat sondir berat (> 200 kg) digunakan sistem angker; namun di daerah tanah lunak tidak dapat digunakan kecuali dengan pemberian beban menggunakan karung-karung pasir.

## 6. Cara pengujian

### a) Persiapan pengujian

Lakukan persiapan pengujian sondir di lapangan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Siapkan lubang untuk penusukan konus pertama kalinya, biasanya digali dengan linggis sedalam sekitar 5 cm;
- 2) Masukkan 4 buah angker ke dalam tanah pada kedudukan yang tepat sesuai dengan letak rangka pembeban;
- 3) Setel rangka pembeban, sehingga kedudukan rangka berdiri vertikal;
- 4) Pasang manometer 0 MPa s.d 2 MPa dan manometer 0 MPa s.d 5 MPa untuk penyondiran tanah lembek, atau pasang manometer 0 MPa s.d 5 MPa dan manometer 0 MPa s.d 25 MPa untuk penyondiran tanah keras;
- 5) Periksa sistem hidraulik dengan menekan piston hidraulik menggunakan kunci piston, dan jika kurang tambahkan oli serta cegah terjadinya gelembung udara dalam sistem;
- 6) Tempatkan rangka pembeban, sehingga penekan hidraulik berada tepat di atasnya;
- 7) Pasang balok-balok penjepit pada jangkar dan kencangkan dengan memutar baut pengecang, sehingga rangka pembeban berdiri kokoh dan terikat kuat pada permukaan tanah. Apabila tetap bergerak pada waktu pengujian, tambahkan beban mati di atas balok-balok penjepit;
- 8) Sambung konus ganda dengan batang dalam dan pipa dorong serta kepala pipa

dorong; dalam kedudukan ini batang dalam selalu menonjol keluar sekitar 8 cm di atas kepala pipa dorong. Jika ternyata kurang panjang, bisa ditambah dengan potongan besi berdiameter sama dengan batang dalam.

## 7. Prosedur Pengujian

### a) Pengujian penetrasi konus

Lakukan pengujian penetrasi konus ganda dengan langkah-langkah sebagai berikut:

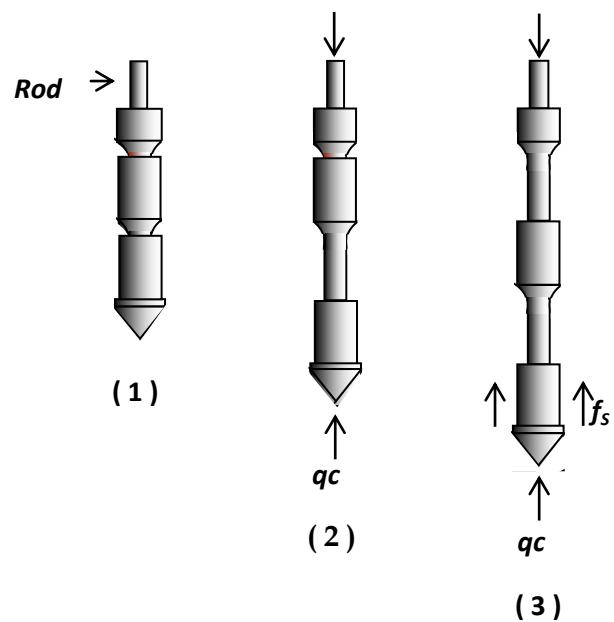
- 1) Tegakkan batang dalam dan pipa dorong di bawah penekan hidraulik pada kedudukan yang tepat;
- 2) Dorong/tarik kunci pengatur pada kedudukan siap tekan, sehingga penekan hidraulik hanya akan menekan pipa dorong;
- 3) Putar engkol searah jarum jam, sehingga gigi penekan dan penekan hidraulik bergerak turun dan menekan pipa luar sampai mencapai kedalaman 20 cm sesuai interval pengujian;
- 4) Pada tiap interval 20 cm lakukan penekanan batang dalam dengan menarik kunci pengatur, sehingga penekan hidraulik hanya menekan batang dalam saja (kedudukan 1, lihat Gambar 4);
- 5) Putar engkol searah jarum jam dan jaga agar kecepatan penetrasi konus berkisar antara 10 mm/s sampai 20 mm/s  $\pm$  5. Selama penekanan batang pipa dorong tidak boleh ikut turun, karena akan mengacaukan pembacaan data.

## 8. Pembacaan Hasil Pengujian

Lakukan pembacaan hasil pengujian penetrasi konus sebagai berikut:

- a) Baca nilai perlawanan konus ( $q_c$ ) pada penekan batang dalam sedalam kira-kira 4 cm pertama (kedudukan 2, lihat Gambar 4) dan catat hasilnya pada formulir (Lampiran 1) pada kolom  $qc$

- b) Baca jumlah nilai perlawanan geser dan nilai perlawanan konus pada penekan batang sedalam kira-kira 4 cm yang kedua (kedudukan 3, lihat Gambar 4) dan catat hasilnya pada formulir (Lampiran 1) pada kolom JP.



Gambar : 33 Kedudukan Konus Saat Penekanan

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang yang didasarkan kepada hasil/data sondir, dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan rumus berikut :

$$Q_{all} = \frac{qc \times ap}{3} + \frac{JHP \times kel}{5}$$

dimana :

$Q_{all}$  = daya dukung izin tiang.

$q_c$  = tahanan ujung sondir, yang dalam hal ini diambil harga rata-rata untuk jarak 8D diatas ujung tiang dan 4 D dibawah ujung tiang (lihat gambar 5)

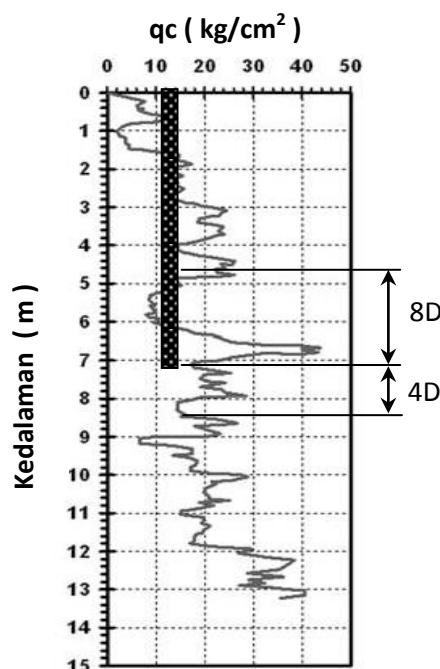
$A_p$  = luas penampang tiang

JHP = jumlah hambatan pelekat

Kel = keliling tiang

3 = angka keamanan untuk daya dukung ujung

5 = angka keamanan untuk gesekan pada selimut tiang.



Gambar 34 Grafik Hasil Sondir  
Dimodifikasi dari : NCHRP,2007

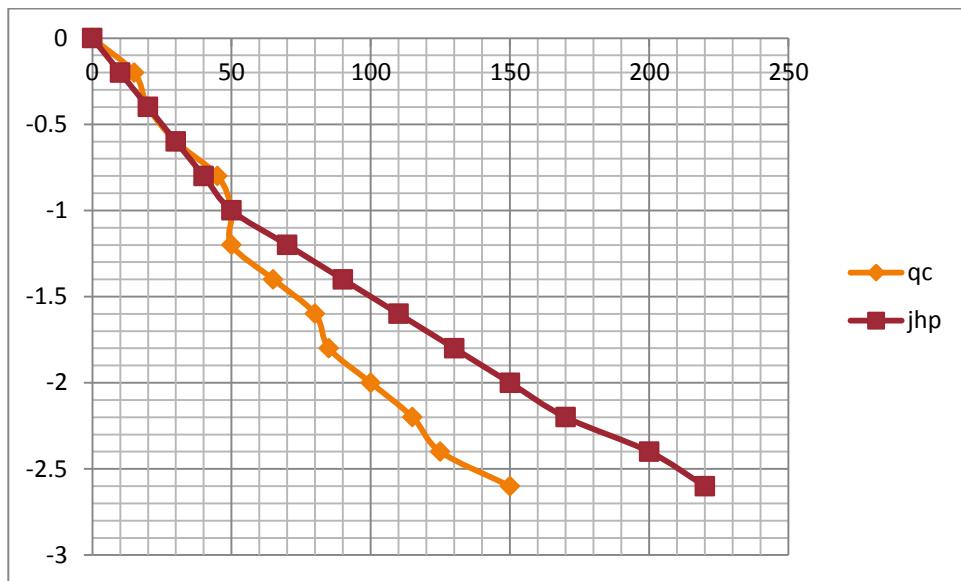
### C. Cara Membuat Grafik Hasil Pengujian Sondir

Setelah melakukan penyondiran, maka data yang diperoleh harus digambarkan grafiknya, sebagai contoh berikut diberikan contoh data hasil penyondiran.

Kedalaman (m)	Perlwanan konus( $q_c$ ) ( $\text{kg/m}^2$ )	Jumlah Perlwanan (JP) ( $\text{kg/m}^2$ )	Perlwanan Geser (PG) ( $\text{kg/m}^2$ ) (3-2)	Hambatan Pelekat(HP) ( $\text{kg/m}^2$ ) (4) (20/10)	Jumlah Hambatan Pelekat (JHP) ( $\text{kg/m}^2$ ) $\Sigma$ (5)	Hambatan Setempat (HS) ( $\text{kg/m}^2$ ) (4)/10
1	2	3	4	5	6	7
0.00	0	0	0	0	0	0,0
0.20	15	20	5	10	10	0,5
0.40	20	25	5	10	20	0,5
0.60	30	35	5	10	30	0,5
0.80	45	50	5	10	40	0,5
1.00	50	55	5	10	50	0,5
1.20	50	60	10	20	70	1,0
1.40	65	75	10	20	90	1,0
1.60	80	90	10	20	110	1,0
1.80	85	95	10	20	130	1,0
2.00	100	110	10	20	150	1,0
2.20	115	125	10	20	170	1,0
2.40	125	140	15	30	200	1,5
2.60	150	160	10	20	220	1,0

Penggambaran dapat dilakukan dengan program excel, dengan langkah seperti berikut.

1. Agar grafik tidak terbalik, ukuran kedalaman dibuat bertanda minus
2. Blok nilai  $q_c$  dan kedalaman
3. Tekan insert, pilih scatter. Lalu pilih salah satu bentuk grafik yang ada di scatter  
(saudara akan memperoleh grafik  $q_c$  vs kedalaman)
4. Ambil select data, lalu tekan add
5. Ambil select range untuk series X value, kemudian sorot atau blok nilai JHP
6. Kembali ke select range. Ambil Y value, kemudian sorot atau blok nilai kedalaman  
(saudara akan memperoleh grafik JHP)



Gambar 35 Grafik Hasil Sondir

#### D. Menghitung Daya Dukung Tanah

Untuk menghitung daya dukung tanah, dapat dilakukan seperti contoh berikut.

Contoh

Hitung  $Q_{all}$  dari sebuah tiang pancang beton ukuran

40 x 40 cm, jika data sondir dari tanah adalah sebagai berikut:

Tabel 23. Hasil Penyondiran.

(1) Keda- laman (m)	(2) qc	(3) J P	(4) PG (3)-(2)	(5) H P (4) (20/10)	(6) JHP $\Sigma$ (5)	(7) HS (4)/10
00						
20						
40	17	30	13	26	26	1.3
60	20	36	16	32	58	1.6

80	25	38	13	26	84	1.3
1.00	35	42	17	34	118	1.7
5.00	25	36	11	22	574	1.1
20	30	42	12	24	598	1.2
40	35	45	10	20	618	0.1
60	45	57	12	24	642	1.2
80	20	36	16	32	674	1.6
6.00	25	38	13	26	700	1.3
20	30	41	11	22	722	1.1
40	35	52	17	34	756	1.7
60	25	40	15	30	786	1.5
80	30	43	13	26	812	1.3
7.00	40	56	16	32	844	1.6
20	50	67	17	34	878	1.7
40	70	82	12	24	902	1.2
60	80	92	12	24	926	1.2
80	100	114	14	28	954	1.4
8.00	115	128	13	26	980	1.3
20	120	138	18	38	1018	1.8
40	<b>135</b>	150	15	30	1048	1.5
60	120	134	14	28	1076	1.4
80	110	118	18	36	1112	1.8
9.00	100	112	12	24	1136	1.2
20	90	103	13	26	1162	1.3

40	95	117	12	24	1186	1.2
60	100	112	12	24	1210	1.2
80	110	124	14	28	1238	1.4
10.00	115	129	14	28	<b>1266</b>	1.4
20	120	131	11	22	1288	1.1

Keterangan : JP = Jumlah Perlawanian (Kg / m<sup>2</sup>)

PG = Perlawanian Gesek (Kg / m<sup>2</sup>)

HP = Habatan Pelekat (Kg / m)

JHP = Jumlah Hambatan Pelekat (Kg / m)

HS = Hambatan Setempat (Kg / m)

Jawab :

$$Q_{all} = \frac{q_{cxap}}{3} + \frac{JHPxkel}{5}$$

Pada umumnya, ujung tiang di letakkan pada lapisan/daerah dengan nilai  $q_c$  tertinggi. Dari data terlihat bahwa nilai tertinggi berada pada kedalaman 8.40 m.

Dengan meletakkan ujung tiang pada kedalaman tersebut, maka harga  $q_{c1}$  yang merupakan harga rata-rata  $q_c$  sejauh 8D di atas ujung tiang, dan  $q_{c2}$  yang merupakan harga rata-rata  $q_c$  pada jarak 4 D di bawah ujung tiang, dapat dihitung.

$$q_{c1} = (30+35+45+20+25+30+35+25+30+40+50+50+70+80+100+115+120+135) / 17$$

$$= 57.94 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{c2} = (135+120+110+100+90+95+100+110+115) / 8$$

$$= 108.34 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Harga rata-rata } q_c = (57.94 \text{ kg/cm}^2 + 108.34 \text{ Kg/cm}^2) / 2$$

$$= 83.14 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_p = 40 \times 40 \text{ cm}^2$$

$$= 1600 \text{ cm}^2$$

$$JHP = 1288 \text{ Kg/cm}$$

$$Kell = 4 \times 40 \text{ cm}$$

$$= 160 \text{ cm, maka}$$

$$Q_{all} = \frac{(83.14)(1600)}{3} + \frac{(1266)(160)}{5}$$

$$= 84.85 \text{ ton}$$

#### Daftar Pustaka

Pradoto, S. (1996). Peranan Tes Langsung Di Lapangan Dalam Menentukan Sifat-sifat Tanah. Banjarmasin: Unlam

NCHRP. (2007). *Cone Penetration Testing*. Georgia: Georgia Institute of Technology

SNI 2827: 2008. Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir

Lampiran 1.

PROYEK :  
 LOKASI :  
 TGL PENGUJIAN :  
 DIKERJAKAN OLEH :  
 NO.Titik :  
 :

(1) Keda laman (m)	(2) <i>qc</i>	(3) J P	(4) PG (3)-(2)	(5) H P (4) (20/10)	(6) JHP $\Sigma$ (5)	(7) HS (4)/10
00						
20						
40						
60						
80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.60						
1.80						
2.00						
2.20						
2.40						
2.60						
2.80						

3.00						
3.20						
3.40						
3.60						
3.80						
4.00						
4.20						
4.40						
4.60						
4.80						
5.00						
5.20						
5.40						
5.60						
5.80						
6.00						
6.20						
6.40						
6.60						
6.80						
7.00						

Catatan: Kedalaman pengujian dapat lebih dari 7 meter

JP = Jumlah Perlawan ( Kg / m<sup>2</sup> )

PG = Perlawan Gesek (Kg / m<sup>2</sup> )

HP = Habatan Pelekat ( Kg / m<sup>2</sup> )

JHP = Jumlah Hambatan Pelekatan ( Kg / m<sup>2</sup> )

HS = Hambatan Setempat ( Kg / m )

## EVALUASI

1. Dalam matrik berikut ini ada 20 data kuat tekan beton, rencana awal kuat tekan yang diminta adalah 225 kg/cm<sup>2</sup>.

No.	Luas bid. Desak (cm <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Beban maks (kg)				$\sigma_b$ 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )
			7	14	21	28	
1	225	6.5	28500				
2	225	8.0	29500				
3	225	7.0	27500				
4	225	7.5	28000				
5	225	7.0	27000				
6	225	6.5	29000				
7	225	8.0	26500				
8	225	8.0		40000			
9	225	7.6		42500			
10	225	7.5		43000			
11	225	7.5		41000			
12	225	7.0		42000			
13	225	7.0		40500			
14	225	6.7		41500			
15	225	7.6			64500		
16	225	8.0			65000		
17	225	7.8			64000		
18	225	7.8			65500		
19	225	7.6			63000		
20	225	7.5			63500		
21	225	8.0			66000		
							$\sigma_{bm} = \dots$

Hitung :

1. Standar Deviasi (SD)
2. Tegangan beton rata-rata ( $\sigma_{bm}$ )
3. Tegangan tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}$ )
4. Simpulkan hasil perhitungan saudara dengan kuat tekan rencana.

2. Kuat tekan beton PT. AGRA SAMUDRA dalam bentuk kubus ukuran sisi 15 cm dan ukuran silinder  $\varnothing$  15x30 cm, Kuat Tekan Rencana 275 Kg/Cm<sup>2</sup>

Pada umur :

<b>3 hari</b>	<b>7 hari</b>	<b>14 hari</b>	<b>21 hari</b>
29 ton	38 ton	54 ton	80 ton
26 ton	35 ton	52 ton	75 ton
27 ton	36 ton	55 ton	79 ton
27 ton	36 ton	56 ton	77 ton
28 ton	39 ton	56 ton	78 ton

selanjutnya silakan saudara hitung kuat tekan karakteristik yang diperoleh pada umur 28 hari.

Hitung :

1. Standar Deviasi (SD)
  2. Tegangan beton rata-rata ( $\bar{\sigma}_{bm}$ )
  3. Tegangan tekan karakteristik ( $\sigma_{bk}$ )
  4. Simpulkan hasil perhitungan saudara dengan kuat tekan rencana
3. Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas.
4. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan memeriksa CBR tanah di laboratorium. Kemudian presentasikan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas)

## DAFTAR PUSTAKA

*Amrinsyah Nasution (1993), Perencanaan Adukan Beton. HEDS/JICA  
FT. Unand Padang.*

*Adam, E.C.(1980), Science in Building. London Melbourne*

*Badan Standardisasi Nasional (2004), Semen Portland Putih, SNI  
15-0129. Jakarta*

*Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan,(1971), Peraturan Beton  
Bertulang Indonesia. Bandung*

*Departemen Pekerjaan umum,(1971).Peraturan Beton Bertulang  
Indonesia,Jakarta*

*Everett,Alan ARIBA (1978), Materials. BT. Batspord Limited London*

*Ghaly, A. and L. Almstead,(1997). Concrete Mix Design - Weight  
Method, SI Units Concrete. ghalya@union.edu*

*Iskandar G. Rani (1995), Pengetahuan Bahan Bangunan II, MRC FPTK  
IKIP Padang.*

*Murdock,L.J.,KM. Brook (1986),Bahan dan Praktek Beton. Erlangga  
Jakarta*

*Neville, AM, J.J. Brooks (1993), Concrete Technology. Singapore*

*NCHRP. (2007). Cone Penetration Testing. Georgia: Georgia Institute of  
Technology*

*Pradoto, S. (1996). Peranan Tes Langsung Di Lapangan Dalam  
Menentukan Sifat-sifat Tanah. Banjarmasin: Unlam*

*SNI 2827: 2008. Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir*

- Soemadi, R (1972), Pelaksanaan pekerjaan Beton Bertulang. Bandung*
- Teychene, DC (1973), The mix Design Process. London*
- Yayasan LPMB (1982), Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia. Bandung.*
- Yayasan MBT Utama (1991), Petunjuk Praktikum. Padalarang Bandung.*
- Zall Dal, Ralphg James (1970), Simplified Concrete Masonry Planning and Building. New Yor*