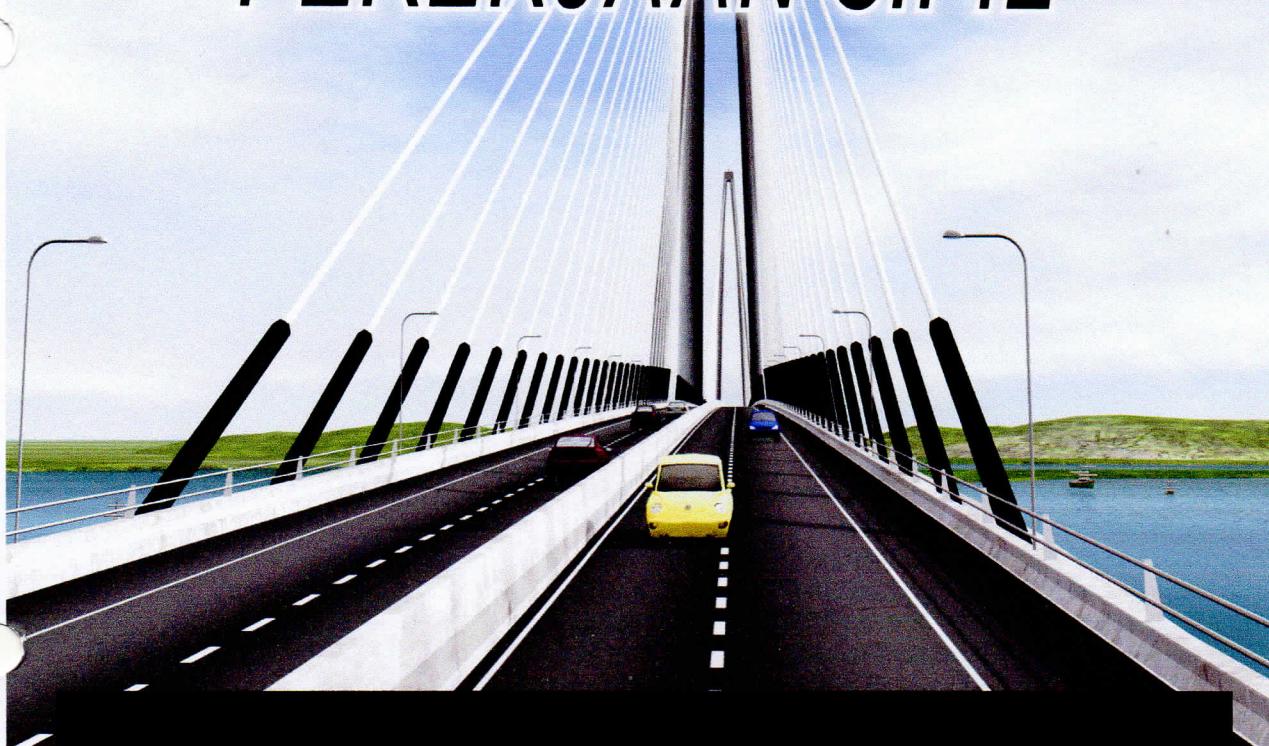


BIMBINGAN TEKNIS QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL



Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

PUSAT PELATIHAN MBT



- ☒ Setrasari Mall C3 No. 81 Bandung 40164
Telp. (022) 2016466 Fax. (022) 2018851
E-mail:mbt@melsa.net.id <http://www.mbt-kons.co.id>
- ☒ Agnesia Building 3rd Floor Jl. Pemuda 73B Rawamangun - Jakarta Timur 13220 Telp/Facs. (021) 47881992 email:mbtkonsultan@centrin.net.id



PUSAT PELATIHAN MBT

SERTIFIKAT

No.030/SERT/INS/MBT/BDG/XI/2020

Sertifikat ini diberikan kepada :

Ir. Priyanto Saelan, MT

yang telah berpartisipasi sebagai :

INSTRUKTUR

pada Pelatihan :

**BIMBINGAN TEKNIS QUALITY CONTROL
PEKERJAAN SIPIL**

yang diselenggarakan oleh Pusat Pelatihan MBT

Pada tanggal, 28 Februari - 06 Maret 2020



Dr. Ir. Hindra Mulya, MM.
Direktur Utama

LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



PELATIHAN BIMBINGAN TEKNIK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

PUSAT PELATIHAN MBT

Ketua Tim :

Ir. Priyanto Saelan, M.T

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pelatihan Bimbingan Teknik Quality Control Pekerjaan Sipil
Ketua Tim Pengusul

Nama : Ir. Priyanto Saelan
NIP : 119900201
Jabatan/Golongan : Lektor / III D
Jurusan/Fakultas : Teknik Sipil / Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Bidang Keahlian : Rekayasa Struktur
Alamat Kantor : Jl. PHH Mustafa No. 23 Bandung
Alamat Rumah : Jl. Muararajeun No. 13 Bandung

Lokasi Kegiatan

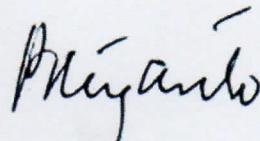
Wilayah Mitra : Propinsi Jawa Barat
Desa/Kecamatan : Sukawarna/Sukajadi
Kota/Kabupaten : Kota Bandung
Provinsi : Jawa Barat
Jarak PT ke Mitra : 6 km
Luaran : -
Waktu Pelaksanaan : 28 – 6 Maret 2020
Total Biaya : Rp 4.750.000

Bandung, 11 Nopember 2020

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

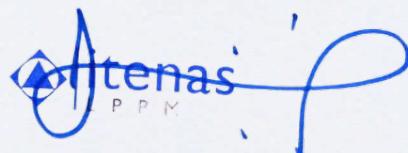
(Dr. Soni Darmawan, ST., MT)

Ketua Tim Pengusul



(Ir. Priyanto Saelan MT)

Disahkan Oleh
Ketua LP2M,



Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
NIP: 20010601

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari – 06 Maret 2020

Jum'at, 28 februari 2020

08.00 – 08.30	Registrasi dan Pembukaan	Panitia
08.30 – 09.00	Rehat Kopi	
09.00 – 12.00	Karakteristik Material Penyusun Beton	Priyanto Saelan, MT
12.00 – 13.00	Istirahat dan Makan Siang	
13.00 – 15.00	Gradasi dan Penggabungan Agregat	Priyanto Saelan, MT

Sabtu, 29 Februari 2020

08.00 – 10.00	Rancangan Campuran Beton	Priyanto Saelan, MT
10.00 – 10.30	Rehat Kopi	
10.30 – 12.00	Ready Mix Concrete	Priyanto Saelan, MT
12.00 – 13.00	Istirahat & Makan Siang	
13.00 – 15.00	Pengendalian Mutu pekerjaan Beton	Priyanto Saelan, MT

Senin, 02 Naret 2020

08.00 – 10.00	Karakteristik Material Penyusun Aspal	Tonton Aristono
10.00 – 10.30	Rehat Kopi	
10.30 – 12.00	- Gradasi dan Penggabungan Agregat - Rancangan Campuran (Job Mix Formula)	Tonton Aristono
12.00 – 13.00	Istirahat dan Makan Siang	
13.00 – 16.00	- AMP dan Kalibrasi - QC Pada saat Penghamparan, Pemadatan dan Finishing	Tonton Aristono

Selasa, 03 Maret 2020

08.00 – 15.00	Praktek Laboratorium Beton : - Praktek pengujian Agregat, Penggabungan dan Pencampuran Beton	Laboratorium Beton Itenas
---------------	---	---------------------------

Rabu, 04 Maret 2020

08.00 – 15.00	Praktek Laboratorium Beton : - Pengujian Beton Keras, Evaluasi Mutu Beton	Laboratorium Beton Itenas
---------------	--	---------------------------

Kamis, 05 Maret 2020

08.00 – 15.00	Praktek Laboratorium Aspal : - Pengujian Agregat, Penggabungan dan Pencampuran Aspal	Laboratorium Aspal Itenas
---------------	---	---------------------------

Jum'at, 06 Maret 2020

08.00 – 15.00	Praktek Laboratorium Aspal : - Pengujian Marshall, Ekstraksi dan Core Drill Penutupan dan Pembagian Sertifikat	Laboratorium Aspal Itenas
---------------	--	---------------------------

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

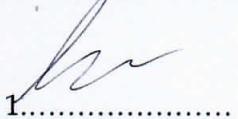
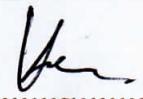
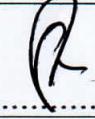
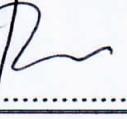
DAFTAR PESERTA PELATIHAN

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

Hari / tanggal : Jum,at, 28 Februari 2020
Waktu : 08.00 - 15.00 WIB
Materi : **Registrasi dan Pembukaan Pelatihan**
- Karakteristik Material Penyusun Beton
- Gradiasi Agregat Dan Penggabungan Agregat

Instruktur : Priyanto Saelan, Ir., MT

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	1..... 
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	2..... 
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	3..... 
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	4..... 
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	5..... 
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	6..... 

Instruktur,

(Priyanto Saelan, Ir., MT)

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

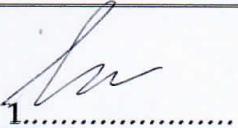
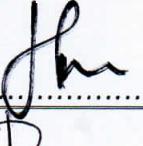
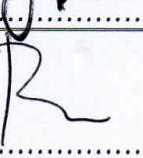
DAFTAR PESERTA PELATIHAN

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

Hari / tanggal : Sabtu, 29 februari 2020
Waktu : 08.00 - 15.00 WIB
Materi :
- Rancangan Campuran
- Ready Mix Concrete
- Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton

Instruktur : Priyanto Saelan, Ir., MT

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	1..... 
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	2..... 
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	3..... 
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	4..... 
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	5..... 
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	6..... 

Instruktur,

(Priyanto Saelan, Ir., MT)

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

DAFTAR PESERTA PELATIHAN

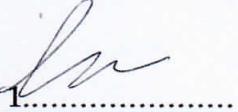
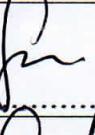
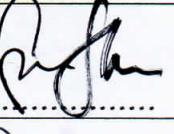
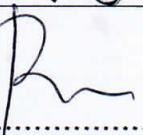
BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

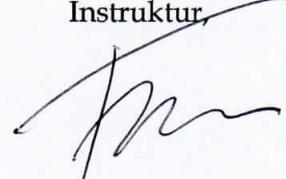
Hari / tanggal : Senin, 02 Maret 2020
Waktu : 08.00 – 15.00 WIB
Materi :

- Karakteristik Material Penyusun Aspal
- Gradasi Agregat Dan Penggabungan Agregat
- Rancangan Campuran (Job Mix Formula)
- AMP dan Kalibrasi
- Quality Control saat Penghamparan, Pemadatan dan Finishing

Instruktur : Tonton Aristono

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 1.....
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 2.....
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 3.....
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 4.....
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 5.....
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	 6.....

Instruktur,



(Tonton Aristono)

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

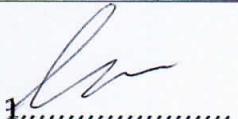
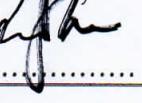
DAFTAR PESERTA PELATIHAN

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

Hari / tanggal : Selasa, 03 Maret 2020
Waktu : 08.00 - 15.00 WIB
Materi :
- Praktek Laboratorium :
- Pengujian Agregat
- Penggabungan dan Pencampuran Beton

Instruktur : Laboratorium Beton

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	

Instruktur,

(Laboratorium Beton)

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

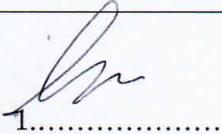
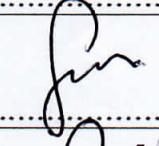
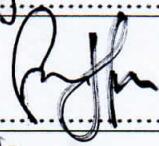
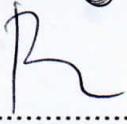
DAFTAR PESERTA PELATIHAN

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

Hari / tanggal : Rabu, 04 Maret 2020
Waktu : 08.00 - 15.00 WIB
Materi :
- Praktek Laboratorium :
- Pengujian Beton Keras
- Evaluasi Mutu Beton

Instruktur : Laboratorium Beton

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	1..... 
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	2..... 
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	3..... 
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	4..... 
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	5..... 
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	6..... 

Instruktur,

(Laboratorium Beton)

PUSAT PELATIHAN MBT

TRAINING PROVIDER SINCE 1987

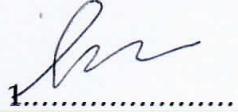
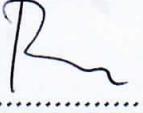
DAFTAR PESERTA PELATIHAN

BIMTEK QUALITY CONTROL PEKERJAAN SIPIL

Bandung, 28 Februari - 06 Maret 2020

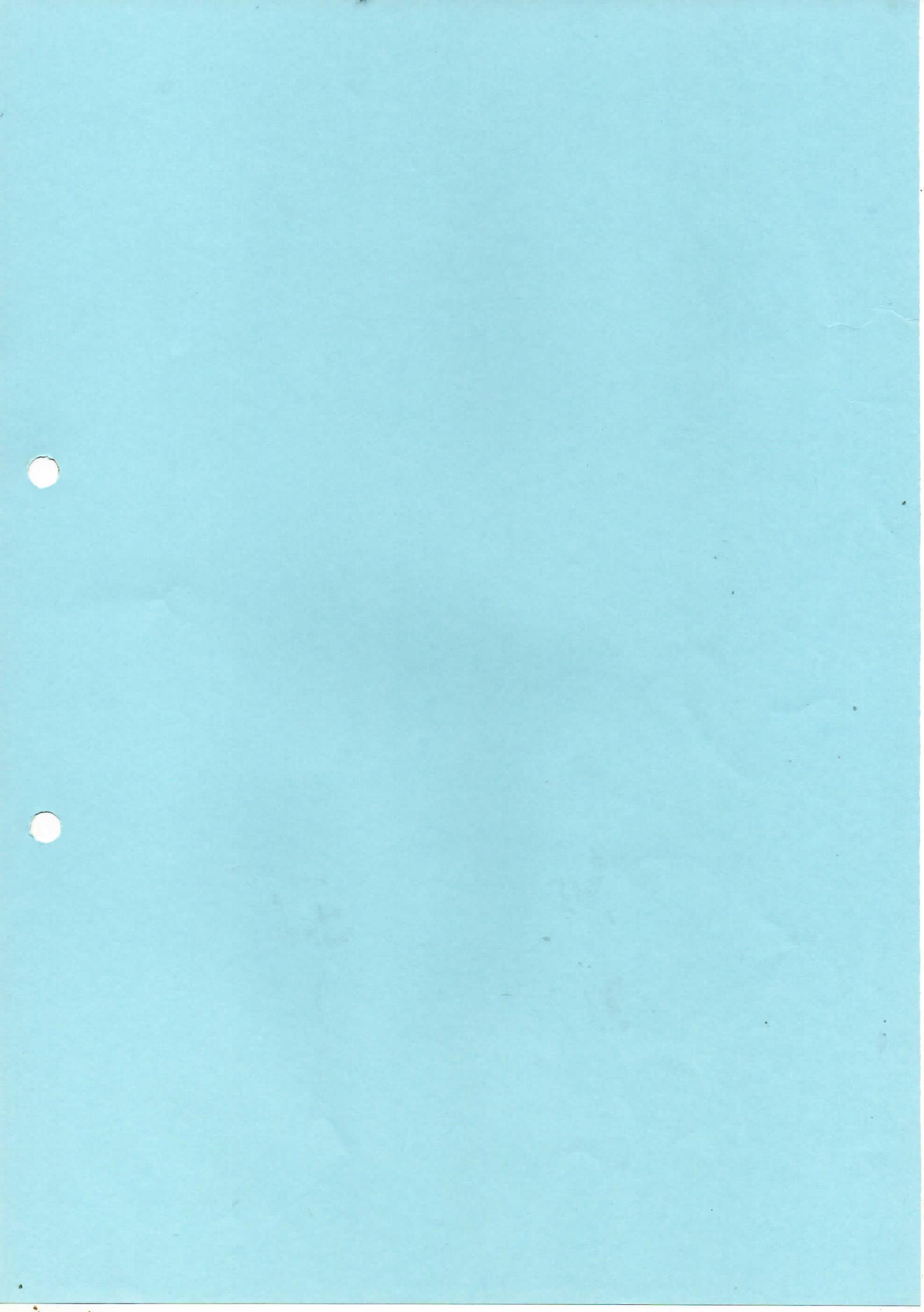
Hari / tanggal : Kamis, 05 Maret 2020
Waktu : 08.00 – 15.00 WIB
Materi :
- Praktek Laboratorium Aspal :
- Pengujian Agregat
- Penggabungan dan Pencampuran Aspal

Instruktur : Laboratorium Aspal

NO.	NAMA	INSTANSI	TANDA TANGAN
1	FAHMI RIZAB SYAMSUDIN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	1..... 
2	APRI NANANG SETIAWAN	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	2..... 
3	KEN PAWESTRI	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	3..... 
4	SUGIANTO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	4..... 
5	ARIS HARSONO	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	5..... 
6	RINA TRIASTUTIK	DINAS PUPR KABUPATEN TRENGGALEK	6..... 

Instruktur,

(Laboratorium Aspal)

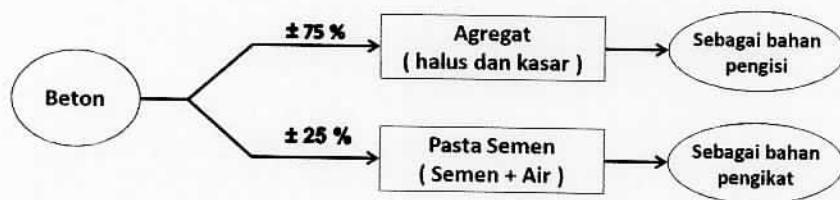


GRADASI AGREGAT DALAM CAMPURAN BETON

AGREGAT (BAHAN BUTIRAN)

Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam

Pada beton, agregat mengisi $\pm 60\% - 75\%$ massa beton.



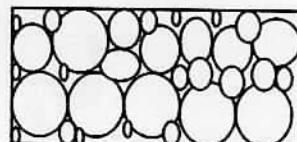
Susunan Agregat Dalam Campuran Beton

Agregat dalam campuran beton sebagai bahan pengisi terdiri dari berbagai ukuran butiran yang akan menyusun volume/massa beton untuk mendapatkan kepadatan yang setinggi-tingginya

Susunan berbagai ukuran butiran agregat disebut Gradasi Agregat

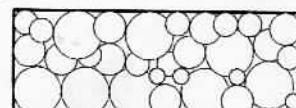
1. Gradasi kontinu (*well graded*)

Ukuran butiran terdistribusi kontinu dari paling kecil sampai paling besar.



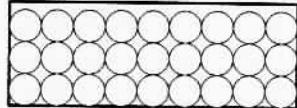
2. Gradasi diskontinu / bercelah (*gap graded*)

Ada suatu ukuran butiran yang hilang



2. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Ukuran butiran seragam (*uniform*)



MEKANISME PEMBENTUKAN KUAT TEKAN BETON



MEKANISME PEMBENTUKAN PLASTISITAS ADUKAN BETON



**Pengaruh Ukuran Maksimum Butiran Terhadap
Kebutuhan Air Untuk Mencapai Plastisitas Adukan
Beton Sesuai SNI**

Jumlah Air (kg/m³ beton) Yang Diperlukan Dalam Campuran Beton

Ukuran Agr. Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecahkan (agr. Halus)	150	180	205	225
	Batu pecah (agr. Kasar)	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan (agr. Halus)	135	160	180	195
	Batu pecah (agr. Kasar)	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan (agr. Halus)	115	140	160	175
	Batu pecah (agr. Kasar)	155	175	190	205

Cara Menginformasikan Gradasi Pasir

- Gradasi pasir dapat diketahui dari percobaan Analisa Ayakan
- Hasil analisa ayakan diinformasikan /dinyatakan dalam bentuk grafik dan dalam suatu angka yang dinamakan Modulus Kehalusan (fineness modulus, FM)

Jumlah % kumulatif tertahan ayakan

$$FM = \frac{\text{Jumlah \% kumulatif tertahan ayakan}}{100}$$

Contoh FM = 2,254

Contoh Hasil Analisis Ayakan

Berat Contoh Pasir 1000 gram

No	Ukuran Ayakan	Berat tertinggal (gram)	Berat kumulatif tertinggal (gram)	% kumulatif tertinggal (%)	% lewat ayakan (%)	Batas atas (%)	Batas bawah (%)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(f)	(f)
1	9.5 mm	0	0	0	100	100	100
2	4.75 mm	20	20	2	98	100	95
3	2.36 mm	27	47	4.7	95.3	100	80
4	1.18 mm	58	105	10.5	89.5	85	50
5	0.6 mm	179	284	28.4	71.6	60	25
6	0.3 mm	529	813	81.3	18.7	30	10
7	0.15 mm	172	985	98.5	1.5	0	15
8	Pan	15	1000	100	0	0	0
9	Jumlah	1000		225.4			

7

Gradasi Agregat Halus Menurut BS dan SK.SNI T-15-1990-03

Kekasaran Pasir dikelompokkan menjadi 4 Zona

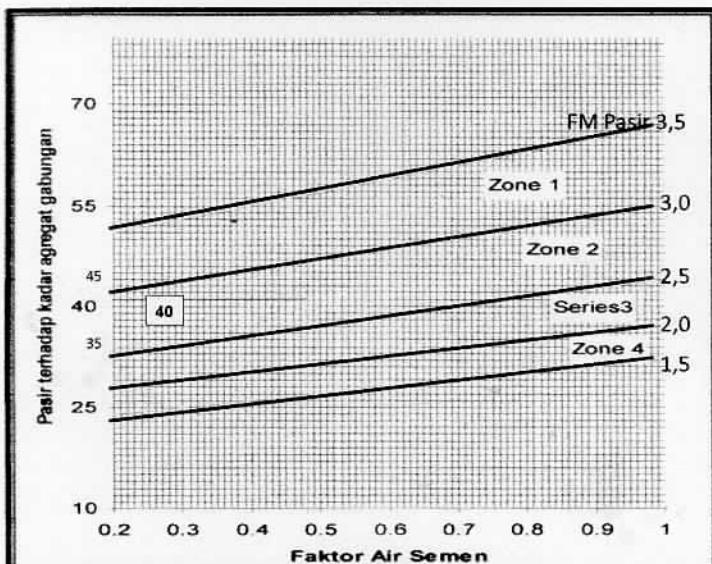
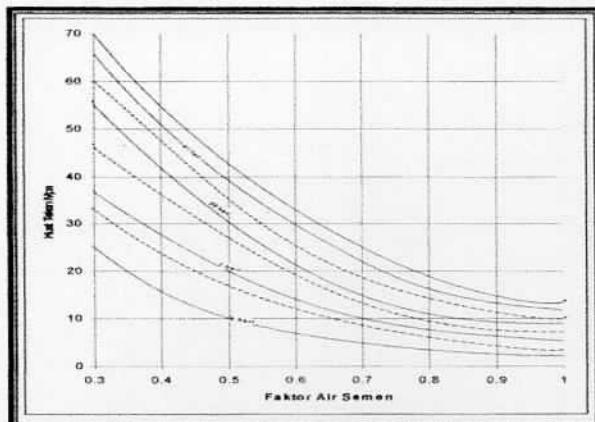
- Zone/Daerah 1 : Pasir Kasar (FM 3,00 – 3,50)
- Zone/Daerah 2 : Pasir Agak Kasar (FM 2,50 – 3,00)
- Zone/Daerah 3 : Pasir Agak Halus (FM 2,00 – 2,50)
- Zone/Daerah 4 : Pasir Halus (FM 1,50 – 2,00)

Gradasi Agregat Kasar Menurut BS dan SK.SNI T-15-1990-03

Ukuran Maksimum	Butiran 10 mm	Butiran 20 mm	Butiran 40 mm
10 mm	100 %	-	-
20 mm	33 %	67 %	
40 mm	18 %	27 %	55 %

Aplikasi Gradasi Agregat Dalam Mix Desin

Untuk memudahkan penyusunan teori perancangan campuran beton (*Mix Design*), Gradasi agregat merupakan parameter yang telah ditetapkan, sehingga kuat tekan beton hanya bergantung dari faktor air-semen



Grafik Persentase agregat halus untuk Slump 60 mm – 180 mm,
ukuran maksimum agregat 20 mm



KARAKTERISTIK MATERIAL PENYUSUN BETON

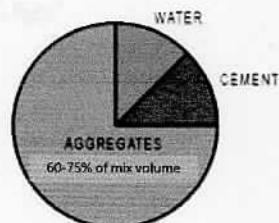
Kriteria Campuran Beton

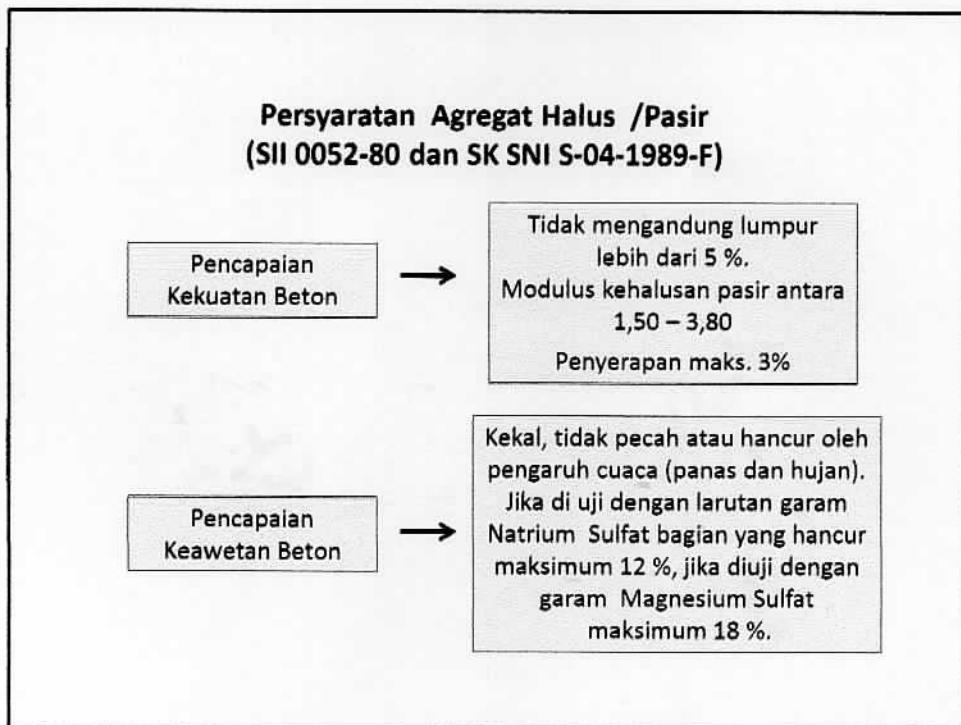
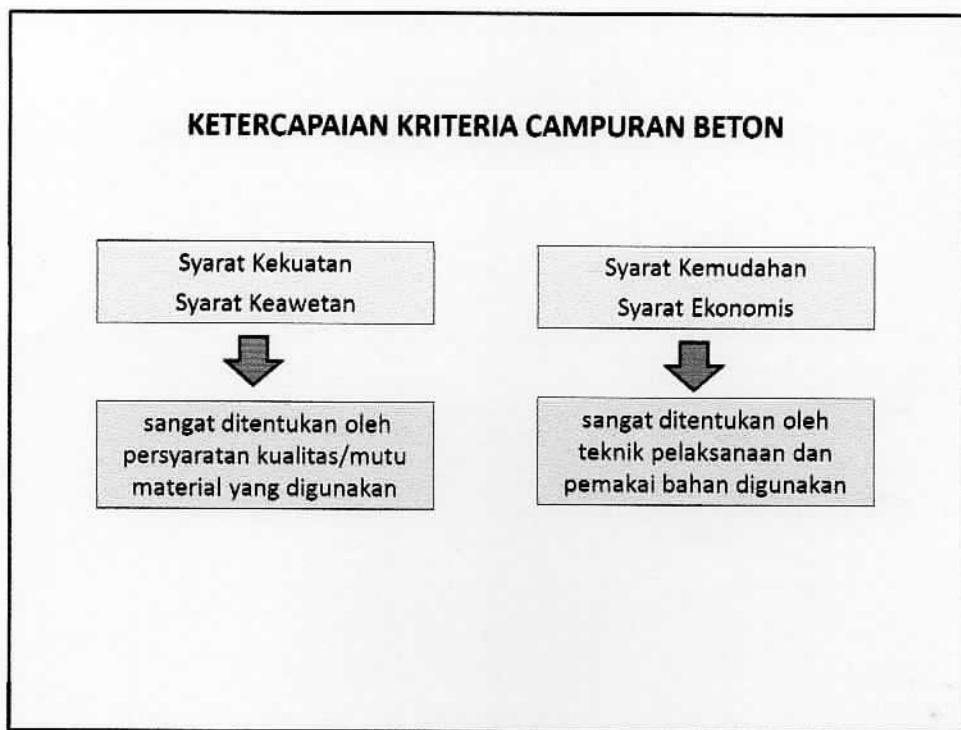
- **Memenuhi Syarat Kekuatan (Strength)**
Mencapai Kekuatan yang direncanakan pada umur 28 hari
- **Memenuhi Syarat Keawetan/Ketahanan (Durability)**
Beton yang dihasilkan harus tahan terhadap pengaruh-pengaruh luar yang dapat merusak beton itu sendiri
- **Memenuhi Syarat Kemudahan Pelaksanaan (Workability)**
Campuran beton harus mudah dibuat pada saat pengadukan, pengangkutan, pencetakan, dan pemasatan, tanpa mengurangi homogenitas beton
- **Memenuhi Syarat Ekonomis**
Biaya produksi membuat campuran beton tidak berlebihan

Material Pembentuk Beton

Beton adalah material struktur yang terbuat dari "campuran":

1. Semen
2. Agregat
3. Air
4. Bahan tambahan (apabila diperlukan)





Persyaratan Agregat Kasar
(SII 0052-80 , SK SNI S-04-1989-F, SNI 03-2847-2002)

Pencapaian
Kekuatan Beton

Butir-butirnya keras dan tidak berpori
Bila diuji dengan Los Angeles kehancuran
mencapai < 40 % untuk beton ≤ K-225
atau $f_c \leq 20$ Mpa, dan < 27 % untuk
beton > K-225 atau $f_c > 20$ MPa)

Tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %.
Butiran agregat yang pipih dan panjang
tidak boleh lebih dari 20 %
Penyerapan maksimum 3 %

Bentuk Agregat Kasar

Membulat

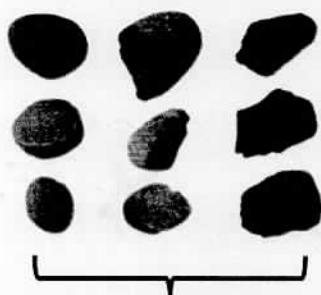
Tak
Beraturan

Bersudut

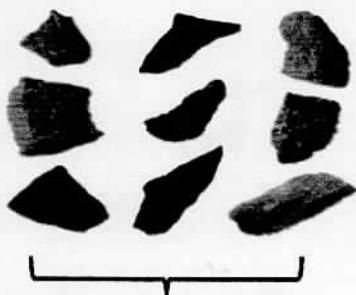
Pipih

Memanjang

Pipih dan
Memanjang



Bentuk yang baik untuk
membuat beton



Bentuk yang kurang baik
untuk membuat beton
(dibatasi maks. 20 %)

Persyaratan Agregat Kasar
(SII 0052-80 , SK SNI S-04-1989-F, SNI 03-2847-2002)

Pencapaian
Keawetan Beton



- Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- Tidak bereaksi terhadap alkali (reaksi agregat dengan NaOH, KOH, Ca(OH)_2 pada beton)

VISUALISASI REAKSI ALKALI AGREGAT



Syarat air menurut SK SNI 03-2847-2002

- Bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton,

- Air tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter karena dapat mengurangi daya lekat
- Air tidak mengandung garam lebih dari 15 gram /liter karena resiko terhadap korosi semakin besar.
- Air tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter karena bisa menyebabkan korosi pada tulangan.
- Air tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter karena dapat menurunkan mutu beton sehingga akan rapuh dan lemah.
- Air tidak mengandung minyak lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton sebesar 20 %.
- Air tidak mengandung gula lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton pada umur 28 hari.
- Air tidak mengandung bahan organik seperti rumput/lumut yang terkadang terbawa air Karena akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan rongga pada beton.

Sifat-Sifat Semen

Beberapa sifat fisik dan mekanis semen yang perlu diketahui adalah :

- Kehalusan semen
- Waktu ikat awal semen
- Waktu ikat akhir semen
- Berat jenis semen
- Kekuatan semen

Kehalusan Semen

Kehalusan merupakan parameter / besaran yang menggambarkan ukuran butiran semen.

Ukuran butiran semen dinyatakan dalam 2 cara yaitu :

1. Luas seluruh permukaan butiran dalam 1 kg semen. Besaran ini disebut "permukaan spesifik" (*specific surface*), dengan satuan m^2/kg . Cara mengukur permukaan spesifik adalah melalui percobaan dengan alat Blaine atau dengan alat turbidimeter.
2. Diameter butiran, yang dapat diukur dengan analisa saringan (*sieve analysis*), dengan menggunakan saringan no. 170 ASTM (ukuran 0,09 mm)

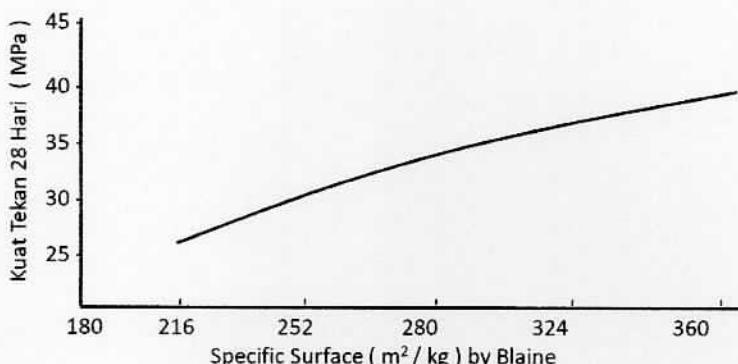
Persyaratan Kehalusan Semen

(Berdasarkan SNI 15-2049-2004)

Metode Pengujian	Tipe Semen Portland				
	I	II	III	IV	V
Blaine (m^2/kg), min	280	280	280	280	280
Sisa di atas ayakan 0,09 mm, % maks	10	10	10	10	10

Pengaruh Kehalusan Semen Terhadap Kecepatan Reaksi Hidrasi

1. Semakin kecil ukuran butiran (semakin halus), semakin besar luas permukaan total seluruh butiran (*specific surface* semakin besar), maka reaksi hidrasi semakin cepat.
2. Semakin cepat reaksi hidrasi, kekuatan semen akan makin tinggi



Gambar Pengaruh Kehalusan Semen Terhadap Kuat Tekan

Waktu Ikat Semen (*Setting Time*)

Pasta semen (campuran semen dan air) akan berubah keadaannya, dari bentuk pasta yang bersifat plastis lambat laun akan mengeras dan makin mengeras.

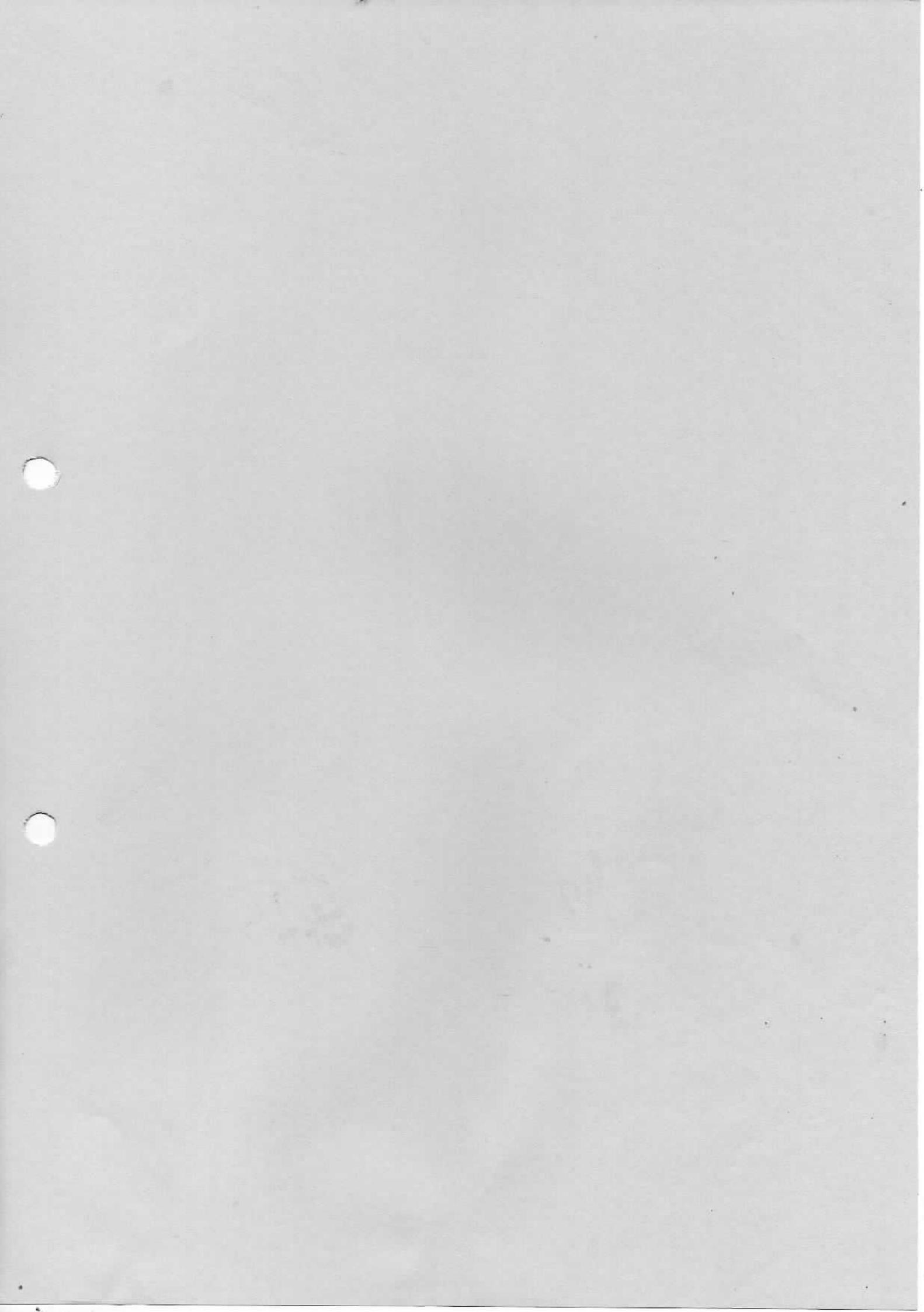
Waktu yang diperlukan dari keadaan pasta menjadi keras yang pertama dinamakan "waktu ikat"

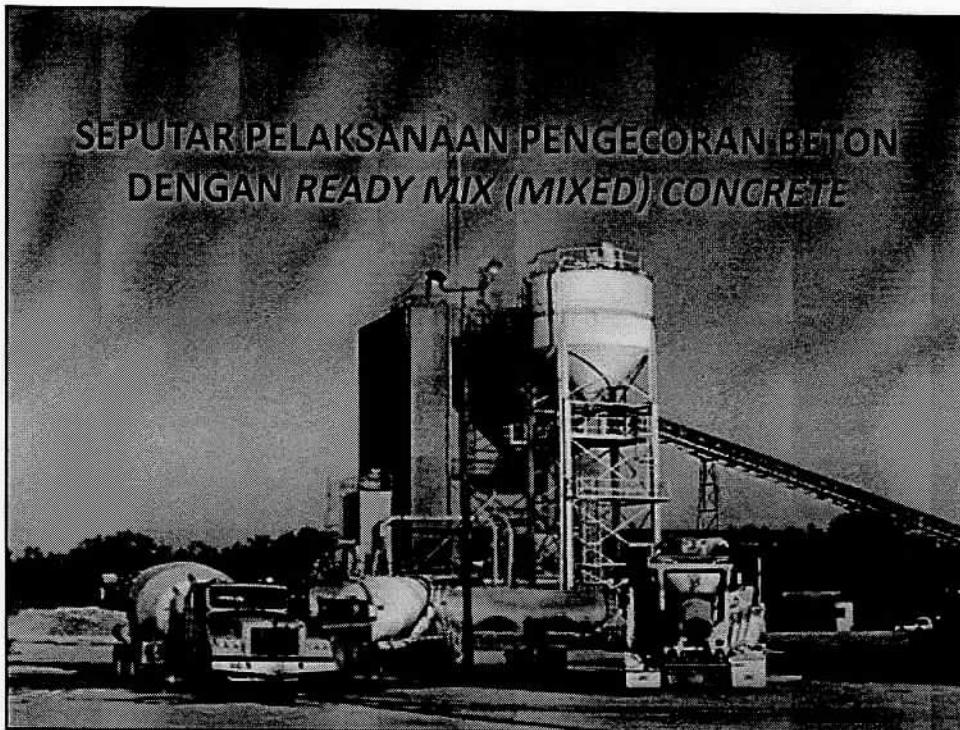
Waktu ikat terbagi 2 yaitu :

1. Waktu ikat awal (*initial setting time*), yaitu waktu dari keadaan pasta menjadi kaku (minimum 45 menit)
2. Waktu ikat akhir (*final setting time*), yaitu waktu dari keadaan kaku menjadi keras yang pertama (maksimum 375 menit)

Pengujian waktu ikat dilakukan dengan menggunakan alat vicat.

Waktu ikat ditujukan agar pelaksanaan pekerjaan beton (pembuatan, pengecoran, dan finishing) dapat dilaksanakan dengan baik dan mudah





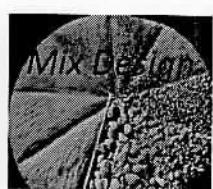
Beberapa Catatan Tentang Pelaksanaan Pengecoran Ready Mixed Concrete

- Dokumen perancangan campuran beton (*concrete mix design*).
- Waktu ikat semen (*setting time*)
- Penentuan nilai *slump* rencana.
- Pengambilan *sample* dan jumlah benda uji beton.
- Pemadatan campuran beton.
- Uji tekan beton dan kuat tekan karakteristik beton

Dokumen perancangan campuran beton (concrete mix design)

1. Dokumen yang memuat perhitungan komposisi bahan dalam campuran beton wajib dibuat sebelum pengecoran dilaksanakan dan diserahkan kepada MK.
2. Dokumen memuat data tentang sifat fisik bahan (berat jenis, modulus kehalusan, ukuran maksimum agregat yang digunakan), perhitungan komposisi campuran beton, dan cara yang dipakai (SNI/BS, ACI, dan lainnya).
3. Perhitungan komposisi harus didasarkan pada kandungan udara minimal 2 % untuk mencapai kuat tekan karakteristik.
4. Dokumen yang ditandatangani oleh tenaga ahli dari perusahaan *ready mixed concrete*, diperiksa oleh MK dan ditandatangani (untuk diketahui atau disetujui ?)

Komposisi Campuran Beton



→ MK

Cara
SNI/BS,
ACI, dll

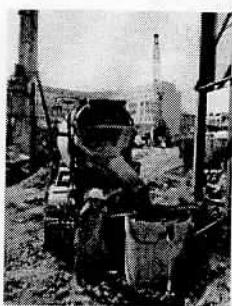
→ Peluang
ketercapaian
kuat tekan
karakteristik
beton

Waktu Ikat Semen (*Setting Time*)

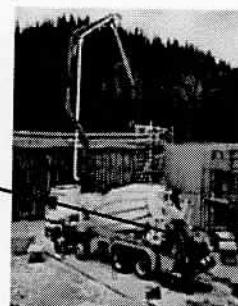
1. Penggunaan retarder menjadi kebutuhan.
2. Dosis retarder disesuaikan dengan retarding time yang diinginkan.

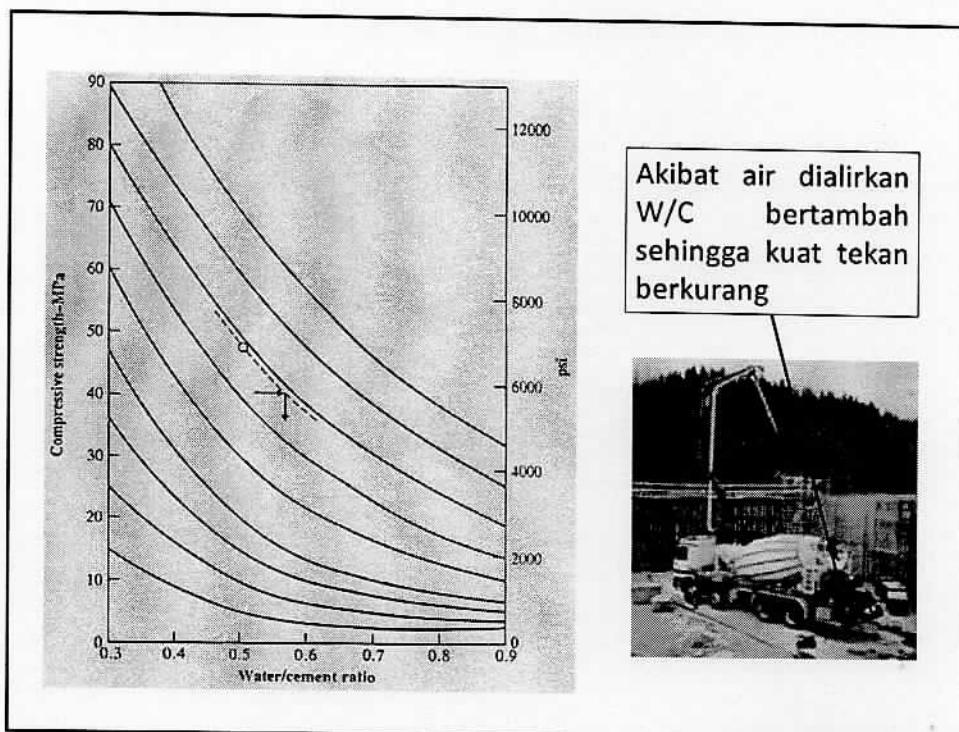
Penentuan Nilai *Slump* Rencana

1. Pemilihan/penentuan nilai *slump* rencana disesuaikan dengan penggunaan *concrete pump*.
2. Jika dipilih nilai *slump* rencana yang tinggi karena pengecoran menggunakan *concrete pump*, maka perhitungan komposisi campuran harus didasarkan tanpa pemakaian *superplastisizer (SP)*.



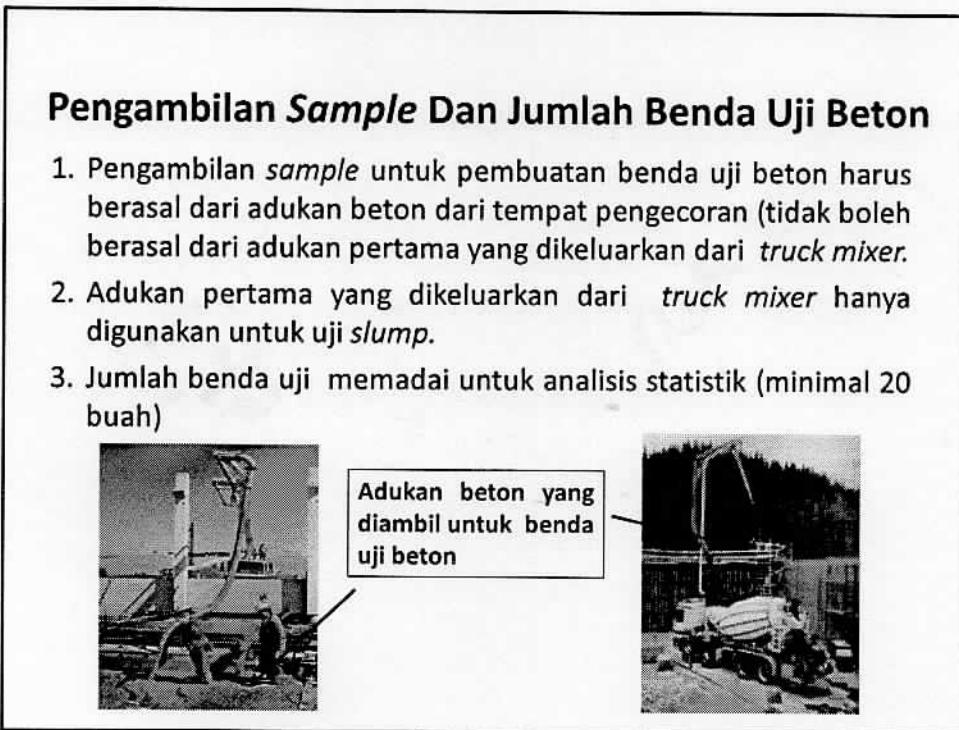
Air sering dialirkan bersama adukan beton saat dipompa ke lokasi pengecoran



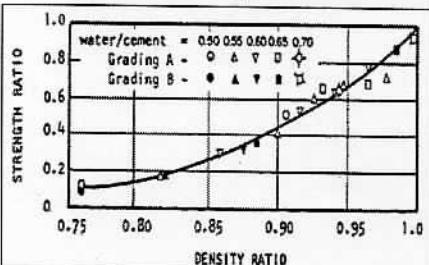


Pengambilan *Sample* Dan Jumlah Benda Uji Beton

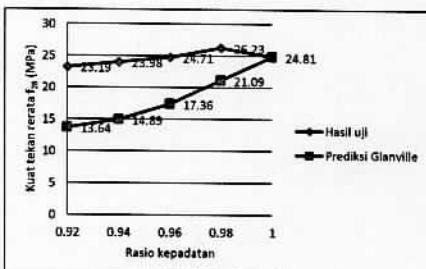
1. Pengambilan *sample* untuk pembuatan benda uji beton harus berasal dari adukan beton dari tempat pengecoran (tidak boleh berasal dari adukan pertama yang dikeluarkan dari *truck mixer*).
2. Adukan pertama yang dikeluarkan dari *truck mixer* hanya digunakan untuk uji *slump*.
3. Jumlah benda uji memadai untuk analisis statistik (minimal 20 buah)



Pengaruh Kepadatan Terhadap Kuat Tekan Beton



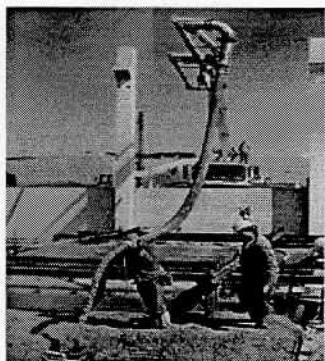
Pengaruh rasio kepadatan akibat terperangkapnya udara yang tak diperhitungkan terhadap kuat tekan beton (Glanville, Collins dan Matthews ,1947)



Pengaruh udara yang diperhitungkan terhadap kuat tekan beton (Saelan dan Lestari, 2012)

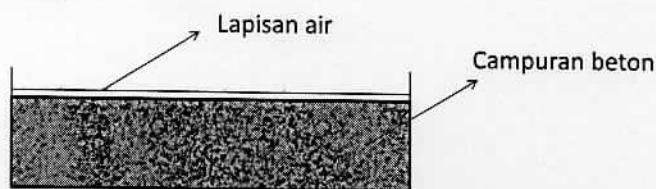
Pemadatan Campuran Beton

1. Pengecoran yang menggunakan concrete pump harus diiringi dengan tenaga kerja terlatih dalam jumlah yang memadai agar tercapai kepadatan yang maksimal



Lanjutan :

2. Adukan beton dengan slump tinggi rentan terhadap *bleeding*

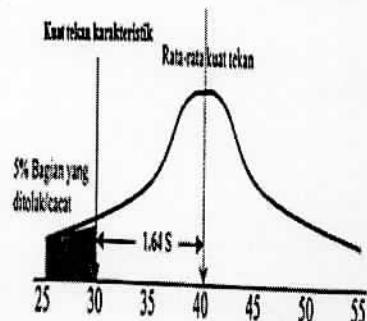


Akibat bleeding kuat tekan beton tidak seragam (terdapat bagian yang mengalami pelemahan /penurunan kuat tekan)

Uji Tekan Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton

1. Pengujian disaksikan bersama oleh seluruh pihak terkait
2. Hasil pengujian dilaporkan oleh ready mixed concrete secara lengkap berikut perhitungan standar deviasi yang terjadi dan tekan karakteristik beton

Uji Tekan Beton Dan Kuat Tekan Karakteristik Beton



$$f'_c = f_{\text{mean}} - 1,64 \cdot S$$

f'_c = kuat tekan karakteristik

f_{mean} = Kuat tekan rerata

S = Standar deviasi

f_{mean} diperoleh dari rata-rata hasil uji tekan

$$S = \frac{(\sum (f_i - f_{\text{mean}})^2)}{n-1}^{0,50}$$

Klasifikasi Standar Deviasi Yang Disarankan ACI

Standar pengawasan	Standar deviasi yang disarankan (MPa)	
	Pelaksanaan pada proyek	Percobaan di laboratorium
Sempurna	<3	<1,5
Sangat baik	3-3,5	1,5
Baik	3,5-4	1,5-2
Cukup	4-5	2-2,5
Buruk	>5	>2,5



RANCANGAN CAMPURAN BETON (CONCRETE MIX DESIGN)

Tujuan Perancangan Campuran Beton

Menghitung komposisi bahan (banyaknya semen, pasir, batu pecah, dan air) yang diperlukan, untuk mencapai :

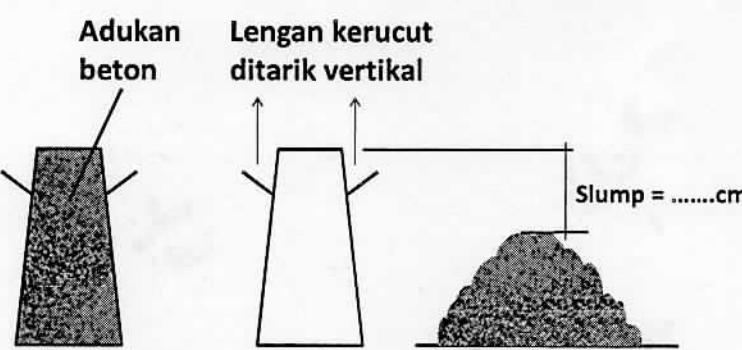
- Kekuatan tekan yang direncanakan (pada umur beton 28 hari)
- Kelacakan/workability campuran (kekentalan adukan beton) yang diinginkan
- Durabilitas/ketahanan terhadap kondisi lingkungan

Memilih/Menentukan Kelacakan Adukan Beton

Ditentukan dengan cara melihat kondisi yang terjadi :

- Jika tulangan berjarak rapat, pilih adukan encer (slump minimum ± 10 cm)
- Jika tulangan berjarak renggang, dapat dipilih adukan kental, sedang, atau encer
- Jika struktur yang akan dicor berdimensi kecil/sempit, pilih adukan encer
- Jika tinggi jatuh pengecoran besar, pilih adukan kental atau sedang

Kelacakan/Workability Campuran Beton



Slump 0 cm - 2,50 cm : adukan sangat kental
Slump 2,50 cm - 5,00 cm : adukan kental
Slump 5,00 cm -10,00 cm : adukan sedang
Slump > 10,00 cm : adukan encer

Data Yang Harus Diketahui

Hal-hal yang diperlukan dalam merancang campuran beton :

- Data material yang digunakan
- Kuat tekan beton umur 28 hari yang direncanakan
- Kelacakan/workability adukan beton yang diinginkan

Data Material Yang Digunakan

Semen

Data semen yang paling penting diketahui :

- Berat jenis semen (Jika tak tersedia, BJ semen dapat diambil sebesar 3,15)
- Kekuatan semen yang digunakan (jika tak tersedia, kekuatan semen dapat diambil sebesar $42,5 \text{ MPa} = 425 \text{ kg/cm}^2$)

Pasir/Agregat Halus

Data pasir yang paling penting diketahui :

- Berat Jenis pasir (jika tak tersedia, dapat diambil sebesar 2,50)
- Berat volume pasir (jika tak tersedia, dapat diambil sebesar 1450 kg/m³)
- Modulus kehalusan pasir (jika tak diketahui, dapat diambil sebesar 2,50). Modulus kehalusan pasir yang boleh digunakan adalah sebesar 1,50 – 3,50

Agregat Kasar

Data agregat kasar yang harus diketahui :

- Berat Jenis agregat kasar (jika tak tersedia, dapat diambil sebesar 2,60)
- Berat volume agregat kasar (jika tak tersedia, dapat diambil sebesar 1500 kg/m³)
- Penyerapan air
- Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan (10 mm, 20 mm, atau 38 mm)
- Jenis agregat kasar (batu pecah atau kerikil ?)

Metoda Perancangan Campuran Beton

Terdapat banyak cara/metoda dalam merancang campuran beton :

- Cara SNI (mengadopsi dari cara Inggris /BS)
- Cara ACI (American Concrete Institute)
- Cara PCI (Portland Cement Institute)
- Cara perseorangan , seperti cara Murdock (Inggris), cara Dreux Gorries (Perancis), dll.

PERANCANGAN CAMPURAN BETON CARA SNI/BS

Cara SNI

Langkah Perhitungan :

1. Tentukan kuat tekan rerata yang ditargetkan
$$\text{Kuat target rerata} = \text{Kuat rencana} + K \cdot S$$

- $K = \text{koefisien statistik} = 1,64$ untuk tingkat keberhasilan 95 % (atau tingkat kegagalan 5 %)
- $S = \text{simpangan baku}$ (penyimpangan kuat tekan)

Penentuan Simpangan Baku S

Harga S yang sebenarnya diketahui dari analisis statistika dari data yang dihasilkan.

Untuk perancangan campuran beton, harga S dapat diambil dari hasil penelitian Himsorth.

Types of control	Excellent	Very Good	Good	Fair	Poor	Uncontrolled
S Standard Deviation MPa	2,80	3,50	4,20	5,60	7,00	8,40

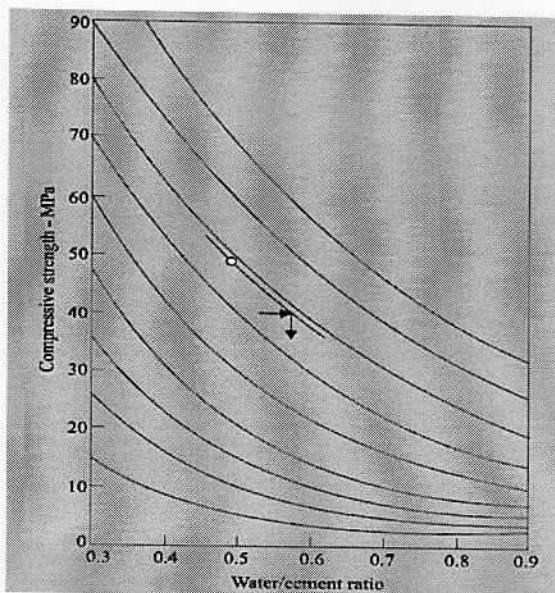
Langkah Perhitungan :

2. Hitung faktor air-semen W/C (yaitu perbandingan berat air terhadap berat semen)

Table 11.11. Approximate Compressive Strength of Concrete Made with a free Water/Cement Ratio of 0.50. According to the 1988 British Method

Type of Cement	Type of C.A	Compressive Strength at the age (cube) of days MPa			
		3	7	28	91
Ordinary Portland cement (Type I)	uncrushed	22	30	42	49
	Crushed	27	36	49	56
Rapid-Hardening Portland Cement (Type III)	Uncrushed	29	37	48	54
	Crushed	34	43	55	61

Rancangan Campuran Beton (Concrete Mix Design)



Langkah Perhitungan :

3. Hitung jumlah air yang dibutuhkan 1m^3 beton dengan menggunakan tabel :

Nilai slump (mm) :		0-10	10-30	30-60	100-180
Ukuran maks. agregat	Jenis/macam agregat	Jumlah air yang dibutuhkan (kg/m^3 beton)			
10 mm	Batu pecah	180	205	230	250
	Kerikil	150	180	205	225
20 mm	Batu pecah	170	190	210	225
	Kerikil	135	160	180	195
40 mm	Batu pecah	155	175	190	205
	Kerikil	115	140	160	175

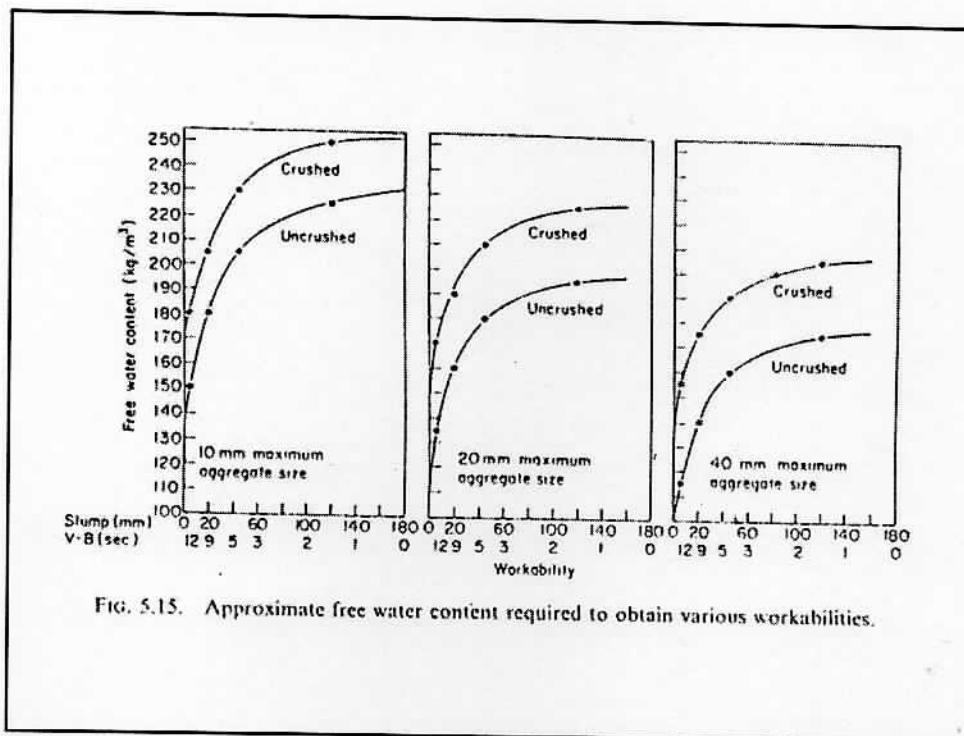


FIG. 5.15. Approximate free water content required to obtain various workabilities.

Langkah Perhitungan :

4. Hitung jumlah semen yang dibutuhkan dalam 1m^3 beton :

$$\text{Jumlah semen} = \frac{\text{Jumlah air}}{\text{W/C}} \quad \text{Kg}/\text{m}^3 \text{ beton}$$

Langkah Perhitungan :

5. Hitung jumlah agregat gabungan (pasir dan batu pecah) dalam 1m³ beton :

$$1 \text{ m}^3 \text{ beton} = \text{Vol. semen} + \text{Vol. air} + \text{Vol. agregat gab.} + \text{Vol. udara}$$

6. Hitung volume pasir dan volume batu pecah dari agregat gabungan

$$\begin{array}{l} \text{Vol. Agr. Gab.} = \dots \text{m}^3 \\ \swarrow \qquad \searrow \end{array} \begin{array}{l} \text{pasir} = \dots \text{m}^3 \\ \text{batu.pch.} = \dots \text{m}^3 \end{array}$$

Grafik Untuk menghitung pasir

Data yang diperlukan adalah modulus kehalusan pasir

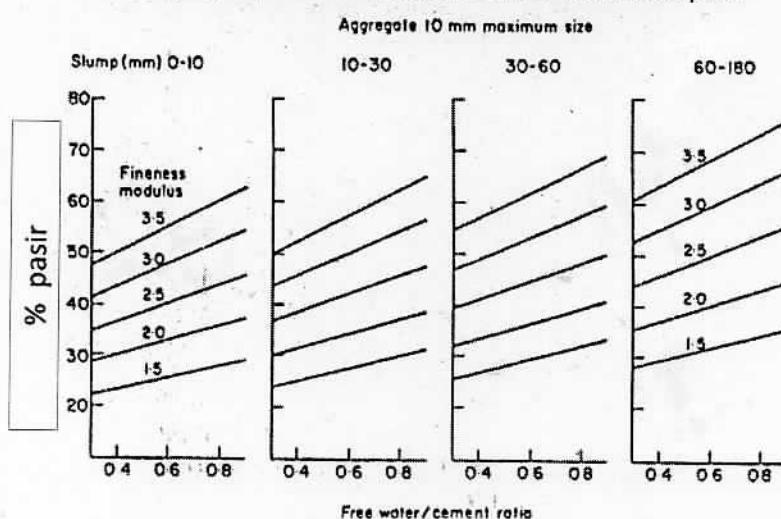
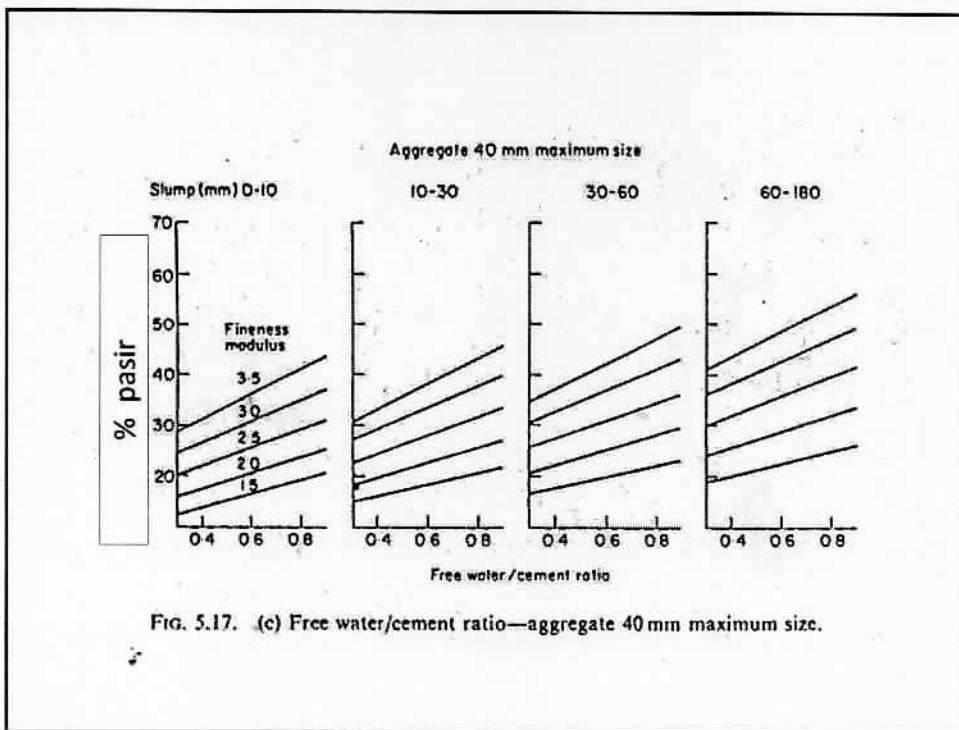
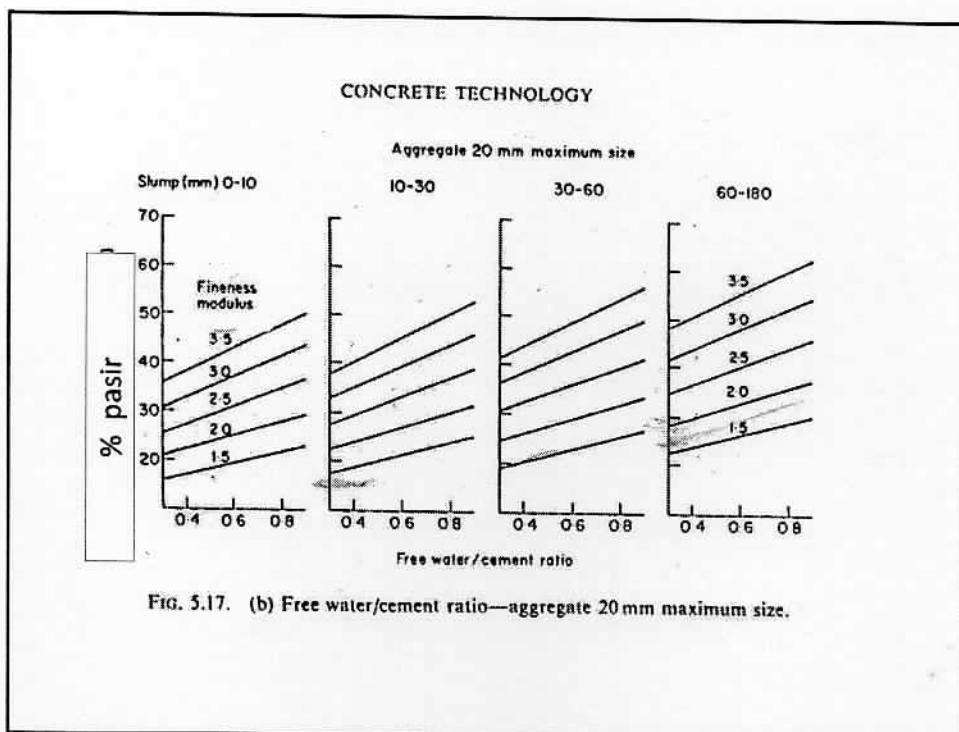


FIG. 5.17. (a) Free water/cement ratio—aggregate 10 mm maximum size.

Rancangan Campuran Beton (Concrete Mix Design)



KOMPOSISI CAMPURAN

Komposisi dalam 1m³

Semen :kg
Pasir :kg
Batu pecah :kg
Air : Kg

Komposisi dalam 1 zak semen

Semen : 1 zak = 50 kg
Pasir : kg
Batu pecah : kg
Air : Kg

Table 11.14. Proportion of Coarse Aggregate Fractions According to the 1988 British method

Total C.A	5-10 mm	10-20 mm	20-40 mm
100	33	67	-
100	18	27	55



TEKNOLOGI BETON DAN PERMASALAHANNYA



TEKNOLOGI BETON

Teknologi Beton : Ilmu Teknik Sipil yang mempelajari tentang semua hal yang berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan beton

1. Persyaratan bahan/material (semen, agregat halus dan kasar, air), serta bahan tambahan
2. Sifat-sifat beton segar (*workability, bleeding, segregation*)
3. Perancangan komposisi bahan dalam campuran beton (*Mix Design*)
4. Pelaksanaan pekerjaan beton (*mixing, placing/casting, compacting, curing, testing, evaluating*)
5. Dan lain-lain yang berkaitan dengan beton

Permasalahan Yang Sering Dijumpai Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Beton

Permasalahan SDM

“Kurang memadainya” kompetensi/penguasaan tentang ilmu teknologi beton

Permasalahan Teknis

1. “Kurangnya” penerapan pengendalian mutu pada tahap pelaksanaan pekerjaan beton
2. Pengambilan keputusan yang “kurang tepat” terhadap permasalahan teknis yang dihadapi di lapangan

KETERKAITAN PERMASALAHAN

“Kurang memadainya” kompetensi/penguasaan tentang ilmu teknologi beton



Permasalahan Teknis



1. “Kurangnya” penerapan pengendalian mutu pada tahap pelaksanaan pekerjaan beton
2. Pengambilan keputusan yang “kurang tepat” terhadap permasalahan teknis yang dihadapi di lapangan

CONTOH PERMASALAHAN YANG SERING DIJUMPUI

Pemahaman yang sederhana tentang *SLUMP*

Pengecoran adukan beton yang relatif berat / sulit

Penambahan air agar nilai *SLUMP* lebih tinggi (adukan lebih encer)
tanpa merubah komposisi campuran

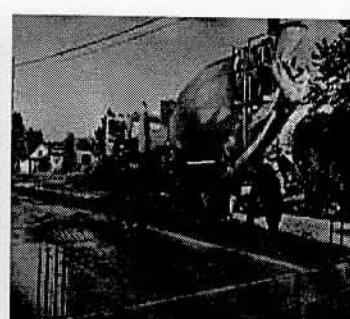


CONTOH LAIN

Pengetahuan dan keterampilan yang " kurang memadai " tentang vibrator sehingga sering terjadi *over vibrated* yang mengakibatkan adukan beton mengalami *bleeding* dan *segragation*



PENGENDALIAN MUTU PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON



Pengertian Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu (*Quality Control*) adalah serangkaian usaha/upaya yang harus dilakukan untuk menjamin (*assurance*) agar hasil dari pelaksanaan suatu pekerjaan sesuai/mencapai rencana yang telah ditetapkan

Rencana yang telah ditetapkan :

- Waktu pelaksanaan
- Biaya yang dikeluarkan
- Mutu (standar yang harus dicapai)

Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Beton

Pekerjaan Struktural

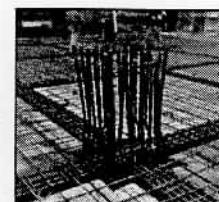
- Pengadaan besi tulangan dan bahan cetakan (bekisting)
- Pembuatan dan perakitan cetakan
- Pembuatan dan perakitan tulangan

Pekerjaan Beton

- Pengadaan material (semen, pasir, batu pecah, dan bahan tambahan /*additive* jika diperlukan)
- Pencetakan beton (*casting*), meliputi pembuatan adukan (*mixing*), pengecoran adukan ke dalam cetakan (*placing*) dan pembuatan benda uji beton (*sampling*), pemasakan adukan pada cetakan (*compacting*), perawatan beton (*curing*)
- Pengujian benda uji dan evaluasi hasil uji (*testing and evaluating*)

Pengendalian Mutu Pekerjaan Struktur Beton

Pengendalian Mutu
Pekerjaan Struktural



Pengendalian Mutu
Beton

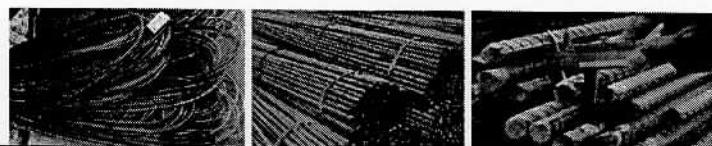


Pengendalian Mutu Pekerjaan Struktural

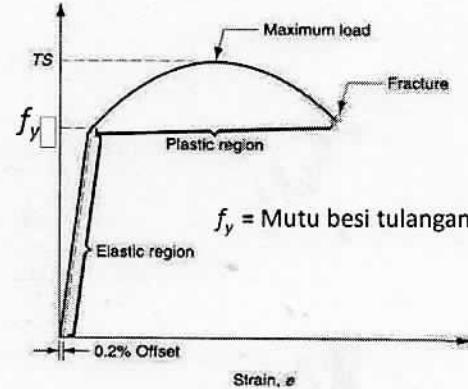
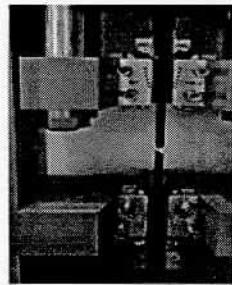
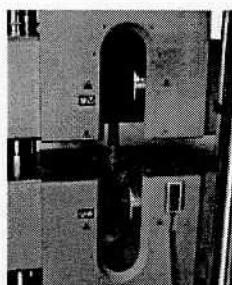
1. Pengendalian Mutu Besi Tulangan

Melakukan pemeriksaan / pengujian besi tulangan yang digunakan meliputi :

- Pemeriksaan kondisi fisik besi tulangan (baru atau bekas, berkarksi parah atau tidak)
- Pemeriksaan diameter besi tulangan
- Pemeriksaan jenis besi tulangan (besi tulangan polos tidak boleh digunakan untuk tulangan lentur)
- Melakukan uji tarik besi tulangan untuk memastikan apakah mutu besi tulangan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan



Uji Tarik Besi Tulangan

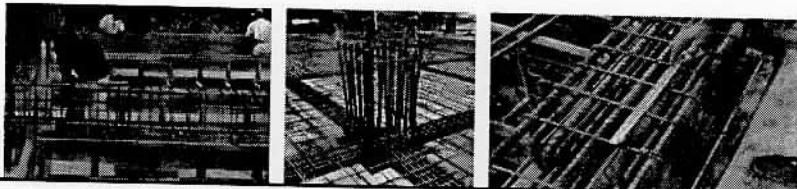


Grafik Hasil Uji Tarik Besi Tulangan

2. Pengendalian Tulangan Lentur

Melakukan pemeriksaan *detail* penulangan lentur yang meliputi :

- Pemeriksaan diameter besi tulangan, jenis besi, dan jumlahnya, apakah sesuai dengan gambar rencana /DED
- Pemeriksaan kait (*hook*) tulangan
- Pemeriksaan sambungan tulangan yang mencakup letak sambungan, panjang *overlapping* sambungan
- Pemeriksaan letak pemutusan tulangan, apakah sudah sesuai dengan DED



Rumus Praktis Panjang Sambungan Lewatan (SNI 03-2847-2002)

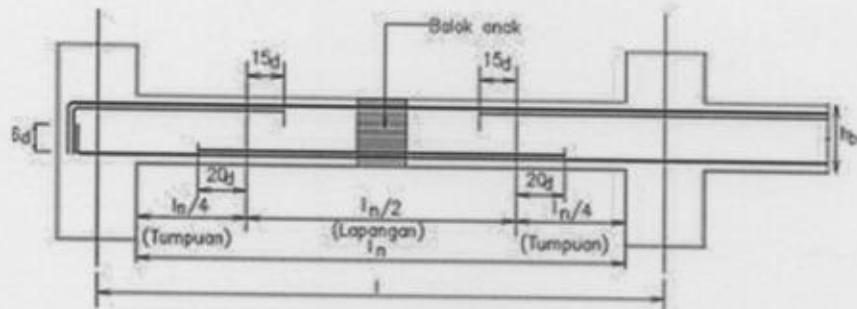
- a) Sambungan lewatan yang tidak kurang dari pada nilai terbesar dari 300 mm dan panjang yang dihasilkan dari salah satu ketentuan-ketentuan berikut ini:

Batang atau kawat ulir tanpa lapisan	$48d_b$
Batang atau kawat polos tanpa lapisan	$72d_b$
Batang atau kawat ulir berlapis	$72d_b$
Batang atau kawat polos tanpa lapisan dengan kait standar atau kait pengikat (yang sesuai dengan ketentuan 9.1(3)) pada ujung-ujung tulangan spiral yang disambung lewatan. Kait-kait tersebut harus tertanam di dalam inti beton yang terkekang oleh tulangan spiral yang dimaksud	$48d_b$
Batang atau kawat ulir berlapis epoksi dengan sengkang atau sengkang ikat standar (yang sesuai 9.1(3)) pada ujung-ujung tulangan spiral yang disambung lewatan. Kait tersebut harus tertanam di dalam inti beton yang terkekang oleh tulangan spiral yang dimaksud	$48d_b$

Rumus Praktis Panjang Sambungan Lewatan PBI 1971

Tulangan	Kekuatan Beton Karakteristik 28 hari (kg/cm ²) K	Panjang Penyaluran				Panjang Lewatan LA	
		Tulangan Besi					
		Umum L	Batok Anak L1	Pelat Lantai dan Atap L2			
Tulangan Polos	225 ≤ K ≤ 350	40d dengan bengkokan	40d dengan bengkokan	150d dengan bengkokan	35d dengan bengkokan	35d dengan bengkokan	
	225 ≤ K ≤ 350	40d dengan bengkokan					
Tulangan Ulir	225 ≤ K ≤ 225	35d atau 25d dgn bengkokan	25d dengan bengkokan	10d dan lebih besar dari 150d	45d atau 35d dgn bengkokan	45d atau 35d dgn bengkokan	
	150 ≤ K ≤ 225	40d atau 32d dgn bengkokan					

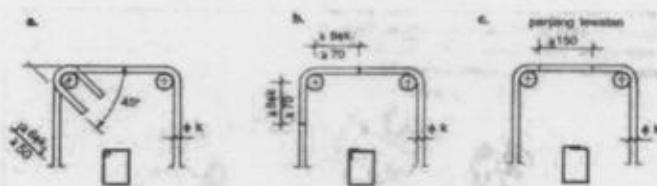
Letak Pemutusan Tulangan



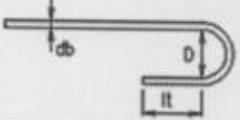
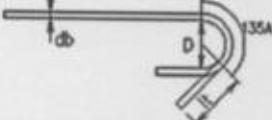
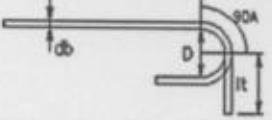
3. Pengendalian Tulangan Sengkang

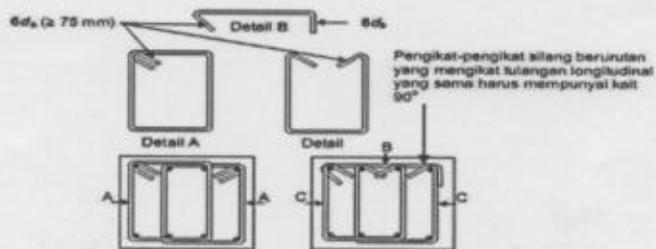
Melakukan pemeriksaan *detail* tulangan sengkang yang meliputi :

- Pemeriksaan diameter besi tulangan sengkang , jenis besi, dan jarak/spasi sengkang serta bentuknya , apakah sesuai dengan gambar rencana /DED
- Pemeriksaan panjang kait (hook) tulangan



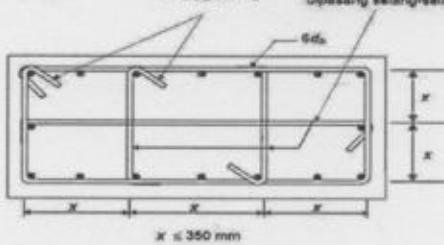
Panjang Kait Tulangan (SNI 03-2847-2002)

BENGKOKAN KAIT	GAMBAR	DIAMETER TULANGAN d_b	DIAMETER BENOKOKAN MINIMUM D	l_t MINIMUM
180°		10 - 25 mm	6 d_b	yang terbesar antara 4 d_b atau 60 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
135°		10 - 25 mm	6 d_b	yang terbesar antara 6 d_b atau 75 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
90°		10 - 25 mm	6 d_b	12 d_b
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	



Gambar 40 Contoh sengkang tertutup yang dipasang bertumpuk

dua pengikat silang berurutan yang mengikat tulangan longitudinal yang sama harus mempunyai kait 90° yang dipasang saling-seling



Gambar 42 Contoh tulangan transversal pada kolom

Pengendalian Mutu Beton

Rangkaian Pekerjaan Beton

- Pengadaan material (semen, pasir, batu pecah, dan bahan tambahan /additive jika diperlukan)
- Pengecoran beton (*casting*) : meliputi pembuatan adukan (*mixing*), pengecoran adukan ke dalam cetakan (*placing*) dan pembuatan benda uji beton (*sampling*), pemandatan adukan pada cetakan (*compacting*), perapihan (*finishing*), perawatan beton (*curing*)
- Pengujian benda uji dan evaluasi hasil uji (*testing and evaluating*)

Pengendalian Mutu Beton

Pengendalian Material



Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Beton



Pengendalian Material Beton

Upaya Pengendalian Yang Harus Dilakukan

- Melakukan pemeriksaan agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), semen, dan air, melalui uji laboratorium, guna memenuhi syarat SNI untuk pembuatan beton
- Melakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat melalui uji laboratorium, untuk memperoleh data penting yang diperlukan dalam perencanaan komposisi campuran beton (*Mix Design*)
- Melakukan pengadaan bahan yang mencukupi sehingga pengecoran tidak mengalami penundaan akibat kurangnya ketersediaan salah satu dari bahan yang diperlukan
- Melakukan penyimpanan bahan yang baik untuk menghindari perubahan sifat fisik bahan akibat terkontaminasi atau perubahan cuaca

Penimbunan Dan Penyimpanan Agregat

- Penimbunan agregat di lapangan, harus diberi alas agar tidak bercampur dengan tanah dan Lumpur.
- Agregat ditutup dengan terpal agar terhindar dari hujan, karena agregat yang terlalu basah akan sulit untuk menentukan kadar air semennya pada waktu membuat adukan.
- Penimbunan pasir harus lebih tinggi dari permukaan tanah agar terhindar dari aliran air ketika hujan.
- Penumpukan pasir hendaknya sedekat mungkin dengan lokasi pekerjaan agar lebih mudah mengambilnya.



← Bandingkan →



**Persyaratan Agregat Halus /Pasir
(SII 0052-80 dan SK SNI S-04-1989-F)**

- 1) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika di uji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- 2) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %.
- 3) Modulus kehalusan butir antara 1,50 – 3,50
- 4) Agregat halus dari laut / pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

**Persyaratan Agregat Kasar
(SII 0052-80 , SK SNI S-04-1989-F, SNI 03-2847-2002)**

- 1) Butir-butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan $\leq 5\%$ (diuji dengan goresan batang tembaga). Bila diuji dengan Los Angeles $27\% - 40\%$ untuk beton $\leq K-225$ ($f_c \leq 20$ MPa) dan $< 27\%$ untuk beton $> K-225$ ($f_c > 20$ MPa)
- 2) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
- 3) Tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %.
- 4) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali
- 5) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %
- 6) Modulus kehalusan butir antara 6 – 7,10
- 7) Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ tebal pelat beton, $\frac{1}{4}$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan

Bentuk Agregat Kasar



Yang Harus Dilakukan Dalam Penggunaan dan Penyimpanan Semen

- Semen yang dipakai sebaiknya satu merk yang sama, dalam keadaan baru dan asli, dalam kantong semen yang masih disegel dan tidak pecah
- Semen harus terlindung dari kelembaban atau keadaan cuaca lain yang merusak.
- Pemakaian semen dilakukan menurut urutan pengirimannya.
- Semen diletakkan di atas papan kayu dengan ketinggian 30 cm dari lantai gudang untuk menghindari kelembaban.
- Semen yang diragukan mutunya akibat salah penyimpanan, dianggap rusak, mulai membatu, dapat ditolak penggunaannya tanpa melalui test lagi.
- Semen ditumpuk tanpa menyinggung dinding gudang dengan jarak bebas 30 cm.
- Tiap tumpukan tidak boleh lebih dari 10 kantong / melampaui 2 m untuk menghindari mengerasnya semen di bagian bawah karena tekanan.
- Gudang harus terlindung dari cuaca, memiliki ventilasi dan cukup lapang untuk memuat semen dalam jumlah cukup besar.

Penyimpanan Semen



↔ Bandingkan ↔



Pengendalian Mutu Air Pencampur Beton

Pengendalian mutu air dilakukan dengan cara memeriksa di laboratorium apakah air yang digunakan memenuhi syarat SNI

Syarat air menurut SK SNI 03-2847-2002

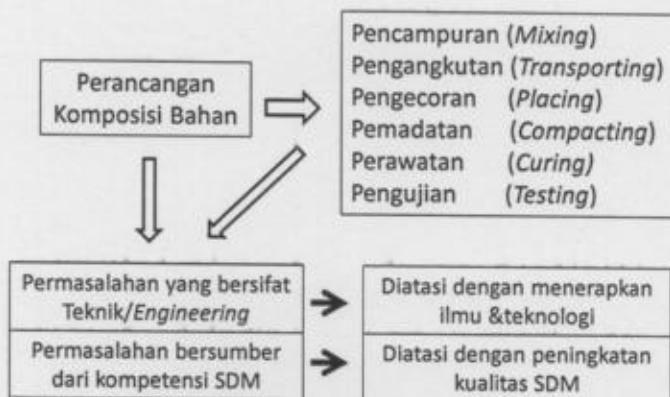
- Bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton,

- Air tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter karena dapat mengurangi daya lekat
- Air tidak mengandung garam lebih dari 15 gram /liter karena resiko terhadap korosi semakin besar.
- Air tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter karena bisa menyebabkan korosi pada tulangan.
- Air tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter karena dapat menurunkan mutu beton sehingga akan rapuh dan lemah.
- Air tidak mengandung minyak lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton sebesar 20 %.
- Air tidak mengandung gula lebih dari 2 % dari berat semen karena akan mengurangi kuat tekan beton pada umur 28 hari.
- Air tidak mengandung bahan organik seperti rumput/lumut yang terkadang terbawa air Karena akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan rongga pada beton.

Pengendalian Pelaksanaan Pekerjaan Beton



Permasalahan Yang Sering Dijumpai Pada Pelaksanaan Pekerjaan Beton



Pengendalian Perancangan Komposisi Campuran Beton

Hal-hal yang harus dilakukan pada perencangan komposisi campuran beton :

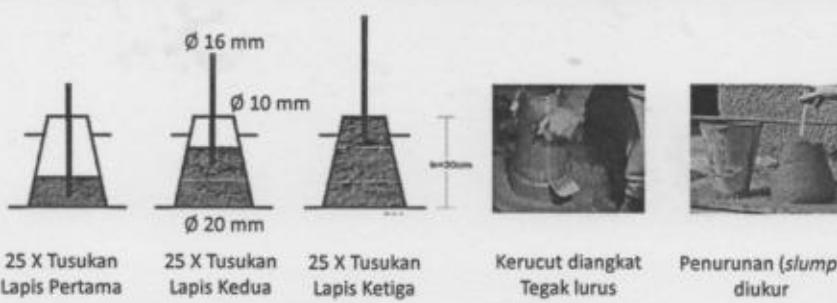
- Perhitungan perancangan komposisi harus/wajib didasarkan pada cara perancangan /Mix Design yang telah diakui secara ilmiah (ACI, SNI/BS (British Standard), cara lainnya)
- Melakukan percobaan pendahuluan berdasarkan hasil perhitungan komposisi untuk mengetahui ketercapaian kuat tekan yang direncanakan

Pengendalian Pencampuran Bahan (*Mixing*)

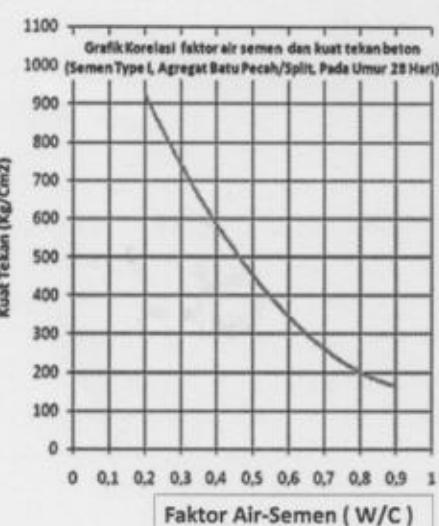
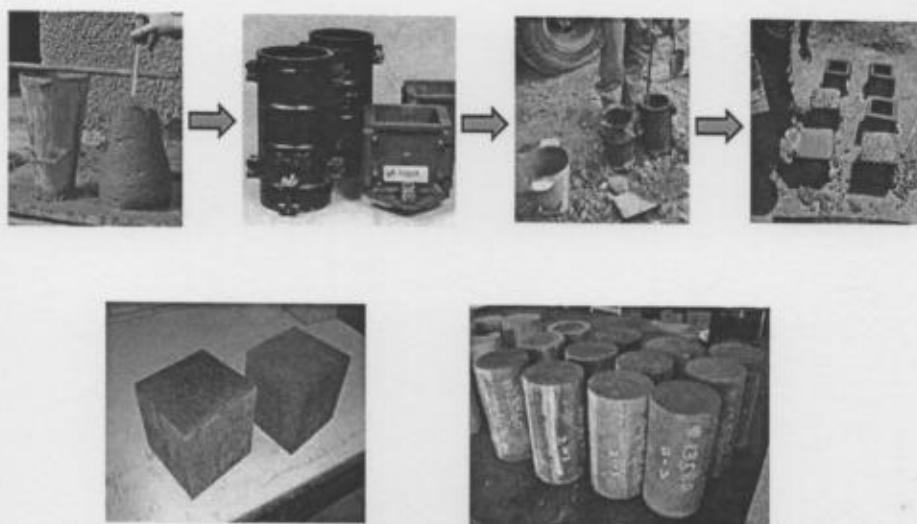
1. Menjaga takaran bahan tidak berubah agar sesuai dengan perhitungan *Mix Design*.
2. Proses pengadukan dengan menggunakan *concrete mixer*.
3. Pengadukan dilakukan sampai dihasilkan adukan beton yang plastis dan homogen (warna adukan seragam dan bahan-bahan dalam adukan plastis telah tersebar merata).
4. Mengukur suhu adukan beton (maks. 33⁰ C)
5. Melakukan uji *slump*, pembuatan benda uji beton, dan melakukan tindakan *engineering* jika hasil uji *slump* tidak sesuai dengan rencana



PELAKSANAAN UJI SLUMP



PEMBUATAN BENDA UJI BETON



Pembuatan Adukan Beton

Adukan yang encer sangat disukai para pekerja karena memudahkan pengcoran. Pada tahap pembuatan adukan, jumlah air yang diberikan kerap kali ditambah. Para pekerja tidak memahami bahwa penambahan air akan mengurangi kekuatan beton.

Pengendalian Pengecoran (*Placing*)

1. Kondisi cetakan (bekisting) harus bersih dan bebas dari kebocoran serta bahan-bahan yang berbahaya bagi beton.
2. Pengecoran tidak boleh terputus atau mengalami penundaan.
3. Pengecoran tidak boleh dilakukan saat hujan.
4. Tinggi jatuh pengecoran maksimum 2 m agar terhindar dari bahaya segregasi (pemisahan butiran).
5. Jika tinggi jatuh pengecoran lebih dari 2 m, pengecoran dilakukan dalam 2 tahap.
6. Pemberhentian pengecoran harus berdasarkan keputusan tenaga ahli
7. Total waktu sampai dengan pengecoran tak boleh melebihi waktu ikat awal semen

Pengecoran Bertahap



Pengecoran Sekaligus



Pengecoran Sekaligus Yang Benar



Pengendalian Pemadatan (*Compacting*)

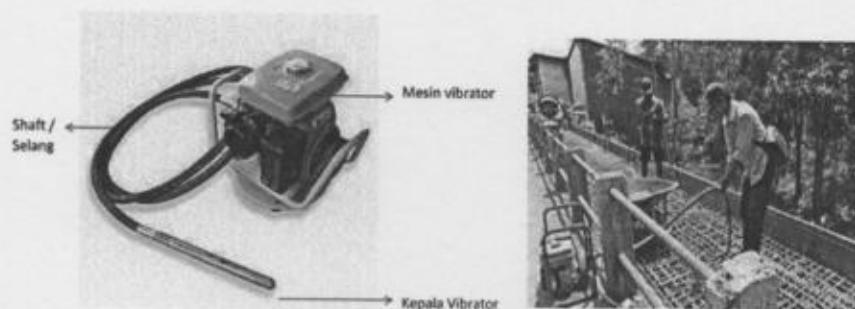
Pengaruh Pemadatan Adukan Beton Terhadap Kekuatan

Tingkat kepadatan beton sangat menentukan pencapaian kekuatan beton namun pada tahap pelaksanaan pekerjaan, pemadatan adukan beton seringkali tidak dilakukan dengan optimal



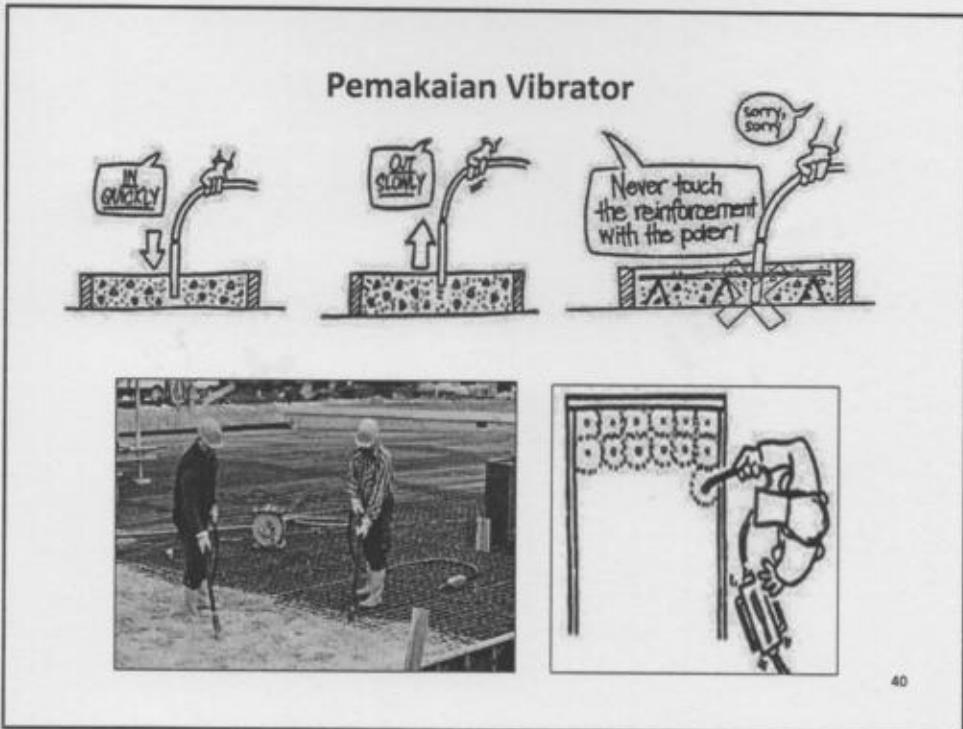
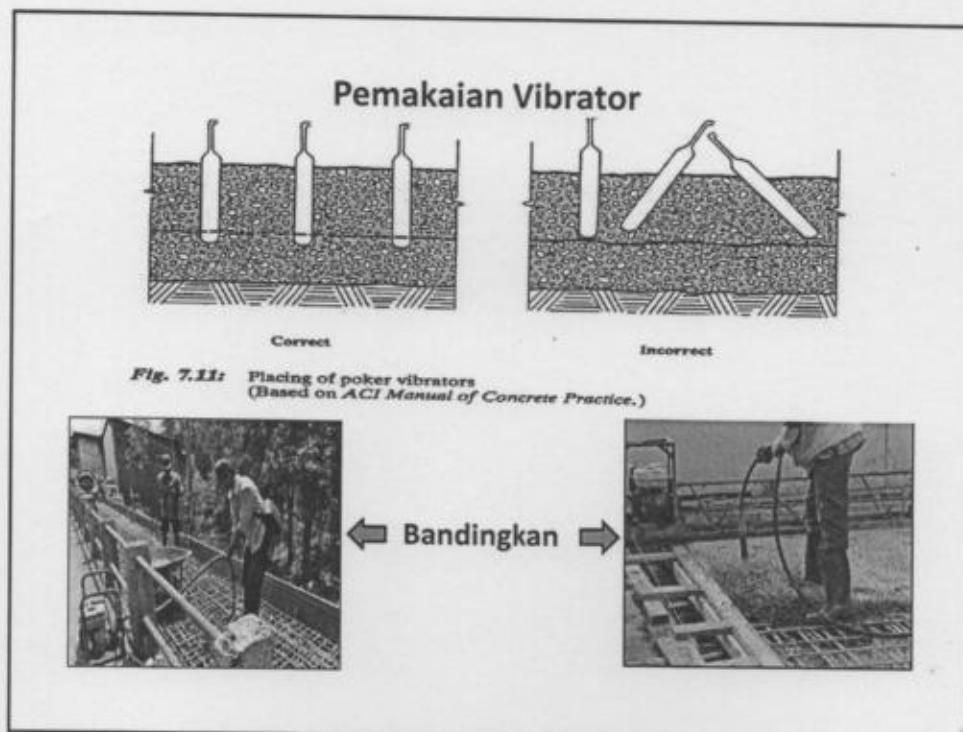
Pengendalian Pemadatan (*Compacting*)

1. Pemadatan dilakukan menggunakan vibrator
2. Pemadatan tidak boleh berlebihan sehingga terjadi segregasi
3. Penggunaan vibrator harus dilakukan dengan cara yang benar



LAMA WAKTU MENGGUNAKAN VIBRATOR

- Dengan keadaan beton yang tidak terlalu encer sebaiknya pemadatan beton dilaksanakan 5 sampai dengan 15 detik dan pemadatan dengan vibrator lebih lama jika adukan beton yang tuang lebih kental atau nilai slump rendah.
- Pemadatan dalam tempo yang terlalu singkat atau pemadatan dengan tempo yang terlalu lama tidak diperbolehkan. Pemadatan dengan tempo yang singkat bisa menyebabkan beton menjadi kropos sedangkan pemadatan dengan tempo yang terlalu lama dapat menyebabkan segregasi.



Segregation due to over-vibration

Over vibrated

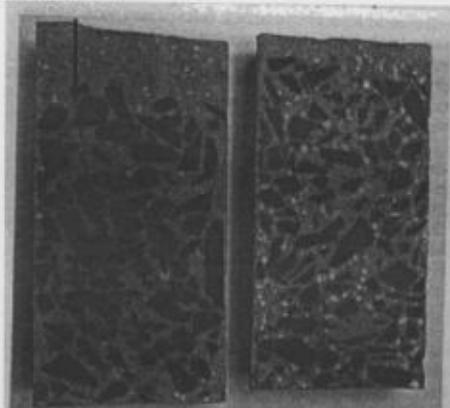
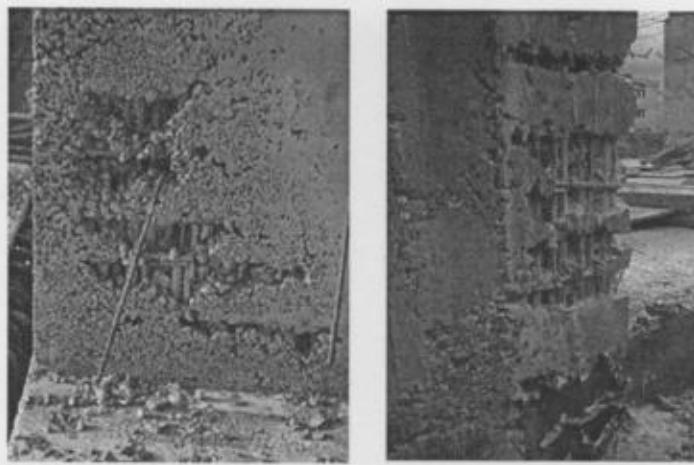


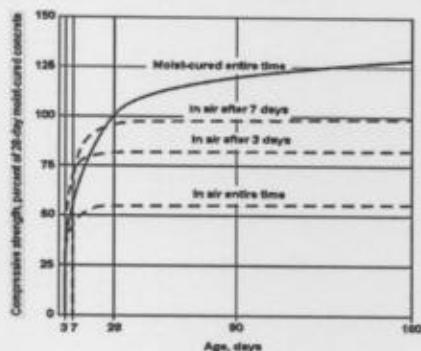
Fig. 3: Segregation in over-vibrated concrete. The cylinder on the left was vibrated longer

Segregation of Reinforced Concrete Column



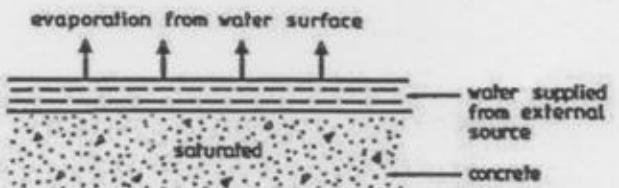
Pengendalian Perawatan Beton (*Curing*)

- Perawatan beton dan benda uji setelah pengecoran dilakukan secara bersinambung minimal selama 7 hari pertama dengan cara selalu membuat beton menjadi jenuh air
- Beton tidak boleh dibebani sebelum 28 hari



Perawatan Beton (*Curing*)

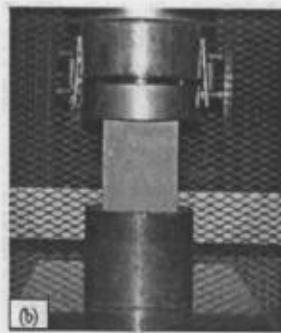
Water curing -is when the concrete is covered with a layer of water for a period of time and the evaporation of moisture is from the surface of the water.



Schematic diagram of ideal curing of concrete by supplying water.



Pengendalian Pengujian (*Testing*)



Sampel Uji di Lapangan

SNI T03-2847 tidak menceritakan tentang Sampel Kubus sebagai sampel uji dan menetapkan silinder sebagai sampel uji sesuai SNI.

Konversi dari K (kubus) menjadi f'_c (silinder)

$$f'_c = K \{ 0,76 + 0,20 \log (K/15) \} \text{ dalam MPa}$$