

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Gradasi Agregat Dalam Campuran Beton

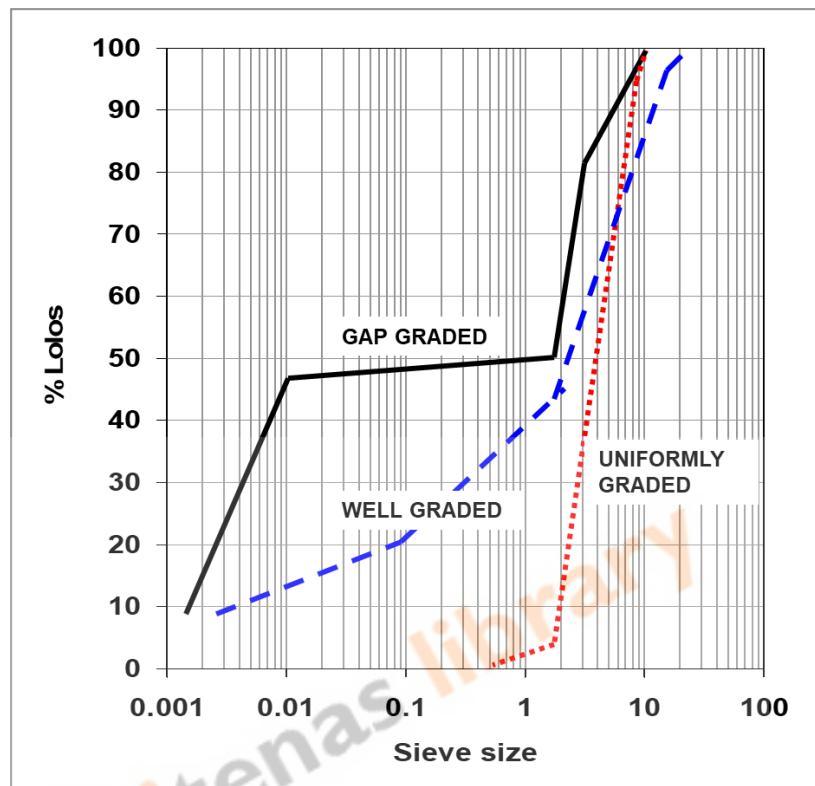
Agregat adalah komponen campuran beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi, komposisi agregat dalam campuran beton berkisar 60%-70% dari keseluruhan berat campuran beton. Agregat memiliki dua jenis yang dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar biasa juga disebut kerikil hasil desintregasi alami dari batuan atau berupa batuan pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, menurut SNI agregat kasar harus mempunyai ukuran lebih dari 4.80 mm dan Agregat halus berukuran kurang dari 4.80 mm.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran butiran agregat, atau pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda sebagai persentase dari total agregat atau persentase kumulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing-masing seri bukaan saringan. Gradasi agregat berfungsi untuk mendapatkan kemampatan/kepadatan dan juga kebutuhan pasta semen, dimana semakin bervariasi ukuran butir maka kemampatan akan semakin baik dan kebutuhan pasta semen semakin sedikit dimana butiran direkatkan dan mengisi ruang diantara butiran.

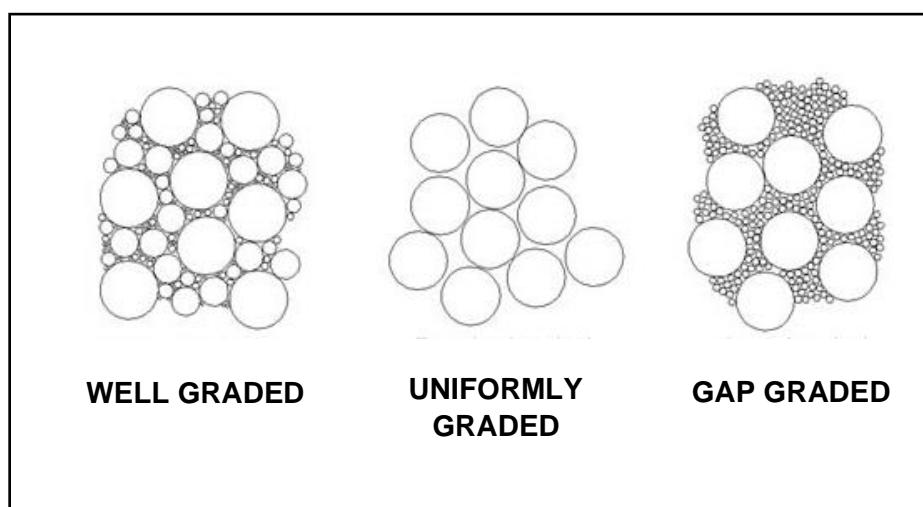
Terdapat tiga jenis agregat berdasarkan gradasi yaitu:

- (a) gradasi menerus (*well graded*), dimana terdapat semua ukuran agregat dan distribusikan secara baik. Gradasi menerus sering dipakai dalam campuran beton dikarenakan gradasi tersebut mendapatkan angka pori yang kecil dan memiliki kemampatan yang tinggi sehingga didapatkannya (*interlocking*) yang baik pada campuran beton, variasi ukuran butir agregat dibutuhkan dalam campuran beton;
- (b) gradasi seragam (*uniform graded*), yaitu agregat yang memiliki butiran yang sama;
- (c) gradasi senjang (*gap graded*), dimana tidak terdapat salah satu atau lebih dari ukuran butir, gradasi ini akan menunjukkan satu garis horizontal dalam grafiknya.

Tiga jenis agregat berdasarkan gradasi dapat juga dilihat dari Gambar 2.1 dan Gambar 2.2



Gambar. 2.1 Daerah Gradasi Agregat Berdasarkan Jenisnya



Gambar. 2.2 Penampakan Gradasi Agregat Berdasarkan Jenisnya

Untuk mengetahui gradasi tersebut dilakukan pengujian analisa ayakan sesuai dengan SNI dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Standar Ukuran Saringan Agregat untuk Campuran Beton

SNI
38 mm
19 mm
9.60 mm
4.80 mm
2.40 mm
1.20 mm
0.60 mm
0.30 mm
0.15 mm

Gradasi agregat gabungan adalah pencampuran antara agregat kasar dengan agregat halus. Untuk mendapatkan gabungan gradasi yang baik diperlukan batasan gradasi yang diadopsi dari B.S dalam SK.SNI T-15-1990-03:21. Gradasi agregat campuran ditunjukkan pada Tabel 2.2 sampai Tabel 2.4 dan dapat dilihat grafiknya dalam Gambar 2.1 sampai Gambar 2.3

Tabel 2.2 Persen Butiran yang Lewat Ayakan (%) untuk Agregat Gabungan

dengan Butir Maksimum 40 mm

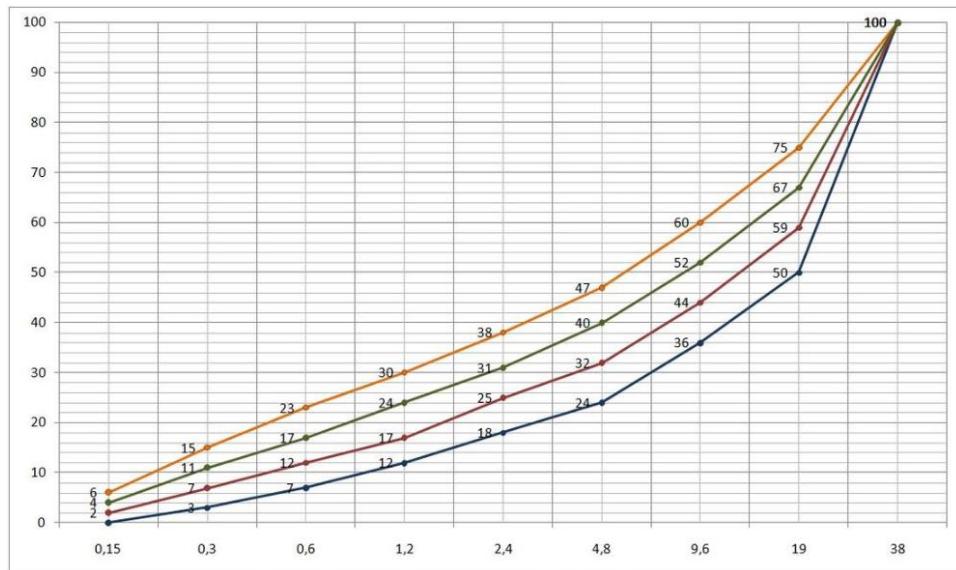
Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9.60	36	44	52	60
4.80	24	32	40	47
2.40	18	25	31	38
1.20	12	17	24	30
0.60	7	12	17	23
0.30	3	7	11	15
0.15	0	0	2	5

Tabel 2.3 Persen Butiran yang Lewat Ayakan (%) untuk Agregat Gabungan
dengan Butir Maksimum 20 mm

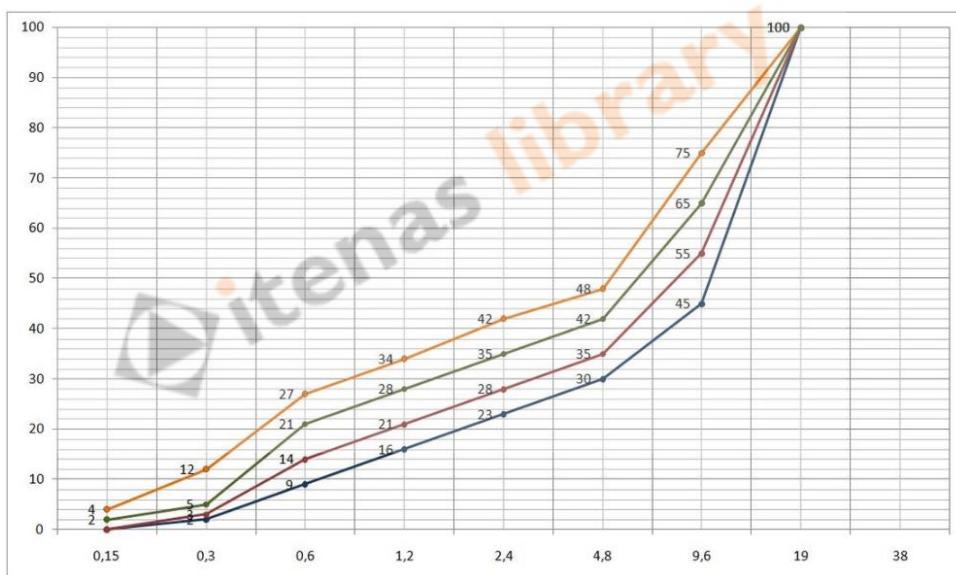
Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	100	100	100	100
9.60	45	55	65	75
4.80	30	35	42	48
2.40	23	28	35	42
1.20	16	21	28	34
0.60	9	14	21	27
0.30	2	3	5	12
0.15	0	0	0	2

Tabel 2.4 Persen Butiran yang Lewat Ayakan (%) untuk Agregat Gabungan
dengan Butir Maksimum 10 mm

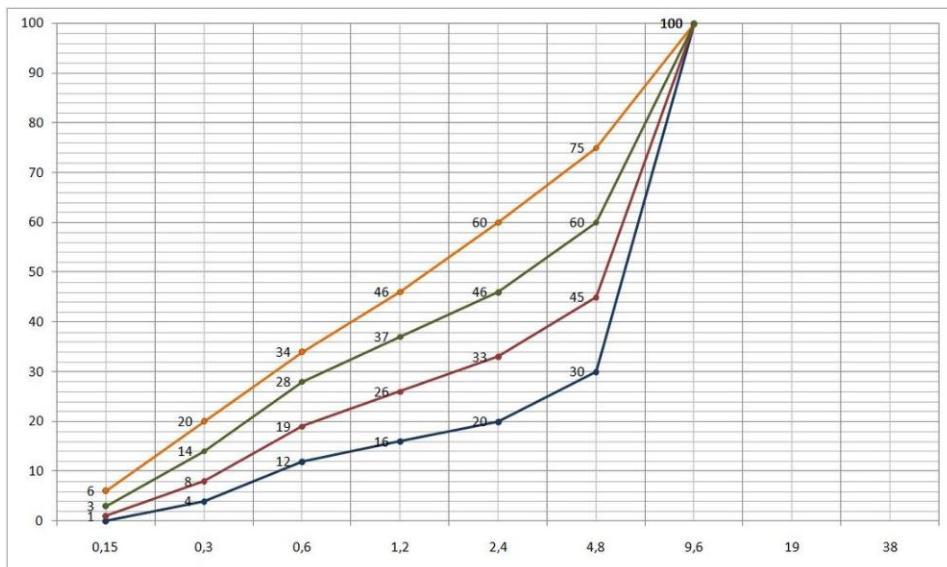
Lubang Ayakan (mm)	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
38	100	100	100	100
19	100	100	100	100
9.6	100	100	100	100
4.80	30	45	60	75
2.40	20	33	46	60
1.20	16	26	37	46
0.60	12	19	28	34
0.30	4	8	14	20
0.15	0	1	3	6



Gambar. 2.3 Grafik Daerah Gradasi Agregat Gabungan dengan Butiran Maksimum 40 mm



Gambar. 2.4 Grafik Daerah Gradasi Agregat Gabungan dengan Butiran Maksimum 20 mm



Gambar. 2.5 Grafik Daerah Gradasi Agregat Gabungan dengan Butiran Maksimum 10 mm

Selain gradasi agregat dapat dinyatakan dalam bentuk grafik juga dapat dinyatakan dalam suatu parameter yang disebut dengan modulus kehalusan atau yang disebut dengan MHB.

Modulus halus butir (*fineness modulus*) atau biasa disingkat MHB ialah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat (Abrams, 1918)

MHB didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas satu ayakan (38, 19, 9.60, 4.80, 2.40, 1.20, 0.60, 0.30, dan 0.15) kemudian nilai tersebut dibagi dengan 100 (Illesley, 1942:232)

Modulus Kehalusinan Agregat Gabungan adalah modulus halus butir gabungan antara agregat halus dan agregat kasar dimana ada batasan didalam agregat tersebut dan memiliki batas atas maupun batas bawah. Untuk mengetahui nilai modulus kehalusan agregat batas atas dan batas bawah pada Gambar 2.3 sampai Gambar 2.5 dapat dihitung dengan rumus:

$$MHB = \frac{\text{Kumulatif persen tertahan}}{100} \dots\dots\dots (1)$$

Hasil perhitungan nilai modulus kehalusan batas atas dan batas bawah pada Gambar 2.3 sampai Gambar 2.5 diberikan pada Tabel 2.5 sampai Tabel 2.7

Tabel 2.5 Nilai Modulus Kehalusan untuk Agregat Gabungan dengan Butir Maksimum 10 mm

Ukuran Ayakan (mm)	Persen lolos (%)		Persen tertahan (%)	
	Kurva 1	Kurva 4	Kurva 1	Kurva 4
38	100	100	0	0
19	100	100	0	0
9.60	100	100	0	0
4.80	30	75	70	25
2.40	20	60	80	40
1.20	16	46	84	54
0.60	12	34	88	66
0.30	4	20	96	80
0.15	0	6	100	94
Kumulatif persen tertahan			518	359
MHB			5.18	3.59

Tabel 2.6 Nilai Modulus Kehalusan untuk Agregat Gabungan dengan Butir Maksimum 20 mm

Ukuran Ayakan (mm)	Persen lolos (%)		Persen tertahan (%)	
	Kurva 1	Kurva 4	Kurva 1	Kurva 4
38	100	100	0	0
19	100	100	0	0
9.60	45	75	55	25
4.80	30	48	70	52
2.40	23	42	77	58
1.20	16	34	84	66
0.60	9	27	91	73
0.30	2	12	98	88
0.15	0	2	100	98
Kumulatif persen tertahan			575	460
MHB			5.75	4.60

Tabel 2.7 Nilai Modulus Kehalusan untuk Agregat Gabungan dengan Butir Maksimum 40 mm

Ukuran Ayakan (mm)	Persen lolos (%)		Persen tertahan (%)	
	Kurva 1	Kurva 4	Kurva 1	Kurva 4
38	100	100	0	0
19	50	75	50	25
9.60	36	60	64	40
4.80	24	47	76	53
2.40	18	38	82	62
1.20	12	30	88	70
0.60	7	23	93	77
0.30	3	15	97	85
0.15	0	5	100	95
Kumulatif persen tertahan			650	507
MHB			6.50	5.07

2.2 Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Dalam Campuran Beton

Agregat dalam campuran beton, kehalusan atau kekasaran agregat harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kelecekan (*workability*) campuran beton, yang dapat dilihat dari nilai modulus kehalusan. Campuran beton harus memiliki (*workability*) yang baik dengan ruang udara yang kecil dan juga tahan terhadap segregasi.

Pada penelitian (Ukala, 2019) jumlah semen pada setiap grup memiliki jumlah yang sama dan juga pada jumlah air yang digunakan setiap grup memiliki jumlah air yang sama sehingga dapat dikatakan faktor (*w/c*) yaitu 0.70 yang tertera pada Tabel 2.8.

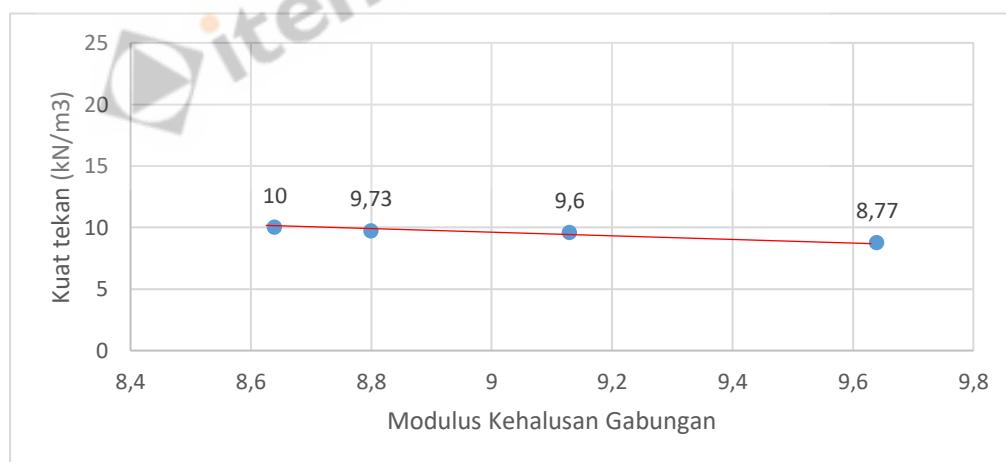
Pada ke empat benda uji indeks modulus kehalusan agregat gabungan lebih tinggi menunjukan akan menghasilkan campuran beton dengan nilai slump semakin tinggi yang terdapat pada Tabel 2.8 dimana (*workability*) dipengaruhi oleh besaran modulus kehalusan gabungan yang dikarenakan semakin tingginya nilai slump.

Tabel 2.8 Modulus kehalusan agregat gabungan dan ukuran maksimum agregat setiap grup

(Sumber: Ukala,DC.,2019)

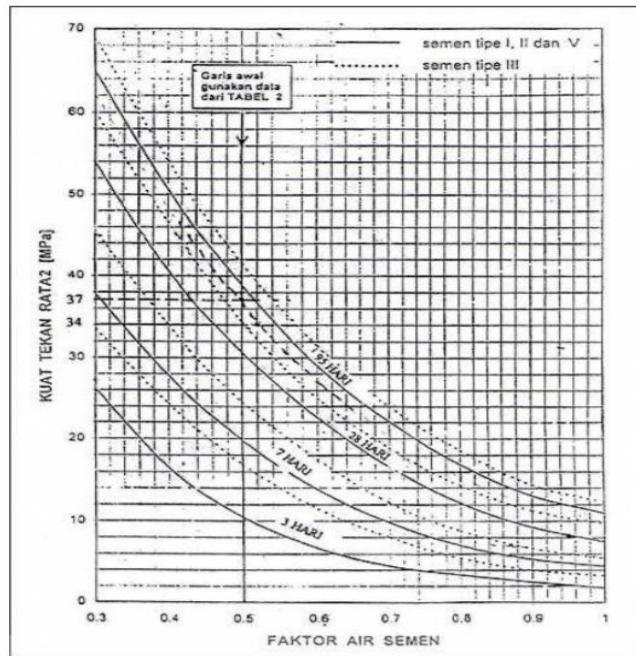
No Grup	Modulus Kehalusan Agregat Gabungan	Agregat Rentang ukuran rata-rata	Ukuran Agregat Maksimum	Kuat Tekan	Berat Jenis	Slump
Grup 1	9.46	4.75 - 12.70	50.80	8.77MPa	24	40
Grup 2	9.13	4.75 - 12.70	50.80	9.6MPa	24	30
Grup 3	8.80	2.80 - 4.75	50.80	9.73MPa	24	20
Grup 4	8.64	2.80 - 4.75	50.80	10MPa	23.70	10
Agregat Kasar (kg)	13.32		Agregat Halus (kg)	6.66		
Proposi campuran	1.0 : 3.0 : 6.0 , $w/c = 0.70$, Kubus 100 x 100 x 100 mm					

Sedangkan hubungan nilai kuat tekan beton terhadap nilai modulus kehalusan gabungan yang diperlihatkan pada Gambar 2.5 cenderung berdekatan dengan kurva yang landai untuk modulus 8.77-10, sehingga dapat dikatakan nilai modulus kehalusan terhadap nilai kuat tekan beton untuk modulus 8.77-10 pada agregat gabungan tidak berpengaruh.



Gambar. 2.5 Hubungan kuat tekan beton terhadap modulus kehalusan agregat gabungan

Kuat tekan beton pada cara SNI ditunjukkan dalam grafik kuat beton terhadap faktor air semen (w/c) yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar. 2.6 Hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air semen

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

2.3 Tinjauan Mengenai Batasan Modulus Kehalusinan Agregat Gabungan Pada Campuran Beton Cara SNI

Modulus kehalusan agregat gabungan pada cara SNI dapat disimpulkan seperti pada Tabel 2.9

Tabel 2.9 Batasan modulus kehalusan agregat gabungan SNI

Butir maksimum agregat gabungan (mm)	Modulus Kehalusinan (MHB)	
	Batas bawah grafik gradasi agregat gabungan	Batas atas grafik gradasi agregat gabungan
40	6.50	5.07
20	5.75	4.60
10	5.18	3.59

Pada Tabel 2.9 modulus kehalusan agregat gabungan berbanding lurus dengan ukuran maksimum butir agregat kasar. Semakin besar ukuran butir maksimum semakin besar juga nilai modulus kehalusan agregat gabungan yang dapat digunakan.

Berdasarkan batasan modulus kehalusan agregat gabungan yang tertera pada Tabel 2.9, dapat disimpulkan:

1. terdapat modulus kehalusan yang dapat digunakan untuk seluruh ukuran butir maksimum agregat gabungan yaitu modulus kehalusan agregat gabungan sebesar 5.18;
2. terdapat modulus kehalusan agregat gabungan yang dapat digunakan untuk ukuran butir maksimum agregat kasar 20 mm dan 40 mm yaitu modulus kehalusan agregat gabungan pada rentang sebesar 5.0 sampai 6.0.