

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya dapat dikatakan pasta bahwa semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt dan sebagainya). Rongga diantara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus. Penerangan sepintas lalu ini memberikan bayangan bahwa harus ada perbandingan optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam beton atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.

Beton normal diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu beton normal dan beton ringan. Beton normal tergolong beton yang memiliki densitas sekitar 2,2 – 2,4 gr/cm³ dan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran beton (*mix design*).

Sedangkan untuk beton ringan memiliki densitas $< 1,8 \text{ gr/cm}^3$, begitu juga dengan kekuatannya sangat bervariasi dan sesuai dengan penggunaan dan pencampuran bahan bakunya. Jenis dari beton ringan ada dua, yaitu beton ringan berpori (*aerated concrete*) dan beton ringan tidak berpori (*non aerated concrete*). Beton ringan berpori adalah beton yang dibuat agar strukturnya terdapat banyak pori. Beton semacam ini diproduksi dengan bahan baku dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO_3 dan katalis aluminium. Dengan adanya katalis Al selama terjadi reaksi hidrasi, semen akan menimbulkan panas (*reaksi eksotermal*) sehingga timbul gelembung-gelembung gas H_2O , CO_2 dari reaksi tersebut. Akhirnya gelembung tersebut akan menimbulkan jejak pori dalam beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori yang terbentuk dan beton akan semakin ringan.

Berbeda dengan beton non aerated, pada beton ini ditambahkan agregat ringan dalam pembuatannya, seperti batu apung (*pumice*), serat sintesis dan alami, slag baja, perlite, dan lain-lain. Pembuatan beton ringan berpori jauh lebih mahal karena menggunakan bahan-bahan kimia tambahan dan mekanisme pengontrolan yang cukup sulit.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot (*shotcrete*), beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri (*self compacted concrete*), dan lain-lain.

Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan pemadatan dan pengawetan) serta umur beton (Kardiyono, 1996:59).

Beton berdasarkan kelas dan mutu beton . Dapat dibagi 3 (tiga) seperti yang tercantum pada table 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Kelas Dan Mutu Beton

| Kelas | Mutu | σ_{bk} (kg/cm ²) | σ_{bm} (kg/cm ²) | Tujuan | Pengawasan Terhadap Mutu Kekuatan Agregat Tekan | |
|-------|----------------|--|--|----------------|---|---------|
| | | | | | Ringan | Tanpa |
| I. | Bo | - | - | Non Struktural | Ringan | Tanpa |
| II. | B ₁ | - | - | Struktural | Sedang | Tanpa |
| | K.125 | 125 | 200 | Struktural | Ketat | Kontinu |
| | K.175 | 175 | 250 | Struktural | Ketat | Kontinu |
| | K.225 | 225 | 300 | Struktural | Ketat | Kontinu |
| III. | K>225 | >225 | >300 | Struktural | Ketat | Kontinu |

(Sumber : PBI 1971)

2.1.1 Beton Kelas-I

Adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan Bo.

2.1.2 Beton Kelas-II

Adalah Beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B₁, K 125, K175, dan K225. Pada mutu B₁, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan

pemeriksaan. Pada mutu-mutu K125, K175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

2.1.3 Beton Kelas-III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Kemajuan teknologi beton yang dikembangkan untuk menanggulangi kekurangan yang dimiliki beton normal disebut dengan beton spesial. Beton spesial biasanya terbuat dari campuran semen Portland dan agregat alami dan dibuat secara konvensional.

Beberapa jenis beton yang bisa dikategorikan sebagai beton spesial diantaranya adalah :

2.1.4 Beton Ringan

Beton ringan didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu kerikil (batu apung) atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu, guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperature, dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% saja dari kuat

tekannya (Dipohusodo, Istimawan 1994). Menurut SNI.T-08-1991-03 kuat tekan beton minimal adalah 17,5 MPa.

Teknologi material bahan bangunan berkembang terus, salah satunya beton ringan aerasi (*Aerated Lightweight Concrete/ALC*) atau sering disebut juga (*Autoclaved Aerated Concrete/ AAC*). Sebutan lainnya Autoclaved Concrete, Cellular Concrete, Porous Concrete, di Inggris disebut Aircrete and Thermalite. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Tujuan penggunaan beton ringan adalah untuk mengurangi berat sendiri dari struktur sehingga komponen struktur pendukungnya seperti pondasinya akan menjadi lebih hemat.

Beton ringan AAC ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Beton ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh *Joseph Hebel* di Jerman di tahun 1943. Hasilnya, beton ringan aerasi ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan, karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Sifatnya kuat, tahan lama, mudah dibentuk, efisien, dan berdaya guna tinggi. Di Indonesia sendiri beton ringan mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat.

Proses pembuatan beton ringan atau *Autoclaved Aerated Concrete* secara kimiawi kini lebih sering digunakan. Sebelum beton diproses secara aerasi dan dikeringkan secara autoclave, dibuat dulu adonan beton ringan ini. Adonannya terdiri dari pasir kuarsa, semen, kapur, sedikit gypsum, air, dan dicampur alumunium pasta sebagai bahan pengembang (pengisi udara secara kimiawi). Setelah adonan tercampur sempurna, nantinya akan mengembang selama 7-8 jam. Alumunium pasta yang digunakan dalam adonan tadi, selain berfungsi sebagai pengembang ia berperan dalam

mempengaruhi kekerasan beton. Volume aluminium pasta ini berkisar 5-8% dari adonan yang dibuat, tergantung kepadatan yang diinginkan. Adonan beton aerasi ini lantas dipotong sesuai ukuran.

Adonan beton aerasi yang masih mentah ini, kemudian dimasukkan ke autoclave chamber atau diberi uap panas dan diberi tekanan tinggi. Suhu di dalam autoclave chamber sekitar 183°C. Hal ini dilakukan sebagai proses pengeringan atau pematangan. Kalau adonan ini dijemur di bawah terik matahari hasilnya kurang maksimal karena tidak bisa stabil dan merata hasil kekeringannya.

Beton tanpa butiran halus yang dibuat dengan kerikil agregat bukan langsung merupakan beton ringan, meskipun beratnya hanya dua pertiga dari berat beton padat, tetapi sebaiknya dipertimbangkan juga beton yang dibuat dengan agregat yang lebih ringan. Agregat yang dipergunakan meliputi lelehan tepung abu bakar yang mengeras, batu tulis, tanah liat yang direnggangkan, sisa bara yang berbusa, batu apung atau "scoria" (sejenis batu).

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 800 kg/m³ s/d 2000 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain : memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulation*) yang baik, memiliki tahanan suara (*peredaman*) yang baik, tahan api (*fire resistant*), transportasi mudah dan dapat mengurangi kebutuhan bekisting (*formwok*) dan perancah (*scaffolding*). Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai

kuat tekannya (*compressive strength*), sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (struktural).

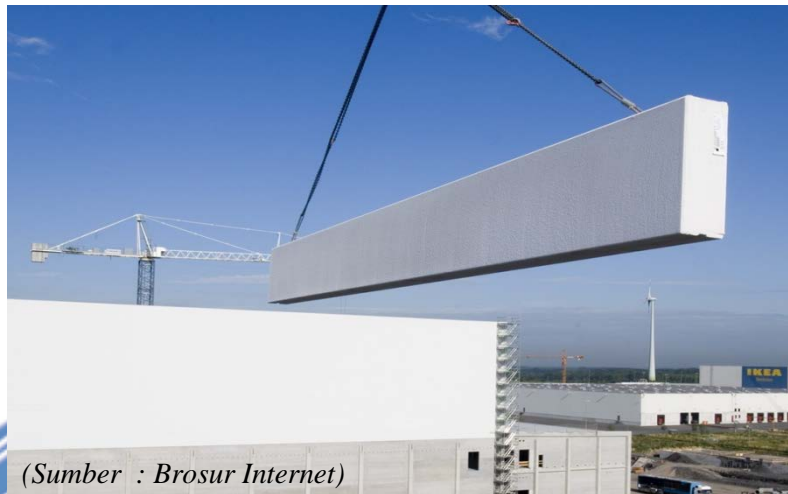
Beton AAC tak sekuat beton konvensional. Perbandingannya hanya 1/6 dari kekuatan beton konvensional. Meskipun berupa rongga udara, beton ringan aerasi dapat menahan beban hingga 1200 psi. Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung pada pemilihan agregatnya, apakah pasir alam atau agregat pecah yang ringan halus yang dipergunakan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m³ dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang – kadang melebihi.

2.1.4.1 Beton Ringan Struktural

Beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ kondisi kering permukaan jenuh dan harus memenuhi persyaratan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural.

Beton ringan yang penggunaannya sebagai struktural, agregat kasar yang digunakan :

- a. Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu.
- b. Serpih, Batu Lempung, Batu Sabak, Terak Besi Atau Terak Abu produk
- c. Kuat Tekan : Minimum 17.24 MPa, Maksimum 41.36 MPa.
- d. Berat isi : Minimum 1400 Kg/m³, Maksimum 1850 Kg/m³.



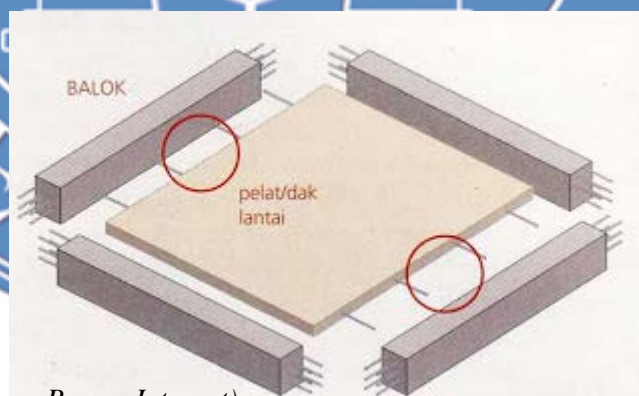
(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.1 Dinding Beton Ringan Struktural



(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.2 Balok Beton Struktural



(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.3 Balok Dan Plat lantai Beton Ringan Struktural

2.1.4.2 Beton Struktural Ringan

Beton struktural ringan yang penggunaannya sebagai struktural ringan, agregat kasar yang digunakan :

- a. Agregat Ringan Alam Skoria Atau Batu Apung (Pumice).
- b. Kuat Tekan : Minimum 6.89 MPa, Maksimum 17.24 MPa.
- c. Berat isi : Minimum 800 Kg/m³, Maksimum 1400 Kg/m³.



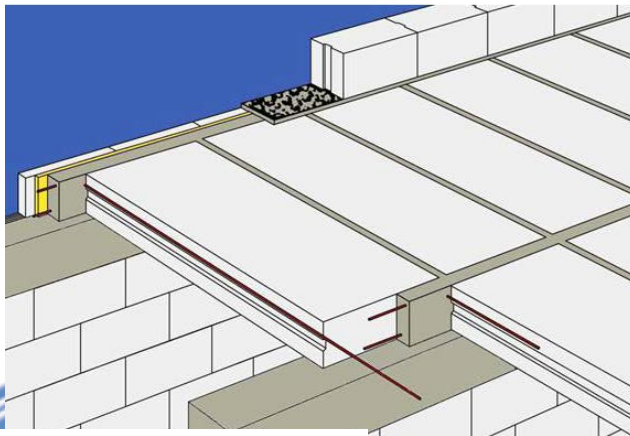
(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.4 Balok Kusen Dan Dinding Beton Struktural Ringan



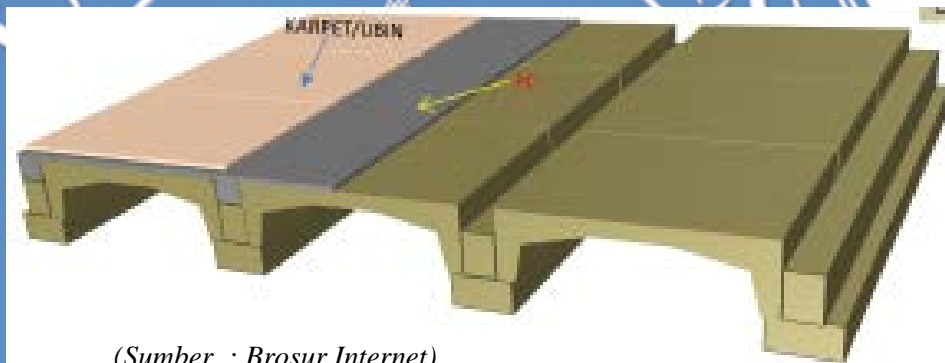
(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.5 Dinding Beton Struktural Ringan



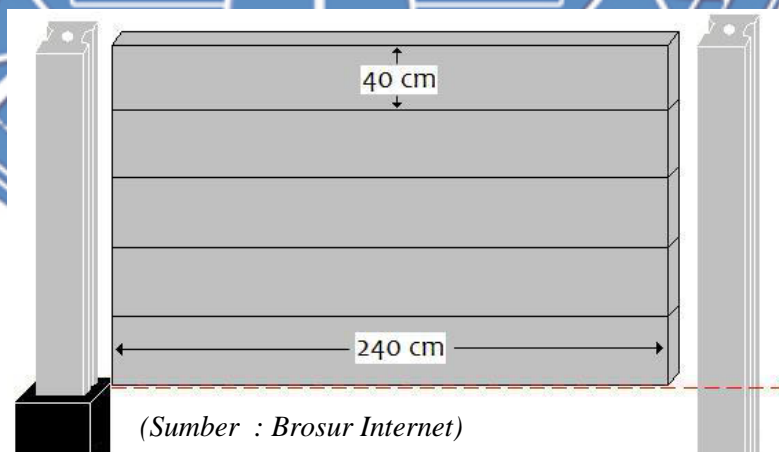
(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.6 Balok Dan Panel Lantai Beton Struktural Ringan



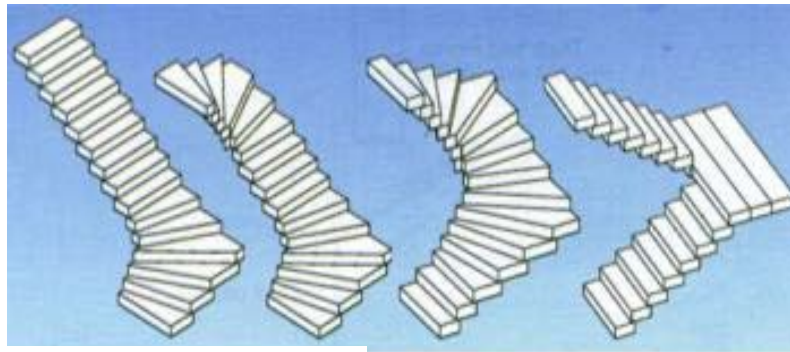
(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.7 Panel Lantai Bentuk U Beton Struktural Ringan



(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.8 Pagar Beton Struktural Ringan



(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.9 Tangga Beton Struktural Ringan

2.1.4.3 Beton Ringan Non Struktural

Beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan agregat kasar yang digunakan :

Perlit Atau Vermikulit

Dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 800 kg/m^3 dan aplikasi/penggunaan berfungsi sebagai isolasi/partisi, beton ringan berupa batu beton (hebel) dan panel dinding.

(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.10 Isolasi, Penutup Partisi Beton Non Struktural

2.1.5 Beton Mutu Tinggi (High Strength Concrete)

Beton dengan kuat tekan yang lebih besar dari 40 MPa sudah bisa dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Beton ini dikembangkan untuk membuat struktur yang menuntut tingkat kepentingan yang tinggi misalnya bangunan-bangunan dengan tingkat keamanan tinggi seperti jembatan, gedung tinggi, reaktor nuklir dan lain-lain.

2.1.6 Beton Dengan Workabilitas Tinggi (High Workability Concrete)

Umumnya tingkat kesulitan dalam pengerjaan beton dikaitkan dengan tingkat keenceran campurannya atau kemampuannya mengalir (*flowing consistency*), semakin encer beton akan semakin mudah dikerjakan. Encer yang dimaksud bukan semata encer karena diberi banyak air, justru dengan kebanyakan air mutu beton akan semakin rendah karena material penyusunnya bisa terpisah-pisah (*segregated*). Yang dimaksud disini adalah beton yang mudah mengalir tetapi tetap memiliki mutu yang baik seperti beton normal atau mutu tinggi.

2.1.7 Beton Serat (Fiber Reinforce Concrete)

Adalah beton yang materialnya ditambah dengan komponen serat yang bisa berupa serat baja, plastik, glass ataupun serabut dari bahan alami. Walaupun serat dalam campuran tidak terlalu banyak meningkatkan kekuatan beton terhadap gaya tarik, perilaku struktur beton tetap semakin baik misalnya meningkatkan regangan yang dicapai sebelum runtuh, meningkatkan ketahanan beton terhadap benturan dan menambah kerasnya beton.

2.1.8 Beton Dengan Polimer (Polymers Concrete)

Dengan pemberian polimer sebagai bahan perekat tambahan pada campuran beton, akan dihasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi dan dalam waktu yang lebih singkat. Bahan yang ditambahkan bisa berupa latex maupun emulsi dari bahan

lain. Jenis ini cocok digunakan pada terowongan, tambang dan pekerjaan lain yang membutuhkan kekuatan beton dalam waktu singkat bahkan dalam hitungan jam.

2.1.9 Beton Berat (Heavyweight Concrete)

Kebalikan dari beton ringan adalah beton berat, dimana beton jenis ini memiliki berat isi yang lebih tinggi dari beton normal (2400 kg/m^3) yaitu sekitar 3300 kg/m^3 s/d 3800 kg/m^3 . Beton berat biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti untuk perlindungan biologi, instalasi nuklir, unit kesehatan dan bangunan fasilitas pengujian dan penelitian atom. Beton berat dibuat dengan menggunakan agregat berat seperti bijih besi maupun bahan alami yang berat.

2.1.10 Beton Besar (Mass Concrete)

Merupakan beton pada struktur masif dengan dengan volume yang sangat besar seperti pada bendungan, pintu air maupun balok dan pilar besar dan masif. Beton berat dibuat dengan perlakuan yang berbeda dengan beton normal mengingat timbulnya panas yang berlebihan pada campuran beton dan terjadinya perubahan volume yang juga menjadi sangat besar.

Perlakuan untuk penanganan beton berat bisa dilakukan dengan mengubah komposisi campuran seperti pengurangan semen, penambahan bahan aditif pembentuk gelembung udara dan penggunaan agregat yang memiliki kepadatan tinggi.

2.1.11 Beton Dengan Pemadatan Roller (Roller Compacted Concrete)

Pada pekerjaan-pekerjaan besar dan khusus seperti jalan berbahan beton dan bendungan, pemadatan beton harus dilakukan dengan menggunakan roller vibrator. Untuk pemadatan dengan roller, campuran beton harus cukup kering agar roller tidak teggelam tetapi tetap harus memiliki sifat basah agar distribusi bahan perekat (semen) ke seluruh permukaan agregat menjadi merata.

2.2 Bahan Campuran Beton

Bahan campuran beton memiliki peranan yang penting untuk memperoleh beton sesuai keinginan. Bahan ini harus memenuhi beberapa syarat agar dapat digunakan dalam campuran beton. Beton terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar (dalam hal ini batu apung dan kerikil), air, dan semen.

2.2.1 Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu: semen non hidrolis dan semen hidrolis.

Semen non-hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolis adalah kapur. Sedangkan semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen Portland, semen Portland pozzolan, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif.

Semen adalah bahan yang digunakan untuk campuran agregat (pasir halus dan kasar). Fungsi utama semen sebagai bahan perekat untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi rongga udara di antara butir-butir agregat sehingga banyak digunakan pada pembangunan di sektor konstruksi sipil.

Jenis semen yang digunakan dalam pembuatan beton ringan ini adalah semen Portland. Pengaruh dari semen pada kekuatan beton ringan untuk suatu perbandingan bahan-bahan ditentukan oleh kehalusan butiran-butiran dan komposisi kimianya melalui hidrasi untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi padat. Bahan utama pembentuk semen portland dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 Bahan Baku Semen

| Jenis Bahan | Kadar (%) |
|--|-----------|
| Batu Kapur (CaO) | 60 - 67 |
| Pasir Silikat (SiO ₂) | 17 - 25 |
| Tanah liat (Al ₂ O ₃) | 3 - 8 |
| Biji Besi (Fe ₂ O ₃) | 0.5 - 6 |
| Magnesia (MgO) | 0.1 - 4 |
| Sulfur (SO ₃) | 0.2 - 1.3 |
| Soda/potash (Na ₂ + K ₂ O) | 1 - 3 |

(Sumber : Kekuatan Bahan, PEDC Bandung)

Semen Portland merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya adalah kalsium silikat dan satu atau dua buah bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan.



(Sumber : Brosur Internet)

Gambar 2.11 Jenis Semen Portland

Penemu semen (semen portland) adalah Joseph Aspdin di tahun 1824, seorang tukang batu berkebangsaan Inggris dinamakannya Portland Cement karena semen yang dihasilkannya mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam pulau portland.

Komposisi yang sebenarnya dari berbagai senyawa yang ada berbeda-beda dari jenis semen yang satu dengan yang lain, untuk berbagai jenis semen ditambahkan berbagai jenis material mentah lainnya.

Ada beberapa jenis semen Portland jika dilihat dari beberapa segi; segi kebutuhan, penggunaan dan kekuatan. Sebagaimana dijelaskan dibawah ini :

2.2.1.1 Jenis-Jenis Semen Portland Dari Segi Penggunaan

Menurut ASTM semen Portland dapat dibedakan menjadi 5 (lima) jenis :

1) Semen Portland Tipe-I

Semen Portland jenis umum (*normal Portland cement*) yaitu jenis semen Portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.

2) Semen Portland Tipe-II

3) Semen jenis khusus dengan perubahan-perubahan (*modified Portland cement*). Semen ini memiliki panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen jenis I. jenis ini digunakan untuk bangunan tebal seperti pilar dengan ukuran besar. Panas hidrasi yang agak rendah dapat berakibat retak-retak pengerasan. Jenis ini dapat pula digunakan untuk bangunan drainase ditempat yang memiliki konsentrasi sulfat agak tinggi.

4) Semen Portland Tipe-III

Semen Portland dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength Portland cement*). Jenis memperoleh kekuatan besar dalam waktu yang singkat. Umumnya digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan.

5) Semen Portland Tipe-IV

Semen Portland dengan panas hidrasi rendah (*low heat Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi yang rendah dan kekuatannya lambat. Jenis ini dipergunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan.

6) Semen Portland Tipe-V

Semen Portland tahan sulfat (*sulfate resisting Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan pada bangunan yang terkena sulfat seperti di tanah dan di air yang tinggi kadar alkalinya. Pengerasan berjalan lebih lambat daripada semen Portland biasa.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*) dan mempunyai ukuran butir 5 mm. Pasir yang umum digunakan adalah *pasir sungai*, pasir ini diperoleh langsung dari dalam sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butirnya agak kurang karena butir yang bulat. Karena ukuran butirannya kecil, maka baik dipakai untuk memplester tembok juga untuk keperluan yang lain.



(Sumber : Dokumentasi)

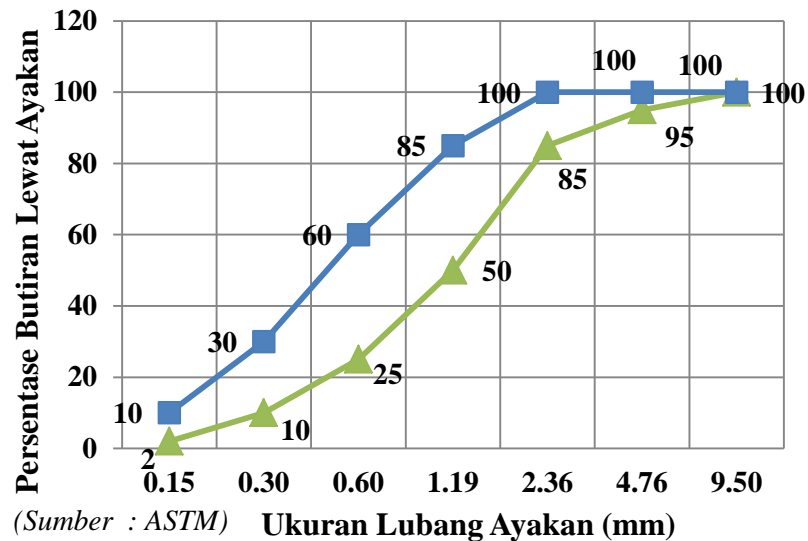
Gambar 2.12 Pasir Sungai

Tabel 2.3 Batasan Gradasi Terbaik Butiran Agregat Halus

| Ukuran Lubang Ayakan (mm) | % Lolos Kumulatif |
|---------------------------|-------------------|
| 9.50 | 100 |
| 4.75 | 95-100 |
| 2.36 | 80-100 |
| 1.18 | 50-85 |
| 0.6 | 25-60 |
| 0.3 | 10-30 |
| 0.15 | 2-10 |

(Sumber: ASTM)

Susunan Butiran Agregat Halus



Grafik 2.1 Grafik Daerah Gradasi Pasir Terbaik

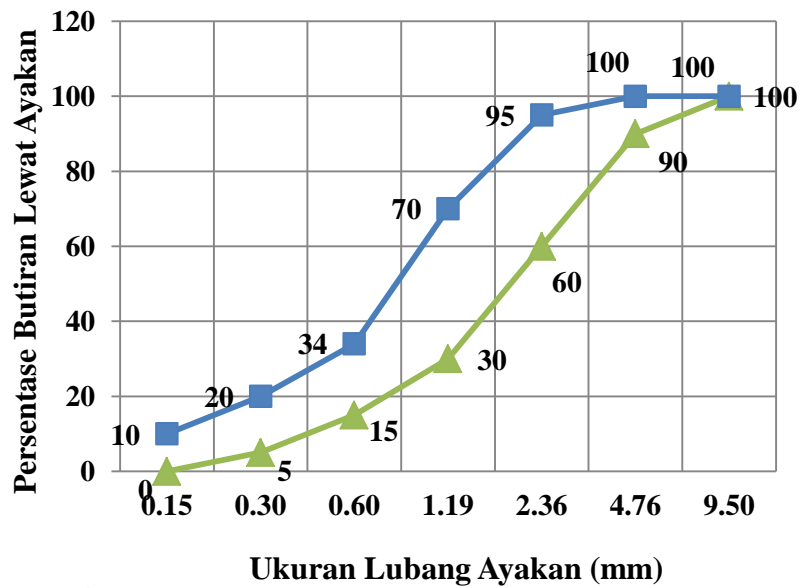
Dalam gradasi agregat halus terdapat 4 daerah gradasi agregat halus, antara lain batas gradasi agregat halus untuk daerah I adalah gradasi untuk jenis pasir kasar, batas gradasi agregat halus untuk daerah II (pasir agak kasar), batas gradasi agregat halus daerah III (pasir halus), dan batas gradasi agregat halus daerah IV (pasir agak halus).

Tabel 2.4 Batasan Gradasi Butiran Agregat Halus Daerah-I (Pasir Kuarsa)

| Ukuran Ayakan (mm) | % berat butir yang lewat ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 0.15 | 0 – 10 |
| 0.3 | 5 – 20 |
| 0.6 | 15 – 34 |
| 1.2 | 30 – 70 |
| 2.4 | 60 – 95 |
| 4.8 | 90 – 100 |
| 10 | 100 |

(Sumber : ASTM)

Daerah - I



(Sumber : ASTMt)

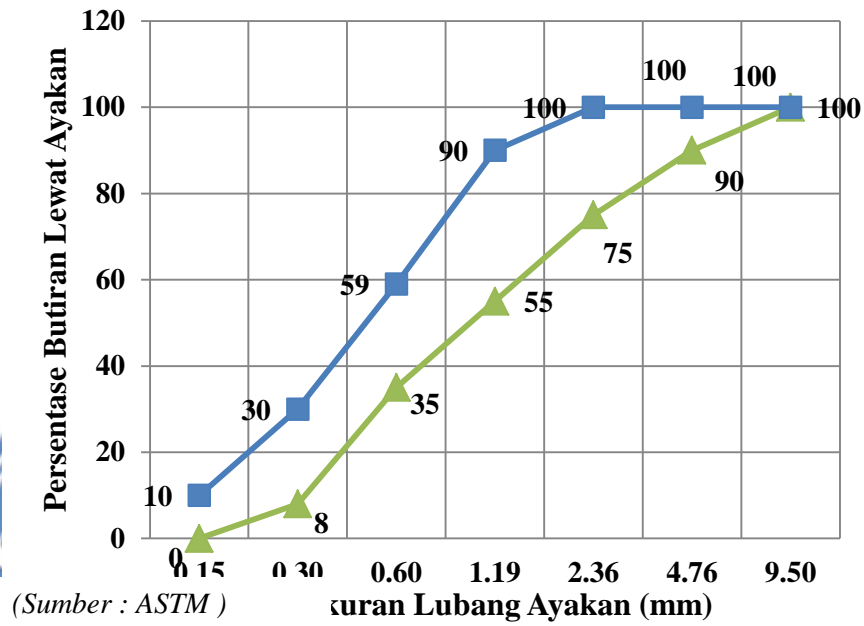
Grafik 2.2 Grafik Daerah-I Gradasi Agregat Halus

Tabel 2.5 Batasan Gradasi Butiran Agregat Halus Daerah-II (Pasir Agak Kasar)

| Ukuran Ayakan (mm) | % berat butir yang lewat ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 0.15 | 0 – 10 |
| 0.3 | 8 – 30 |
| 0.6 | 35 – 59 |
| 1.2 | 55 – 90 |
| 2.4 | 75 – 100 |
| 4.8 | 90 – 100 |
| 10 | 100 |

(Sumber ASTM)

Daerah - II



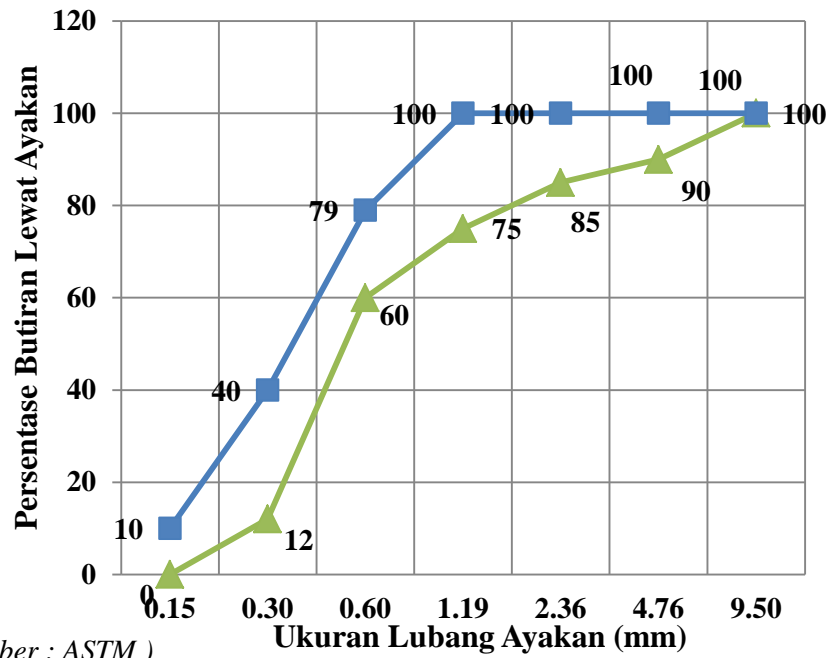
Grafik 2.3 Grafik Daerah-II Gradasi Agregat Halus

Tabel 2.6 Batasan Gradasi Butiran Agregat Halus Daerah-III (Pasir Halus)

| Ukuran Ayakan (mm) | % berat butir yang lewat ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 0.15 | 0 – 10 |
| 0.3 | 12 – 40 |
| 0.6 | 60 – 79 |
| 1.2 | 75 – 100 |
| 2.4 | 85 – 100 |
| 4.8 | 90 – 100 |
| 10 | 100 |

(Sumber ASTM)

Daerah - III



(Sumber : ASTM)

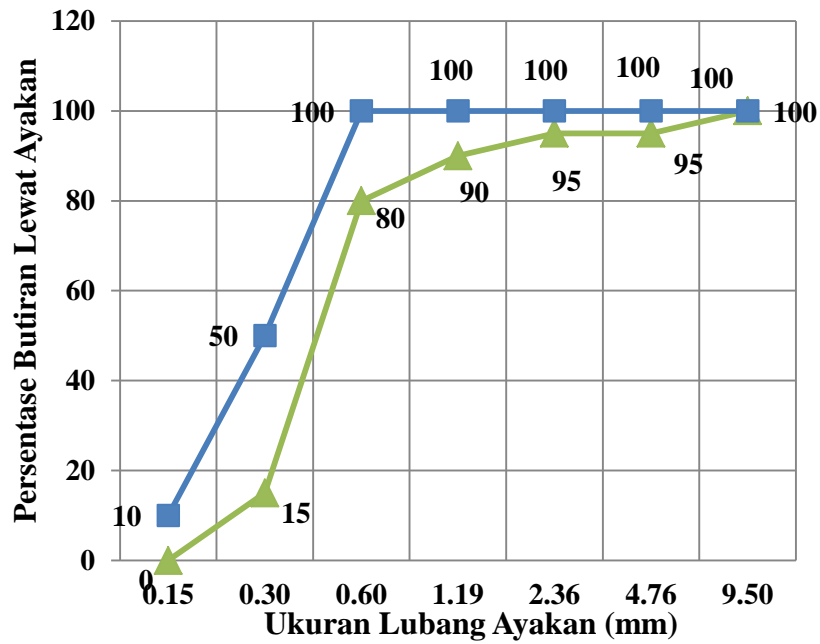
Grafik 2.4 Grafik Daerah-III Gradasi Agregat Halus

Tabel 2.7 Batasan Gradasi Butiran Agregat Halus Daerah-IV (Pasir Halus)

| Ukuran Ayakan (mm) | % berat butir yang lewat ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 0.15 | 0 – 10 |
| 0.3 | 15 – 50 |
| 0.6 | 80 – 100 |
| 1.2 | 90 – 100 |
| 2.4 | 95 – 100 |
| 4.8 | 95 – 100 |
| 10 | 100 |

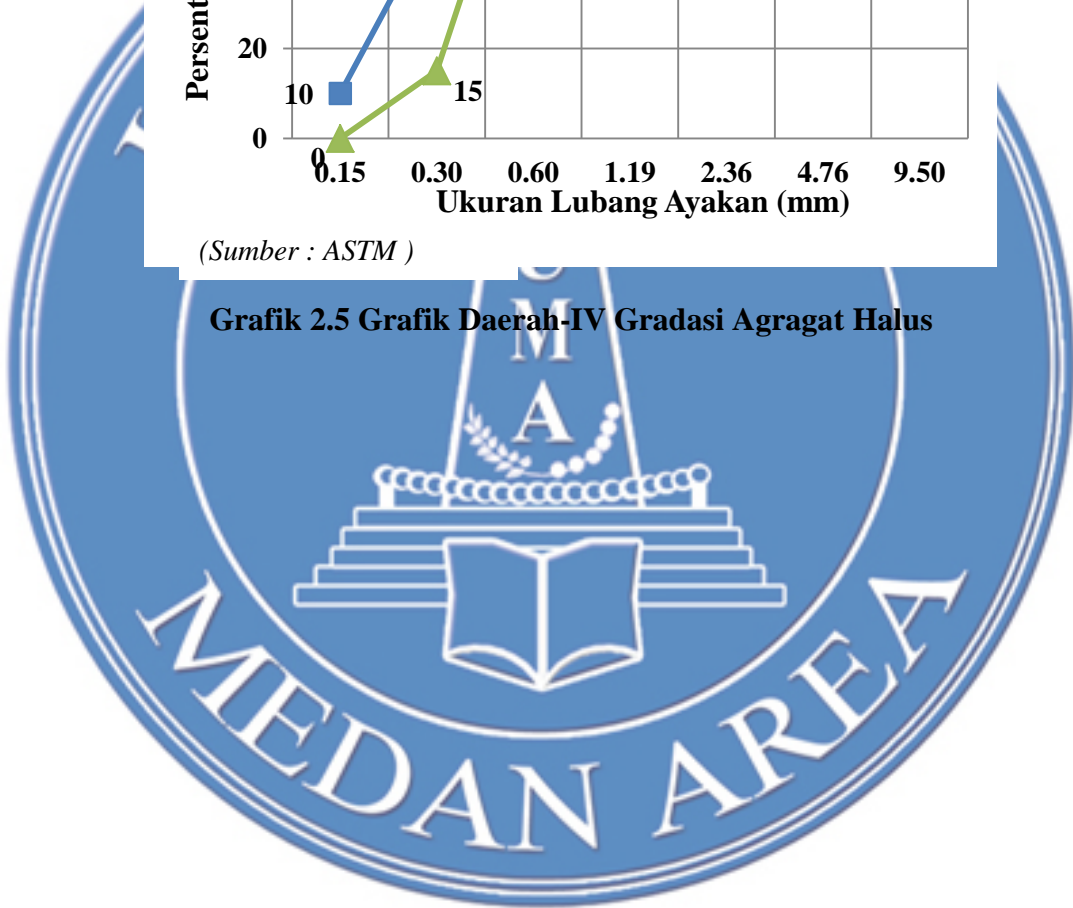
(Sumber ASTM)

Daerah - IV



(Sumber : ASTM)

Grafik 2.5 Grafik Daerah-IV Gradasi Agragat Halus



2.2.3 Agregat Kasar Batu Pecah

Agregat kasar (kerikil/batu pecah) berasal dari disintegrasi alami dari batuan alam atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (*stone crusher*), dengan ukuran butiran lebih dari 5 mm atau tertahan pada saringan no.4. Jenis batu pecah sebagai material pengisi campuran beton dapat dilihat pada gambar 2.18 berikut :



(Sumber : Dokumentasi)

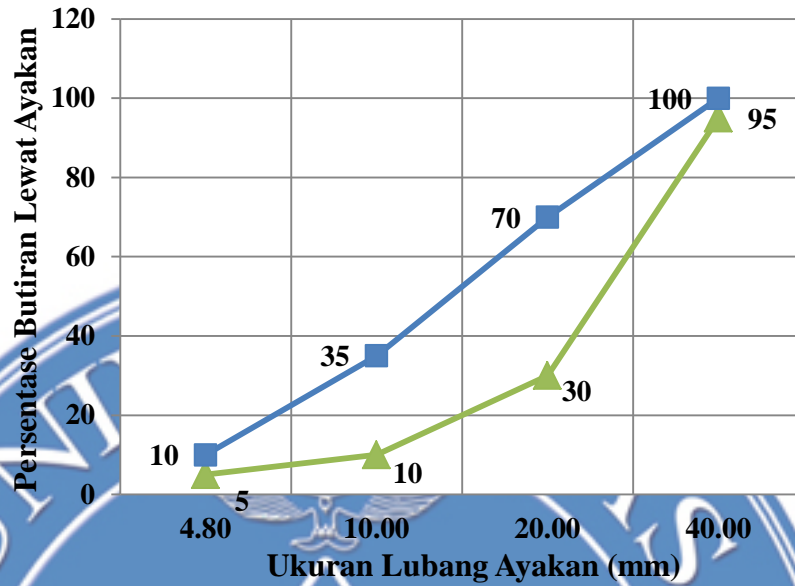
Gambar 2.13 Agregat Kasar Batu Pecah

Tabel 2.8 Batasan Gradasi Butiran Agregat Kasar Batu pecah

| Ukuran ayakan (mm) | Persen Butir Lewat Ayakan | | |
|--------------------|---------------------------|----------|---------|
| | 40 mm | 20 mm | 12.5 mm |
| 4.8 | 5 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| 10 | 10 – 35 | 25 – 55 | 40 – 85 |
| 20 | 30 – 70 | 95 – 100 | 100 |
| 40 | 95 – 100 | 100 | 100 |

(Sumber ASTM)

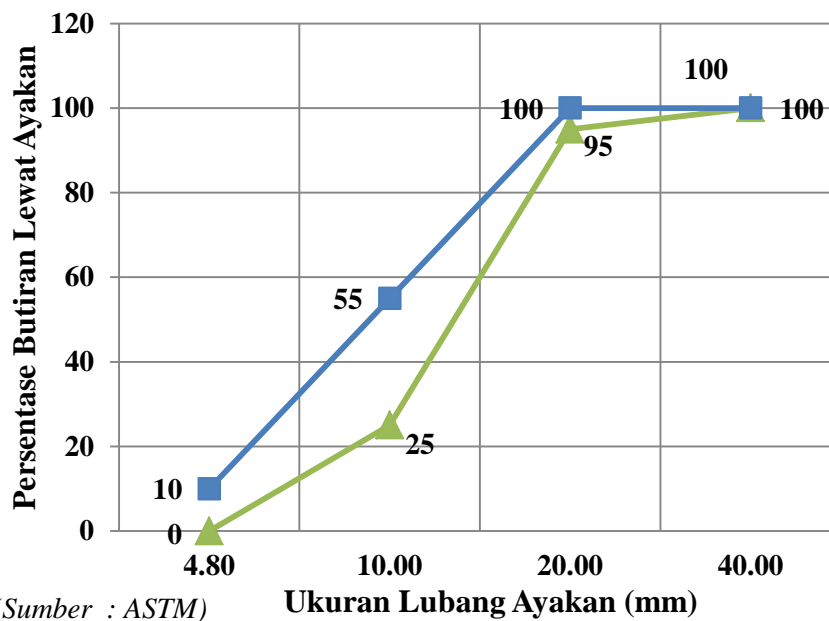
Butiran Maksimum 40 mm



(Sumber : ASTM)

Grafik 2.6 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 40mm

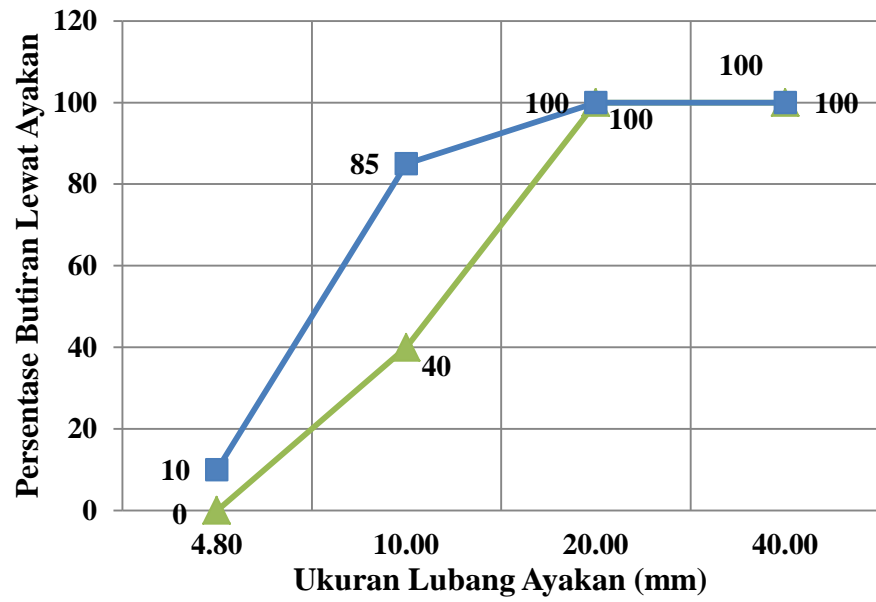
Butiran Maksimum 20 mm



(Sumber : ASTM)

Grafik 2.7 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 20mm

Butiran Maksimum 12.50 mm



(Sumber : ASTM)

Grafik 2.8 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 12.50mm




2.2.4 Agregat Kasar Batu Apung

Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesikular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung didalamnya..

Batu apung adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinging gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesikular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung didalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah *feldspar*, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah *pumicit*, vulkanik, *cinter* dan *scoria*. Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel dan material asalnya, batu pung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: *sub-areal*, *sub-aqueous*, *new ardante*, dan hasil endapan ulang (*redeposit*). Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl , hilang pijar (Los of Ignition) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480-960 kg/cm³, peresapan air (*water absorbtion*) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm³, hantaran suara rendah (*sound transmission*), rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas rendah, dan tekanan terhadap api sampai dengan 6 jam. Batu apung banyak dijumpai di

Indonesia, misalnya : Pulau Sumatera dan Jawa. Sifatnya menyatu dengan semen. Kuat tekannya rendah.



(Sumber : Dokumentasi)

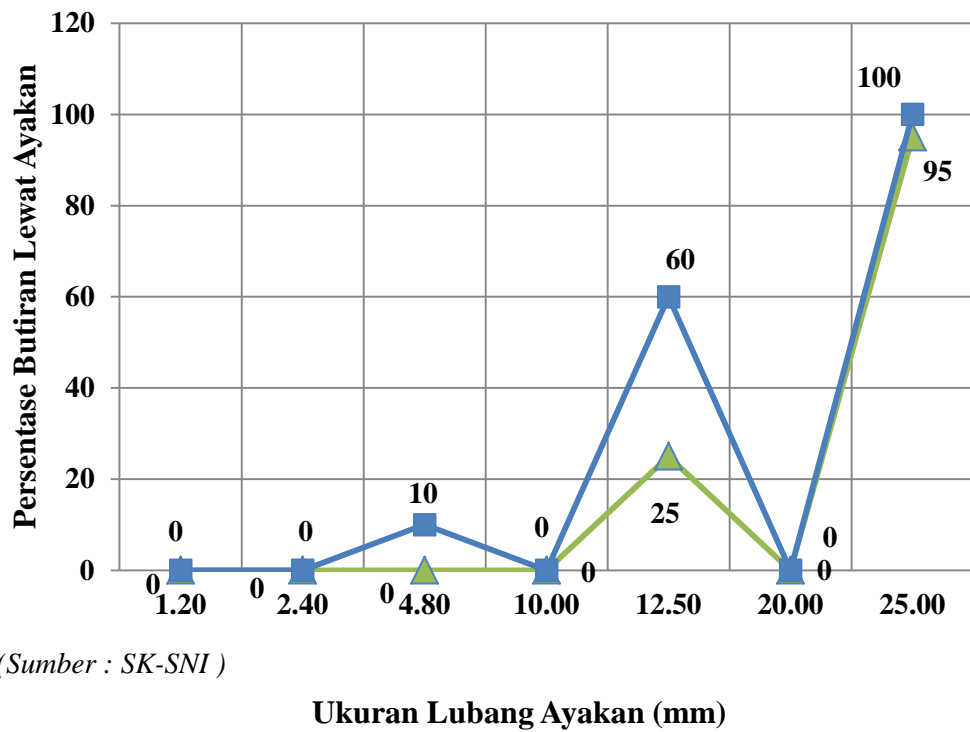
Gambar 2.14 Agregat Kasar Batu Apung

Tabel 2.9 Batasan Gradasi Butiran Agregat Kasar Batu Apung Diameter Maksimum 25 mm

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Butir Yang Lewat Ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 1.2 | - |
| 2.4 | - |
| 4.8 | 0 - 10 |
| 10 | - |
| 12.5 | 25 - 60 |
| 20 | - |
| 25 | 95 - 100 |

(Sumber SK-SNI)

Butiran Maksimum 25 mm



(Sumber : SK-SNI)

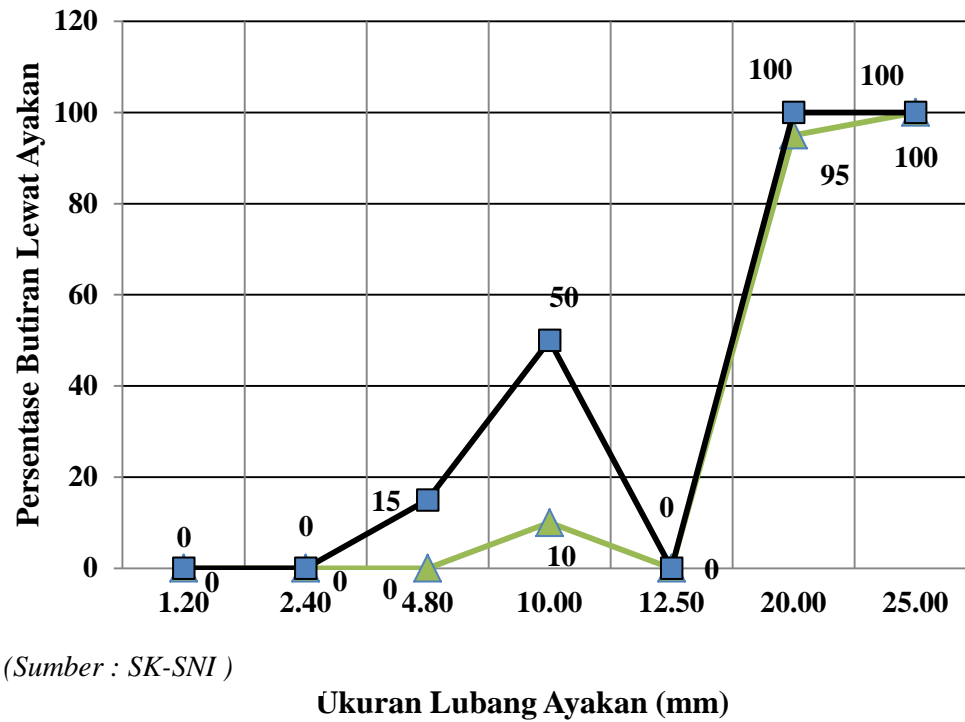
Grafik 2.9 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Batu Apung Maksimum Diameter 25 mm

Tabel 2.10 Batasan Gradasi Butiran Agregat Kasar Batu Apung Diameter Maksimum 20 mm

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Butir Yang Lewat Ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 1.2 | - |
| 2.4 | - |
| 4.8 | 0 – 15 |
| 10 | 10 – 50 |
| 12.5 | - |
| 20 | 95 - 100 |
| 25 | 100 |

(Sumber SK-SNI)

Butiran Maksimum 20 mm



(Sumber : SK-SNI)

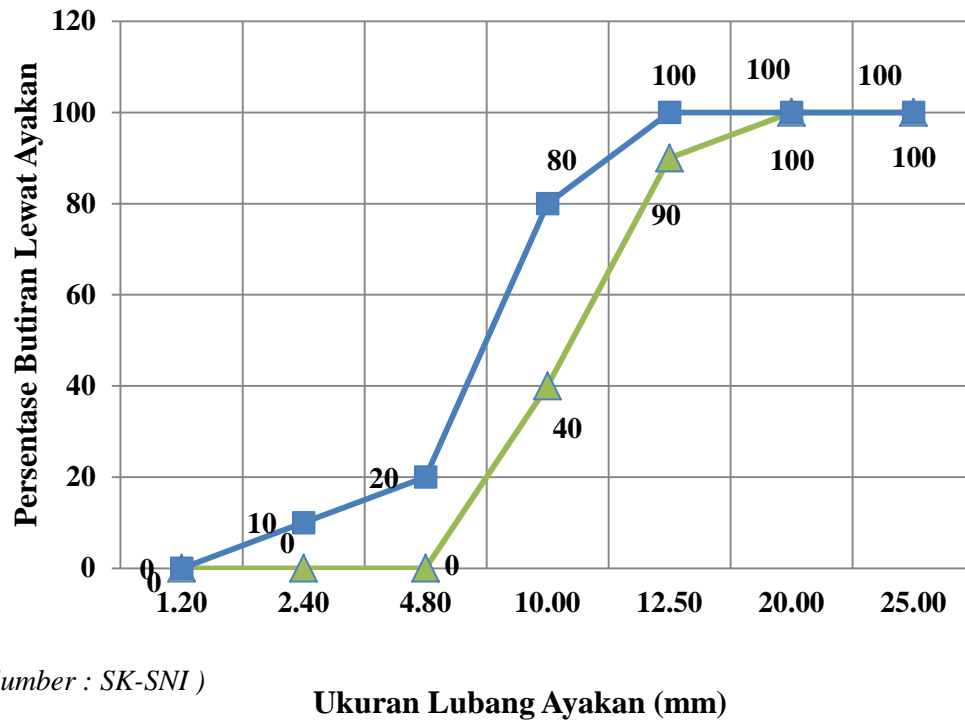
Grafik 2.10 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 20 mm

Tabel 2.11 Batasan Gradasi Butiran Agregat Kasar Batu Apung Diameter Maksimum 12.5 mm

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Butir Yang Lewat Ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 1.2 | - |
| 2.4 | 0 - 10 |
| 4.8 | 0 - 20 |
| 10 | 40 - 80 |
| 12.5 | 90 - 100 |
| 20 | 100 |
| 25 | 100 |

(Sumber SK-SNI)

Butiran Maksimum 12.50 mm



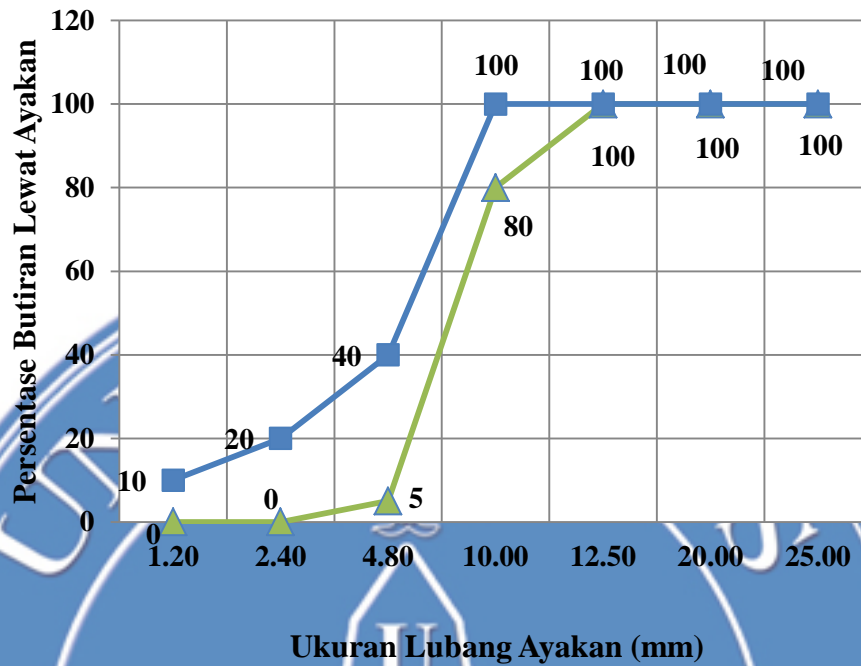
Grafik 2.11 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 12.50mm

Tabel 2.12 Batasan Gradasi Butiran Agregat Kasar Batu Apung Diameter Maksimum 9.5 mm

| Ukuran Ayakan (mm) | % Berat Butir Yang Lewat Ayakan |
|--------------------|---------------------------------|
| 1.2 | 0 – 10 |
| 2.4 | 0 - 20 |
| 4.8 | 5 – 40 |
| 10 | 80 – 100 |
| 12.5 | 100 |
| 20 | 100 |
| 25 | 100 |

(Sumber SK-SNI)

Butiran Maksimum 9.50 mm



Grafik 2.12 Grafik Daerah Gradasi Agregat Kasar Maksimum Diameter 9.50mm

Adapun kandungan atau komposisi kimia yang terdapat di dalam batu apung diperlihatkan pada tabel 2.4, terlihat bahwa komposisi dominan dari batu apung berturut-turut adalah SiO₂, K₂O, Na₂O dan Fe₂O₃, sedangkan senyawa lainnya relatif kecil. Batu apung dapat digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan beton ringan karena mempunyai sifat antara lain: porositas tinggi, densitas rendah, isolasi termal tinggi dan tahan terhadap guncangan seperti gempa.

Tabel 2.13 Komposisi Kimia Batu Apung

| Komposisi | % Berat |
|--------------------------------|---------|
| SiO ₂ | 59.0 |
| Al ₂ O ₃ | 16.6 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.8 |
| CaO | 1.8 |
| Na ₂ O | 5.2 |
| K ₂ O | 5.4 |
| MgO | 1.8 |
| LOI | 1.6 |

(Sumber : Kekuatan Bahan, PEDC)

2.2.5 Spesifikasi Agregat Ringan

Dalam merencanakan beton struktural ringan dapat dilakukan dengan mengkombinasi agregat diantaranya

1. Agregat kasar ringan dengan agregat halus ringan
2. Agregat kasar ringan dengan agregat halus normal
3. Agregat kasar normal dengan agregat halus ringan

Karakteristik dari agregat ringan yang tercakup dalam spesifikasi ini adalah :

1. Agregat hasil proses pengembangan, pemanasan atau sintering dari bahan terak tanur tinggi, lempung, diatome, abu terbang dan batu obsidian.
2. Agregat diperoleh dari bahan diproses secara alami, seperti batu apung dan scoria

Agregat ringan yang digunakan tidak mengandung bahan kimia yang merusak dalam jumlah dan komposisi kimia yang ditentukan diantaranya

1. Kadar zat organis tidak boleh > 5%
2. Noda warna kandungan besi oksida yang menyebabkan noda (Fe₂O₃) boleh lebih dari 1.5 mg / 200gr.
3. Hilang pijar pada pembakaran agregat ringan tidak boleh melebihi 5

**Tabel 2.13a Persyaratan Susunan Besar Butir Agregat Ringan
Untuk Beton Ringan Struktural**

(Sumber SKSNI)

Tabel 2.13b Persyaratan Sifat Fisis Agregat Ringan



2.2.6 Air

Air dalam membuat beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan memberikan pekerjaan yang mudah dalam pekerjaan beton. Dalam hal pekerjaan beton senyawa yang terkandung di dalam lair akan mempengaruhi kualitas beton untu itu diperlukan standart yang baik untuk kualitas air. Untuk itu air dan semen akan terjadi reaksi kimia maka diperlukan perbandingan faktor air semen yang baik yang akan menghasilkan kualitas beton yang baik.

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air imbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam - garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran beton pra tegang ataupun beton bertuang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

2.2.6.1 Sumber-Sumber Air

Sumber - sumber air yang ada adalah sebagai berikut :

1. Air Pada Udara

Air yang terdapat di udara atau atmosfer adalah air yang terdapat di awan. Kemurnian air ini sangat tinggi. Sayangnya, hingga sekarang belum ada teknologi untuk mendapatkan air atmosfer ini secara mudah. Air yang terdapat dalam atmosfer ini kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat mungkin untuk mendapatkan beton yang baik dengan air ini.

2. Air Hujan

Air hujan menyerap gas - gas serta uap dari udara ke bumi. Udara terdiri dari komponen-komponen utama yaitu zat asam atau oksigen, nitrogen dan karbon dioksida. Bahan- bahan padat serta garam yang larut dalam air hujan terbentuk akibat peristiwa kondensasi.

3. Air Tanah

Air tanah terutama terdiri dari unsur kation (seperti Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , dan K^+) dan unsur anion (seperti CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , NO_3^-). Pada kadar yang lebih rendah, terdapat juga unsur Fe, Mn, Al, B, F dan Se. Disamping itu air tanah juga menyerap gas - gas serta bahan - bahan organik seperti CO_2 , H_2S , dan NH_3 .

4. Air Permukaan

Air permukaan terbagi menjadi air sungai, air danau dan situ, air genangan dan air *reservoir*. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa serta bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Air sungai atau air danau dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, asal tidak tercemar oleh air buangan industri. Air rawa-rawa atau air genangan tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.

5. Air Laut

Air laut mengandung 30.000 - 36.000 mg garam per liter (3 % - 3,6 %) pada umumnya dapat digunakan sebagai campuran untuk beton tidak bertulang, beton prategang dan pratekan atau dengan kata lain ntuk beton - beton mutu tinggi.

Air asin yang terdapat di pedalaman mengandung 1000 - 5000 mg garam perliter. Air dengan kadar garam sedang, mengandung 200 - 1000 mg garam perliter. Air didaerah pantai, memiliki kadar garam sekitar 20000 - 30000 mg perliter. Air laut tidak boleh digunakan untuk pembuatan beton pra-tegang, atau pra-tekan, karena batang-batang baja pra-tekan langsung berhubungan dengan betonnya.

Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami aluminium didalamnya, beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangnya akibat perubahan panas (temperatur) dan lingkungan yang lembab (ACI 318-89:2-2).

2.2.6.2 Syarat Umum Air

Pemilihan air yang di gunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton. Air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat.

Jika air yang ada dari suatu sumber terbukti memenuhi syarat harus dilakukan uji tekan mortar yang dibuat dengan air tersebut, yang kemudian dibandingkan dengan campuran mortar yang menggunakan air suling. Hasil pengujian (pada usia 7 hari dan 28 hari) kubus adukan yang dibuat dengan air campuran yang tidak dapat diminimum paling tidak harus mencapai 90 % dari kekuatan spesimen serupa yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kuat tekan harus dilakukan untuk pengujian dilakukan berdasarkan "*Test Methods for Compresivve Strength of hidraulic Cemen portland using 30 mm cube specimens*". Adapun beberapa syarat umum air adalah sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.

- b. Tidak mengandung garam-garamm yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandungf klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.2.7 Perencanaan Campuran Beton (Concrete Mix Design)

Proses memilih bahan-bahan pembetonan yang tepat dan memutuskan jumlah/kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta nilai ekonomisnya disebut perencanaan campuran beton (*concrete mix design*). Proporsi bahan-bahan pembetonan tergantung pada dua kondisi, yaitu kondisi plastisitas dan kekerasannya. Apabila sifat plastisitas beton tidak bekerja, maka akan menyulitkan dalam proses pembetonan karena beton akan menjadi sulit dituangkan dan dipadatkan. Oleh karena itu kemudahan pengerjaan beton menjadi hal yang penting untuk diperhatikan, dan analisis mix design bertujuan untuk menemukan kuantitas yang tepat yang sesuai dengan persyaratan struktural.

Dari sudut pandang teknik, pencampuran yang tidak sesuai akan dapat menyebabkan penyusutan (*shrinkage*) dan keretakan (*cracking*) pada beton structural, dan hal ini tidak boleh terjadi melebihi batas-batas yang telah dipersyaratkan. Pencampuran yang tidak tepat juga bisa menyebabkan perubahan panas hidrasi dalam massa beton menjadi lebih tinggi yang bisa menyebabkan keretakan.

Pembuatan campuran beton menggunakan Mix design SK.SNI.T-15-1990-03 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" merupakan adopsi dari cara

Departement of Environment (DOE), sehingga nilai semen, pasir, dan kerikil akan diperoleh dari proses hitungan tersebut diatas.

Langkah-langkah perencanaan perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan kuat tekan rencana (Mpa). Kuat tekan (f'_c) ini ditentukan pada umur 28 hari.
2. Hitung deviasi standart (s) pada data yang telah diperoleh, gunakan tabel 2.14.
3. Hitung nilai tambah (m), dimana $m = 1.64*s$, jika deviasi standart tidak ada maka diambil $m = 12$ Mpa, gunakan table 2.15
4. Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}), dimana $f'_{cr} = f'_c + m$
5. Tetapkan jenis semen yang digunakan
6. Tentukan jenis agregat yang digunakan, untuk agregat halus dan agregat kasar
7. Tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari berdasarkan jenis semen dan agregat kasar serta rencana pengujian kuat tekan, menggunakan tabel 2.16 untuk FAS 0.5, sesuai dengan jenis semen dan agregat yang digunakan.
8. Lihat gambar 2.26 untuk benda uji silinder dan gambar 2.27 untuk kubus.
9. Tetapkan FAS maksimum menurut tabel 2.18.
10. Tetapkan Nilai FAS.
11. Tetapkan nilai slump.
12. Tetapkan ukuran butir normal agregat.
13. Tentukan nilai kadar air bebas dari tabel 2.17. dan nilai slump dari table 2.18
14. Hitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi faktor air semen yaitu (langkah 13 : 10).
15. Jumlah semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.

16. Jumlah semen minimum dari table 2.18.
17. Tentukan jumlah susunan butir agregat halus, sesuai dengan syarat.
18. Tentukan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai slump, FAS, dan besar nominal agregat maksimum (grafik 3.3 s/d 3.5)
19. Hitung berat jenis relatif agregat.
20. Tentukan berat jenis beton berdasarkan nilai berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas.
21. Hitung kadar agregat gabungan yaitu berat jenis beton dikurangi dengan berat semen ditambah air (20-14-13).
22. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikalikan persentase agregat halus dalam campuran.
23. Komposisi Beton
24. Langkah terakhir koreksi air, pasir dan agregat.



**Tabel 2.14 Mutu Pelaksanaan Pekerjaan Diukur Dengan Deviasi Standar
(kg/cm²)**

| Volume Pekerjaan | | Mutu Pelaksanaan | | |
|------------------|-------------|------------------|-------------|----------------|
| Ukuran | Satuan (M3) | Baik Sekali | Baik | Dapat Diterima |
| Kecil | <1000 | 45 ≤ S ≤ 55 | 55 ≤ S ≤ 65 | 65 ≤ S ≤ 85 |
| Sedang | 1000 – 3000 | 35 ≤ S ≤ 45 | 45 ≤ S ≤ 55 | 55 ≤ S ≤ 75 |
| Sedang | >3000 | 25 ≤ S ≤ 35 | 35 ≤ S ≤ 45 | 45 ≤ S ≤ 76 |

(Sumber : SK-SNI 1991)

Tabel 2.15 Faktor Pengali Deviasi Standar

| Jumlah Penguji | Satuan (M3) |
|----------------|--------------|
| Kurang dari 15 | F'c + 12 Mpa |
| 15 | 1.16 |
| 20 | 1.08 |
| 25 | 1.03 |
| 30 atau lebih | 1.00 |

(Sumber : SK-SNI 1991)

Tabel 2.16 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan FAS 0.50 Dan Jenis Semen Serta Agregat Kasar Yang Di Pakai Di Indonesia

| Jenis Semen | Jenis Agregat Kasar | Kekuatan Tekan (Mpa) Pada Umur (Hari) | | | | Bentuk Benda Uji |
|--|---------------------|---------------------------------------|----|----|----|------------------|
| | | 3 | 7 | 28 | 91 | |
| Semen Portland Type-I, atau Semen Tahan Sulfat Type- | Batu Tak Pecah | 17 | 23 | 33 | 40 | Silinder |
| | Batu Pecah | 19 | 27 | 37 | 45 | |
| | Batu Tak Pecah | 20 | 28 | 40 | 48 | Kubus |
| | Batu Pecah | 23 | 32 | 45 | 54 | |
| Semen Portland Type-III | 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 | |

(Sumber : SK-SNI 1991)

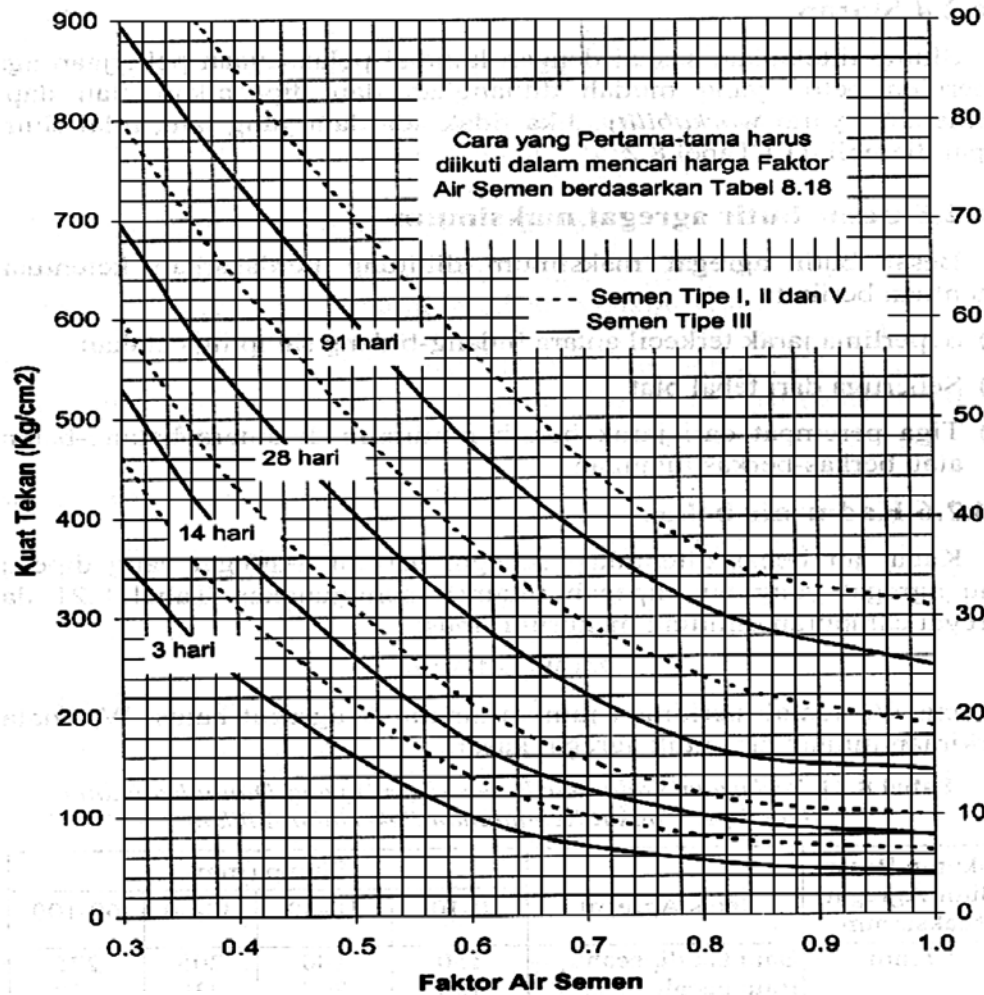
Tabel 2.17 Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m³) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

| Ukuran Besar Butiran Agregat Maksimum | Jenis Agregat | SLUMP (mm) | | | |
|---------------------------------------|---------------------|------------|---------|---------|----------|
| | | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 - 60 | 60 - 100 |
| 10 mm | Batu Tak Dipecahkan | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu Pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 mm | Batu Tak Dipecahkan | 135 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu Pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 mm | Batu Tak Dipecahkan | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu Pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

(Sumber : SK-SNI-1991)

Tabel 2.18 Slump Yang Disarankan

| Jenis Konstruksi | Slump (cm) | |
|--|------------|---------|
| | maksimum | minimum |
| Dinding penahan dan pondasi | 12.5 | 5.0 |
| Fungsi sederhana, sumuran dan dinding struktur | 9.0 | 2.5 |
| Balok dan dinding beton | 15 | 7.5 |
| Kolom struktural | 15 | 7.5 |
| Perkerasan dan slab | 7.5 | 5.0 |
| Beton massal | 7.5 | 2.5 |



(Sumber : SK-SNI 1991)

Grafik 2.14 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen Untuk Benda Kubus Bersisi (150 x 150 x 150 mm)

**Tabel 2.19 Jumlah Semen Minimum Dan Nilai Faktor Air Semen
Maksimum**

| Keterangan | Jumlah Semen Minimum per m ³ Beton (kg) | Nilai Faktor Air Semen Maksimum |
|--|--|---------------------------------|
| Beton Di Dalam Ruang Bangunan : | | |
| c. Keadaan keliling non-korosif. | 275 | 0.60 |
| d. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif. | 325 | 0.52 |
| Beton Di Luar Ruang Bangunan : | | |
| c. Tidak Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung. | 325 | 0.60 |
| d. Terlindung Dari Hujan Dan Terik Matahari Langsung. | 275 | 0.60 |
| Beton Yang Masuk Ke Dalam Tanah : | | |
| c. Mengalami Keadaan Basah Dan Kering Berganti Ganti | 325 | 0.55 |
| d. Mendapat Pengaruh Sulfat Alkali Dari Tanah Atau Air Tanah | 375 | 0.52 |
| Beton Yang Kontinu Berhubungan Dengan Air | | |
| c. Air Tawar | 275 | 0.57 |
| d. Air Laut | 375 | 0.52 |

(Sumber : SK-SNI 19)



(Sumber : SK-SNI 1991)

Grafik 2.15 Grafik Prosentase Jumlah Pasir Yang Dianjurkan Untuk Daerah Susunan Butir 1, 2, 3 dan 4 Dengan Butiran Maksimum 40 mm

(Sumber : SK-SNI 1991)

Grafik 2.15 Grafik Berat Jenis Beton

2.3 Karakteristik Beton

Beton dibuat dari campuran : semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Campuran beton kemudian dicetak dan dirawat (*curing*) selama 28 hari. Karakteristik beton yang diukur meliputi, perhitungan berat jenis dan kuat tekan (*compressive strength*).

2.3.1 Berat Jenis

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan kubus beton untuk umur 14 dan 21 hari, terlebih dahulu kubus beton ditimbang beratnya. Setelah diketahui berat dari kubus beton, maka dapat dihitung berat jenisnya dengan rumus :

$$\rho = \frac{W}{V}$$

Dengan :

ρ = Berat benda uji (kg/m³)

W = Berat benda uji (kg)

V = Volume Benda Uji

2.4.2 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton ringan pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{F}{A}$$

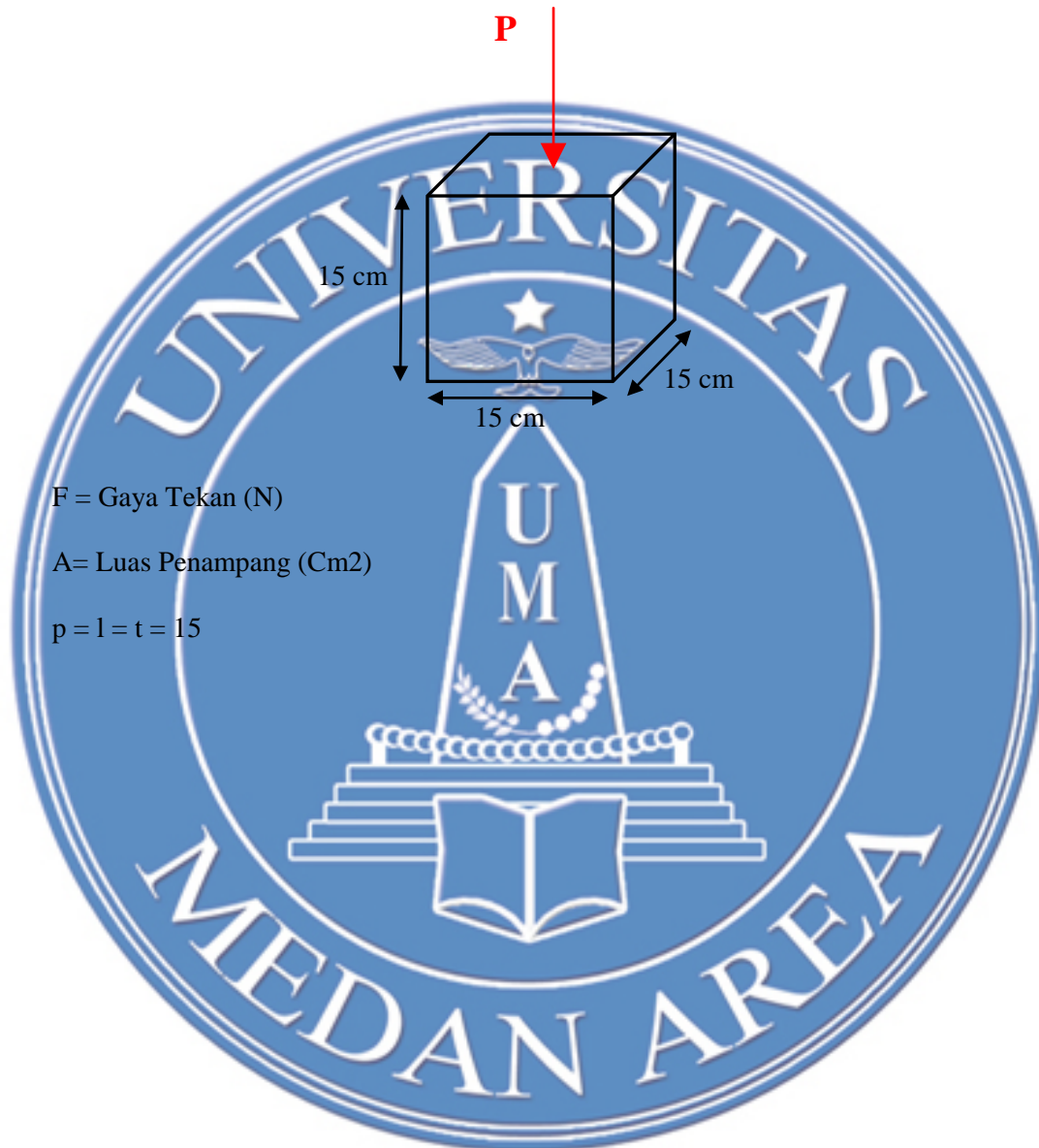
Dengan :

F = Gaya maksimum dari mesin tekan, N

A = Luas penampang yang diberi tekanan , cm²

$P = \text{Kuat tekan, N/cm}^2$

Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja seperti gambar di bawah ini.



$F = \text{Gaya Tekan (N)}$

$A = \text{Luas Penampang (Cm}^2\text{)}$

$p = l = t = 15$