

TEKNOLOGI BAHAN BETON

Dr. Eng. Ir. RATNA WIDYAWATI, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng., ACPE
Prodi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Lampung

MATERIAL BETON

MATERIAL PENYUSUN BETON DAN BAHAN TAMBAH (ADMIXTURE), PENGUJIAN MATERIAL PENYUSUN BETON

```
graph TD; A[MATERIAL PENYUSUN BETON DAN BAHAN TAMBAH (ADMIXTURE), PENGUJIAN MATERIAL PENYUSUN BETON] --> B[MIX DESIGN/DESAIN CAMPURAN BETON]; B --> C[PENGUJIAN PADA BETON SEGAR, CURING, PENGUJIAN SAMPLE BETON]; C --> D[BETON READY MIX DAN BETON PRECAST]; D --> E[PELAKSANAAN DAN PENGUJIAN BETON DI LAPANGAN];
```

MIX DESIGN/DESAIN CAMPURAN BETON

PENGUJIAN PADA BETON SEGAR, CURING, PENGUJIAN SAMPLE BETON

BETON READY MIX DAN BETON PRECAST

PELAKSANAAN DAN PENGUJIAN BETON DI LAPANGAN

MATERI 3



REFERENSI

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. 1994. **CONCRETE AND AGGREGATES**, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL, PHILADELPHIA.

NEVILLE, A.M. AND BROOK, J.J. 1987. **CONCRETE TECHNOLOGY**. LONGMAN SCIENTIFIC & TECHNICAL, LONDON.

POPOVICS, S. 1982. **FUNDAMENTAL OF PORTLAND CEMENT CONCRETE**, JOHN WILEY & SONS, NEW YORK.

TJOKRODIMULJO, K., **TEKNOLOGI BETON**, BIRO PENERBIT TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS GADJAH MADA, YOGYAKARTA, 2007

NUGRAHA, P., ANTONI, **TEKNOLOGI BETON DARI MATERIAL, PEMBUATAN KE BETON KINERJA TINGGI**, PENERBIT ANDI, YOGYAKARTA, 2007

ALLEN, E., **DASAR-DASAR KONSTRUKSI BANGUNAN, BAHAN-BAHAN DAN METODENYA**, PENERBIT ERLANGGA, JAKARTA, 2002

AJI, P., PURWONO, R., **PENGENDALIAN MUTU BETON, SESUAI SNI, ACI DAN ASTM**, PENERBIT UB PRESS, MALANG, 2017

AJI, P., PURWONO, R., **PEMILIHAN PROPORSI CAMPURAN BETON, CONCRETE MIX DESIGN**, PENERBIT UB PRESS, MALANG, 2015

MATERIAL PENYUSUN BETON



SEMEN



SPLIT/BATU PECAH



PASIR



AIR



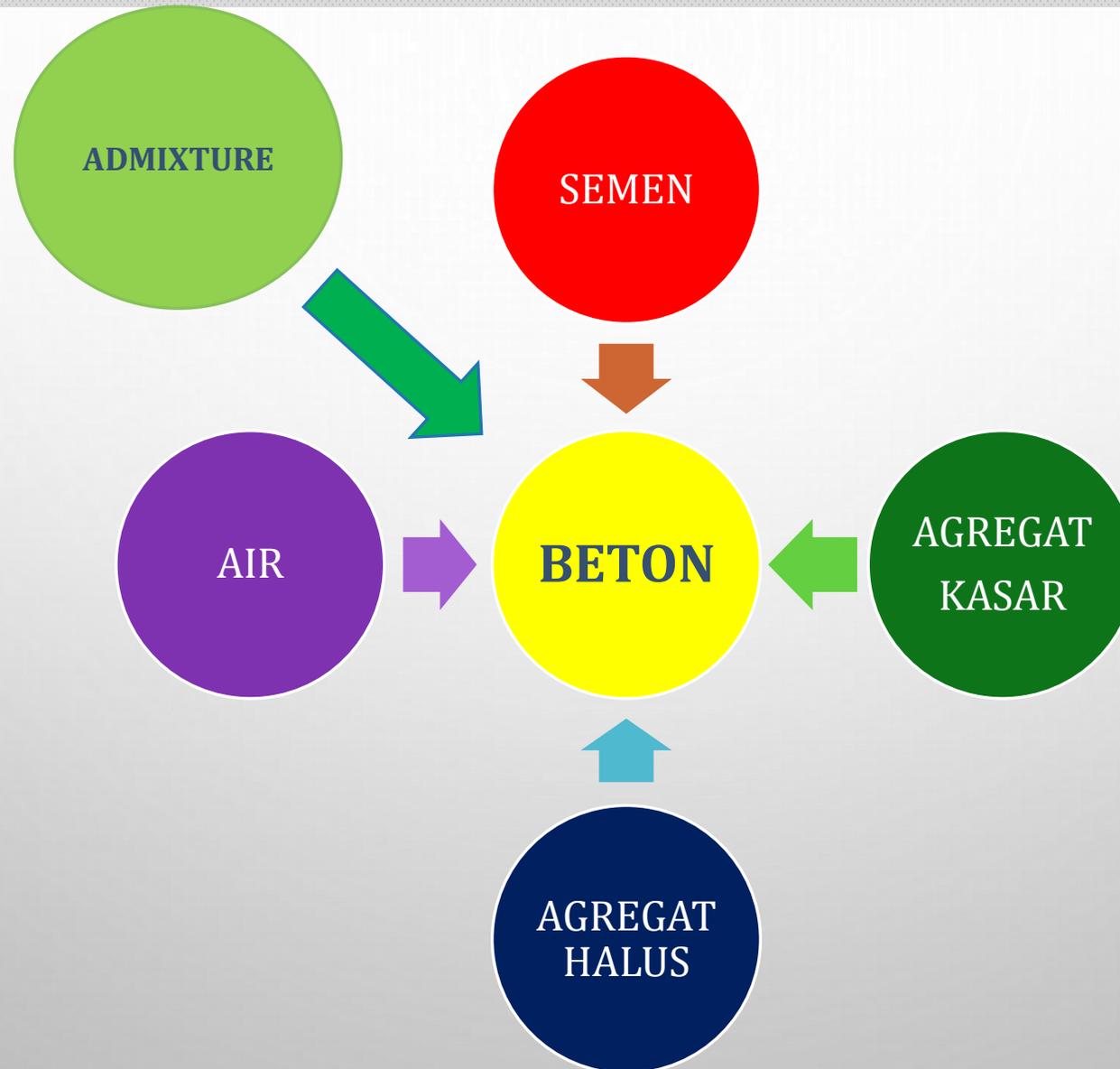
PENCAMPURAN BETON



BETON



MATERIAL PENYUSUN BETON



PROPORSI CAMPURAN BETON



VS



ISTILAH



KELECAKAN

KEKUATAN

DURABILITAS

DENSITAS

PENAMPILAN

KELECAKAN :

Tingkat kemudahan campuran beton untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan

KEKUATAN :

Kekuatan beton yang utama adalah kemampuan untuk menahan gaya tekan, semakin tinggi kuat tekan beton, semakin tinggi mutu beton.

DURABILITAS :

Ketahanan beton menghadapi segala kondisi dimana beton tersebut digunakan, tanpa mengalami kerusakan (*deteriorate*) selama jangka waktu layannya (*service ability*).

DENSITAS :

Kepadatan beton, biasa disebut berat jenis, yaitu $2,4 \text{ ton/m}^3$.

PENAMPILAN :

Penampakan beton secara fisik, biasa dinilai dari permukaan luar beton dilihat secara kasat mata.

SPEKIFIKASI BETON

WORKABILITY

KONSISTENSI

KEKUATAN

DURABILITAS

RASIO AIR
SEMEN

WORKABILITY :

Kemampuan beton segar mengisi bekisting yang tersedia. Dipengaruhi oleh : gradasi, bentuk dan proporsi agregat; jumlah dan kualitas PC (semen) dan bahan tambah (*admixture*)

KONSISTENSI :

Keenceran campuran beton segar yang diukur dengan nilai slump. Semakin besar nilai slump, campuran beton semakin encer.

KEKUATAN :

Kekuatan beton optimum adalah kuat tekan beton umur 28 hari. Kuat tekan beton dikenal dengan simbol f'_c . Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh faktor air semen.

DURABILITAS :

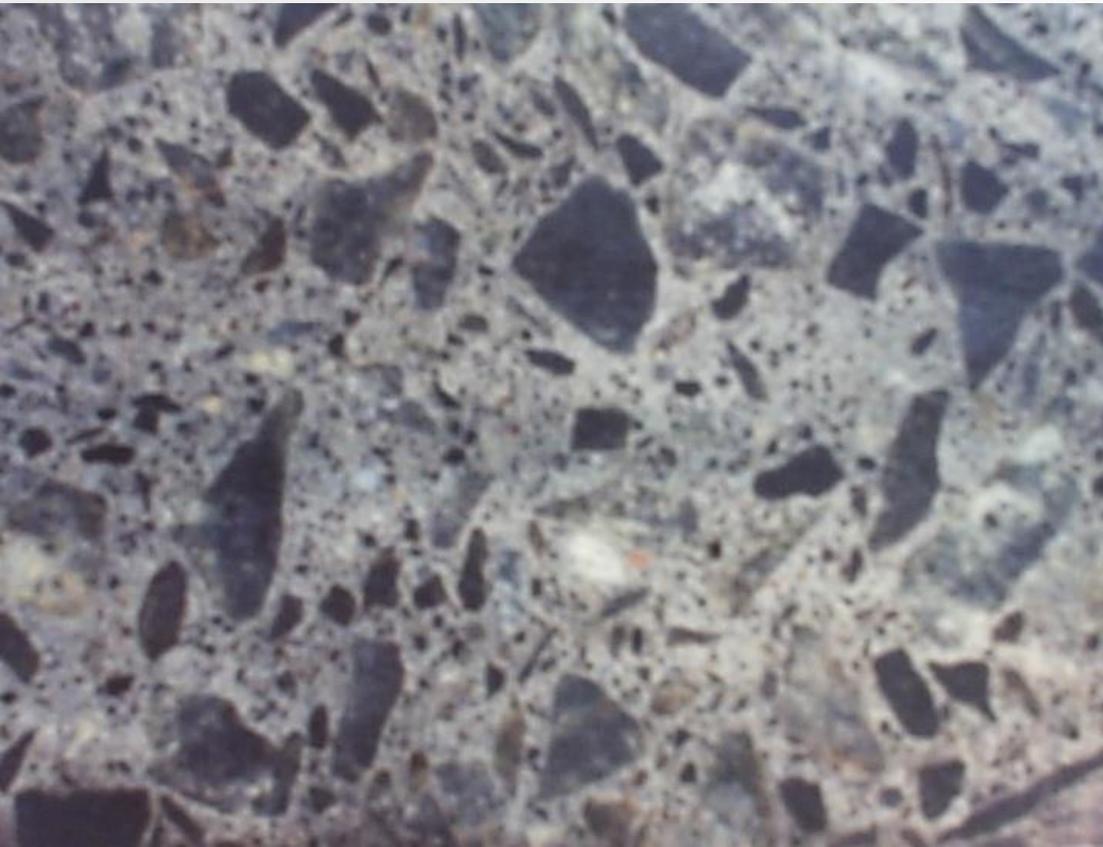
Keawetan beton sangat dipengaruhi oleh lingkungan, antara lain air, garam, sulfat dan CO_2

RATIO AIR SEMEN :

Perbandingan jumlah air dengan jumlah semen yang dipakai.

PROPORSI CAMPURAN BETON

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.



Komposisi :

Agregat kasar dan halus ± 68 %

Semen ± 11 %

Air ± 17 %

Udara ± 4 %



AGREGAT

AGREGAT

Agregat adalah material alami atau buatan yang merupakan bahan penyusun beton, yang berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) dan bahan penguat (*strengthen*) pada campuran beton.

Walaupun berfungsi sebagai bahan pengisi, karena volume agregat pada beton $\approx 68\%$ volume beton, agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, serta berpengaruh besar pada kekuatan pada beton, sehingga kualitas agregat sangat mempengaruhi mutu beton yang akan dihasilkan.



AGREGAT

FUNGSI AGREGAT

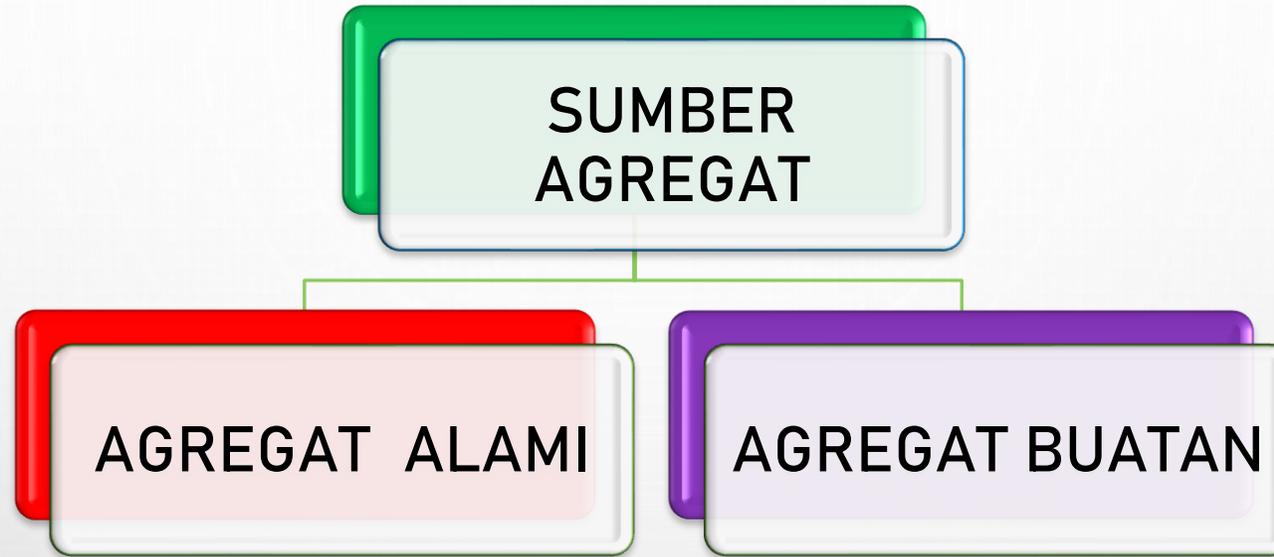
1. Menghemat penggunaan semen Portland
2. Menghasilkan kekuatan (kuat tekan) yang besar pada beton
3. Mengurangi susut saat proses pengerasan beton
4. Mencapai density (susunan padat) pada beton. Dengan gradasi agregat yang baik akan diperoleh beton yang padat.
5. Mengontrol workability beton. Dengan gradasi agregat yang baik akan diperoleh sifat beton yang mudah dikerjakan



SIFAT AGREGAT YANG BAIK

1. Memiliki butiran yang keras
2. Kompak (*compact* = padat)
3. Tidak pipih
4. Tidak mudah berubah volume karena perubahan cuaca.

KLASIFIKASI AGREGAT



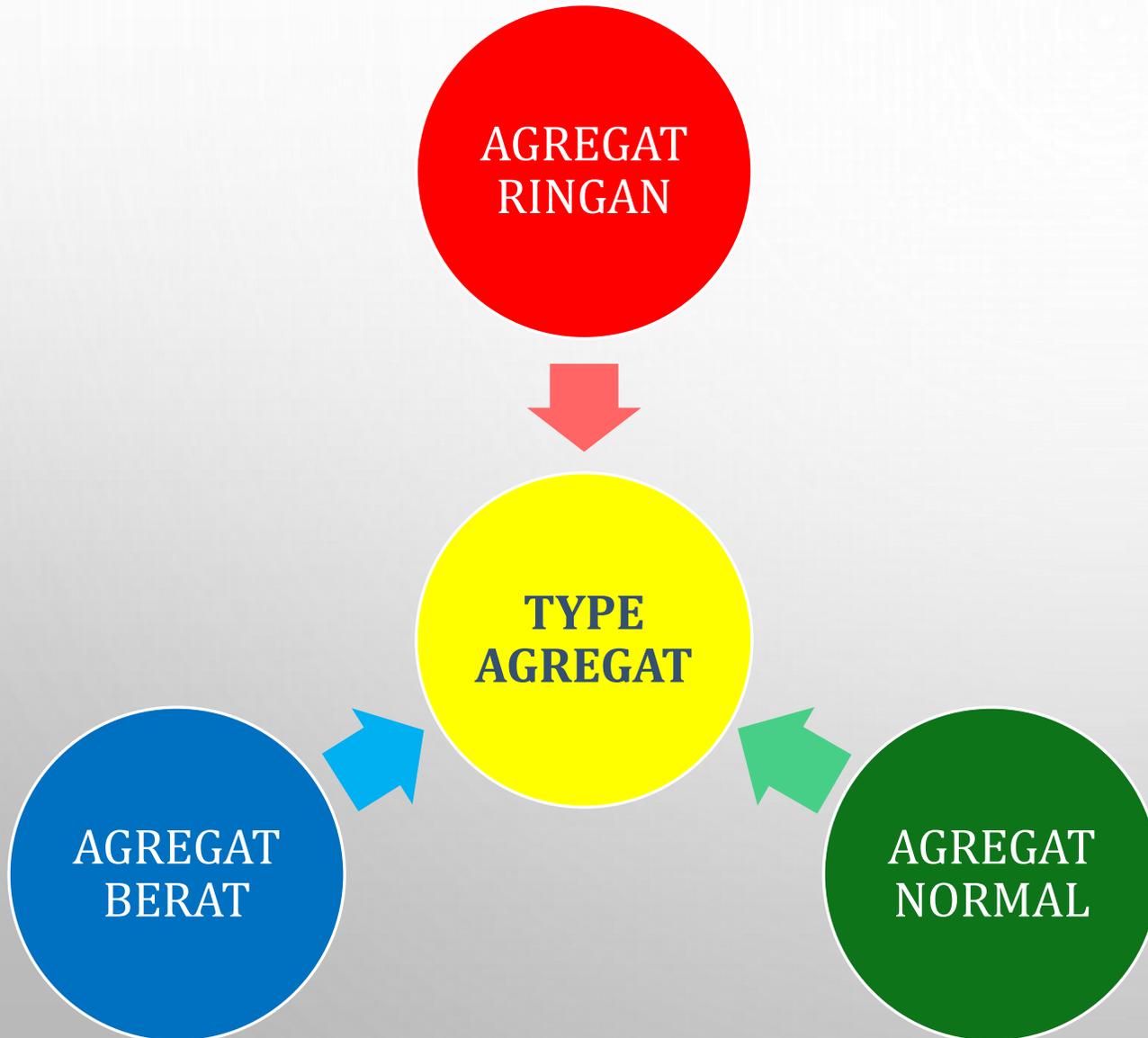
AGREGAT ALAMI

Menggunakan bahan baku batu alam atau hancurannya.
Jenis yang baik untuk agregat adalah batuan beku.

AGREGAT BUATAN

Agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan tertentu, atau karena kurangnya agregat batu alam. Agregat buatan umumnya agregat ringan.

KLASIFIKASI AGREGAT



AGREGAT RINGAN

Mempunyai berat jenis kurang dari 2 t/m³, umumnya digunakan untuk beton non struktur.

AGREGAT NORMAL

Mempunyai berat jenis 2,5 t/m³ sampai 2,7 t/m³ umumnya digunakan untuk beton struktur.

AGREGAT BERAT

Mempunyai berat jenis 2,8 t/m³ umumnya digunakan untuk bahan pembuatan dinding pelindung radiasi sinar X.

AGREGAT

AGREGAT
HALUS



AGREGAT



AGREGAT
KASAR

AGREGAT KASAR

Bahan berbutir, bila partikel agregat ukurannya lebih besar dari 4,75 mm (ayakan No. 4)

AGREGAT HALUS

Bahan berbutir, bila partikel agregat ukurannya lebih kecil dari 4,75 mm (ayakan No. 4) tetapi lebih besar dari 0,75 mm (ayakan No. 200)

SARINGAN

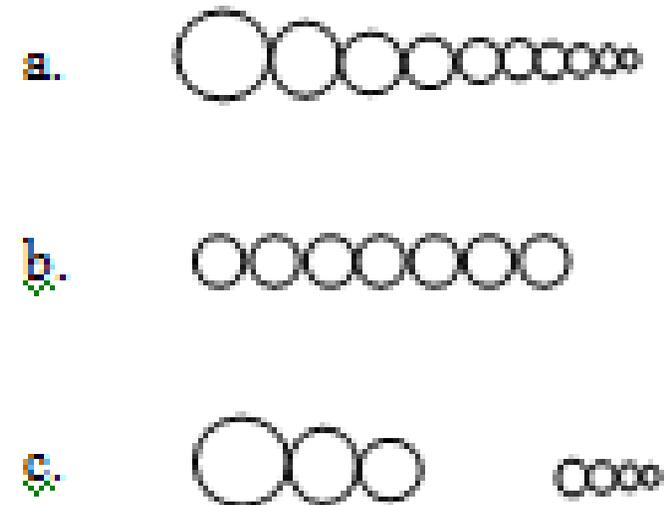


ASTM	mm	SNI	inch
4 in	100,0	100	4,00
3½ in	90,0	90	3,50
3 in	75,0	76	3,00
2½ in	63,0	63	2,50
2 in	50,0	50	2,00
1½ in	37,5	38	1,50
1 in	25,0	25	1,00
½ in	19,0	19	0,75
¼ in	12,5	12,5	0,50
3/8 in	9,5	9,6	0,3750
No. 4	4,75	4,8	0,1870
No. 8	2,36	2,4	0,0937
No. 16	1,18	1,2	0,0469
No. 30	0,60	0,6	0,0234
No. 50	0,30	0,3	0,0117
No. 100	0,15	0,15	0,0059

GRADASI AGREGAT



- GRADASI KONTINYU (a)
Ukuran butiran agregat bervariasi dari ukuran kecil sampai ukuran besar.
- GRADASI SERAGAM (b)
Ukuran butiran sama
- GRADASI CELAH (c)
Ukuran butiran tidak kontinyu



SNI 03-2834-2000 vs ASTM C-33

SNI 03-2834-2000

Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal

Tata cara ini meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton tanpa menggunakan bahan tambah untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

ASTM C-33

Standard Specification for Concrete Aggregates (Spesifikasi Standar Agregat Beton)

Spesifikasi standar untuk grading agregat penyusun beton, baik agregat halus maupun agregat kasar, khusus untuk beton normal.

ASTM C-33

ASTM C-33 Standard Specification for Concrete Aggregates

This specification defines the requirements for grading and quality of fine and coarse aggregate (other than lightweight or heavyweight aggregate) for use in concrete.

This specification is regarded as adequate to ensure satisfactory materials for most concrete. It is recognized that, for certain work or in certain regions, it may be either more or less restrictive than needed. For example, where aesthetics are important, more restrictive limits may be considered regarding impurities that would stain the concrete surface. The specifier should ascertain that aggregates specified are or can be made available in the area of the work, with regard to grading, physical, or chemical properties, or combination thereof.

This specification is also for use in project specifications to define the quality of aggregate, the nominal maximum size of the aggregate, and other specific grading requirements. Those responsible for selecting the proportions for the concrete mixture shall have the responsibility of determining the proportions of fine and coarse aggregate and the addition of blending aggregate sizes if required or approved.

GRADASI AGREGAT HALUS

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan/Ayakan				ASTM C-33 Fine Aggregate Sieve Analysis	
				SNI 03-2834-2000					
mm	SNI	ASTM	inch	Pasir Kasar Gradasi No. 1	Pasir Sedang Gradasi No. 2	Pasir Agak Halus Gradasi No. 3	Pasir Halus Gradasi No. 4		
9,50	9,6	½ in	0,3750	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100	100
4,75	4,8	no. 4	0,1870	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95	100
2,36	2,4	no. 8	0,0937	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80	100
1,18	1,2	no. 16	0,0469	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50	85
0,60	0,6	no. 30	0,0234	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25	60
0,30	0,3	no. 50	0,0117	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5	30
0,15	0,15	no. 100	0,0059	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0	10

Tabel Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33)

The fine aggregate shall have not more than 45 % passing any sieve and retained on the next consecutive sieve

GRADASI AGREGAT KASAR

Ukuran Saringan				% Lolos Saringan/Ayakan		
(Ayakan)				Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
mm	SNI	ASTM	inch			
75,0	76	3 in	3,00			100 - 100
37,5	38	1½ in	1,50		100 - 100	95 - 100
19,0	19	¾ in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	⅜ in	0,3750	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no. 4	0,1870	0 - 10	0 - 10	0 - 5

Tabel Gradasi Agregat Kasar (SNI 03-2834-2000)

GRADASI AGREGAT KASAR

Ukuran Saringan				% Lolos Saringan/Ayakan							
(Ayakan)				1½ in - 3½ in	1½ in - 2½ in	1 in - 2 in	¾ in - 1½ in	½ in - 1 in	¾ in - ¾ in	no 4 - ½ in	no 8 - ¾ in
mm	SNI	ASTM	inch	Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4	Gradasi No. 5	Gradasi No. 6	Gradasi No. 7	Gradasi No. 8
100,0	100	4 in	4,00	100 - 100							
90,0	90	3½ in	3,50	90 - 100							
75,0	76	3 in	3,00		100 - 100						
63,0	63	2½ in	2,50	25 - 60	90 - 100	100 - 100					
50,0	50	2 in	2,00		35 - 70	90 - 100	100 - 100				
37,5	38	1½ in	1,50	0 - 15	0 - 15	35 - 70	90 - 100	100 - 100			
25,0	25	1 in	1,00			0 - 15	20 - 55	90 - 100	100 - 100		
19,0	19	¾ in	0,75	0 - 5	0 - 5		0 - 15	20 - 55	90 - 100	100 - 100	
12,5	12,5	½ in	0,50			0 - 5		0 - 10	20 - 55	90 - 100	100 - 100
9,50	9,6	¾ in	0,3750				0 - 5	0 - 5	0 - 15	40 - 70	85 - 100
4,75	4,8	no. 4	0,1870						0 - 5	0 - 15	10 - 30
2,36	2,4	no. 8	0,0937							0 - 5	0 - 10
1,18	1,2	no. 16	0,0469								0 - 5

Tabel Gradasi Agregat Kasar (ASTM C-33)

UKURAN MAKSIMUM AGREGAT

DIBATASI OLEH SNI 2847: 2013 PASAL 3.3.2

- 1) $1/5$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan
- 2) $1/3$ kali tebal pelat
- 3) $3/4$ jarak bersih antar tulangan, jaring kawat baja, bundel tulangan atau tendon prategang atau selongsong

SNI 2847: 2013

Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung

Tergantung pada kelecakan (*workability*) beton segar dan metoda pemadatan adalah agar beton dapat dicor tanpa keropos atau rongga udara.

MODULUS KEHALUSAN (*FINE MODULUS*)

Adalah suatu indeks untuk menyatakan ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat.

Didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari agregat yang tertahan di atas satu set ayakan, kemudian dibagi 100.

FM agregat halus : 1,5 – 3,8

FM agregat kasar : 6 – 7,1

Makin besar FM menunjukkan campuran agregat makin kasar

SIEVE ANALYSIS (ANALISA SARINGAN/AYAKAN)

Analisa Saringan digunakan untuk mengetahui gradasi (pembagian butir) agregat.



BATAS AGREGAT
KASAR DAN
AGREGAT HALUS



ASTM	mm	SNI	inch
	37,5 mm		
	19,0 mm		
3/8 in	9,5 mm	9,6	0,3750
No. 4	4,75 mm	4,8	0,1870
No. 8	2,36 mm	2,4	0,0937
No. 16	1,18 mm	1,2	0,0469
No. 30	0,60 mm	0,6	0,0234
No. 50	0,50 mm	0,3	0,0117
No. 100	0,15 mm	0,15	0,0059
	PAN		

AIR

AIR

(ASTM C1602M ATAU SNI 03-7974-2013)

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton.

Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan.

Nugraha dan Antoni (2007), air diperlukan pada pembentukan beton yang berpengaruh terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan beton.

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya 50% dari berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen tidak boleh terlalu tinggi. Penambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos.

AIR

(ASTM C1602M ATAU SNI 03-7974-2013)

Dalam SNI 2847-2013 disyaratkan air yang digunakan harus memenuhi Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis.

Tjokrodimuljo (1996) dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat :

1. Kandungan lumpur maksimum 2 gram/liter,
2. Kandungan garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik, dll) maksimum 15 gram/liter,
3. Kandungan klorida (Cl) maksimum 0,5 gram/liter,
4. Kandungan senyawa sulfat maksimum 1 gram/liter.



PENGUJIAN MATERIAL

PENGUJIAN AGREGAT HALUS

**AGREGAT
HALUS**

Kadar lumpur dalam pasir
berdasarkan volume

Kadar lumpur dalam pasir
berdasarkan berat

Kotoran organis

Berat Jenis/Specific Gravity dan
Penyerapan

Gradasi/Sieve Analysis/Test Ayakan

PENGUJIAN AGREGAT KASAR

**AGREGAT
KASAR**

Berat Jenis/Specific Gravity dan Rongga Udara dalam Agregat

Butiran Agregat Kasar berbentuk Pipih, Lonjong atau Pipih dan Lonjong

Uji Keausan/Los Angeles Test

Gradasi/Sieve Analysis/Test Ayakan

