

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Kemajuan mengenai teknologi bahan konstruksi dapat memenuhi tuntutan tertentu misalnya, pembuatan beton dengan menambahkan atau mengganti bahan-bahan yang diperoleh dari daerah tertentu dengan perbandingan bahan dasar tertentu. Berdasarkan SNI T-15-1991-03 beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) membentuk masa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur hingga merata dengan proporsi campuran tertentu untuk menghasilkan suatu campuran beton yang homogen sehingga pada saat dituang dalam cetakan dapat dikerjakan dengan mudah. Apabila campuran beton dibiarkan terlalu lama akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu yang lama atau dengan kata lain beton akan semakin mengeras sejalan dengan umurnya.

Beton dapat mempunyai nilai kuat tekan yang sangat tinggi, tetapi nilai kuat tariknya sangat rendah, namun pembuatan campuran beton dengan mutu tinggi atau sesuai dengan nilai rencana dibutuhkan bahan-bahan yang berkualitas memenuhi persyaratan. Disamping bahan penyusunnya, kualitas pada pelaksanaan pencampuran menjadi hal yang sangat penting dalam pembuatan beton tersebut. Untuk mendapatkan kekuatan maksimum pada beton maka diperlukan pengenalan terhadap proses pembuatan beton dan sifat material penyusun beton.

#### **2.2 Sifat – sifat dan Karakteristik Campuran Pada Beton**

##### **2.2.1 Kemudahan Pengerjaan (*workability*)**

Kemampuan dikerjakan (*workability*) campuran pada beton merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat kemudahan pekerjaan dari beton tersebut yang dinyatakan dengan nilai *slump* dalam satuan sentimeter. Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kekecekan adukan beton. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin tinggi juga tingkat kemudahan dalam pengerjaannya,

dan juga semakin tinggi juga kadar air yang diperlukan, serta kuat tekan beton semakin rendah. Nilai *slump* beton sebaiknya ditentukan serendah-rendahnya, tetapi dikerjakan dengan baik. Dengan demikian sifat *workability* dari beton sangat dipengaruhi oleh beberapa unsur, diantaranya ;

1. Jumlah air dalam campuran beton
2. Gradasi campuran agregat halus dan agregat kasar
3. Kandungan semen pada campuran beton
4. Bentuk dan tekstur dari agregat kasar
5. Butir maksimum agregat ( >25mm)
6. Cara pemadatan dan alat pemadatan dalam pembuatan beton

### **2.2.2 Waktu Pengikatan (*Setting Time*)**

Waktu pengikatan pada beton diperlukan untuk merekatkan bahan-bahan pembentuk beton sehingga beton menjadi keras. Waktu pengikatan dapat dipercepat dengan mengurangi kadar air menjadi kadar tertentu sehingga beton menjadi lebih cepat kering dan material pembentuk beton dapat saling mengikat satu sama lain. Waktu pengikatan beton yang lebih cepat dapat membantu dalam meminimalisir pekerjaan sehingga menghasilkan waktu yang efisien dalam menyelesaikan suatu proyek.

### **2.2.3 Kedap Air**

Beton biasanya memiliki rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan beton selesai, atau ruangan yang saat pengerjaan mengandung air yang tidak tercampur sempurna dengan semen. Air tentunya akan mengalami penguapan apabila suhu disekitarnya meningkat yang akan menimbulkan terbentuknya rongga udara dalam beton. Rongga udara ini merupakan tempat untuk masuk dan keluarnya air dalam beton.

### **2.2.4 Berat Jenis Beton**

Beton normal yang dibuat dengan agregat normal (pasir dan kerikil biasa berat jenisnya antara 2,5-2,7), mempunyai berat jenis sekitar 2,3-2,4. Apabila dibuat dengan pasir dan kerikil yang ringan atau diberikan rongga udara maka

berat jenis beton dapat kurang dari 2,0. Jenis-jenis beton menurut berat jenisnya dan macam-macam pemakaiannya dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Pemakaian Beton Berdasarkan Berat Jenis Beton

No.	Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
1.	Beton sangat ringan	< 1.00	Non struktur
2.	Beton ringan	1.00 - 2.00	Struktur ringan
3.	Beton normal (biasa)	2.30 - 2.50	Struktur
4.	Beton berat	> 3.00	Perisai sinar X

## 2.3 Bahan -Bahan Campuran Beton

### 2.3.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang bersifat kimiawi aktif karena dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penambahan air pada mineral ini dapat menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan mengeras seperti batu. Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen pada beton hanya sekitar 10% namun fungsinya bisa mengikat oleh karena itu peranan semen sangat penting. Bahan baku pembentuk semen adalah sebagai berikut ;

1. Kapur (  $\text{CaO}$  ), dari batu kapur
2. Silika (  $\text{SiO}_2$  ), dari lempung
3. Alumunium (  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ), dari lempung

Kandungan unsur kimia pada semen diantaranya sebagai berikut :

1. *Trikalsium Silikat* ( $\text{C}_3\text{S}$ ) atau  $3\text{CaO}.\text{SiO}_3$
2. *Dikalsium Silikat* ( $\text{C}_2\text{S}$ ) atau  $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$
3. *Trikalsium Aluminat* ( $\text{C}_3\text{A}$ ) atau  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$
4. *Tetrakalsium Aluminofe* ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) atau  $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}$

### a. Sifat Fisika Pada Semen *Portland*

Sifat-sifat fisika pada semen portland meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, kekekalan, kekuatan tekan, pengikatan semu, panas hidrasi, dan hilang pijar.

### b. Sifat Kimiawi Pada semen *Portland*

Sifat – sifat kimiawi pada semen portland meliputi kesegaran semen sisa yang tidak larut (*insolube residu*) panas hidrasi semen, kekuatan pasta semen dan faktor air semen. Kandungan senyawa yang terkandung pada semen memiliki karakter dan peruntukan yang berbeda beda seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi Oksida Pada Semen *Portland*

No.	Unsur Kimia	Kadar (%)
1.	CaO <sub>2</sub>	60 - 67
2.	SiO <sub>2</sub>	17 - 25
3.	Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3 - 8
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6,0
5.	MgO <sub>2</sub>	0,5 – 4,0
6.	Alkalis	0,3 – 1,2
7.	SO <sub>3</sub>	2,0 – 3,5

Kandungan oksida pada semen tidak terpisah satu dari yang lainnya melainkan merupakan senyawa-senyawa yang biasa disebut dengan senyawa semen.

### c. Jenis – jenis Semen *Portland*

Secara umum sesuai dengan standar peraturan dari *American Society for Testing and Materials* (ASTM ), jenis semen yang diproduksi dapat dikategorikan menjadi lima jenis, diantaranya :

1. Semen Type I, jenis semen yang biasa digunakan pada konstruksi umum seperti rumah pemukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Jenis semen type ini sering digunakan dikawasan yang jauh dari pantai karena memiliki kadar sulfat yang rendah,
2. Semen Type II, jenis semen ini merupakan modifikasi dari jenis semen type I yang memiliki panas hidrasi lebih rendah dan dapat tahan dari beberapa jenis serangan sulfat. Semen jenis ini pada umumnya sering digunakan untuk konstruksi yang letaknya dekan dengan laut, tanah rawa, saluran irigasi dermaga dan bendungan. Karakteristik jenis semen ini dapat tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 sampai 0,20 persen dn hidrasi panas yang bersifat sedang,
3. Semen Type III, jenis semen ini dapat menghasilkan kuat tekan beton awal yang tinggi setelah 24 jam dari proses pengecoran. Semen tipe ini akan menghasilkan kuat tekan dua kali lebih tinggi daripada semen biasa, namun panas hidrasi yang ditimbulkan lebih tinggi dari pada jenis semen lainnya. Jenis semen ini digunakan untuk pembangunan tingkat tinggi seperti jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, lintasan bandar udara, dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat,
4. Semen Type IV, jenis semen ini dapat menghasilkan panas hidrasi yang rendah, sehingga cocok digunakan pada proses pengecoran struktur beton yang masif seperti pembuatan lapangan udara,
5. Semen Type V, semen untuk jenis ini biasanya digunakan untuk struktur beton yang memiliki ketahanan yang tinggi dari serangan sulfat lebih dari 0,20 persen. Jenis bangunan yang menggunakan jenis semen tipe ini diantaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir.

### 2.3.2 Air

Pemakaian air pada campuran beton berfungsi untuk menyatukan agregat dan semen atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*.. Proporsi penambahan air yang sedikit akan mengakibatkan kekuatan yang tinggi pada beton, akan tetapi daya kerjanya ka menjadi berkurang. Sedangkan proporsi penambahan air yang terlalu banyak dapat memberikan kemudahan pada saat proses pengerjaan, tetapi

kekuatan hancur pada beton akan menjadi rendah. Oleh karena itu pemakaian air pada campuran beton harus sesuai untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai. Proporsi penambahan air pada campuran beton dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*), yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam satu adukan beton.

Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 sampai 0,65. Dengan nilai rasio tersebut dapat menghasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya. Apabila daya kerja beton rendah, maka diperlukan penggunaan zat *additive* untuk memperbaiki daya kerja beton menjadi lebih baik tanpa mempengaruhi kekuatan atau faktor air semen. Pemakaian air pada campuran beton mempunyai dua fungsi untuk memungkinkan reaksi kimia semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan juga sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan dalam pencetakan atau pengerjaan beton.

Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, tercemar minyak, gula atau bahan kimia lainnya, apabila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (bisa dari sungai, danau, telaga, kolam dan lainnya), air laut maupun air limbah dapat digunakan asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

### **2.3.3 Agregat**

Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolis. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya berkisar antara 60% - 80% dari berat campuran beton. Sifat-sifat yang dimiliki beton akan sangat berpengaruh terhadap pemilihan agregat dalam kinerja struktur beton dan keawetan beton (*durability*).

Sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton harus bersih dari kotoran, keras, bebas dari sifat penyerapan secara kimia, tidak bercampur dengan tanah liat atau lumpur dan distribusi/gradasi ukuran agregat memenuhi ketentuan yang berlaku.

Gradasi yang baik dan teratur (*continous*) dari agregat halus kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya. Kebersihan agregat juga akan mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton yang sudah mengeras.

Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam pembuatan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### **a. Agregat Halus (Pasir)**

Agregat halus adalah agregat yang semua butir menembus ayakan 4,8mm. Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, karena pemilihan bahan untuk campuran beton sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*), dan tingkat keawetan (*durability*) dari beton yang nanti dihasilkan. Pasir yaitu sebagai bahan pembentuk beton bersama dengan air dan semen berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat. Agregat tersebut dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab. Pasir dapat diperoleh dari dalam tanah, dasar sungai atau dari tepi laut. Oleh karena itu, pasir dapat digolongkan menjadi beberapa macam, yaitu :

1. Pasir galian, diperoleh langsung dari permukaan tanpa atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam bersudut, berpori, dan

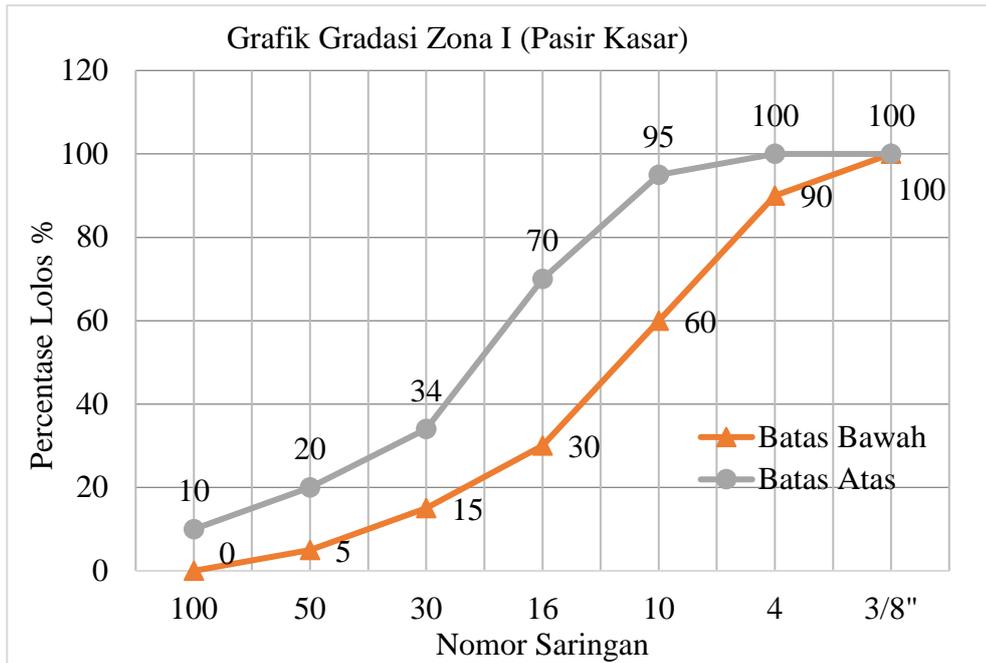
bebas dari kandungan garam. Pasir galian biasanya dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran tanah dengan cara dicuci sebelum digunakan.

2. Pasir sungai, diperoleh dari dasar sungai yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat, akibat proses gesekan, daya lekat antar butir agak kurang karena butiran bulat. Dikarenakan butirannya kecil, pasir jenis ini baik digunakan untuk memplester tembok.
3. Pasir laut, diperoleh dari dasar atau tepian laut, butiran-butirannya halus dan bulat. Pasir ini merupakan pasir yang kualitasnya paling rendah dibandingkan jenis lainnya, karena banyak mengandung garam yang bisa menyerap kandungan air dan udara. Hal ini menyebabkan pasir laut selalu basah dan juga menyebabkan pengembangan apabila sudah menjadi bangunan.

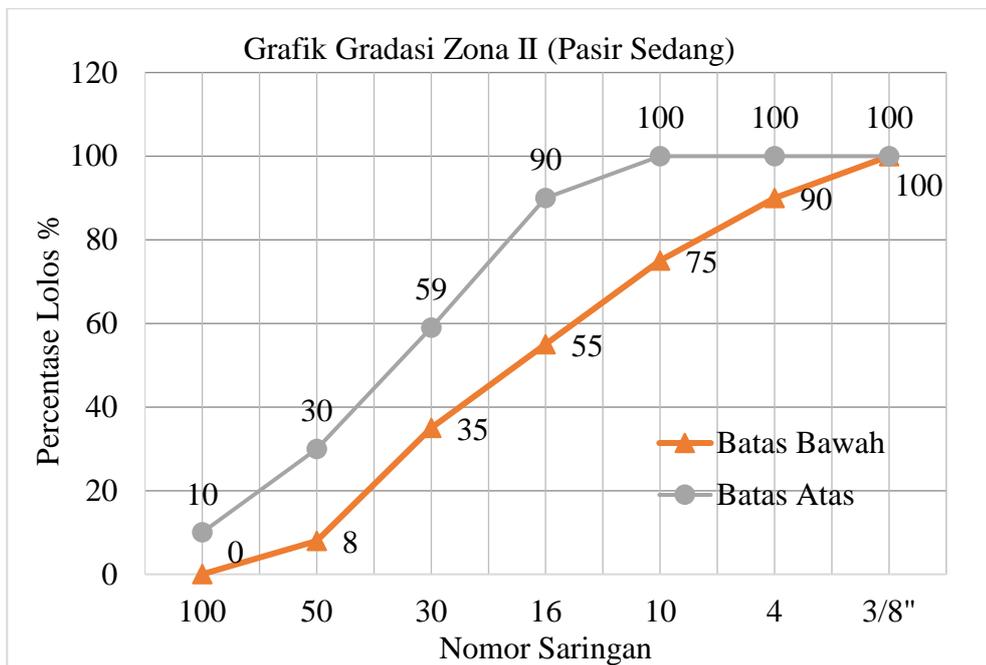
SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) menurut Ir.Tri Mulyono, MT., dalam bukunya yang berjudul *Teknologi Bahan* ditunjukkan seperti pada Tabel 2.3. Tabel tersebut dijelaskan dalam gambar 2.1 Sampai gambar 2.4 menurut SNI 03-2834-2000 untuk memperjelas pemahaman pembagian zona gradasi agregat halus.

Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000)

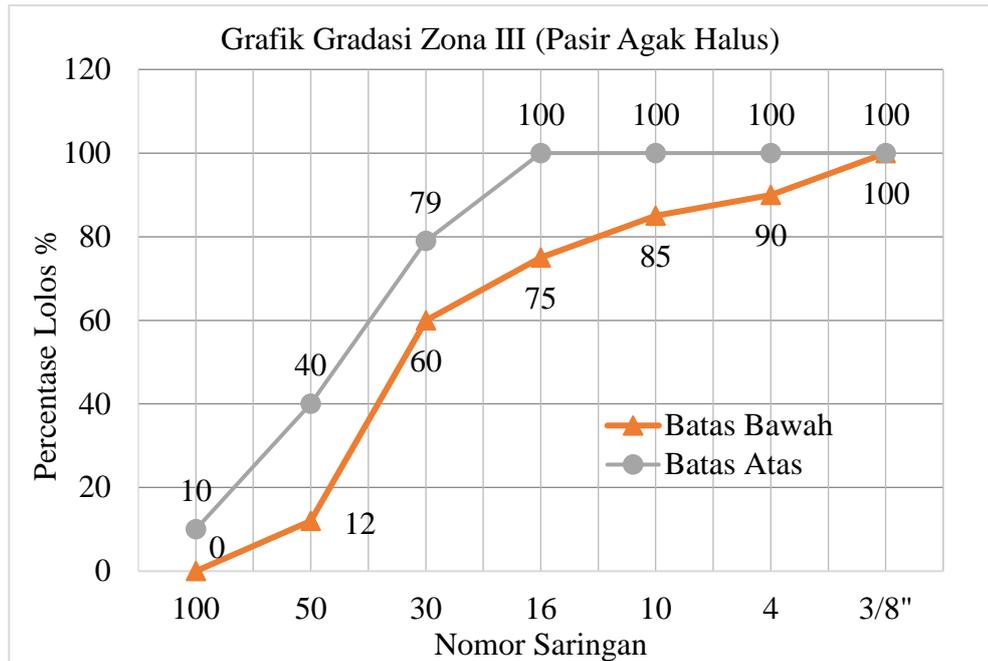
No.	Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan (%)			
		Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
1.	10	100	100	100	100
2.	4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
3.	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
4.	1,2	30 - 70	55 – 90	75 – 100	90 - 100
5.	0,6	15 – 34	35- 59	60 – 79	80 - 100
6.	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
7.	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15



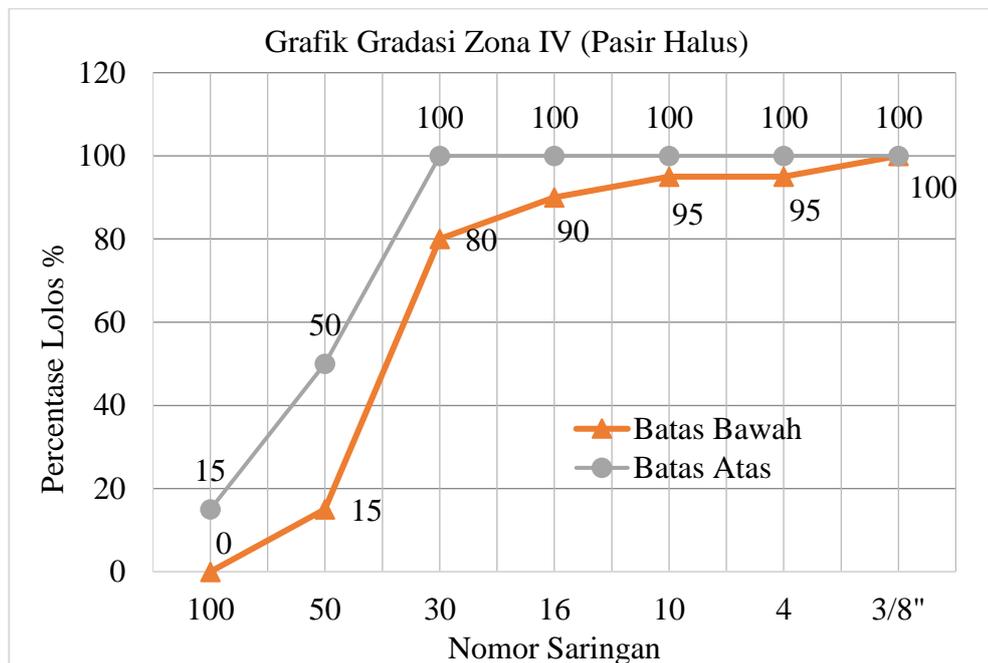
Gambar 2.1 Grafik Gradasi Zona I (Pasir Kasar)



Gambar 2.2 Grafik Gradasi Zona II (Pasir Sedang)



Gambar 2.3 Grafik Gradasi Zona III (Pasir Agak Halus)



Gambar 2.4 Grafik Gradasi Zona IV (Pasir Halus)

#### b. Agregat Kasar (kerikil)

Agregat kasar yaitu kerikil yang dihasilkan dari disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai

ukuran butir sebesar 5 – 40 mm. Agregat kasar harus terbebas dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.

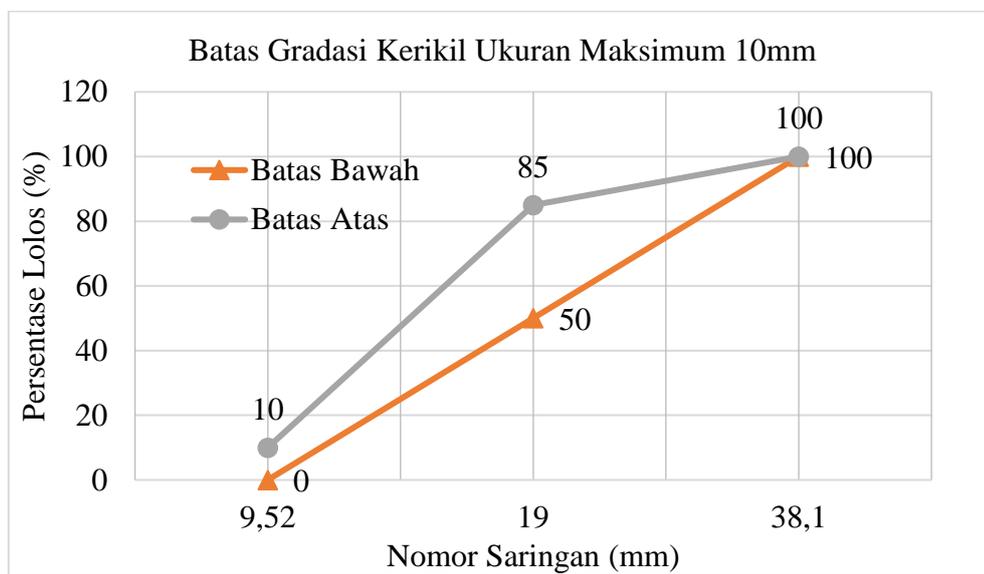
Sifat-sifat dari agregat kasar yang harus diketahui antara lain ketahanan (*hardness*), bentuk dan tekstur permukaan (*shape and texture surface*), berat jenis agregat (*specific gravity*), ikatan agregat (*bonding*), modulus halus butir agregat (*finer modulus*), dan gradasi agregat (*grading*). Menurut SNI 03-1968-1990, gradasi agregat kasar (kerikil) yang baik harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci terlebih dahulu.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beragam besarnya dan apabila diayak dengan menggunakan saringan ayakan harus memenuhi syarat-syarat ;
  - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% dari berat total
  - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% dari berat total
  - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang beurutan yaitu maksimum 60% dari berat total, minimum 10% dari berat total.
4. Berat butir agregat kasar maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal pelat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulangan-tulangan.

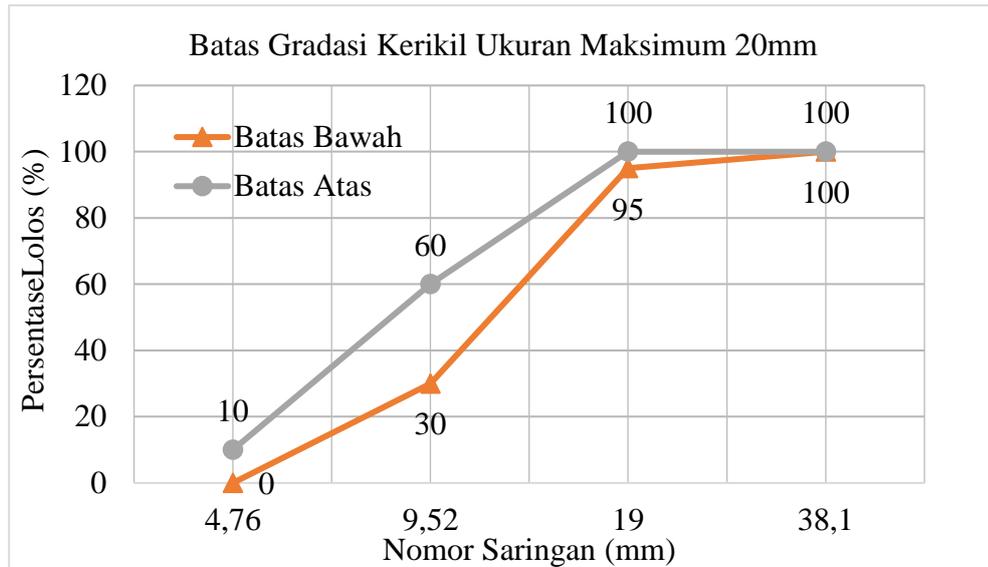
Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan pada tabel 2.4. berdasarkan SNI-03-2834-2000. Tabel tersebut dijelaskan dalam gambar 2.5 Sampai gambar 2.7 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.4 Persyaratan Batas-batas Susunan Besar Butir Agregat Kasar

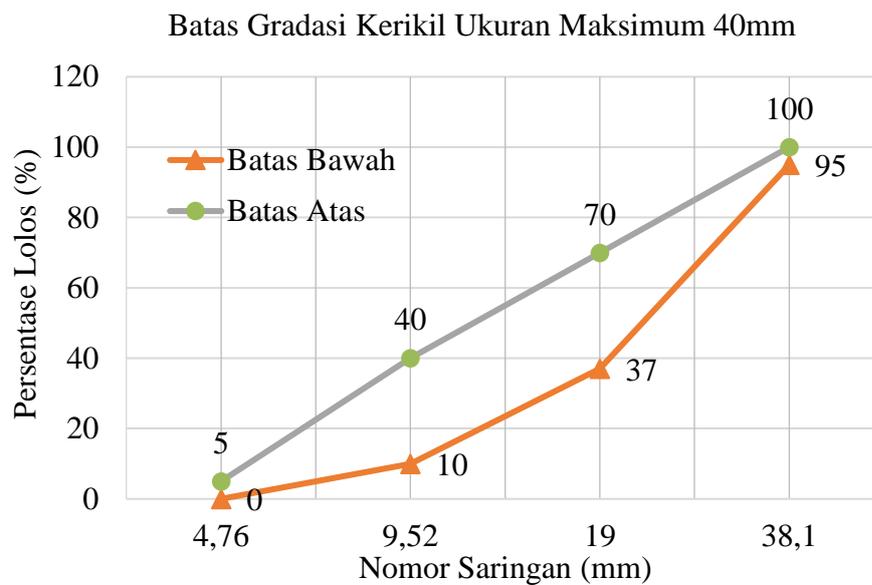
No.	Ukuran mata Ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan (%)		
		Ukuran nominal agregat (mm)		
		38 – 4,76 mm	19 – 4,76 mm	9,6 – 4,76 mm
1.	38,1	90 – 100	100	-
2.	19	37 – 70	95 – 100	100
3.	9,52	10 – 40	30 – 60	50 - 85
4.	4,76	0 – 5	0 – 10	0 - 10



Gambar 2.5 Grafik Gradasi Kerikil Maksimum 10 mm



Gambar 2.6 Grafik Gradasi Kerikil Maksimum 20 mm



Gambar 2.7 Grafik Gradasi Kerikil Maksimum 40 mm

### 2.3.4 Bahan Tambah *Tailing* Mangan

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan berupa serbuk atau cairan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama proses pencampuran berlangsung dalam jumlah tertentu. Bahan tambah biasanya digunakan pada campuran beton untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton untuk bisa menyesuaikan dari suatu pekerjaan tertentu.

Mangan merupakan unsur pengikat logam dengan simbol kimia (Mn) pada nomor atom 25, yang artinya terdapat 25 proton pada inti mangan termasuk dalam bagiam logam transisi dari tabel periodik. Secara luas mangan digunakan untuk produksi baja, zat aditif makanan, pupuk, baterai sel kering, cat dan bahan kimia lainnya. *Tailing* merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari suatu kegiatan pertambangan sisa-sisa pemisahan dari pengolahan batuan-batuan yang mengandung mineral. *Tailing* dapat dikatakan sebagai limbah dan menyebabkan pencemaran lingkungan dilihat dari volume yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan. Dalam suatu kegiatan pertambangan, hanya < 3% yang menjadi produk utama dan produk sampingan, sedangkan sisanya menjadi *waste* dan *tailing*. Berdasarkan penelitian (Korbafo, 2021) Komposisi unsur berdasarkan pengujian batuan menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) menunjukkan komponen utama dalam sampel adalah bijih mangan (89,65%), silika (5,3%) dan kalsium (2,78%). Hasil komposisi unsur pada biji mangan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi Unsur dalam Bijih Mangan

No.	Unsur Kimia	Komposisi (%)
1.	Mn	89,65%
2.	Si	5,30%
3.	Ca	2,78%
4.	P	0,7%
5.	Ni	0,04%
6.	Ti	0,06%
7.	Cu	0,20%
8.	Zn	0,09%
9.	Sr	0,11%
10.	Ba	0,78%

Pemanfaatan *tailing* sebagai bahan tambah atau pengganti bahan bangunan memiliki banyak manfaat, diantaranya mengurangi hasil dari eksploitasi sumber

daya alam. Penambangan sumber daya alam yang terus menerus mengakibatkan kesediaan material menipis dan mengakibatkan dampak kerusakan lingkungan. Pemanfaatan *tailing* sebagai bahan pembuatan beton secara tidak langsung akan memberikan kontribusi terhadap penghematan sumber daya.

*Tailing* yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk membuat campuran beton yaitu *tailing* mangan yang berasal dari Desa Setiawaras, Kecamatan Cibalong, Kabupaten Tasikmalaya. Sampel *tailing* mangan diambil secara acak dari tempat penampungan di area penambangan, kemudian sampel dilakukan pemeriksaan bahan sesuai dengan metode pengujian agregat halus.

## **2.4 Perancangan Campuran Beton Metode SNI**

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat maupun karakteristik dari bahan penyusunnya, oleh karena itu bahan penyusun beton dapat menyebabkan variasi dari produk beton yang akan dihasilkan. Perencanaan campuran beton pada dasarnya dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan maksimum. Kata optimal sendiri diartikan penggunaan bahan yang minimum dengan tetap memperhatikan kriteria standar dan ekonomis dilihat dari biaya keseluruhan untuk membuat struktur beton tersebut.

Penentuan proporsi campuran beton memiliki beberapa metode yang umum digunakan, beberapa metode yang dikenal, diantaranya ;

1. *Metode American Concrete Institute (ACI)*,
2. *Portland Cement Association*,
3. *Road Note No.4*
4. *British Standard Departement of Engineering*
5. Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03)

Metode *American Concrete Institute (ACI)* mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomis pembuatan beton dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan dalam pekerjaan, keawetan beton dan kekuatan pekerjaan beton. Menggunakan metode ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu jumlah air perkubik akan

menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (*workability*).

Berdasarkan SNI.T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 MPa sesuai dengan teori perencanaan proporsi campuran adukan beton, pembuatan beton diperbolehkan menggunakan campuran dengan perbandingan volume 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil dengan nilai *slump* tidak lebih dari 100mm.

Sebelum melakukan perancangan campuran beton, data-data yang dibutuhkan harus dicari terlebih dahulu. Jika data-data yang dibutuhkan tidak ada atau tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan, dapat diambil data-data dari penelitian sebelumnya atau dengan melakukan pengujian di laboratorium. Data-data untuk melakukan campuran juga bisa didapatkan dari acuan metode yang akan dipakai seperti tabel-tabel atau grafik yang telah dibuat untuk memudahkan penyelesaian perancangan campuran beton.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk merancang suatu campuran beton dengan menggunakan metode dari Departemen Pekerjaan Umum (SNI 03-2834-2000). Berikut langkah-langkah perancangan beton normal dengan menggunakan metode SNI.

#### 2.4.1 Kuat Tekan Beton yang Disyaratkan

Kuat tekan beton yang disyaratkan ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan struktur yang direncanakan dan kondisi setempat pada umur 28 hari. Berikut ini merupakan mutu suatu beton dan penggunaannya tercantum pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Mutu Beton dan Penggunaanya

No.	Jenis Beton	$F_c'$ (MPa)	$b_k'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
1.	Mutu Tinggi	$x \geq 45$	$x \geq K500$	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang , beton prategang, gelar beton prategang, plat beton prategang dan

No.	Jenis Beton	$F_c'$ (MPa)	$b_k'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
				sejenisnya
2.	Mutu Sedang	$20 \leq x \leq 45$	$K250 \leq x \leq 500$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti plat lantai jembatan., gelagar beton bertulang,diagfragma,kereb beton pracetak,gorong – gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen.
3.	Mutu Rendah	$15 \leq x < 20$	$K175 \leq x < K250$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop,trotoar, dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
		$10 \leq x < 15$	$K125 \leq x < K175$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor selain oleh perbandingan air, semen, dan tingkat kepadatannya. Faktor–faktor penting lainnya diantaranya;

1. Jenis semen dan kualitasnya mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat. Kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun kuat lentur,
3. Efisiensi dan perawatan kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan merupakan hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji,
4. Suhu pada umumnya mempengaruhi kecepatan pengerasan beton bertambah dengan meningkatnya suhu pada titik beku kuat hancur, akan tetap rendah untuk waktu yang lama,

5. Umur pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Pengerasan berlangsung secara lambat sampai bertahun-tahun.

#### 2.4.2 Pengendalian Mutu Beton Yang Disyaratkan (deviasi standar)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton. Semakin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai deviasi standar ini berdasarkan hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk membuat beton mutu yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula.

Apabila jumlah data uji dalam pelaksanaan kurang dari 30 buah maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan faktor pengali, sedangkan apabila jumlah data hasil uji kurang dari 15 buah maka nilai tambah margin (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa..

Menurut SNI 03-2834-2000 Jika data hasil kurang 30 buah maka, dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali, seperti pada tampak tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Faktor Penggali untuk Deviasi Standar Apabila Data Hasil Uji yang Tersedia Kurang Dari 30

No.	Jumlah Pengujian (Buah)	Faktor Pengali Deviasi Standar
1.	<15	-
2.	15	1,16
3.	20	1,08
4.	25	1,03
5.	$\geq 30$	1,0

Apabila dalam pelaksanaan tidak mempunyai catatan atau hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data uji kurang dari 15 buah), maka nilai margin langsung diambil sebesar 12 MPa. Untuk

memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat pengendalian mutu pekerjaan beton sesuai dengan SNI 03-2834-200, dapat melihat tabel 2.8 berikut :

Tabel 2.8 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan

No.	Pengendalian Mutu Pekerjaan	Kuat Tekan (MPa)
1.	Sangat Memuaskan	2,8
2.	Memuaskan	3,5
3.	Baik	4,2
4.	Cukup	5,0
5.	Jelek	7,0
6.	Tanpa Kendali	8,4

#### 2.4.3 Perhitungan Nilai Tambah “Margin” (M)

Jika nilai tambah ini sudah ditetapkan sebesar 12 MPa (karena tidak mempunyai catatan data sebelumnya) maka nilai tambah langsung dihitung berdasarkan nilai deviasi standar  $S_d$ , dengan rumus berikut:

$$M = k \times S_d \quad (2.1)$$

keterangan:

M : Nilai Tambah (MPa)

K : 1,64 (tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%)

$S_d$  : Deviasi Standar

#### 2.4.4 Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (2.2)$$

Keterangan:

$f'_{cr}$  : Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (MPa)

$f'_c$  : Kuat tekan yang disyaratkan (MPa)

$M$  : Nilai tambah (MPa)

#### 2.4.5 Menentukan Jenis Semen *Portland*

Menurut PUBLI 1982 di Indonesia semen *portland* dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis semen tipe I, II, III, IV dan V. Jenis semen tipe I merupakan jenis semen yang umum digunakan dipasaran, sedangkan jenis semen tipe II, III, IV dan V merupakan jenis semen yang memiliki persyaratan khusus dalam penggunaannya. Pada langkah ini ditetapkan jenis semen yang akan digunakan untuk digunakan dalam campuran beton.

#### 2.4.6 Penetapan Jenis Agregat

Jenis agregat halus ataupun kasar harus ditetapkan, apakah berupa jenis agregat alami (tidak dipecahkan) atau agregat jenis batu pecah (*crushed aggregate*).

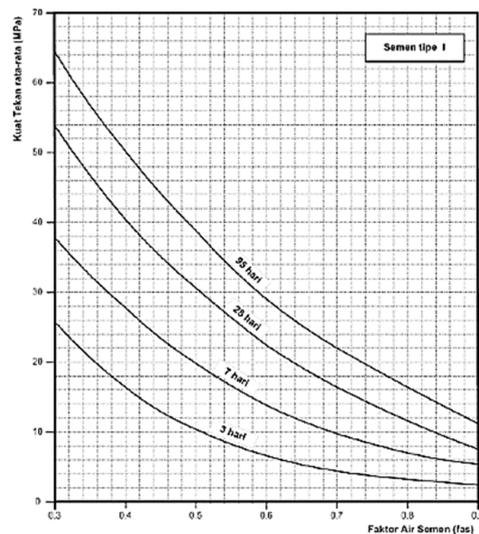
#### 2.4.7 Faktor Air Semen Bebas

Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar dan kuat teka rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan tabel 2.9 dan gambar 2.8 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 2.9 Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan Faktor Air Semen 0,50

No.	Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				
			Umur (hari)				Bentuk Benda Uji
			3	7	28	91	
1.	Semen Portland Tipe 1	Batu tak pecah	17	23	33	40	Silinder
		Batu pecah	19	27	37	45	
2.	Semen Portland Tipe 2 dan 4	Batu tak pecah	20	28	40	48	Kubus
		Batu pecah	23	32	45	54	

3.	Semen Portland Tipe 3	Batu tak pecah	21	28	38	44	Silinder
		Batu pecah	25	33	44	48	
		Batu tak pecah	25	31	46	53	Kubus
		Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 2.8 Grafik Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton Untuk Benda Uji Silinder

Langkah-langkah untuk menetapkan nilai faktor air semen dilakukan dengan cara sebagai berikut ;

1. Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan tabel 2.11, sesuai dengan jenis semen dan jenis agregat yang dipakai,
2. Pada grafik 2.8 ditentukan untuk benda uji berbentuk silinder, kemudian tarik tegak lurus ke atas pada gambar grafik melalui faktor air semen 0,50 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan,
3. Tarik garis lengkung melalui titik secara proporsional,
4. Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan,
5. Tarik tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.

### 2.4.8 Penetapan Faktor Air Maksimum

Penetapan nilai faktor air semen maksimum (FAS) dilakukan dengan tabel 2.10, untuk menentukan nilai faktor air semen maksimum harus ditetapkan jenis pekerjaan beton dengan melihat kondisi dilapangan. Jika nilai faktor air semen ini lebih rendah dari faktor air semen bebas, maka nilai faktor air yang dipakai untuk perhitungan sebelumnya.

Tabel 2.10 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Jenis Pembetonan Khusus

No.	Kondisi Lapangan	Nilai Faktor air semen maksimum
1.	Beton di dalam ruangan bangunan :	
	a. Keadaan keliling non korosif	0,60
	b. Keadaan keliling korosif di sebabkan	0,52
2.	Beton di luar ruangan :	
	a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
	b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
3.	Beton yang masuk ke dalam tanah :	
	a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
	b. Mendapatkan pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	Lihat tabel.11
4.	Beton yang <i>continue</i> berhubungan dengan air :	
	a. air tawar dan air laut	Lihat tabel 2.12

Tabel 2.11 Faktor Air Semen Maksimum Untuk Beton yang Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi sulfat (SO <sub>2</sub> )		Jenis Semen	Faktor air semen
Dalam Tanah	SO <sub>3</sub>		

Total SO <sub>3</sub> %	SO <sub>3</sub> dalam campuran air : tanah = 2:1 (gr/ltr)	dalam air tanah (gr/ltr)		maksimum
<0.2	<1.0	<0.3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	0.50
0.2-0.5	1.0-1.9	0.3-1.2	Tipe I tanpa Pozolan	0.50
			Tipe I dengan <i>Pozolan</i> (15-40%) atau semen <i>portland Pozolan</i>	0.55
0.5-1.0	1.9-3.1	1.2-2.5	Tipe I dengan <i>Pozolan</i> (15-40%) atau semen <i>Portland Pozolan</i>	0.45
			Tipe II dan V	
1.0-2.0	3.1-5.6	2.5-5.0	Tipe II atau V dan lapisan Pelindung	0.45
> 2.0	>5.6	>5.0		0.45

Tabel 2.12 Faktor Air Semen Untuk Beton Bertulang Dalam Air

No.	Berhubungan dengan	Tipe Semen	Faktor air Semen
1.	Air tawar	Semua tipe I s.d V	0.50
2.	Air payau	Tipe I + <i>Pozolan</i> 15-40% atau (semen <i>portland Pozolan</i> )	0.45
		Tipe II atau V	0.50
3.	Air laut	Tipe II atau V	0.45

### 2.4.9 Penetapan Nilai *Slump*

Nilai slump yang diinginkan sesuai rencana dapat dilihat dalam tabel 2.13.

Tabel 2.13 Penetapan Nilai *Slump* (cm)

No.	Pemakaian Beton	Maksimum	Minimum
1.	Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2.	Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan stuktur di bawah tanah	9,0	2,5
3.	Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
4.	Pengerasaan jalan	7,5	5,0
5.	Pembetonan masal	7,5	2,5

### 2.4.10 Ukuran Agregat Maksimum

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukakn berdasarkan hasil uji gradasi saringan agregat kasar yang telah dilakukan di laboratorium dan ditetapkan sesuai dengan spesifikasi yang telah memenuhi syarat pengujian.

### 2.4.11 Nilai Kadar Air Bebas

Penetapan nilai kadar air bebas atau jumlah air yang digunakan berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan nilai slump yang di gunakan. Nilai kadar air bebas dapat ditetapkan dilihat dari Tabel 2.14 berikut ini:

Tabel 2.14 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>)

No	Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Nilai <i>Slump</i> (mm)			
			0-10	10-30	30-60	60-180
1.	10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
		Batu pecah	180	205	230	250
2.	20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
		Batu pecah	170	190	210	225

No	Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Nilai <i>Slump</i> (mm)			
			0-10	10-30	30-60	60-180
3.	40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
		Batu pecah	155	175	190	205

Tabel diatas menunjukkan apabila jenis agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dari jenis agregat yang berbeda (batu becah dan batu tak pecah), maka jumlah air yang diperkirakan dapat dikoreksi dengan rumus :

$$kadar\ air\ bebas = \frac{2}{3} wh + \frac{1}{3} wk \quad (2.3)$$

Keterangan ;

wh : Jumlah Air Untuk Agregat Halus

wk : Jumlah Air Untuk Agregat Kasar

#### 2.4.12 Jumlah Semen Yang Diperlukan

Jumlah berat semen yang diperlukan per m<sup>3</sup> dihitung dengan membagi jumlah air (kadar air bebas) dengan faktor air semen. Untuk menetapkan jumlah semen yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 2.15 berikut ini ;

Tabel 2.15 Kebutuhan Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

No.	Kondisi Lapangan	Jumlah semen minimum (kg/m <sup>3</sup> beton)	FAS maks
1.	Beton di dalam ruangan bangunan :		
	a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
	b. Keadaan keliling korosif di sebabkan oleh kondensi atau uap-uap korosif	325	0,52
2.	Beton di luar ruangan :		

No.	Kondisi Lapangan	Jumlah semen minimum (kg/m <sup>3</sup> beton)	FAS maks
	a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
	b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
3.	Beton yang masuk ke dalam tanah		
	a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
	b. Mendapatkan pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	Lihat tabel 2.12	
4.	Beton yang selalu berhubungan dengan :		
	a. air tawar	Lihat tabel 2.13	
	b. air laut		

#### 2.4.13 Jumlah Semen Minimum

Kebutuhan jumlah semen minimum dapat ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat pengaruh lingkungan khusus. Kebutuhan jumlah semen minimum dapat ditetapkan dengan melihat pada Tabel 2.15.

#### 2.4.14 Penyesuaian Kebutuhan Semen

Kebutuhan semen yang telah ditetapkan pada langkah 12 ternyata lebih sedikit daripada kebutuhan semen minimum pada langkah 13, maka kebutuhan semen minimum dipakai nilainya lebih besar.

#### 2.4.15 Penyesuaian Jumlah Air atau Faktor Air Semen

Apabila jumlah semen mengalami perubahan setelah penyesuaian, maka nilai faktor air semen juga dapat berubah. Dalam hal ini dapat dilakukan penyesuaian kembali dengan dua cara berikut ini :

1. Faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah air minimum,
2. Jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

#### 2.4.16 Menentukan Gradasi Agregat Halus

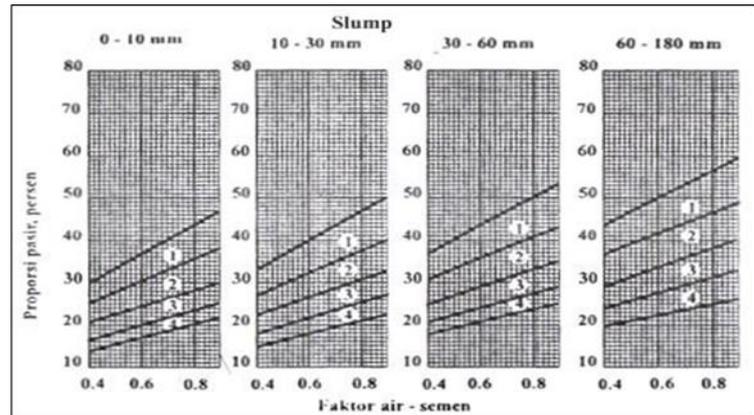
Berdasarkan analisa saringan, agregat halus yang dipakai dapat diklasifikasikan menjadi beberapa daerah. Penentuan daerah gradasi agregat halus didasarkan atas daerah gradasi yang terdapat pada tabel 2.16.

Tabel 2.16 Batas Gradasi Daerah Agregat Halus

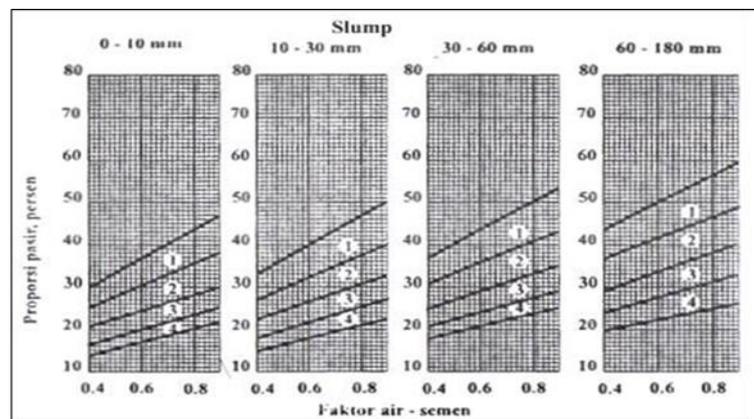
No.	No Saringan (mm)	Persen berat butir yang lewat saringan (%)			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
1.	10	100	100	100	100
2.	4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
3.	2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
4.	1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
5.	0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
6.	0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
7.	0.15	0-10	0-10	01-10	0-15

#### 2.4.17 Perbandingan Agregat Halus dan Agregat Kasar

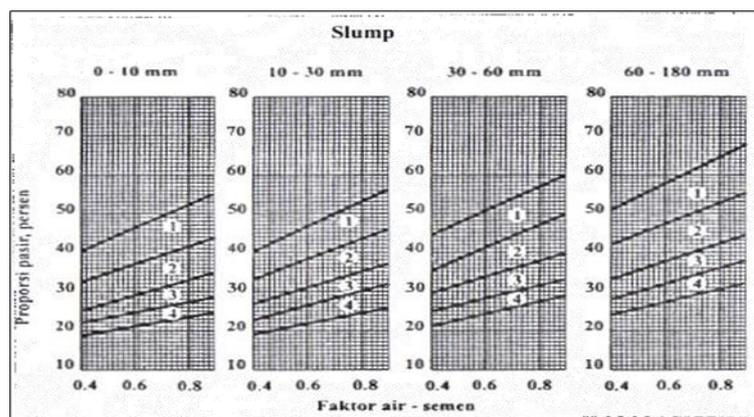
Cara untuk menentukan perbandingan agregat halus dan agregat kasar dapat dilakukan dengan memperhatikan besar butir maksimum dari agregat kasar, niali slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar berdasarkan SNI 03-2834-2000 dapat dilihat berdasarkan grafik pada Gambar 2.9 sampai Gambar 2.11



Gambar 2.9 Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.10 Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000)



Gambar 2.11 Grafik Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000)

#### 2.4.18 Berat Jenis Agregat Campuran

Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$Bj \text{ camp} = \frac{p}{100} \times Bj \text{ ag. hls} + \frac{k}{100} \times Bj \text{ ag. ksr} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Bj camp : Berat Jenis Campuran

Bj ag.hls : Berat Jenis Agregat Halus

Bj ag.ksr : Berat Jenis Agregat Kasar

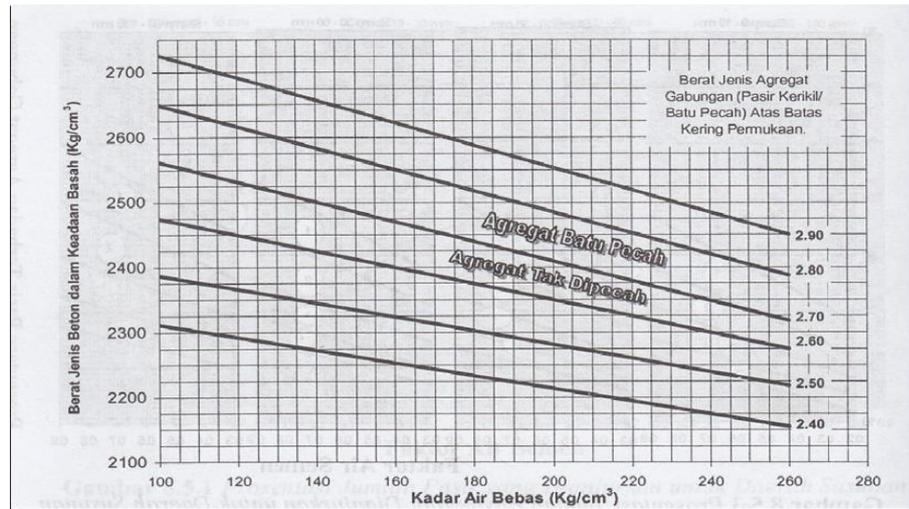
P : Persentase Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran

K : Persentase Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran

#### 2.4.19 Berat Isi Beton

Berat isi beton bisa dicari dengan data berat jenis agregat campuran (langkah 18) dan kebutuhan air tiap m<sup>3</sup>, maka dengan grafik dapat diperkirakan berat jenis betonnya. Caranya adalah sebagai berikut:

1. Dari berat jenis agregat campuran pada langkah 18 dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat dengan garis pada Gambar 2.5.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah 11 dimasukkan dalam sumbu horizontal pada Gambar 2.12, kemudian dari titik ini ditarik tegak lurus secara vertikal keatas sampai mencapai titik potong garis miring yang dibuat pada cara sebelumnya.
3. Dari titik potong ini kemudian ditarik garis horizontal ke kiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton.



Gambar 2.12 Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat jenis Agregat dan Berat Isi Beton

#### 2.4.20 Kebutuhan Berat Agregat Campuran

Kebutuhan agregat campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{\text{campuran}} = W_{\text{beton}} - A - S \quad (2.5)$$

Keterangan :

$W_{\text{campuran}}$  : Kebutuhan Agregat campuran (kg)

$W_{\text{beton}}$  : Berat Beton (kg/m<sup>3</sup>)

A : Kebutuhan Air (liter)

S : Kebutuhan Semen (kg)

#### 2.4.21 Kebutuhan Berat Agregat Halus

Kebutuhan berat agregat halus dihitung dengan cara mengkalikan kebutuhan agregat campuran dengan persentase berat agregat halus. Berikut ini rumus untuk menentukan kebutuhan berat agregat halus sebagai berikut;

$$W_{\text{pasir}} = \frac{P}{100} \times W_{\text{campuran}} \quad (2.6)$$

Keterangan :

$W_{\text{pasir}}$  : Kebutuhan Agregat Pasir (kg)

$W_{\text{campuran}}$  : Kebutuhan Agregat Campuran (kg)

$P$  : Persentase Pasir Terhadap Campuran

#### 2.4.22 Kebutuhan Berat Agregat Kasar

Kebutuhan berat agregat kasar dapat dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan berat agregat campuran dengan kebutuhan berat agregat halus.

(2.7)

$$W_{\text{kerikil}} = W_{\text{campuran}} - W_{\text{pasir}}$$

Keterangan :

$W_{\text{kerikil}}$  : Kebutuhan Berat Agregat Kasar (kg)

$W_{\text{pasir}}$  : kebutuhan Berat Agregat Halus (kg)

$W_{\text{campuran}}$  : Kebutuhan Berat Agregat Campuran (kg)

#### 2.4.23 Koreksi Proporsi Campuran Beton

Untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan dipakai dalam campuran beton, angka-angka teoritis yang sudah kita dapatkan dalam perhitungan perlu dikoreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam agregat yang akan dipakai. hitungan koreksi dilakukan dengan rumus sebagai berikut ;

$$\text{Air} : A - \frac{Ah - A1}{100} \times B - \frac{Ak - A2}{100} \times C \quad (2.8)$$

$$\text{Agregat Halus} : B + \frac{Ah - A1}{100} \times B \quad (2.9)$$

$$\text{Agregat Kasar} : C + \frac{Ah - A1}{100} \times C \quad (2.10)$$

Keterangan :

$A$  : Jumlah Kebutuhan Air (liter/m<sup>3</sup>)

$B$  : Jumlah Kebutuhan Agregat Halus (kg/m<sup>3</sup>)

$C$  : Jumlah Kebutuhan Agregat Kasar (kg/m<sup>3</sup>)

$A_h$  : Kadar Air Sesungguhnya Dalam Agregat Halus (%)

$A_k$  : Kadar Air Sesungguhnya Dalam Agregat Kasar (%)

A<sub>1</sub> : Kadar Air Pada Agregat Halus Jenuh Muka (%)

A<sub>2</sub> : Kadar Air Pada Agregat Kasar Jenuh Muka (%)

## 2.5 Slump Test

Uji *slump* merupakan metode yang digunakan untuk mengukur konsistensi beton segar. Konsistensi beton mengacu pada kemudahan dalam mengalir dan memadatkan adukan beton. Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk campuran baik pada beton normal atau beton yang menggunakan bahan *additive* dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dilakukan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian beton segar dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari kerucuk setiap lapisan dipadatkan menggunakan tongkat pemadat dari besi sebanyak 25 kali tusukan.

Hasil uji *slump* memberikan indikasi tentang konsistensi air pada beton segar dan untuk memastikan kualitas beton sebelum digunakan dalam proyek konstruksi.

## 2.6 Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang tercampur dengan adukan beton. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak susut pada permukaannya

Kekuatan pada beton akan berkurang akibat kegagalan reaksi kimia semen dengan air tidak maksimal. Kondisi perawatan pada beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, diantaranya ;

1. *Water (Standart Curing)*, Perawatan ini dilakukan menggunakan media air. Beton direndam atau disiram dengan air selama waktu yang direncanakan.
2. *Exposed Atmosfer*, metode ini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan di dalam ruangan dengan suhu ruangan tersebut.
3. *Sealed* atau *Wrapping*, perawatan dengan cara membalut atau menutupi semua permukaan beton beton harus dilindungi dengan kain basah atau plastik agar uap air pada beton tidak cepat menguap.

4. *Steam Curing* (perawatan uap), metode ini sering digunakan oleh industri beton. Suhu untuk metode ini harus 80 °C – 150 °C
5. *Autoclave*, perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam kondisi ruangan tertutup untuk menghasilkan mutu beton tinggi.

## 2.7 Pengujian Kuat Tekan

Tujuan dari pengujian kuat tekan ini untuk membandingkan setiap umur beton, karakteristik bahan penyusun beton terhadap nilai kuat tekan beton. Pada pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai beban tekan maksimum yang dapat ditahan oleh beton untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton. Pengujian ini dilakukan pada benda uji silinder atau kubus.

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan. Untuk mengetahui hasil uji kuat tekan beton, maka digunakan persamaan sebagai berikut;

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$f'c$  : kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)

P : beban maksimum (kg).

A : luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>).