

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Campuran Beton

Beton dibentuk dari bahan campuran antara pasir dan kerikil atau batu pecah yang mempunyai ukuran butiran (gradasi) sesuai dengan persyaratan dan ditambah dengan semen dan air sebagai bahan perekatnya. Penggunaan beton sangat fleksibel untuk berbagai bentuk dan ukurannya disamping itu kekuatannya dapat dirancang. Beton hanya kuat untuk menahan gaya tekan tetapi beton tidak dapat menahan gaya tarik. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik.

2.1.1 Semen

Semen berbentuk agregat halus yang mempunyai butiran homogen terbentuk dari unsur kimiawi. Sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasan jika bercampur dengan air, maka akan terbentuk pasta semen. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat halus dan agregat kasar. Untuk menjaga mutu semen tetap baik pada saat penyimpanan hendaklah disimpan dengan baik dan terhindar dari atau udara yang lembab serta dibuat palet (alas semen) dengan tinggi 0,25 sampai dengan 0,5 meter.

Komponen utama yang digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur (Ca O) terdiri dari 81%. Kualitas kekuatan beton sangat tergantung dari kehalusan semen, semakin halus semen maka semakin cepat reaksi mengeras jika dicampur dengan air serta bahan campur beton lainnya, sesuai dengan

Standar Industri Indonesia (SII) luas permukaan spesifik adalah berkisar antara 2.250 cm²/gr sampai dengan 3.200 cm²/gr.

Sifat-sifat yang didapat dari kehalusan semen adalah:

1. Mendapatkan kekuatan awal yang tinggi
2. Penyusutan yang besar
3. Pengikatan yang cepat
4. Kebutuhan air yang lebih banyak
5. Mengurangi *bleeding*
6. Mengurangi retak-retak pada sisi beton

Kekuatan beton ditentukan dari bagaimana spesifikasi semen itu sendiri. Dalam konstruksi pembangunan yang baik, diperlukan pemakaian beton dengan mutu yang tinggi dalam jumlah yang besar. Pemakaian semen akan menjadi pengaruh utama dalam pembentukan semen. Penggunaan semen yang tidak sesuai dengan *mix design*, penyusunan beton akan menghasilkan mutu beton yang jelek. Dimana jumlah semen yang melebihi luas permukaan buturan yang akan diikatnya akan dapat menurunkan kekuatan beton. Semen dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Semen *hydrolis*, yaitu bahan pengikat yang mengeras bila bereaksi dengan air dan hasil-hasilnya memiliki sifat yang dapat menahan air.
2. Semen *non hydrolis*, yaitu semen yang tidak dapat mengikat serta mengeras dalam air.

Semen *hydrolis* terdiri dari:

- a. Kapur (Ca O) = Batu Kapur 81%;
- b. Silika (Si O₂) = Lempung 9%;

- c. Alumina (Al_2O_3) = Lempung 9%;
- d. Oksida Besi (Fe_2O_3) = 1%.

Dapat disimpulkan bahwa kapur merupakan bahan utama dalam pembuatan semen Portland, diikuti oleh Silika, Alumina, dan Oksida Besi. Bahan-bahan tersebut masing-masing memiliki perbedaan kecepatan reaksi, peningkatan kekuatan dan peningkatan panas.

Dengan memberikan batasan-batasan komposisi kimia pada pembuatan semen, hal ini memberikan kemungkinan untuk merubah sifat-sifat semen Portland sehingga sesuai untuk digunakan pada keadaan tertentu. Misalnya pada pembangunan bendungan besar dan struktur lainnya, yang memerlukan suatu sifat khusus semen yang memiliki kecepatan panas rendah selama proses hydrasi, dan bila diperlukan pembangunan yang memerlukan kecepatan, maka penggunaan semen yang mempunyai proses hydrasi cepat harus digunakan.

Sesuai dengan sifat kimia dan tujuan penggunaannya maka semen Portland terbagi atas:

1. Type I, adalah untuk pemakaian tanpa persyaratan khusus.
2. Type II, adalah semen yang mempunyai sifat ketahanan yang sedang terhadap garam-garam di dalam air. Semen jenis ini dipergunakan untuk konstruksi bangunan dari beton yang berhubungan secara terus menerus dengan air kotor dan air tanah.
3. Type III, adalah semen yang cepat mengeras atau semen yang mempunyai kekuatan tinggi pada umur muda. Semen ini sering dipergunakan untuk pekerjaan beton di daerah yang bersuhu rendah terutama daerah yang beriklim dingin, apabila suhu turun dibawah titik beku air.

4. Type IV, adalah semen dengan panas *hydrasi* yang rendah, semen jenis ini perkerasannya serta pengembangannya lambat. Penggunaan semen jenis ini untuk pembuatan bangunan yang berukuran besar dengan tebal dari 2,00 m. Misalnya untuk pembuatan bangunan bendungan (DAM), pondasi jembatan yang berlandasan mesin yang berukuran besar.
5. Type V, adalah semen yang penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat. Penggunaan semen jenis ini berhubungan dengan bangunan pada pasir laut, air buangan industry, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat yang presentasinya tinggi.

Pada penelitian ini digunakan semen Type I untuk menghasilkan beton normal.

2.1.2 Agregat

Agregat adalah bahan utama beton yang berasal dari batuan. Batu-batuan tersebut mengalami proses pengikisan dan pelapukan hingga menjadi batuan yang bervariasi besarnya, agregat yang bervariasi tersebut dikelompokkan menjadi tiga bagian, yakni:

2.1.2.1 Agregat kasar

2.1.2.2 Agregat halus, dan

2.1.2.3 Agregat gabungan

Agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan pengisi dan berpengaruh besar terhadap daya tahan dan kekelompokkan strukturalnya pada campuran

beton. Semakin baik agregat yang digunakan untuk campuran, maka semakin kuat pula beton memikul beban tekan.

2.1.2.1 Agregat kasar

Agregat kasar yang berasal dari proses desintegrasi “Alami” dari batuan yang disebut batuan kerikil memiliki ukuran butiran 5-40 mm. Agregat dengan gradasi yang homogen dikatakan bergradasi jelek dan tidak bisa dipakai sebagai bahan campuran beton. Karena, dengan butiran yang homogen akan banyak ruang kosong atau celah diantara agregat tersebut. Ruang kosong ini dengan sendirinya akan terisi oleh semen, sehingga pemakaian semen akan berlebihan dan pembiayaan menjadi tidak ekonomis. Juga ditinjau dari sifat semen akan berlebihan dan menjadi tidak ekonomis. Jadi, agregat yang baik untuk beton ialah agregat dengan butiran-butiran yang bervariasi, karena ruang-ruang kosong antara partikel akan terisi oleh partikel yang lebih kecil dan semen akan mengisi ruangan yang tidak terisi oleh partikel yang lebih kecil, sehingga pemakaian dapat berlangsung dengan baik.

Agregat kasar sebaiknya disyaratkan:

1. Mempunyai kekuatan yang lebih tinggi;
2. Test abrasi tidak kurang atau lebih dari 5% (PBI 71) dari material yang hancur;
3. Mempunyai permukaan yang kasar agar terjadi ikatan permukaan yang kasar sehingga terjadi ikatan permukaan yang cukup kuat dengan pasta semen;

4. Mempunyai keberhasilan yang cukup tinggi, tidak mengandung kadar organik dan kadar alkali. Tingkat kadar lumpur tidak boleh lebih 5% (PBI 71);
5. Menggunakan batu pecah, karena batu pecah mempunyai permukaan yang kasar sehingga akan terjadi ikatan yang sangat kuat antara agregat kasar pada pasta semen;
6. Diameter maksimum yang digunakan adalah = 25 mm;

Batasan modulus kehalusan kerikil:

$$5,5 \leq FM \leq 7,5$$

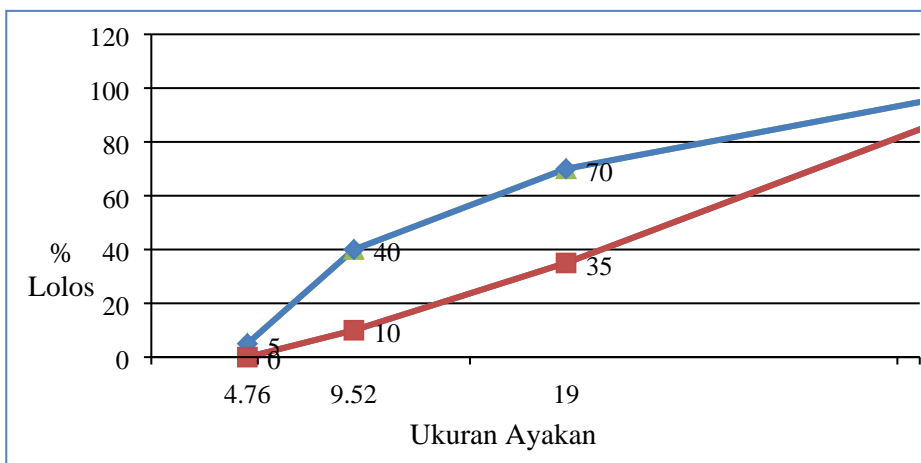
Kerikil dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

Tabel 2.1

Persyaratan Susunan Agregat Kasar Menurut British Standard

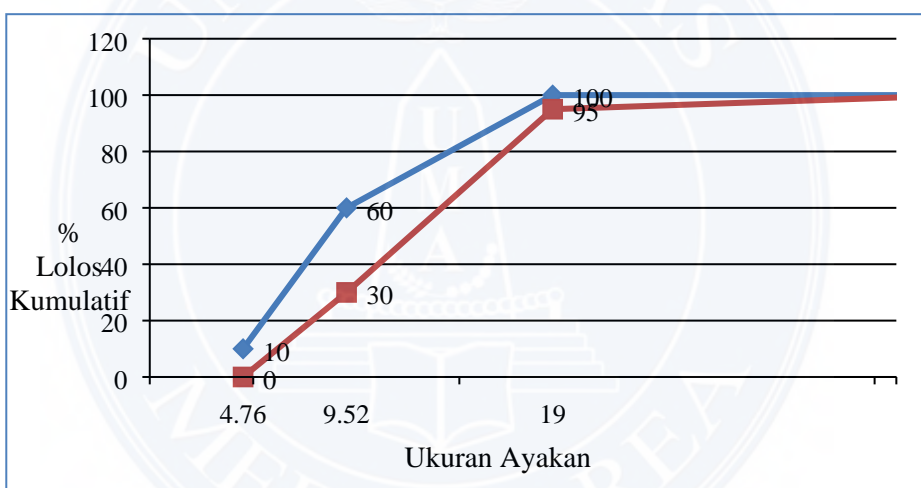
Ukuran Ayakkan (mm)	Persentase Berat yang lewat Ayakkan Ukuran Nominal Gradasi Agregat		
	38,0 - 4,76	19,0 - 4,76	9,6 - 4,76
38,1	95 - 100	100	-
19,0	35 - 70	95 - 100	100
9,52	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4,76	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: Syafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknologi Beton, Dpu Hal. 20



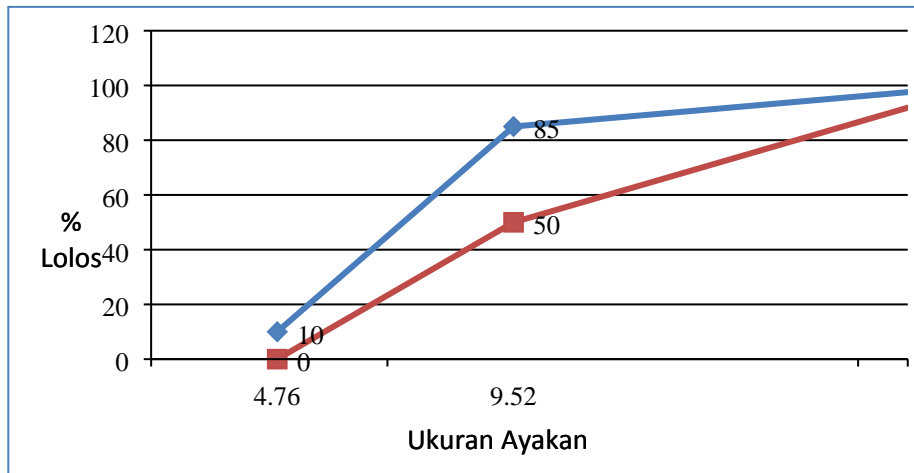
Gambar 2.1 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 4,8 - 3,8 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.2 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 4,8 - 1,9 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.3 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 4,8 – 19,6 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. Eng, “Pengantar Teknologi Beton”

2.1.2.2 Agregat halus

Agregat halus adalah pasir yang mempunyai ukuran butiran maksimum 5,0 mm. Derajat kehalusan (kekasaran) suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan (Finenes Modulus) dengan batasan-batasan sebagai berikut:

Pasir halus : $2,20 \leq FM \leq 2,60$

Pasir sedang : $2,60 \leq FM \leq 2,90$

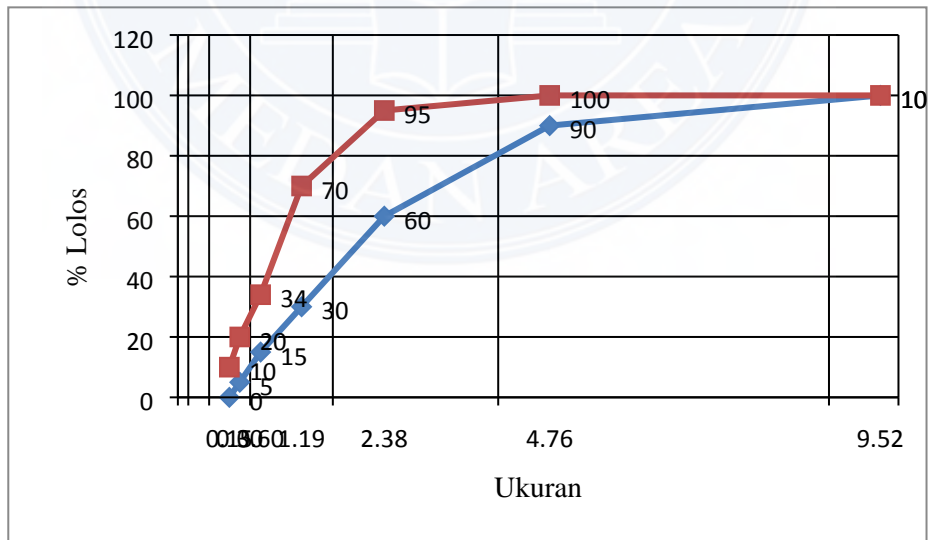
Pasir kasar : $2,90 \leq FM \leq 3,20$

Tabel 2.2

Batas-Batas Gradasi Agregat Halus Menurut British Standard

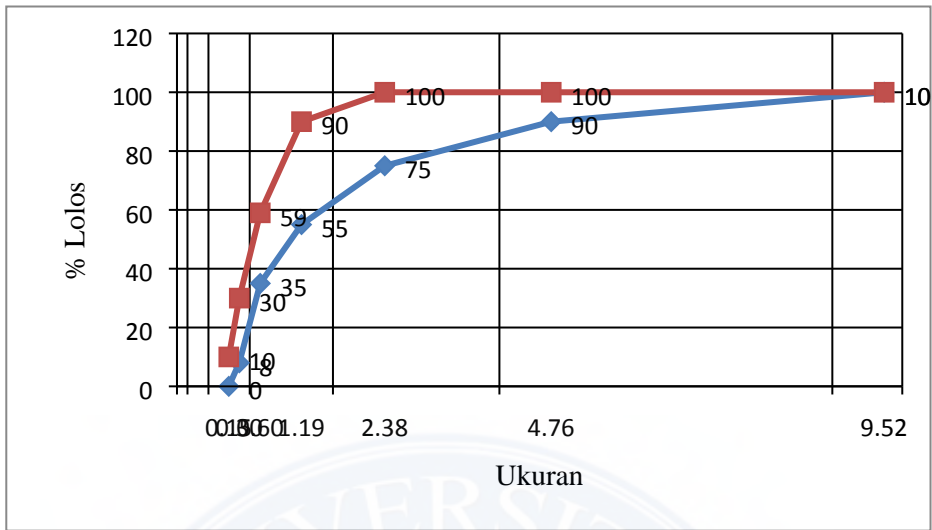
Ukuran Ayakan (mm)	Persentase Dari Bahan Lolos Ayakan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
9,52	100	100	100	100
4,76	90 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
2,38	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,19	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,60	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,30	5 - 20	8 - 30	12 - 40	5 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: Syafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknologi Beton, Dpu Hal. 17



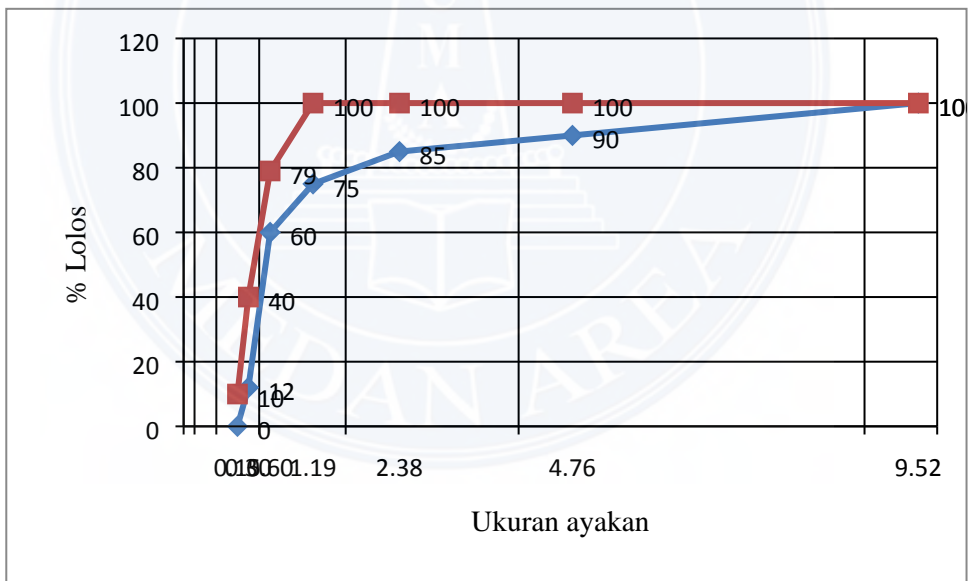
Gambar 2.4 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan (mm) Pada Zone I

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



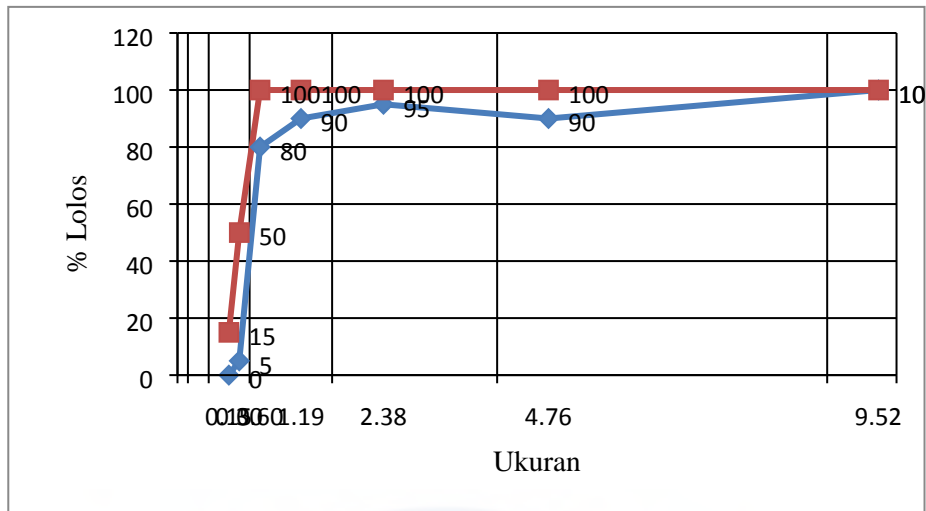
Gambar 2.5 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan (mm) Pada Zone II

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.6 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan (mm) Pada Zone III

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.7 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan (mm) Pada Zone IV

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"

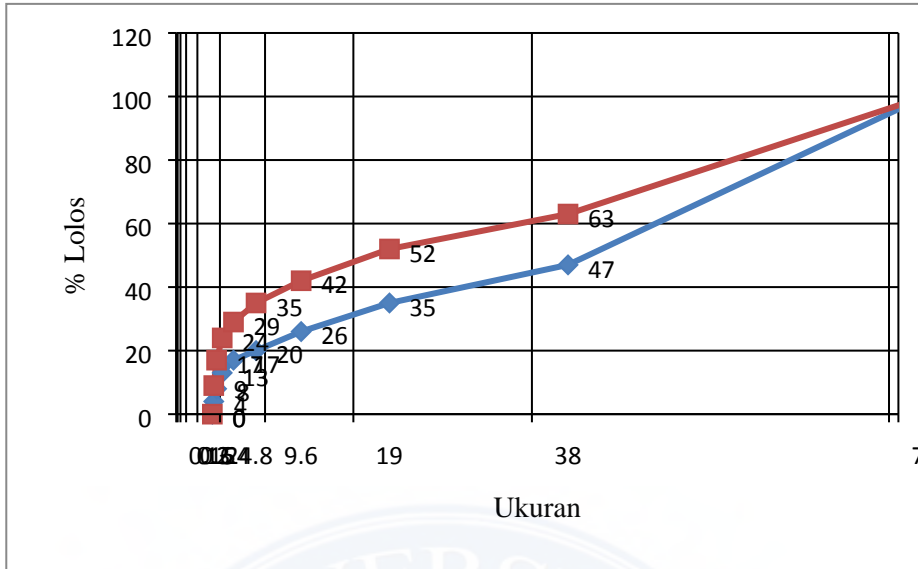
2.1.2.3 Agregat Gabungan

Pada gradasi agregat gabungan antara agregat halus dan agregat kasar, pada masing-masing kurva mendapat tiga buah daerah klasifikasi. Dalam pengadaan agregat kasar, apabila terdapat susunan besar butiran yang tidak masuk dalam batas gradasi yang ditetapkan sehingga dapat menimbulkan segragasi, maka harus dilakukan pengayakan dan pemisahan masing-masing fraksi tersebut yang kemudian digabungkan kembali sesuai kebutuhan agar didapatkan agregat dengan butiran yang beragam dan masuk dalam batas gradasi seperti terlihat pada tabel dibawah ini menurut tata cara pembuatan campuran normal (SK-SNI-T 15-1990-03):

Tabel 2.3**Gradasi Agregat Gabungan**

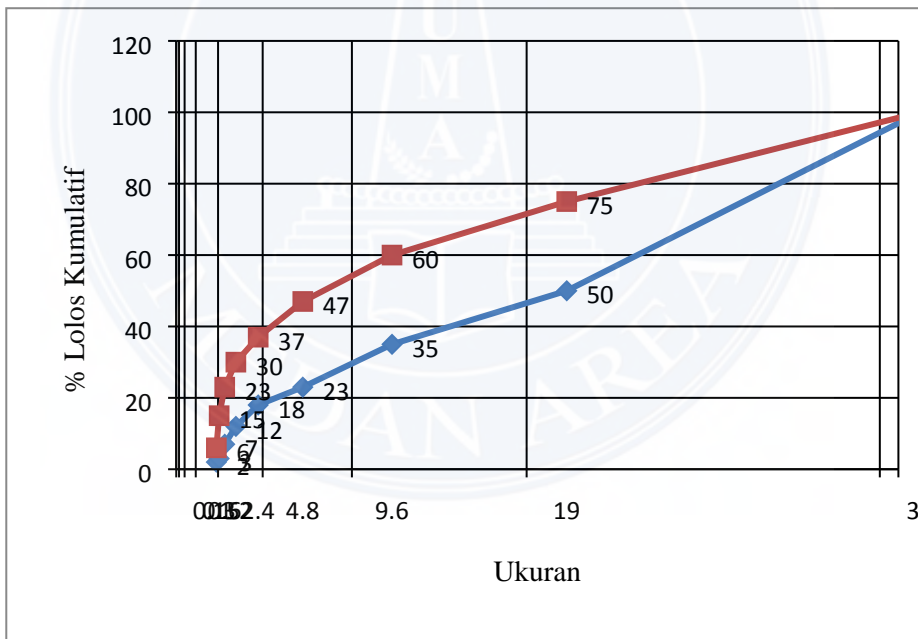
Ukuran Ayakan (mm)	% Besar Lewat Ayakan Butir Maksimum			
	76	38	19	9,6
76	100	-	-	-
38	47 - 63	100	-	-
19	35 - 52	50 - 75	100	-
9,6	26 - 42	35 - 60	45 - 75	100
4,8	20 - 35	23 - 47	29 - 49	29 - 75
2,4	17 - 29	18 - 37	23 - 42	21 - 60
1,2	13 - 24	12 - 30	15 - 35	17 - 47
0,6	8 - 17	7 - 23	9 - 28	14 - 35
0,3	4 - 9	3 - 15	2 - 13	5 - 21
0,15	-	2 - 6	1 - 3	0 - 1

Sumber: Syafei Amri, Dipl.E.Eng : Pengantar Teknologi Beton, Dpu Hal. 21



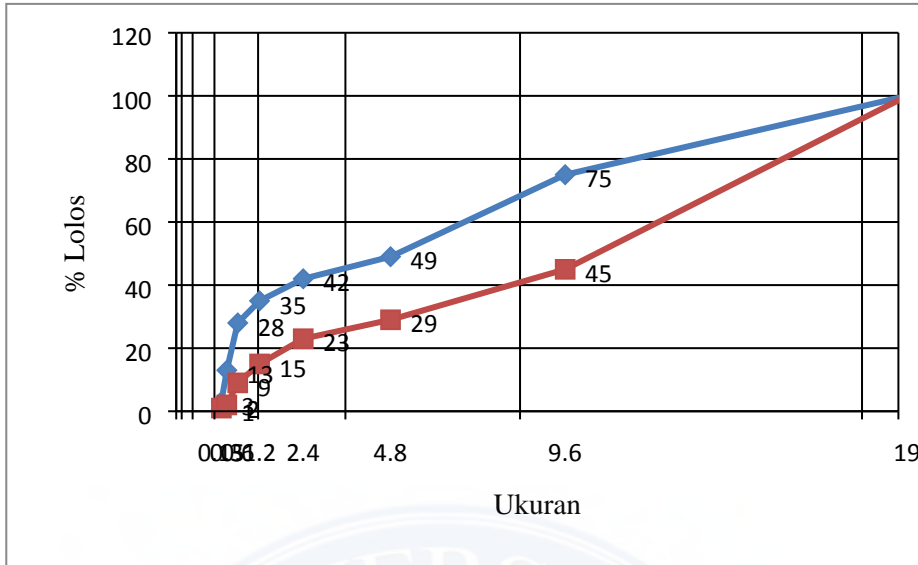
Gambar 2.8 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 76 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



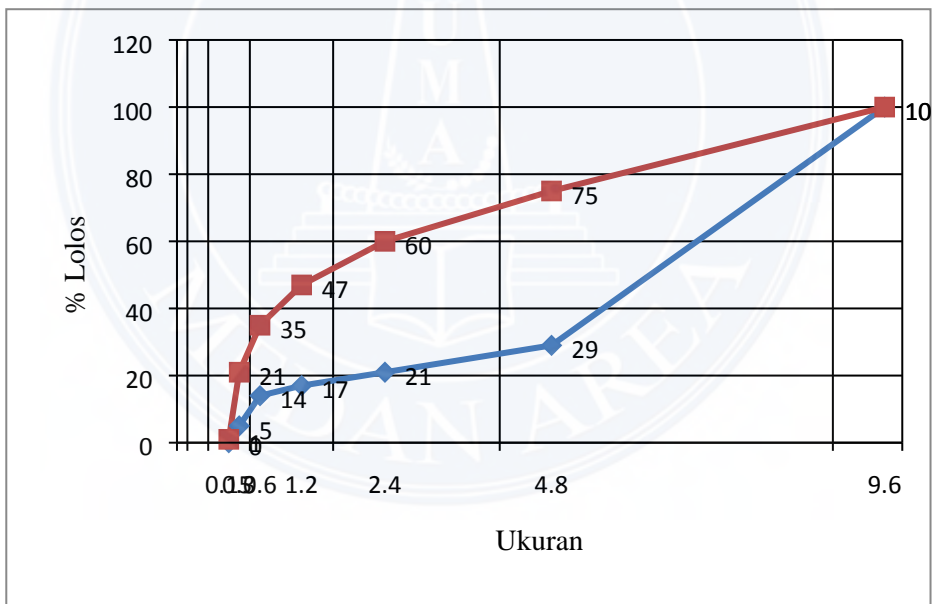
Gambar 2.9 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 38 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.10 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 19 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"



Gambar 2.11 Grafik % Lolos Kumulatif-Vs-Ukuran ayakan 9,6 mm

Sumber: Syafei Amri, Dipl. E. Eng, "Pengantar Teknologi Beton"

2.1.3 Air

Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung sesuatu zat yang dapat menghalangi proses pengikatan semen. Air harus bersifat basa, dan mempunyai PH antara 4,5 – 8,5 melalui PH indikator. Sebab jika air bersifat asam, dapat menyebabkan korosi yang merusak struktur tulangan beton.

Kandungan zat yang dapat memberikan pengaruh kurang baik terhadap kualitas beton, antara lain:

1. Lempung, clay, alkali dan asam
2. Beberapa jenis lainnya seperti air limbah dan zat organis

PBI 1971 dalam pasal 3,6 pasal 1-4 memberikan persyaratan sebagai berikut:

- a. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik lain yang merusak beton atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
- b. Apabila terdapat keraguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksa bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak tulangan.
- c. Apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam pasal 2 itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keraguan-keraguan mengenai air harus diadakan percobaan perbandingan atau kekuatan tekan mortal semen + pasir dengan memakai air tersebut dan dengan memakai air suling. Air tersebut dapat dianggap layak apabila kekuatan mortal dengan

menggunakan air tersebut pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90% dari kekuatan mortal yang menggunakan air suling pada umur yang sama.

- d. Untuk mix design, air dapat ditentukan dengan menentukan isi berat dan dilakukan dengan hati-hati.

Tabel 2.4

Persyaratan Air Untuk Beton

No.	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan Izin	Pemeriksaan Sesuai
1.	PH	4,5 - 8,5	PB-0301-76
2.	Bahan Padat	2000 Ppm	PB-0302-76
3.	Bahan Teruspensi	2000 Ppm	PB-0303-76
4.	Bahan Organik	2000 Ppm	PB-0304-76
5.	Minyak	2% berat semen	PB-0305-76
6.	Ion Sulfat	1000 Ppm	PB-0306-76
7.	Ion Chlor	1000 Ppm	PB-0307-76

Sumber: M Neville & J.J Brooks Concrete Technologi, Hal. 75

Keterangan: PH satuan acuan untuk menentukan derajat keasaman atau basa, PPM (part per million).

2.2 Besi Scrap Mesin Bubut

Besi scrap mesin bubut ini digunakan untuk penelitian sebagai bahan tambahan pada campuran beton yang berguna menambah nilai kuat tekan dari beton tersebut. Besi scrap mesin bubut berasal dari potongan-potongan besi, pada saat dibubut berbentuk spiral dan sangat banyak ditemui di bengkel-

bengkel mesin. Ukuran besi scrap mesin bubut beraneka ragam dari 5 cm sampai dengan 15 cm.

Pada saat pelaksanaan pencampuran beton nantinya besi scrap mesin bubut yang digunakan antara ukuran rata-rata 5 cm, tetapi sebelum dicampur ke beton terlebih dahulu dicuci agar kotoran yang melekat pada besi scrap mesin bubut tersebut terbang.

2.3 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 MPa.

Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (curing), usia beton dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus:

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c' = kekuatan tekan (kg/cm²)

P = beban tekan (kg)

A = luas permukaan benda uji (cm²)