

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia semakin berkembang pesat, baik pada pembangunan perumahan, gedung-gedung, jembatan, bendungan, jalan raya, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Perkembangan ini diikuti oleh penemuan-penemuan inovasi bahan bangunan. Untuk mendukung pengembangan teknologi konstruksi yang semakin maju diperlukan material/bahan bangunan yang bermutu dan berkualitas tinggi. Oleh karena itu, perlu pengetahuan tentang sifat dan karakteristik dari material/bahan konstruksi. Beton merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus, air dan semen dengan komposisi pencampuran tertentu. Salah satu sifat material penyusun beton yang cukup berperan adalah gradasi agregat kasar dan agregat halus. Kandungan agregat dalam campuran beton memiliki presentasi volume tertinggi.

Beton yang baik adalah beton yang dapat memenuhi syarat peraturan beton, dan kekuatan dari beton itu sendiri sangat tergantung dari kualitas bahan-bahan penyusun beton yakni semen, air dan agregat. Selain itu kekuatan beton juga dipengaruhi oleh efektivitas ikatan antara agregat dan semen. Untuk memahami dan juga mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan pembentuk beton diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen pembentuk beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Kekuatan beton pada umur tertentu tergantung pada perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton. Pada dasarnya beton mempunyai sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik.

Mulyono (2003) mengemukakan agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm (4,75mm). Salah satu sifat material penyusun beton yang cukup berperan

adalah agregat kasar sebab agregat kasar mengisi sebagian besar volume beton. Agregat kasar adalah batuan alam yang terdiri dari butiran-butiran dalam ukuran tertentu yang jumlahnya terbesar (60% - 70%) dalam campuran beton. (Mulyono 2005)

Agregat kasar sebagai bagian dari material pembentuk beton memiliki kualitas yang berbeda-beda. Agregat kasar yang diambil dari suatu tempat akan memiliki kualitas yang berbeda, hal ini disebabkan salah satunya karena permukaan setiap agregat kasar berbeda seperti agregat kasar batu pecah dan agregat kasar batu guli berbeda walaupun dari sumber yang sama. Kualitas agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton dapat mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan oleh beton tersebut. Karakteristik dari masing-masing sumber agregat kasar memiliki nilai yang berlainan. Hal tersebut dipengaruhi oleh permukaan dan sumber agregat kasar tersebut. Berdasarkan uraian diatas menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki peranan yang penting dalam menentukan kualitas beton yang dihasilkan. Oleh karena itu, penulis bermaksud mengadakan penelitian untuk mengetahui kualitas sifat dan karakteristik campuran beton dengan menggunakan jenis-jenis agregat kasar baik itu batu pecah dan batu guli dari Binjai dengan Judul “Sifat dan Karakteristik Campuran Beton Menggunakan Batu Pecah dan Batu Guli dari Sungai Binjai”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang akan dilihat terkait dengan sifat dan karakteristik campuran beton sebagai berikut :

1. Adakah pengaruh jumlah kadar semen terhadap jenis agregat kasar dalam campuran beton
2. Jenis agregat kasar apakah yang paling optimum untuk digunakan dalam campuran beton

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini tidak terlalu luas, maka ruang lingkup pembahasannya dibatasi sebagai berikut :

1. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Binjai
2. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Tipe I dari Semen Padang
3. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dan batu guli yang berasal dari sungai Wampu di Binjai

4. Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik di Universitas HKBP Nommensen
5. Mutu Beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah f'_c 25 Mpa
6. Nilai Slump yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 ± 2 .
7. Umur benda uji dalam penelitian ini adalah 14, 21, 28 hari.
8. Jumlah benda uji dalam penelitian ini yakni 3 buah per umur benda uji atau 9 buah
9. Jenis benda uji dalam penelitian ini berupa Silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk uji tekan beton.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis agregat kasar yang paling optimum untuk digunakan dalam campuran beton
2. Mengetahui sifat dan karakteristik campuran beton dari kebutuhan kadar semen pada beton dengan agregat kasar batu pecah dan agregat kasar batu guli

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan wawasan mengenai jenis agregat kasar untuk digunakan dalam campuran beton
2. Mendapatkan sifat dan karakteristik dalam campuran beton

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bagian utama ditambah dengan lampiran-lampiran. Adapun deskripsi singkat dari masing-masing bab adalah bab I yaitu pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan. Bab II yaitu landasan teori, pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton yang akan diteliti berdasarkan referensi - referensi yang penulis dapatkan. Bab III yaitu metodologi penelitian, pada bab ini berisikan prosedur penyediaan bahan yang akan digunakan di dalam penelitian meliputi air, semen, agregat kasar dan agregat halus dari sumber yang sama. Bab IV yaitu hasil dan pembahasan, pada bab ini berisikan data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan di laboratorium. Bab V

yaitu kesimpulan dan saran, pada bab ini merupakan bagian akhir dari tugas akhir ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

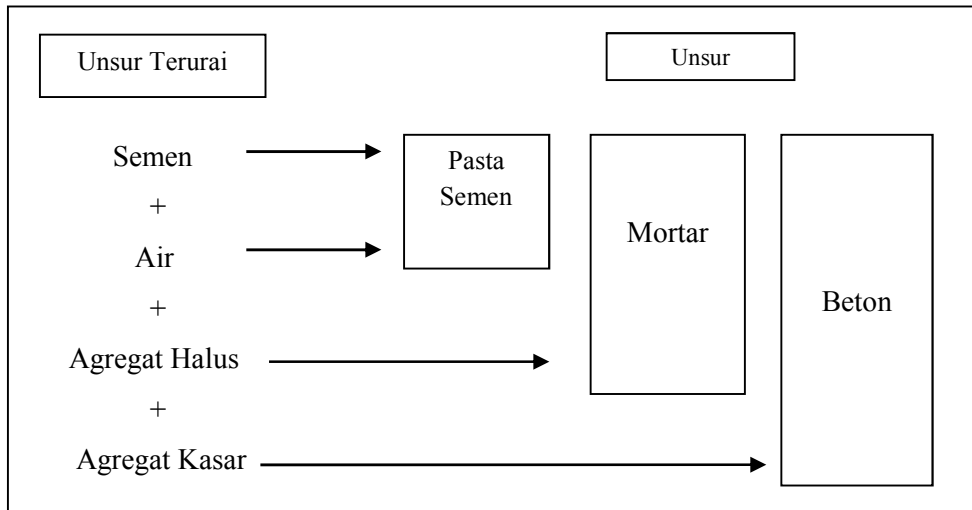
2.1 Beton

2.1.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik lain, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa campuran tambahan yang membentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03). Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur masing- masing serta interaksi mereka.

Beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi dengan mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya

7-15% dari campuran. Sifat masing-masing bahan juga berbeda dalam hal perilaku beton segar maupun pada saat sudah mengeras, selain faktor biaya yang perlu diperhatikan. Secara *volumetric* beton diisi oleh agregat sebanyak 61-76%. Jadi agregat juga mempunyai peran yang sama pentingnya sebagai material pengisi beton (Nugraha, 2007). Ada 3 sistem umum yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton dapat dilihat di gambar 2.1.



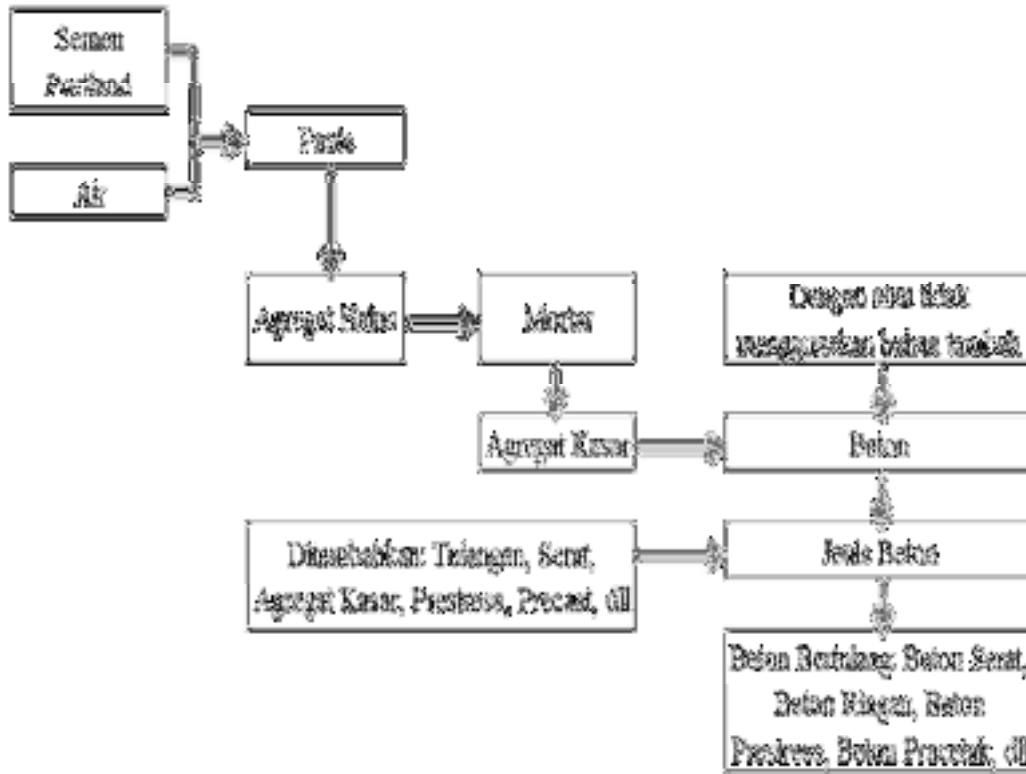
Gambar 2.1 Unsur-unsur pembuat beton

(Sumber: *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Nugraha 2007)

Ketiga sistem tersebut dapat pula dipandang sebagai model komposit dengan 2 fase, yaitu fase matriks dan fase terurai. Kadang kala beton masih ditambah lagi dengan bahan kimia pembantu (*admixture*) untuk mengubah sifat-sifatnya ketika masih berupa beton segar (*fresh concrete*) atau beton keras.

2.1.2 Proses Terjadinya Beton

Proses terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dan semen. Selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Proses terjadinya beton dapat dilihat di gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses terjadinya beton

(Sumber: *Teknologi Beton*, Mulyono 2003)

2.2 Bahan-Bahan Penyusun Beton

2.2.1 Semen Portland

Semen *portland* (*Portland cement*) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. (SNI 15-2049-2004).

Tjokrodimuljo (1996) mengemukakan semen *portland* berfungsi sebagai pengikat bahan-bahan bangunan yang lain (batu bata, batu kali, pasir). Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

Analisis kimia dilakukan dengan metode standar. Setiap elemen yang ada dilaporkan dalam oksidanya, seperti dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan bahan-bahan kimia dalam bahan baku semen

Oksida	%
--------	---

Kapur, CaO	60 – 65
Silica, SiO ₂	17 – 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 – 8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
Magnesia, MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO ₃	1 – 2
Soda/Potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1

(Sumber : Teknologi Beton, Tjokrodimuljo 1996)

Melihat sifat yang berbeda dari masing-masing komponen ini kita dapat membuat bermacam jenis semen hanya dengan mengubah kadar masing-masing komponennya. SNI 15-2049-2004 mengemukakan jenis dan penggunaan semen *portland* yaitu:

1. Jenis I : yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III : yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV : yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V : yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.2.2 Air

Tjokrodimuljo (1996) mengemukakan fungsi air dalam beton yaitu sebagai bahan penghidrasi semen, agar semen bisa berfungsi sebagai bahan pengikat, serta air berfungsi sebagai bahan pelumas, yaitu mempermudah proses pencampuran agregat dan semen serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*). Air yang mengandung banyak kotoran akan mengganggu proses pengerasan atau kekuatan beton. Hal yang dapat disebabkan apabila terdapat kotoran dalam air :

1. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan
2. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan
3. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton

4. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan
5. Bercak-bercak pada permukaan beton.

2.2.3 Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm—150 mm. Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam campuran beton, agregat merupakan bahan penguat (strengter) dan pengisi (filler), dan menempati 60%—75% dari volume total beton.

Keutamaan agregat dalam peranannya di dalam beton :

- Menghemat penggunaan semen Portland
- Menghasilkan kekuatan besar pada beton
- Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
- Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat

2.2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar (Coarse Aggregate) biasa juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm—150 mm. Agregat dapat dibedakan menjadi dua yaitu agregat kasar batu pecah dan agregat kasar batu guli.

1. *Batu pecah* adalah salah satu jenis batu material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi ukuran kecil-kecil. *Batu pecah* juga sering disebut dengan nama *batu belah*, karena disesuaikan dengan proses mendapatkannya yaitu dengan cara membelah batu. Secara umum fungsi utama *batu pecah* adalah sebagai bahan campuran utama untuk pembuatan beton cor. Selain *batu pecah*, bahan pembuatan beton cor adalah pasir dan semen. Proses pembuatan beton cor ini adalah dengan mencampur *batu pecah*, pasir dan semen dengan menggunakan air. Setelah tercampur maka adonan ini dicetak sesuai dengan peruntukannya. Namun demikian setelah melihat jenis ukuran *batu pecah*, ternyata fungsinya tidak hanya sebagai bahan campuran beton cor saja tetapi juga berfungsi untuk keperluan yang lain.
2. Batu guli merupakan agregat yang berbentuk bulat dan memiliki permukaan yang relatif lebih licin dibandingkan dengan agregat kasar batu pecah karena agregat ini mengalami

pengikisan oleh air. Partikel agregat yang bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan *interlocking* yang lebih kecil. Agregat ini juga memiliki daya lekat yang kurang baik terhadap beton karena memiliki permukaan yang cenderung lebih halus dan licin. Selain itu, rongga yang dihasilkan oleh agregat ini sangatlah besar karena memiliki bentuk yang relatif bulat dan tidak memiliki sudut seperti agregat buatan.

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan sifat-sifat ini harus diketahui dan dipelajari agar kita dapat mengambil tindakan yang positif dalam mengatasi masalah-masalah yang timbul

- Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang butirannya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipihnya tidak melampaui 20% berat agregat seluruhnya.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya. Bila melampaui harus dicuci.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali.
- Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil alam dari batu pecah.
- Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana pengujian Rudeloff dengan beban uji 20 ton.
- Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.
- Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Coarse Aggregate* antara 6–7,5.

Gradasi (pembagian/distribusi butir, *grading*) ialah distribusi ukuran butir agregat. Agregat diayak berurutan menurut ayakan standar, yang disusun mulai dari ayakan terbesar dibagian atas. Agregat diletakkan di bagian teratas tersebut. Setelah digetarkan cukup lama, berat agregat yang tertahan pada setiap ayakan dicatat, dihitung persentasenya. Persentase Kumulatif Tertahan dan Persentase Kumulatif Lolos kemudian dihitung. Jenis gradasi agregat kasar antara lain:

1. Gradasi Baik

Gradasi baik, adalah campuran agregat dengan ukuran butiran yang terdistribusi merata dalam rentang ukuran butiran. Agregat bergradasi baik disebut juga dengan agregat bergradasi rapat.

Agregat bergadasi baik dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Agregat bergradasi kasar, adalah agregat bergradasi baik yang didominasi oleh agregat ukuran butiran kasar
- b. Agregat bergradasi halus, adalah agregat bergradasi baik yang didominasi oleh agregat ukuran butiran halus.

2. Gradasi Buruk

Gradasi Buruk, adalah distribusi ukuran agregat yang tidak memenuhi persyaratan agregat bergradasi baik.

Agregat bergradasi buruk dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Gradasi Seragam, adalah campuran agregat yang tersusun dari agregat dengan ukuran butirannya sama atau hampir sama.
- b. Gradasi Terbuka, adalah campuran agregat dengan distribusi ukuran butiran sedemikian rupa sehingga pori-pori antar agregat tidak terisi dengan baik.
- c. Gradasi Senjang, adalah campuran agregat yang ukuran butirannya terdistribusi tidak menerus, atau ada bagian yang hilang.

Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran (gradasi butir) dalam batas-batas seperti yang terlihat pada tabel 2.2 berikut

Tabel 2.2 Gradasi butir Agregat Kasar

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38 – 4,76	19,0 – 4,76	9,6 – 4,76
38,1	95 – 100	100	100
19,0	30 – 70	95 – 100	100
9,52	10 – 35	30 – 60	50 – 85
4,76	0 – 5	0 -10	0 – 10

(Sumber : ASTM, 1991)

2.2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm—4,76 mm yang meliputi pasir kasar (Coarse Sand) dan pasir halus (Fine Sand). Analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa

saringan maka akan diperoleh angka modulus kehalusan (*Fine Modulus*). *Fine Modulus* adalah suatu angka yang secara kasar menggambarkan rata-rata ukuran butir agregat. Melalui *Fine Modulus* ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu:

Pasir Kasar : $2.9 < FM < 3.2$

Pasir Sedang : $2.6 < FM < 2.9$

Pasir Halus : $2.2 < FM < 2.6$

Susunan butiran (gradasi butir) agregat halus melalui persentase berat yang melalui masing-masing ayakan dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Gradasi butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	Daerah I (Pasir Halus)	Daerah II (Pasir Agak Halus)	Daerah III (Pasir Agak Kasar)	Daerah IV (Pasir Kasar)
9,5	100	100	100	100
4,75	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,36	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,18	30 – 70	55 – 90	75- 100	90 – 100
0,60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber : SK SNI T-15-1991-03 dalam Mulyono 2003)

2.3 Pemilihan Proporsi Campuran

Pemilihan proporsi campuran beton harus ditentukan berdasarkan hubungan antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen (fas). Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang digunakan. Bila pada bagian pekerjaan konstruksi

yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah.

Susunan campuran beton yang diperoleh dari perhitungan perencanaan campuran harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan. Bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan pada campuran sebenarnya.

2.3.1 Kuat Tekan Rata-rata

2.3.1.1 Deviasi Standar

Salah satu cara untuk mengetahui kuat tekan beton (mutu beton) adalah dengan membuat benda uji beton dan melakukan uji tekan terhadapnya sehingga benda uji beton tersebut pecah/hancur. Benda uji ini sebaiknya tidak dibuat hanya satu, tetapi harus dibuat beberapa buah untuk mendapatkan nilai rata-rata kuat tekan beton. Karena benda uji dibuat beberapa buah, tentu hasil uji tekan masing-masing benda uji tersebut berbeda-beda. Dan faktor perbedaan (penyimpangan atau deviasi) ini harus diperlihatkan dalam menghitung besarnya nilai kuat tekan beton. Pada persamaan 2.1 dibawah ini untuk mencari standar deviasi.

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_i - f'cr)^2}{n-1}} \quad (2.1)$$

dengan:

sd : deviasi standar

$f'c_i$: kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$$f'cr : \text{kuat tekan beton rata-rata } (f'cr = \frac{\sum_{i=1}^n f'c_i}{n}) \quad (2.2)$$

n : jumlah data/nilai hasil uji

Deviasi standar ditentukan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton dan volume adukan beton yang dilihat pada Tabel 2.4, makin baik mutu pelaksanaan maka makin kecil nilai deviasi standar.

Tabel 2.4 Mutu pelaksanaan, volume adukan dan deviasi standar

Volume Pekerjaan	Deviasi Standar sd (MPa)
------------------	--------------------------

Sebutan	Volume Beton (m ³)	Mutu Pekerjaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 6,5	6,5 < s ≤ 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 7,5
Besar	> 3000	2,5 < s ≤ 3,5	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 6,5

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.1.2 Nilai Tambah (M)

Nilai tambah (M) dihitung dengan persamaan 2.3 dibawah ini:

$$M = 1,64 \times Sr \quad (2.3)$$

dengan

M = nilai tambah

1,64 = tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5 %

Sr = deviasi standar rencana

Apabila dalam suatu produksi beton, hanya terdapat 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung berdasarkan data uji tersebut dengan faktor pengali (k) seperti Tabel 2.5. Sedang bila jumlah data hasil uji kurang dari 15, maka nilai tambah (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa.

Tabel 2.5 Faktor pengali (k) deviasi standar

Jumlah Data	≥ 30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1,00	1,03	1,08	1,15	-

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.1.3 Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata yang ditargetkan

Menetapkan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dengan persamaan 2.6 dibawah ini:

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 . Sr \quad (2.4)$$

Tabel 2.6 Nilai Sd untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8

Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.1 Pemilihan Faktor Air Semen

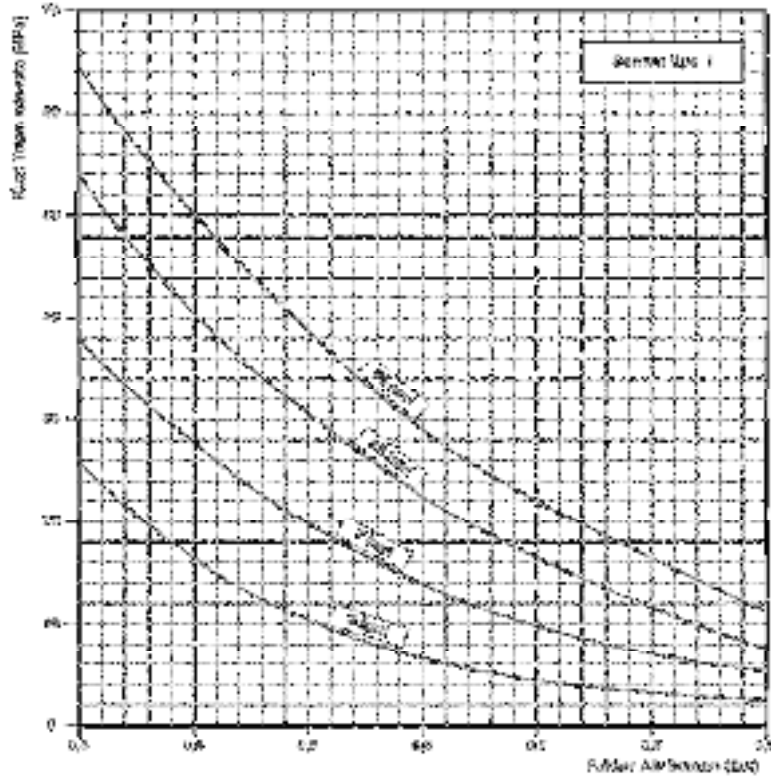
Pemilihan faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan pada:

1. Hubungan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 2.7 dan Grafik 2.3 atau 2.4;
 - a) Cara 1 : digunakan jika data agregat kasar tidak diketahui dengan lengkap, yaitu nilai fas dicari dengan menggunakan Grafik 2.3, dan
 - b) Cara 2 : digunakan jika data agregat kasar diketahui lengkap, disini nilai fas dicari dengan menggunakan Tabel 2.7 dan Grafik 2.4.

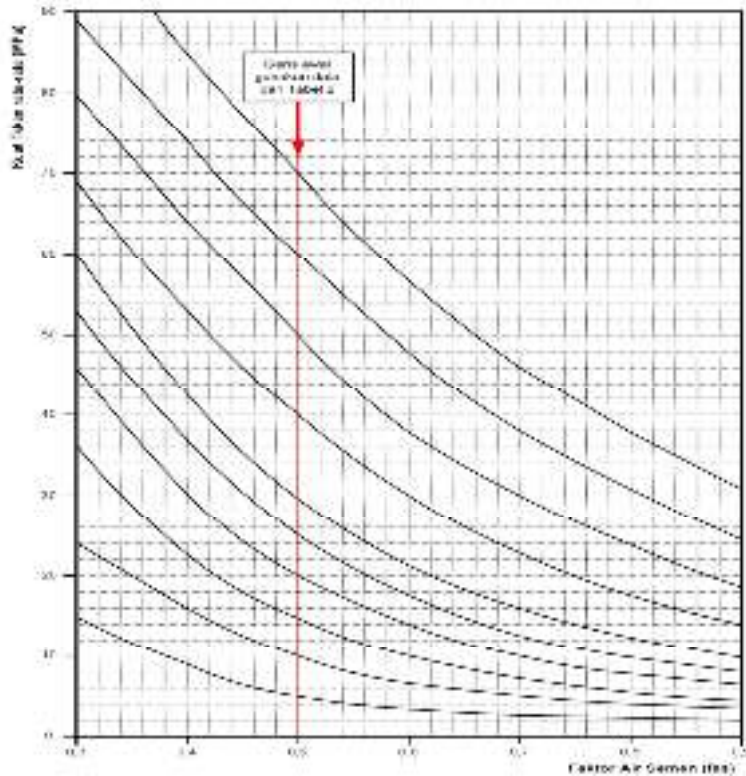
Tabel 2.7 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Faktor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	<i>Batu tak dipecahkan</i>	<i>21</i>	<i>28</i>	<i>38</i>	<i>44</i>	<i>Silinder</i>
	<i>Batu pecah</i>	<i>25</i>	<i>33</i>	<i>44</i>	<i>48</i>	
	<i>Batu tak dipecahkan</i>	<i>25</i>	<i>31</i>	<i>46</i>	<i>53</i>	<i>Kubus</i>
	<i>Batu pecah</i>	<i>30</i>	<i>40</i>	<i>53</i>	<i>60</i>	

(Sumber : SNI 03-2834-1993)



Gambar 2.3 Grafik Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)
(Sumber : SNI 03-2834-1993)



Gambar 2.4 Grafik Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2. Untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang persyaratan fas dan jumlah semen minimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus digunakan Tabel 2.8, untuk fas maksimum untuk beton yang berhubungan air tanah yang mengandung sulfat digunakan Tabel 2.9, dan ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air digunakan Tabel 2.10

Fas yang digunakan adalah nilai terkecil dari nilai fas :

- Persyaratan lingkungan khusus dan cara 1, atau
- Persyaratan lingkungan khusus dan cara 2.

Tabel 2.8 Persyaratan fas dan jumlah semen minimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis Pembeconan	Jumlah Semen minimum per- m³ beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		tabel 2.9
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		tabel 2.10

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Tabel 2.9 Fas maksimum untuk beton yang berhubungan air tanah yang mengandung sulfat

Kadar gang-guan Sulfat	Konsentrasi Sulfat		Sulfat (SO ₃) Dalam air tanah (g/l)	Tipe Semen	Kandungan Semen Minimum (kg/m ³)			f a s
	Dalam Tanah				Ukuran Agregat maksimum (mm)			
	Total SO ₃ (%)	SO ₃ dalam Campuran air : tanah = 2:1 (g/l)			40	20	10	
1	< 0,2	< 1,0	< 0,3	tipe I dengan atau tanpa Puzolan (15-40%)	280	300	350	0,50
2	0,2 - 0,5	1,0 - 1,9	0,3 - 1,2	tipe I dengan atau tanpa Puzolan (15-40%)	290	330	350	0,50
				tipe I Puzolan (15-40%) Atau Semen Portlant Puzolan	270	310	360	0,55
				tipe II atau tipe V	250	290	340	0,55
3	0,5 - 1,0	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	tipe I Puzolan (15-40%) Atau Semen Portlant Puzolan	340	380	430	0,45
				tipe II atau tipe V	290	330	380	0,50
4	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	tipe II atau tipe V	330	370	420	0,45
5	> 2,0	> 5,6	> 5,0	tipe II atau tipe V	330	370	420	0,45

				dan				
				lapisan pelindung				

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Tabel 2.10 Ketentuan minimum untuk beton bertulang dalam air

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan yang berhubungan dengan	f a s maksimum	Tipe Semen	Kandungan Semen minimum (kg/m ³)	
				Ukuran maksimum Agregat (mm)	
				40	20
Bertulang Atau Prategang	air tawar	0,50	tipe V	280	300
	air payau	0,45	tipe I + Puzolan (15-40%) atau Semen Portland Puzolan	340	380
	air laut	0,45	tipe II atau V	330	370

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.2 Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat ditabel 2.11 agar diperoleh beton yang mudah dituangkan/dicor, dipadatkan dan diratakan.

Tabel 2.11 Penetapan nilai slump

Pemakaian Beton	Nilai Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	90	25
pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
pengerasan jalan	75	50
pembetonan masal	75	25

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.3 Besar Agregat Maksimum

Ukuran butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

1. 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;
2. 1/3 dari tebal pelat;
3. 3/4 dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

Selain itu, gradasi agregat yang digunakan (agregat halus dan agregat kasar) harus memenuhi persyaratan gradasi agregat untuk beton.

2.3.4 Kadar Air Bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

1. Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 2.12 dan grafik 2.3 atau 2.4 sebelumnya;
2. Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung dengan persamaan 2.5 berikut:

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (2.5)$$

dengan:

- W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus
- W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2.12 Perkiraan kebutuhan air per-meter kubik beton

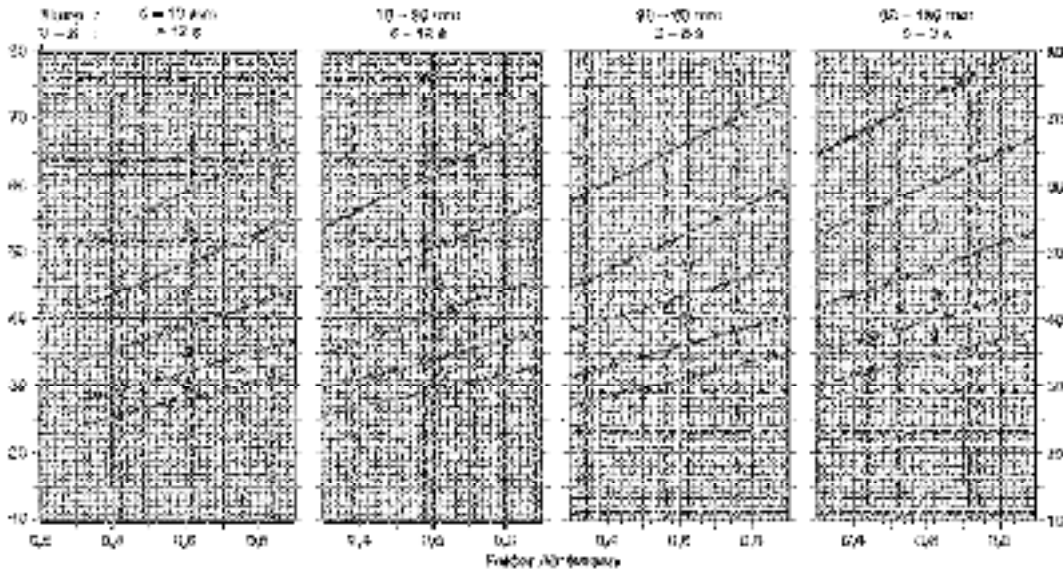
Ukuran maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

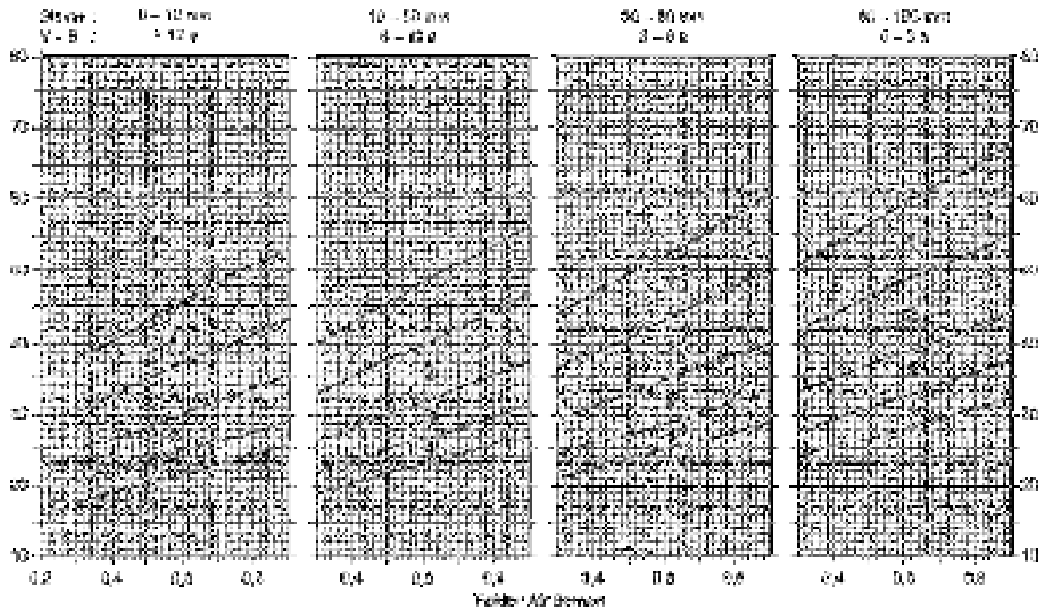
2.3.5 Gradasi Agregat dan Proporsi Agregat Halus dan Agregat Kasar

Agregat yang dipergunakan merupakan campuran dari agregat halus dan agregat kasar dengan proporsi tertentu dan harus memenuhi persyaratan agregat untuk beton. Gradasi agregat halus dikelompokkan dalam 4 daerah gradasi menurut kehalusan butir agregat halus dan

persyaratan gradasi agregat kasar tergantung dari ukuran butir maksimum yang dipergunakan. Persyaratan gradasi agregat gabungan (agregat halus dan agregat kasar) tergantung ukuran butir maksimum. Proporsi/persentase agregat halus terhadap kadar total agregat dalam campuran beton dicari dengan menggunakan grafik 2.5, 2.6 dan 2.7, yang tergantung nilai slump, fas, daerah gradasi agregat halus/pasir dan ukuran butir maksimum agregat.

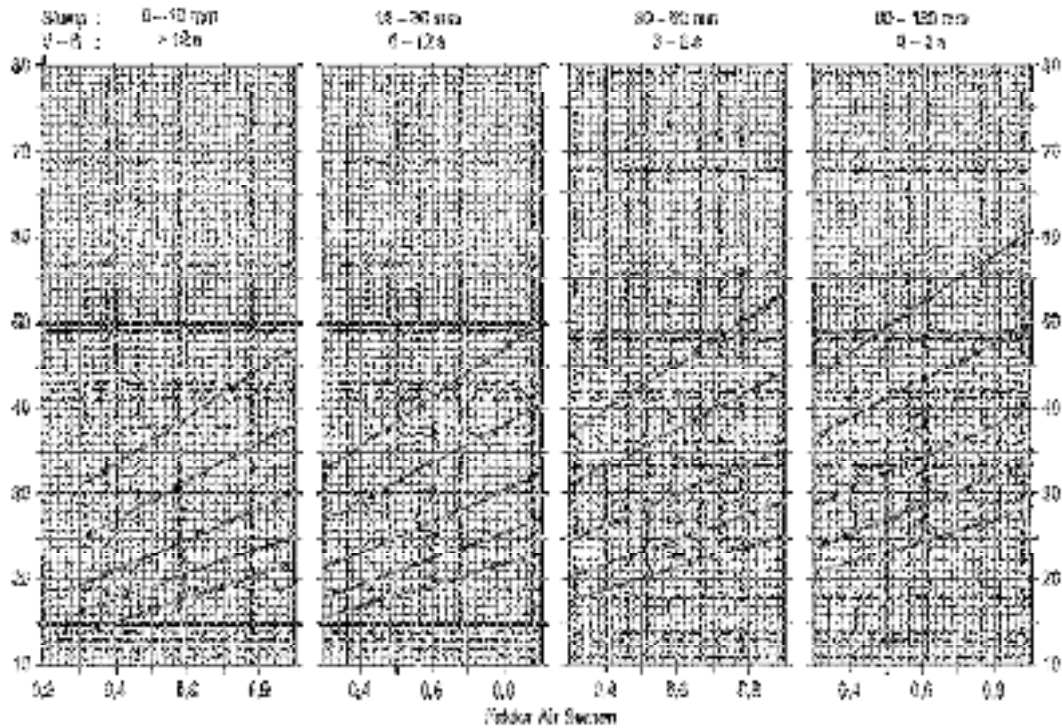


Gambar 2.5 Grafik Persen Pasir terhadap kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm
(Sumber : SNI 03-2834-1993)



Gambar 2.6 Grafik Persen Pasir terhadap kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

(Sumber : SNI 03-2834-1993)



Gambar 2.7 Grafik Persen Pasir terhadap kadar Total Agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.3.6 Berat Jenis Relatif Agregat

Berat jenis relatif agregat dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data hasil uji (agregat yang akan digunakan untuk campuran beton) atau bila tidak tersedia data tersebut, dapat digunakan nilai 2,5 untuk agregat tak dipecah dan 2,6 – 2,7 untuk agregat dipecah.
2. Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan 2.6 berikut :

$$bj_{agr.gab} = \frac{P}{100} . bj_{agr.halus} + \frac{K}{100} . bj_{agr.kasar} \quad (2.6)$$

Dengan:

Bj.agr.halus : bj agregat halus

Bj.agr.kasar : bj agregat kasar

P : presentase agregat halus

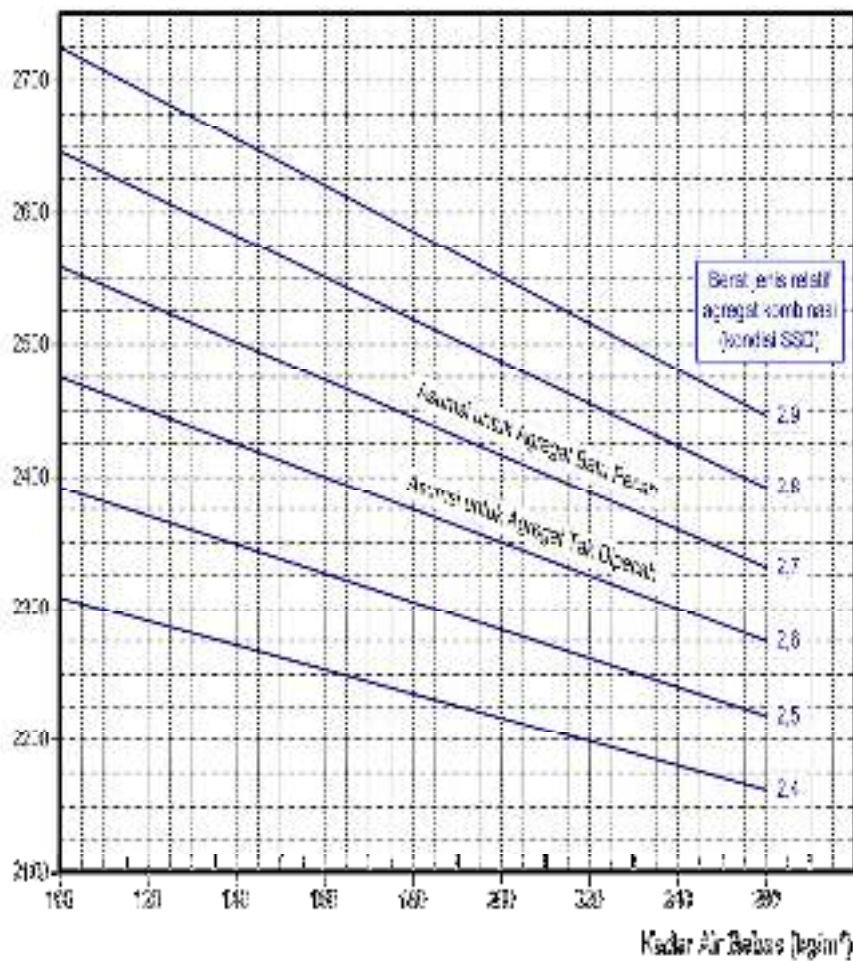
K : presentase agregat kasar

2.3.7 Koreksi Proporsi Campuran

Guna mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu campuran yang akan digunakan/sebagai campuran uji, perlu dilakukan koreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam agregat, dapat berupa pengurangan air (jika penyerapan agregat < kadar air agregat), ataupun penambahan air (jika penyerapan agregat > kadar air agregat), dan koreksi jumlah agregat sebagai akibat kadar air tersebut.

2.3.8 Berat Isi Beton

Berat isi beton dipengaruhi oleh berat jenis agregat gabungan (agregat halus dan agregat kasar) dan kadar air bebas. Berat isi beton dapat diperoleh dengan menggunakan Grafik 2.8



Gambar 2.8 Grafik Hubungan antara kuat tekan dan Faktor Air Semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm² atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 - 500 kg/cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum sampai benda uji pecah di bagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm². Untuk mencari nilai kuat tekan dihitung dengan persamaan 2.7 berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \times \frac{1}{f_u} \quad (2.7)$$

dengan:

f'_c = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (mm²)

f_u = faktor umur

Tabel 2.13 Konversi umur uji kuat tekan beton

U	3	7	14	21	28	90	365
f_u	0,46	0,66	0,88	0,95	1	1,2	1,3

(Sumber SNI 03-2834-1993)

(Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor antara lain :

1. Pengaruh mutu semen Portland.
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
3. Pengaruh air untuk membuat adukan.
4. Pengaruh umur beton.
5. Pengaruh waktu pencampuran.
6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh bahan campuran tambah.

2.5 Pemeriksaan Sifat Fisik Material di Laboratorium

Pemeriksaan sifat fisik material berguna dalam merencanakan campuran beton. Adapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu:

a. Analisa Saringan

Penguraian susunan butiran agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat yang digunakan pada produksi beton. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh terhadap sifat perkerjaan, penyusutan, kepadatan, kekuatan dan juga faktor ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradasi perbutiran agregat. Untuk mencari modulus halus butir dari analisa saringan dihitung dengan persamaan 2.8 berikut :

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertinggal}}{100} \quad (2.8)$$

b. Pemeriksaan Kehalusan Semen

Kehalusan semen sangat mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan menentukan pada proses pengikatan agregat dalam campuran beton. Semakin halus beton, pengikatannya menjadi lebih sempurna dan juga mempercepat proses pengerasan beton. Pemeriksaan kehalusan semen dimaksudkan untuk mendapatkan semen standar sebagai bahan pengikat dalam campuran beton. Untuk mencari kehalusan semen dihitung dengan persamaan 2.9 berikut :

$$F = \frac{W_1}{W_2} \times 100\% \quad (2.9)$$

dengan :

W_1 = berat benda uji yang tertahan diatas saringan

W_2 = berat benda uji semula

c. Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah perbandingan antara berat isi kering semen pada suhu kamar dengan berat isi air suling sama dengan isi semen bertujuan untuk menentukan berat persatuan volume dari smen yang akan dipergunkan dalam perencanaan campuran beton. Untuk mencari berat jenis semen dihitung dengan persamaan 2.10 berikut :

$$\text{Berat Jenis Semen} = \frac{BS}{(v_2 - v_1) \times d} \quad (2.10)$$

dengan:

BS = Berat semen (gr)

V1 = Pembacaan skala ke-1 (ml)

V2 = Pembacaan skala ke-2 (ml)

d = Berat isi air (1)

d. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan dengan berat agregat dalam keadaan kering oven. Untuk mencari berat jenis dan penyerapan agregat dihitung dengan persamaan 2.11, 2.12, dan 2.13 berikut :

$$B_j \text{ Kering} = \frac{B_k}{(W_2 + B_j - W_1)} \quad (2.11)$$

$$B_j \text{ jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{(W_2 + B_j - W_1)} \quad (2.12)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (2.13)$$

dengan:

B_j = Berat kering permukaan jenuh (gr)

B_k = Berat kering oven (gr)

W_1 = Berat bejana + benda uji + air (gr)

W_2 = Berat bejana + air (gr)

e. Kadar Air

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat. Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam agregat kasar saat akan diaduk menjadi campuran beton. Dengan diketahuinya kandungan air, maka air campuran beton dapat disesuaikan agar faktor air semen yang diambil konstan. Untuk mencari kadar air agregat dihitung dengan persamaan 2.14 berikut :

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad (2.14)$$

dengan:

w_1 = Berat agregat (gr)

w_2 = Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

f. Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel. Pemeriksaan berat isi dibagi menjadi tiga cara yaitu :

- 1) Cara Lepas
- 2) Cara Penggoyangan
- 3) Cara Perojokan

Untuk mencari berat isi agregat dihitung dengan persamaan 2.15 berikut :

$$\gamma = \frac{W_3}{V} \quad (2.15)$$

dengan:

γ = berat isi agregat

W_3 = berat benda uji

V = volume wadah

g. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Pemeriksaan Keausan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles. Persyaratan keausan agregat kasar adalah harus lebih kecil dari 20%.

h. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat. Untuk mencari kadar lumpur agregat dihitung dengan persamaan 2.16 berikut :

$$\text{Kadar Lumpur Agregat} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad (2.16)$$

dengan:

w_1 = Berat agregat mula-mula (gr)

w_2 = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam (gr)

BAB III

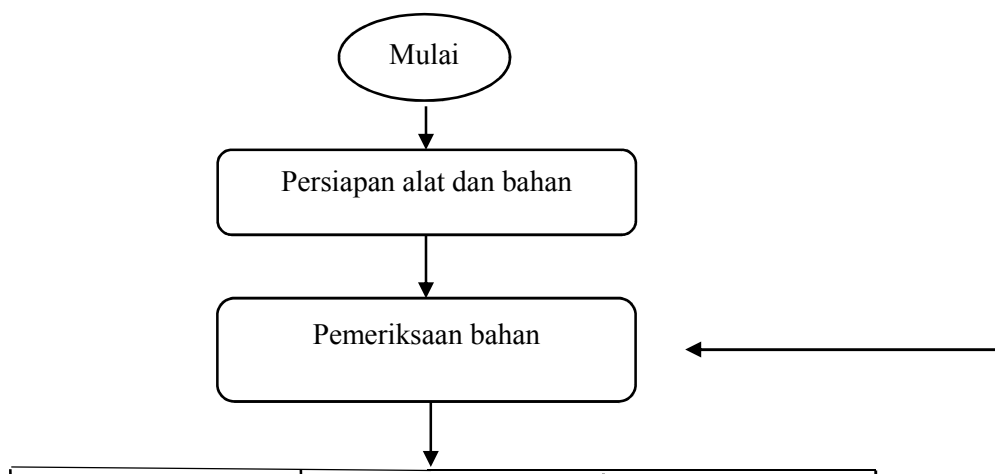
METODOLOGI PENELITIAN

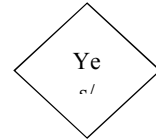
3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian ekperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan meliputi :

- a. Persiapan Alat dan Bahan
- b. Pemeriksaan bahan meliputi :
 1. Agregat Kasar
 2. Agregat Halus
 3. Semen
- c. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*)
- d. Pembuatan benda uji
- e. Perawatan benda uji
- f. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Dalam penelitian ini, terdapat 18 sampel benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan umur 14, 21, dan 28 hari. Untuk agregat kasar batu pecah 9 buah silinder dan untuk agregat kasar batu guli 9 buah silinder. Untuk pengujian kuat tekan beton dengan mutu beton rencana adalah f'_c 25 Mpa dimana 3 buah sampel beton menggunakan agregat kasar batu pecah dan 3 buah sampel beton menggunakan agregat kasar batu guli. Sampel beton diuji pada saat umur 28 hari.





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai bulan Mei 2019

3.3 Bahan

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan sebagai pengikat adukan campuran beton adalah jenis semen tipe 1, merek Semen Padang
2. Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah berasal dari Binjai
3. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah berasal dari Binjai yaitu batu pecah dan batu guli
4. Air berasal dari Laboratorium Beton Universitas HKBP Nommensen Medan

3.4 Persiapan Material

Pada tahap persiapan material, yang perlu dilakukan adalah pengujian material agregat kasar di Laboratorium Beton Universitas HKBP Nommensen Medan. Dimana pengujian yang dilakukan untuk memeriksa kelayakan agregat kasar. Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain :

3.4.1 Analisa Saringan

a. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan gradasi perbutiran (distribusi perbutiran) agregat kasar dengan penyaringan.

b. Peralatan yang digunakan

1. Neraca
2. 2 set saringan
3. Mesin Penggetar
4. Kuas Sikat Kuningan

c. Prosedur Penelitian

1. Sediakan sampel masing-masing agregat kasar kering Sediakan saringan dengan susunan sebagai berikut :
Untuk agregat Kasar diameter : 38,1 mm; 19,1 mm; 19,0 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; PAN Masukkan sampel kedalam saringan dan tutup bagian atas dari susunan saringan tersebut.
2. Sediakan sampel Kemudian letakkan susunan saringan tersebut diatas mesin penggetar dan digetar selama 15 menit.
3. Setelah 15 menit susunan saringan diangkat dan ditimbang berat agregat diatas masing-masing saringan.

3.4.2 Kadar Air Agregat

a. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan/ mengetahui kadar air yang dikandung agregat dengan cara pengeringan.

b. Peralatan yang digunakan

1. Saringan diameter 31,5 mm dan 4,75 mm
2. Oven
3. Timbangan
4. Bejana (plastik)
5. Talam
6. Ember

c. Prosedur Penelitian

1. Timbang dan catat berat wadah/ palstik
2. Siapkan agregat kasar lolos saringan ϕ 31,5 mm dan tertahan saringan ϕ 4,75 mm
3. Rendam benda uji kedalam 2 (dua) ember berisi air selama \pm 24 jam
4. Kemudian cucilah agregat dengan kain agar tercapai kering SSD. Kemudian masukkan agregat tersebut ke dalam plastik, timbang dan catat beratnya Benda uji di oven \pm 24 jam
5. Lalu dikeluarkan benda uji dan dibiarkan beberapa saat supaya beratnya konstan, lalu masukkan benda uji tersebut kedalam plastik timbang dan catat beratnya
6. Percobaan selesai

3.4.3 Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar

a. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan berat jenis kering dan penyerapan dari agregat kasar

b. Peralatan yang digunakan

1. Neraca
2. Saringan 31,5 mm dan 4,75 mm
3. Kawat
4. Oven
5. Ember
6. Thermometer

c. Prosedur Penelitian

1. Butir-butir agregat dibersihkan dari debu dan organik dengan menggunakan air
2. Keringkan benda uji pada suhu (110° lebih kurang 5°)C Dinginkan 1-3 jam hingga mencapai berat konstan. Kemudian rendam sampel tersebut dalam air pada temperatur ruang selama 24 jam
3. Keluarkan benda uji dalam keadaan SSD
4. Saringan yang berisi benda uji digantung pada timbangan dan direndam dalam air pada temperatur 23° C. Catat beratnya dalam air
5. Keringkan benda uji pada temperatur 110° lebih kurang 5° C
Lalu dinginkan selama 1-3 jam, sehingga mencapai berat konstan. Kemudian timbang beratnya
6. Percobaan selesai

3.4.4 Berat Isi Agregat

a. Tujuan Penelitian

Untuk menentukan berat isi padat agregat

b. Peralatan yang digunakan

1. Neraca
2. Tongkat pemadat
3. Mistar perata
4. Wadah Baja (bentuk silinder)

c. Prosedur Penelitian

Berat isi lepas

1. Wadah ditimbang dan dicatat beratnya
2. Masukkan benda uji kedalam wadah, lakukan hal ini dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir, untuk itu boleh digunakan sendok dengan ketinggian jatuh maksimal 5 cm
3. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata
4. Timbang benda uji + wadah
5. Hitung berat benda uji

Berat isi padat

Dengan cara perojokan

1. Wadah ditimbang dan dicatat beratnya
2. Isi wadah dengan benda uji sebanyak 3 lapis yang sama tebal, setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan dengan merata
3. Pada saat pemadatan dengan tongkat, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan paling bawah
4. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata
5. Timbang benda uji + wadah
6. Hitung berat benda uji

Dengan cara penggoyangan

1. Wadah ditimbang dan dicatat beratnya
2. Isi wadah dengan benda uji sebanyak 3 lapis yang sama tebal
3. Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah sebagai berikut :
Letakkan wadah diatas tempat yang datar, angkat salah satu sisinya lebih kurang 5 cm, kemudian lepaskan. Ulangi hal tersebut terhadap sisi lain. Padatkan setiap lapisan sebanyak 25 kali
4. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata
5. Timbng benda uji + wadah
6. Hitung berat benda uji

3.4.5 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles

a. Tujuan Penelitian

Menentukan daya tahan agregat kasar terhadap pengausan.

b. Bahan

1. Batu Pecah
2. Batu Guli

c. Peralatan

1. Mesin los angeles
2. Ayakan Ø 1,68 mm
3. Timbangan
4. Pan
5. Oven
6. Peluru pengaus 8 buah

d. Prosedur Penelitian

1. Timbang sampel dengan masing-masing berat kerikil
2. Masukkan peluru pengaus sebanyak 8 buah dan sampel kerikil kedalam mesin los angeles.
3. Tutup dan kunci mesin los angeles.
4. Putar mesin sebanyak 1000 kali putaran selama 21-23 menit.
5. Sampel dikeluarkan dari mesin lalu diayak menggunakan ayakan Ø 1,68 mm.
6. Kerikil yang tertinggal di atas ayakan tersebut dicuci hingga bersih kemudian diovenkan selama ± 24 jam.
7. Timbang sampel setelah di ovenkan, persentase antara berat mula-mula kerikil dengan berat lewat Ø 1,68 mm yang telah di ovenkan menyatakan keausan kerikil.

3.4.6 Kadar Lumpur Agregat

a. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar lumpur pada agregat.

b. Bahan

1. Agregat kering oven
2. Air

c. Peralatan

1. Ayakan
2. Oven

3. Timbangan
 4. Pan
 5. Sample splitter
- d. Prosedur Percobaan
1. Sediakan 2 (dua) sampel agregat dalam keadaan kering oven melalui sample splitter.
 2. Tuang pasir ke dalam ayakan dan disiram dengan air melalui kran sambil digoyang-goyang.
 3. Pada saat pencucian, agregat harus diremas-remas sehingga air yang keluar melalui ayakan terlihat jernih dan bersih.
 4. Air yang masih ada di pan bersama agregat, disedot dengan alat penghisap air.
 5. Usahakan agregat di dalam pan tidak tumpah keluar.
 6. Sampel di dalam pan dikeringkan dalam oven selama 24jam.
 7. Setelah 24 jam, sampel yang ada di dalam pan diangkat kemudian ditimbang dan hasilnya dicatat. Persentase selisih antara berat mula-mula dan berat kering setelah pencucian adalah kadar lumpur yang terkandung dalam material.
 8. Lakukan percobaan untuk sampel 2

3.4.7 Pengujian Kadar Organik Pasir

- a. Tujuan Percobaan
Mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus
- b. Bahan
 1. Pasir kering oven lolos ayakan \emptyset 4,75 mm
 2. NaOH padat
 3. Air aquades
- c. Peralatan
 1. Botol gelas ukur tembus pandang dengan penutup karet kapasitas 350 mL
 2. Gelas ukur
 3. Timbangan
 4. Sendok pengaduk
 5. Standart warna gardner
 6. Mistar
 7. Sample splitter

d. Prosedur Percobaan

1. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sample splitter sehingga terbagi menjadi seperempat bagian.
2. Sampel dimasukkan ke dalam botol gelas setinggi ± 3 cm dari dasar botol.
3. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampurkan 12gram kristal NaOH ditambah 388 mL aquades digelas ukur, masukkan larutan tersebut sampai tinggi larutan ± 2 cm dari permukaan pasir (tinggi pasir + larutan ± 5 cm).
4. Larutan diaduk dengan sendok pengaduk selama 7 menit.
5. Botol gelas ditutup rapat-rapat dengan penutup karet dan diguncang-guncangkan pada arah mendatar selama 8 menit.
6. Campuran dibiarkan selama 24 jam.
7. Bandingkan perubahan warna yang terjadi selama 24 jam dengan standart warna gardner.

e. Standart Pengelompokkan standart warna gardner adalah sebagai berikut:

1. Standart warna no. 1 : berwarna bening atau jernih
2. Standart warna no. 2 : berwarna kuning muda
3. Standart warna no. 3 : berwarna kuning tua
4. Standart warna no. 4 : berwarna kuning kecoklatan
5. Standart warna no. 5 : berwarna coklat

3.5 Prosedur Rancangan Campuran Dalam Pembuatan Beton

Langkah hitungan menurut metode SNI 03-2834-1993 terbagi dalam 22 langkah. Adapun langkahnya sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang direncanakan sesuai dengan syarat teknik atau yang dikehendaki. Kuat tekan (f'_c) ini ditentukan pada umur 28 hari.
2. Deviasi standar tergantung pada tingkat pengendalian. Pada kasus ini tingkat pengendalian cukup. Karena diijinkan presentase kegagalan hasil uji 5%, gunakan tetapan statistik 1,64.
3. Hitung nilai tambah (M), dimana $m = 1,64 \cdot s$.
4. Hitung kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) dimana $f'_{cr} = f'_c + M$, yaitu langkah 1 + 3.
5. Tetapkan jenis semen yang digunakan.

6. Tentukan jenis agregat yang digunakan, untuk agregat halus dan kasar.
7. Tentukan FAS, jika menggunakan grafik 2.3 hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm) atau grafik 2.4 hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)
8. Tetapkan FAS maksimum menurut tabel 2.7 dan untuk lingkungan khusus Tabel 2.8 dan 2.9. Dari langkah 7 dan 8 pilih yang paling rendah.
9. Lalu tetapkan nilai slump.
10. Tetapkan ukuran butir nominal agregat kasar maksimum yang sudah ada.
11. Tentukan nilai kadar air bebas dari tabel 2.12.
12. Hitung jumlah semen yang besarnya dihitung dari kadar air bebas dibagi
13. Faktor Air Semen (FAS), yaitu $\frac{2}{3} W_{halus} + \frac{1}{3} W_{kasar}$
14. Jumlah semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.
15. Tentukan jumlah semen minimum dari Tabel 2.8 dan untuk lingkungan khusus Tabel 2.9 dan 2.10.
16. Tentukan FAS yang disesuaikan. Jika jumlah semen berubah karena jumlahnya lebih kecil dari jumlah semen minimum atau lebih besar dari jumlah semen maksimum, maka FAS harus dihitung kembali. Jika jumlah semen yang dihitung dari langkah 12 berada di antara maksimum dan minimum, atau lebih besar dari minimum namun tidak melebihi jumlah maksimum kita bebas memilih jumlah semen yang akan kita gunakan.
17. Tentukan jumlah susunan butir agregat halus, sesuai dengan syarat SNI 03-2834-1993.
18. Tentukan presentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai slump, FAS, dan besar nominal agregat maksimum. (Grafik 2.5 sampai 2.8)
19. Hitung berat jenis relatif agregat.
20. Tentukan berat jenis beton menurut Grafik 2.8, berdasarkan nilai berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas (langkah 11).
21. Hitung kadar agregat gabungan yaitu berat jenis beton dikurangi dengan berat semen ditambah air. Langkah 19-(15+11).
22. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikalikan presentase agregat halus dalam campuran. Langkah 20 x 16.

23. Hitung kadar agregat kasar, yaitu agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus.
Langkah 20-21.

Jika kondisi bahan di lapangan tidak lagi sesuai dengan yang direncanakan maka harus dilakukan koreksi proporsi campuran.

3.6 Pembuatan Benda Uji Silinder Beton (SNI-03-4810-1998)

1. Peralatan yang di gunakan dalam pembuatan benda uji silinder :
 - a. Timbangan, untuk menimbang kebutuhan bahan yang dipergunakan dalam pembuatan benda uji
 - b. *Scrap*, untuk meratakan hasil cor permukaan silinder
 - c. *Concrete mixer*, untuk membuat campuran beton
 - d. Cetakan, terbuat dari besi berbentuk silinder dengan ukuran dalam bersih cetakan yaitu diameter 150 mm dan tinggi 300 mm
 - e. Pan besar, untuk menampung beton dari *concrete mixer*
 - f. Penutup Besi, sebagai penutup *mixer concrete* agar beton tidak tumpah keluar
 - g. Sendok semen, untuk memasukkan beton kedalam cetakan
 - h. Kuas, untuk melumasi cetakan agar beton tidak menempel pada dinding cetakan
 - i. Batang perojok, untuk memadatkan beton
2. Prosedur pembuatan benda uji silinder:
 - a. Sediakan semen, pasir, kerikil, & air untuk beton dengan perbandingan tertentu.
 - b. Hidupkan molen dan masukkan campuran ke dalam *concrete mixer*, biarkan selama \pm 30 detik sehingga campuran beton merata di dalam *concret mixer*. Hal ini guna membasahi dinding *concrete mixer*.
 - c. Keluarkan campuran beton tadi dari *concrete mixer* dan dibuang.
 - d. Masukkan setengah bagian dari pasir ke dalam *concrete mixer*, tambahkan dengan setengah bagian air, biarkan selama \pm 30 detik hingga campuran merata.
 - e. Masukkan sisa pasir beserta air dan semen dan tunggu selama \pm 30 detik sampai campuran merata baru kemudian masukkan kerikil ke dalam *concrete mixer* .
 - f. Setelah campuran merata, tuangkan ke dalam pan besar.
 - g. Ambil sedikit campuran untuk sampel percobaan slump dan berat isi dalam beton segar.

- h. Masukkan campuran ke dalam cetakan $\frac{1}{3}$ tinggi cetakan dan digetarkan dengan *vibrator* di beberapa bagian atau dirojak sampai 25 kali.
- i. Masukkan lagi campuran ke dalam cetakan hingga $\frac{2}{3}$ tinggi cetakan dan getarkan dengan *vibrator*.
- j. Masukkan lagi campuran ke dalam cetakan hingga penuh lalu digetarkan dengan *vibrator*. Penuhi permukaan dan ratakan dengan scrap, lalu tutup dengan besi penutup yang telah diolesi dengan *vaselin*
- k. Cetakan yang telah diisi campuran beton disimpan selama 24 jam. Setelah 24 jam, cetakan dibuka dan campuran direndam ke dalam air sampai masa pengujian.

3.6 Perawatan Benda Uji Silinder (SNI-03-4810-1998)

- a. Perawatan menggunakan air Laboratorium Universitas HKBP Nommensen.
- b. Hindarkan silinder beton dari panas berlebih agar pengikatan sesuai yang diharapkan.
- c. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari yaitu dengan merendam benda uji di bak air.

3.7 Pengujian Benda Uji

3.7.1 Pengujian *Slump*

1. Peralatan yang di gunakan dalam pengujian *slump*:
 - a. Mistar, digunakan untuk menghitung tinggi penurunan adukan beton
 - b. Kerucut Abrams:
 - 1) Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka
 - 2) Diameter atas 10 cm
 - 3) Diameter bawah 20 cm
 - 4) Tinggi 30 cm
 - c. Batang besi penusuk :
 - 1) Diameter 16 mm
 - 2) Panjang 60 cm
 - 3) Ujung dibulatkan
 - d. Alas : rata, tidak menyerap air

2. Prosedur pengujian *slump*
 - a. Kerucut Abrams diletakkan di atas bidang alas yang rata dan tidak menyerap air
 - b. Kerucut diisi adukan beton sambil ditekan supaya tidak bergeser
 - c. Adukan beton diisikan dalam 3 lapis, masing-masing diatur supaya sama tebalnya ($1/3$ tinggi kerucut Abrams)
 - d. Setiap lapis ditusuk-tusuk dengan batang penusuk sebanyak 10 kali
 - e. Setelah selesai, bidang atas diratakan
 - f. Dibiarkan $\frac{1}{2}$ menit (sambil membersihkan sisa jatuhan beton di samping kerucut Abrams)
 - g. Kerucut ditarik vertikal ke atas dengan hati-hati, tidak boleh diputar atau ada gerakan menggeser selama menarik kerucut
 - h. Diukur penurunan puncak beton segar yang diuji slump-nya

3.7.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari untuk setiap variasi beton masing-masing berjumlah 3 buah agregat kasar batu pecah dan 3 buah agregat kasar batu guli. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu dicapung permukaan tekannya yang berfungsi untuk meratakan permukaan bidang tekan benda uji.

Tahap-tahap pengujian kuat tekan silinder beton sebagai berikut :

1. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman, lalu dijemur selama ± 24 jam.
2. Timbang berat benda uji lalu letakkan pada compressor machine sedemikian sehingga berada tepat di tengah-tengah alat penekannya.
3. Secara perlahan-lahan beban tekan diberikan pada benda uji dengan cara mengoperasikan tuas pompa sampai benda uji runtuh.
4. Pada saat jarum penunjuk skala beban tidak naik lagi atau bertambah, maka catat skala yang ditunjuk oleh jarum tersebut yang merupakan beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji tersebut.
5. Percobaan diulang untuk setiap benda uji

