

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Umum Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1 dalam Supriadi,2016).

Beton adalah suatu bahan bangunan yang telah digunakan secara luas. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat pada perbandingan tertentu, dimana dalam jangka waktu tertentu akan mengeras (Rosida, 2007 dalam Supriadi,2016). Defenisi beton menurut SK SNI T-15-1990-03 adalah campuran antara semen, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan campuran yang membentuk massa padat.

Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), faktor air semen (F.A.S) dan zat tambahan (*admixture*).

Ditinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan. Luasnya pemakaian beton disebabkan karena terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai keadaan situasi pemakaian tertentu. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air.

Jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan saksama cara-cara memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air.

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847-2002), yaitu:

1. Beton Ringan : Berat jenis $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal : Berat jenis 2200 kg/m^3 - 2500 kg/m^3
3. Beton Berat : Berat jenis $> 2500 \text{ kg/m}^3$

Klasifikasi beton berdasarkan bahan tambahannya (Prayitno, 2013)

1. Beton serat (*fiber concrete*) adalah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa : serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada beton, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun modulus elastisitas yang sedikit lebih tinggi dari pada beton biasa (Tjokrodinuljo, 1996 dalam Prayitno, 2013).
2. Beton foam adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah (*admixture*) tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara didalam betonnya (Husin, 2008 dalam Prayitno, 2013).
3. Dan lain sebagainya.

3.2 Material Penyusun Beton

Berikut ini akan dijabarkan mengenai bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai bahan beton yang akan diteliti pada penelitian ini. Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut:

3.2.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Fungsi utama semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah (Tjokrodimuljo, 1996).

Semen yang digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen *Portland*, berupa semen *hidrolik* yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk masa padat. Semen *portland* yang pada awalnya ditemukan di dekat kota Dorset, Inggris, adalah bahan yang umumnya digunakan untuk keperluan tersebut (Dipohusodo, 1994).

Semen *Portland* yang dipakai harus memenuhi syarat (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 type yaitu adalah sebagai berikut (Mulyono, 2004).

1. Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat.

Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditentukan agar dapat berfungsi secara efektif. Pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan, baik masih berbentuk bubuk kering maupun yang pasta.

Secara umum komposisi kimia senyawa-senyawa pada semen dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Susunan Unsur Semen Portland (Tjokrodimuljo,1996)

No	Komposisi	Jumlah (%)
1.	Kapur (CaO)	60 – 65
2.	Silika (SiO ₂)	17 – 25
3.	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
4.	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6,0
5.	<i>Magnesia</i> (MgO)	0,5 – 4,0
6.	Alkali (K ₂ O + Na ₂ O)	0,5 – 1,0
7.	<i>Sulfur</i> (SO ₃)	1 – 2

Bahan dasar semen ialah batu kapur dan tanah liat dari alam yang memiliki berbagai oksida. Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981) mendefinisikan bahwa semen Portland ialah semen hidrolis, dibuat dengan menghaluskan klinker yang mengandung silikat kalsium (bersifat hidrolis) dan *gypsum*.

Semen *portland* secara garis besar terdiri dari 4 (empat) senyawa kimia utama yang masing-masing berfungsi sebagai (Mulyono, 2004):

1. *Trikalsium silika* (C_3S)

Trikalsium silika dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :

- a. Berpengaruh terhadap pengerasan semen, terutama sebelum umur 14 hari setelah mempengaruhi kekuatan awal beton.
- b. Apabila tercampur air *Trikalsium silika* segera mulai berhidrasi dan menghasilkan panas hidrasi yang cukup tinggi.

2. *Dikalsium silika* (C_2S)

Dikalsium silika dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. *Dikalsium silika* bereaksi dengan air lebih lambat dan panas hidrasi lebih rendah.
- b. Pengaruh *dikalsium silika* terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari dan memberikan kekuatan akhir pada beton.

3. *Trikalsium aluminat* (C_4A)

Trikalsium aluminat dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Hidrasi yang dialaminya sangat cepat dan hidrasi yang dihasilkan sangat tinggi.
- b. Berpengaruh pada pengerasan awal dan pengerasan berikutnya yang panjang.
- c. Kadar *trikalsium aluminat* tidak boleh lebih dari 10% karena akan menghasilkan beton yang kurang bagus.

4. *Tetrakalsium aluminoforit* (C_4AF)

Tetrakalsium aluminoforit dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Bereaksi cepat dengan air, dan pasta berbentuk dalam beberapa menit.

- b. Kurang besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen.

3.2.2 Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2002 menyebutkan, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik.

Jika dilihat dari sumbernya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan. contoh agregat yang berasal dari sumber alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan agregat buatan adalah agregat yang berasal dari *stone crusher*, hasil residu terak tanur tinggi, pecahan genteng, pecahan beton, dan lainnya (Mulyono, 2004).

Tujuan digunakannya agregat dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Menghemat penggunaan semen Portland
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
3. Mengurangi susut pengerasan pada beton
4. Mencapai susunan beton yang padat dengan gradasi yang baik maka akan mendapatkan beton yang mudah dikerjakan.
5. Sifat dapat dikerjakan (*workability*) dapat diperiksa pada adukan beton dengan gradasi yang baik.

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua, yaitu: agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-2847-2002):

1. Agregat halus

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' bantuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

2. Agregat kasar

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil *desintegrasi* alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antar 5 mm – 40 mm.

Didalam SNI 03-2847-2002 persyaratan agregat untuk pembuatan beton adalah sebagai berikut:

1. Agregat untuk beton harus memenuhi salah satu ketentuan berikut:
 - a. Spesifikasi agregat untuk beton (ASTM C.33)
 - b. SNI 03-2461-1991 Spesifikasi agregat ringan untuk beton struktural
 2. Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak boleh melebihi:
 - a. 1/5 jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan ataupun
 - b. 1/3 ketebalan pelat lantai ataupun
 - c. 3/4 jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundel-bundel, tendon-tendon atau selonsong-selongsong
- SK SNI T-15-1990-3 memberikan syarat-syarat untuk gradasi agregat yang diadopsi dari British Standard yang dapat dilihat pada tabel 3.2 dan tabel 3.3.

Tabel 3.2 Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Tabel 3.3 Ukuran Agregat Kasar (SNI 03-2847-2002)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12.5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85
4.8	0-5	0-10	0-10

3.2.3 Air

Air adalah bahan dasar pembuat beton yang harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang memenuhi persyaratan bahan bangunan, memenuhi syarat untuk bahan campuran beton. Air yang dapat dipakai untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih besar 90 persen kekuatan beton yang memakai air suling. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Pemakaian air untuk campuran beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Virdaus, 2005 dalam Atira, 2016):

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
4. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.

5. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

Pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran beton yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau biasa disebut Faktor Air Semen (*water cementratio*). Air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan beton yang dihasilkan sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Syarat air untuk beton adalah air yang menghasilkan kuat tekan beton lebih dari 90% dari kuat tekan beton dengan air suling (Resmi, 2008 dalam Atira,2016).

3.3 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya (Mulyono,2004).

Bahan tambah dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

1. Bahan tambah kimia (*chemical admixture*).

Yaitu bahan kimia berupa bubuk atau cair yang ditambahkan pada campuran beton dalam jumlah tertentu untuk mengubah beberapa sifat beton. Menurut standar ASTM, bahan tambah kimia dapat dibedakan menjadi 7 tipe bahan tambah, yaitu:

- a. Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*) *Water-Reducing Admixtures* (pengurangan kadar air) adalah bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Tujuannya adalah agar beton lebih mudah dikerjakan tanpa penambahan air.
- b. Tipe B (*Retarding Admixtures*) *Retarding Admixtures* (penunda waktu ikat) adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghabat waktu

pengikatan beton. Tujuannya adalah untuk menunda waktu pengikatan beton, misalnya karena cuaca yang panas, atau untuk memperpanjang waktu pematatan, untuk menghindari *cold joint* dan menghindari dampak penurunan saat beton segar atau saat pelaksanaan pengecoran.

- c. Tipe C (*Accelerating Admixtures*) *Accelerating Admixtures* (mempercepat waktu ikat) atau dikenal kalsium klorida yaitu bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Tujuannya adalah mempercepat proses hidrasi.
- d. Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*) *Water Reducing and Retarding Admixtures* (Pengurangan air dan penunda waktu ikat) adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikat awal. Tujuannya adalah untuk menambah kekuatan beton.
- e. Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixtures*) *Water Reducing and Accelerating Admixtures* (pengurangan air dan pemercepat waktu ikat) adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikat awal. Tujuannya pada beton precast memungkinkan melepas bekisting lebih awal dan juga untuk pekerjaan perbaikan dimana kekuatan awal yang tinggi diperlukan.
- f. Tipe F (*Water Reducing, High Range Admixtures*) *Water Reducing, High Range Admixtures* (pengurang kadar air tinggi) adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi lebih tinggi 12% atau lebih dari konsistensi beton murni.
- g. Tipe G (*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*) *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures* (pengurangan kadar air

dan penunda waktu ikat) adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi yang lebih besar sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat waktu pengikat beton. Jenis bahan ini merupakan gabungan *superlaticizer* dengan penunda waktu pengikat beton. Biasanya digunakan pada kondisi pekerjaan terjepit karena sedikit tenaga kerja yang diperlukan.

2. Bahan tambah mineral (*additive*).

Pada saat ini, bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kuat tekan beton. Menurut standar ASTM bahan tambah terdiri dari beberapa macam, yaitu:

a. Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*)

Abu terbang batu bara adalah butiran halus hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara.

b. Slag

Slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi atau produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan.

c. *Silica Fume*

Silica fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi *silica* lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi gabungan antara *microsilika* dengan *silica fume*. Tujuannya adalah untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan tinggi.

d. Penghalus Gradasi (*Finely divided mineral admixtures*)

Bahan ini merupakan mineral yang dipakai untuk memperhalus perbedaan-perbedaan pada campuran beton dengan memberikan ukuran yang tidak ada atau kurang dalam agregat, selain itu juga dapat dipergunakan untuk menaikkan mutu beton yang akan dibuat.

3. Bahan Tambah Serat

Bahan tambah serat adalah bahan tambah berbentuk serat atau bahan tambah yang dibentuk menyerupai serat untuk meningkatkan kuat tarik beton. Diantara serat-serat tersebut adalah:

a. Serat Baja

Kelebihan serat ini adalah kekuatan dan modulusnya yang tinggi, tetapi serat ini juga mempunyai kelemahan yaitu sangat korosif. Hal ini akan sangat terasa bila ada sebagian dari serat yang tidak terlindung / tertutup beton.

b. Serat Polypropelene

Adalah salah satu jenis serat plastik. Sifat serat ini adalah tidak menyerap air semen, modulus elastisitas rendah, mudah terbakar, kurang tahan lama, dan titik lelehnya yang rendah.

c. Serat Kaca

Sifat serat ini adalah berat jenisnya rendah, modulus elastisitas kecil dan kurang tahan terhadap pengaruh alkali.

d. Serat Seng

Logam ini keras dan rapuh pada kebanyakan suhu, namun menjadi dapat ditempa antara 100°C sampai dengan 150°C. Di atas 210°C, logam ini kembali menjadi rapuh dan dapat dihancurkan menjadi bubuk dengan memukul-mukulnya. Seng juga mampu menghantarkan listrik. Dibandingkan dengan logam-logam lainnya, seng memiliki titik lebur (420°C) dan titik didih (900°C) yang relatif rendah. Seng memiliki nilai *Poisson Ratio* 0,25, *Modulus Young* 108 GPa, *Modulus Shear* 43 GPa, Berat Jenis 7140gr/cm³ (Prayitno, 2013 dalam Atira,2016).

3.4 Pengadukan (Pencampuran) Beton

Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton segar. Indikasinya adalah warna adukan merata, kelecekan yang cukup, dan tampak homogen. Selama proses pengadukan, harus dilakukan pendataan rinci mengenai :

1. Jumlah bak adukan yang dihasilkan
2. Proporsi material
3. Perkiraan lokasi dari penuangan akhir pada struktur, dan
4. Waktu dan tanggal pengadukan serta penuangan.

Ketentuan mengenai waktu pengadukan minimal dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Waktu Pengadukan Minimal(Mulyono,2004)

No	Kapasitas Dari Mixer (m ³)	ASTM C.94 dan ACI 318
1.	0,8 – 3,1	1 menit
2.	3,8 – 4,6	2 menit
3.	7,6	3 menit

Menurut SK.SNI.T-28-1991-03 Ps. (3.3.3), waktu pengadukan minimal untuk campuran beton yang volumenya lebih kecil atau sama dengan 1 m³ adalah 1,5 menit, dan ditambah selama 0,5 menit untuk penambahan 1 m³ beton serta pengadukan ditambahkan selama 1,5 menit setelah semua bahan tercampur.

Waktu pengadukan ini akan berpengaruh pada mutu beton. Jika terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara bahan-bahan beton akan berkurang. Sebaliknya, pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan :

1. Naiknya suhu beton.
2. Keausan pada agregat sehingga agregat pecah.
3. Terjadinya kehilangan air sehingga penambahan air diperlukan.
4. Bertambahnya nilai *slump*, dan
5. Menurunnya kekuatan beton.

Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa nilai *slump* yang disesuaikan dengan syarat pengadukan. Adapun jenis *slump* dibagi atas 3 jenis, yaitu:

1. *Slump* sesungguhnya, merupakan penurunan umum dan seragam tanpa adukan beton yang pecah, pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.

2. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncak kerucut adukan beton tergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring, pengambilan nilai slump geser ada dua cara yaitu penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.
3. *Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair, pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.

Mesin dan alat pengaduk dapat dibedakan menjadi dua, yaitu alat aduk yang mobile (dapat dipindah-pindah) dan mempunyai kapasitas yang kecil (dinamakan *mixer* atau molen), serta alat aduk stasioner yang biasanya mempunyai kapasitas besar (dinamakan *batching plant*).

3.5 Jenis-Jenis Pemeriksaan Material

Dalam pemeriksaan materil pada penelitian ini yaitu, analisa saringan agregat kasar dan agregat halus, pengujian berat jenis agregat kasar dan agregat halus, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat isi agregat kasar dan agregat halus, pemeriksaan keausan agregat kasar.

3.5.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Analisa saringan agregat halus dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan. Cara untuk menentukan gradasi agregat halus sebagai berikut :

1. Pasir dikeringkan didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
2. Setelah itu benda uji di timbang untuk mengetahui berat pasir yang telah di oven.
3. Benda uji yang telah ditimbang di cuci dengan air dengan syarat air cucian tersebut di tampung dengan saringan #200. Ini bertujuan untuk mengantisipasi kehilangan butiran agregat halus.
4. Setelah itu benda uji dikeringkan lagi di dalam oven dengan suhu yang sama yaitu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.

5. Setelah kering sampel di saring dengan menggunakan saringan no.1”(25,4 mm), no.3/4”(19 mm), no.1/2”(12,7 mm), no.3/8”(9,6 mm), no.4 (4,8 mm), no.8(2,4 mm), no.16(1,2 mm), no.30(0,6 mm),no.50(0,3 mm),no.100(0,15 mm), dan no.200 (0,075 mm).

Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butiran pasir.

3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Benda uji dimasukkan kedalam cawan, kemudian dikeringkan kedalam oven (110 ± 5)°C sampai beratnya tetap, kemudian pasir direndam didalam air selama ± 24 jam.
2. Setelah direndam ± 24 jam, air rendaman dibuang dan pasir di hamparkan dengan cara pasir yang lolos saringan no. 4. Untuk mengetahui keadaan jenuh kering maka pasir dimasukkan kedalam kerucut pancung lalu ditumbuk sebanyak 25 kali sebanyak tiga lapis, kemudian kerucut diangkat maka pasir akan runtuh tetapi runtuh pasir masing berbentuk kerucut tersebut.
3. Pasir dalam keadaan jenuh kering permukaan tersebut kemudian dimasukkan kedalam piknometer sebanyak ± 500 gram, lalu dimasukkan air sebanyak yang diperlukan, kemudian diguncang-guncang untuk mengeluarkan udara yang terperangkap didalam piknometer tersebut.
4. Seteh itu, piknometer di tambah air pada batas yang telah ditentukan dan ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram.
5. Pasir dikeluarkan dari piknometer didalam cawan, kemudian dikeringkan didalam oven sampai beratnya tetap setelah itu ditimbang beratnya.
6. Piknometer diisi air sampai batas yang telah ditentukan di piknometer dan ditimbang beratnya.
7. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :
 - a. Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*)

$$\frac{BK}{(B+500-BT)} \dots\dots\dots(3.1)$$

b. Berat jenis permukaan jenuh (Saturated Surface Dry)

$$\frac{500}{(B+500-BT)} \dots\dots\dots(3.2)$$

c. Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)

$$\frac{BK}{(B+BK-BT)} \dots\dots\dots(3.3)$$

d. Penyerapan

$$\frac{500-BK}{BK} \times 100 \dots\dots\dots(3.4)$$

3.5.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus, yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji dimasukkan kedalam cawan, kemudian dikeringkan kedalam oven (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap, kemudian pasir ditimbang beratnya (B_1).
2. Benda uji yang telah ditimbang, dicuci dengan air dengan cara air cucian di saring dengan menggunakan saringan #200.
3. Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap, kemudian ditimbang beratnya (B_2).
4. Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{(B_1-B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.5)$$

3.5.4 Pemeriksaan Kadar Air Lapangan Halus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada agregat halus, yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji dimasukan kedalam cawan, kemudian pasir ditimbang beratnya (B_1).
2. Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai berat tetap, kemudian ditimbang beratnya (B_2).

3. Hitung kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{B_1}{B_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.6)$$

3.5.5 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Diambil bejana yang berbentuk selinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang akan digunakan sebagai wadah untuk pemeriksaan berat satuan, timbang berat wadah (W_1).
2. Untuk berat isi padat, masukan benda uji kedalam wadah ± 3 lapisan yang sama ketebalannya, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukan secara merata, sedangkan untuk berat isi lepas benda uji dimasukan secara perlahan-lahan (agar tidak terjadi pemisahan agregat) maksimum 5 cm dari atas wadah dengan mempergunakan sendok lalu didatarkan permukaannya.
3. Timbang dan catat berat wadah yang berisi benda uji (W_2).
4. Hitung berat bersih benda uji dengan rumus sebagai berikut :

- a. Hitung berat bersih benda uji (W_3)

$$W_3 = W_2 - W_1 \dots\dots\dots(3.7)$$

- b. Hitung berat isi tempat (W_4)

$$w_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \dots\dots\dots(3.8)$$

- c. Berat isi lepas (W_5)

$$W_5 = W_3 \div W_4 \dots\dots\dots(3.9)$$

3.5.6 Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisa saringan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir *Split* dengan menggunakan saringan. Cara untuk menentukan gradasi agregat kasar sebagai berikut :

1. Agregat kasar dikeringkan didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
2. Setelah itu benda uji ditimbang untuk mengetahui berat agregat yang telah di oven.

3. Benda uji yang telah ditimbang dicuci dengan air dengan syarat air cucian tersebut ditampung dengan saringan #200. Ini bertujuan untuk mengantisipasi kehilangan butiran agregat kasar.
4. Setelah itu benda uji dekeringkan lagi di dalam oven dengan suhu yang sama yaitu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
5. Setelah kering sampel disaring dengan menggunakan saringan no.1”(25,4 mm), no.3/4”(19 mm), no.1/2”(12,7 mm), no.3/8”(9,6 mm), no.4 (4,8 mm), no.8 (2,4 mm), no.16 (1,2 mm), no.30 (0,6 mm),no.50 (0,3 mm),no.100(0,15 mm), dan no.200 (0,075 mm).
6. Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butiran *split*.

3.5.7 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Benda uji dimasukan kedalam cawan, kemudian dikeringkan kedalam oven $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian pasir direndam didalam air selama ± 24 jam.
2. Setelah direndam ± 24 jam, air rendaman dibuang dan *split* dihamparkan dengan cara *split* yang tertahan lolos saringan no. 4. Dan ditunggu kering permukannya.
3. Setelah itu benda uji ditimbang, dengan menggunakan keranjang sebelumnya berat keranjang kosong ditimbang di udara terlebih dahulu, setelah itu berat keranjang kosong diudara dengan agregat diudara, berat agregat dengan keranjang di dalam air dan berat keranjang kosong didalam air.
4. Kemudian *Split* dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai kering tetap.
5. *Split* yang telah kering ditimbang beratnya.
6. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :
 - a. Berat jenis curah (Bulk Specific Gravity)

$$\frac{BK}{(BJ-BA)} \dots\dots\dots(3.10)$$

b. Berat jenis permukaan jenuh (Saturated Surface Dry)

$$\frac{BJ}{(BJ-BA)} \dots\dots\dots(3.11)$$

c. Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)

$$\frac{BK}{(BK-BA)} \dots\dots\dots(3.12)$$

d. Penyerapan

$$\frac{BJ-BK}{BK} \times 100 \dots\dots\dots(3.13)$$

3.5.8 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus,yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji dimasukan kedalam cawan, kemudian dikeringkan kedalam oven (110 ± 5)°C sampai beratnya tetap, kemudian *split* ditimbang beratnya (B₁).
2. Benda uji yang telah ditimbang, dicuci dengan air dengan cara air cucian di saring dengan mnggunakan saringan #200.
3. Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap, kemudian ditimbang beratnya (B₂).
4. Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{(B_1-B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.14)$$

3.5.9 Pemeriksaan Kadar Air Lapangan Kasar

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar,yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji dimasukan kedalam cawan, kemudian *split*ditimbang beratnya (B₁).
2. Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap, kemudian ditimbang beratnya (B₂).
3. Hitung kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{B_1}{B_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.15)$$

3.5.10 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Diambil bejana yang berbentuk selinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang akan digunakan sebagai wadah untuk pemeriksaan berat satuan, timbang berat wadah (W_1).
2. Untuk berat isi padat, masukan benda uji kedalam wadah ± 3 lapisan yang sama ketebalannya, setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tumbukan secara merata, sedangkan untuk berat isi lepas benda uji dimasukan secara perlahan-lahan (agar tidak terjadi pemisahan agregat) maksimum 5 cm dari atas wadah dengan mempergunakan sendok lalu didatarkan permukaannya.
3. Timbang dan catat berat wadah yang berisi benda uji (W_2).
4. Hitung berat bersih benda uji dengan rumus sebagai berikut :

- a. Hitung berat bersih benda uji (W_3)

$$W_3 = W_2 - W_1 \dots\dots\dots(3.16)$$

- b. Hitung berat isi tempat (W_4)

$$W_4 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \dots\dots\dots(3.17)$$

- c. Berat isi lepas (W_5)

$$W_5 = W_3 \div W_4 \dots\dots\dots(3.18)$$

3.6 Perencanaan Campuran Beton Dalam SNI 03-2847-2002

Setelah semua bahan sifat bahan baku yang akan digunakan dalam pekerjaan beton diketahui, maka dilanjutkan pada tahap perencanaan campuran beton (*mix design*) yang akan digunngakan pada pekerjaan tersebut.

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi yaitu rendah dalam biaya dan memenuhi aspek teknik yaitu memenuhi kekuatan struktur, seorang perencana beton harus mampu merancang campuran beton (*mix design*) yang memenuhi kriteria tersebut.

Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. Metode American Concrete Institute (ACI)

2. Metode *Road Note* No.4
3. Metode Standar Nasional Indonesia SK.SNI 03-2834-2002.
4. Metode Portland Cement Association (PCA)
5. Metode Campuran Coba-Coba.
6. Metode Pelaksanaan Campuran di Laboratorium.

Didalam penelitian ini penulis mencoba menggunakan metode SK.SNI 03-2847-2002 dalam perencanaan campuran beton dengan perawatan benda uji selama 7, 14, 21, dan 28 hari, adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam pembuatan rancangan campuran beton metode SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan material penyusun beton seperti: agregat kasar, agregat halus, air, semen, dan bahan tambah.
2. Pemeriksaan bahan karakteristik penyusun beton dan harus memenuhi standar spesifikasi yang diisyaratkan.
3. Perhitungan rumusan campuran sesuai mutu beton.
4. Membuat *trial mix*.
5. Melakukan penyesuaian kembali rancangan campuran beton apabila *trial mix* tidak memenuhi kuat tekan yang direncanakan.

Proses pembuatan rancangan campuran beton pada umumnya dibagi menjadi tiga tahap utama sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan proporsi campuran beton yang tepat berdasarkan data tentang bahan baku yang akan digunakan.
2. Pembuatan campuran percobaan dalam skala kecil (dalam penelitian ini menggunakan benda uji *slinder* ukuran 150 mm x 300 mm), dengan agregat menggunakan agregat yang diketahui kadar airnya.
3. Membuat percobaan dalam skala penuh sebelum pelaksanaan konstruksi bangunan sebenarnya dimulai.

Adapun syarat-syarat perencanaan dari metode SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan kuat tekan ($f'c$) yang diisyaratkan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Beton yang direncanakan harus memenuhi persyaratan kuat tekan beton rata-rata ($f'c'r$).

2. Deviasi Standar (S)

Deviasi Standar (S) adalah alat ukur tingkat mutu pelaksanaan pembuatan (produksi) beton. Deviasi Standar adalah indentifikasi penyimpangan yang terjadi dalam kelompok data dalam hal ini produksi beton. Nilai S ini digunakan sebagai salah satu data masukan pada perencanaan campuran adukan beton.

Rumusan menghitung deviasi standar adalah sebagai berikut (Tim Laboratorium Teknologi Beton Universitas Islam Riau) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum f'c - f'c'r}{n-1}} \dots\dots\dots(3.19)$$

S = Deviasi Standar

$f'c$ = Kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (Kg/cm^2)

$f'c'r$ = Kekuatan beton rata-rata (Kg/cm^2)

n = Jumlah seluruh benda uji hasil pemeriksaan.

Tabel 3.5 Nilai Deviasi Standar Untuk Indikasi Tingkat Pengendalian Mutu Beton (Mulyono , 2003)

Deviasi Standar (S)	Indikasi Tingkat Pengendalian Mutu Beton
2,8	Sangat Memuaskan
3,5	Memuaskan
4,2	Baik
5,6	Cukup
7,0	Jelek
8,4	Tanpa Kendali

Data hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung deviasi standar (S) haruslah :

- Mewakili bahan-bahan, prosedur penganwasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.

- b. Mewakili kuat tekan beton yang diisyarakan $f'c$ yang nilainya dalam batas ± 7 Mpa dari nilai yang ditentukan.
- c. Paling sedikit dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji berurutan jumlah minimum 30 hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
3. Nilai Tambah (*Margin*)
- a. Jika pelaksana mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung menggunakan rumus :
- $$M = 1,34 \times S \dots\dots\dots(3.20)$$
- Atau
- $$M = 2,33 \times S - 3,5 \dots\dots\dots(3.21)$$
- Dimana:
- M = Nilai Tambah (margin) (N/mm²)
- S = Standar deviasi (N/mm²)
- b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah diambil dari tabel 3.6

Tabel 3.6 Nilai Tambah M Jika Pelaksana Tidak Mempunyai Pengalaman (SNI 03-2847-2002)

No	Kuat tekan yang disyaratkan $f'c$ (MPa)	Nilai tambah (MPa)
1.	Kurang dari 21	7
2.	21 s.d 35	8,5
3.	Lebih dari 35	10

4. Perhitungan kuat tekan rata-rata ($f'c'r$) yang ditergetkan. Kuat tekan rata-rata direncanakan dihitung dengan rumus :

$$F'c'r = f'c + m \dots\dots\dots(3.22)$$

Dimana:

$F'c'r$ = kuat tekan rata-rata (Mpa)

$f'c$ = kuat tekan beton yang direncanakan (Mpa)

m = nilai tambah atau margin (N/mm^2)

5. Menetapkan jenis semen *portland* yang digunakan.
6. Menetapkan jenis agregat yang akan digunnakan. Baik agregat halus maupun agregat kasar.
7. Menentukan faktor air semen.

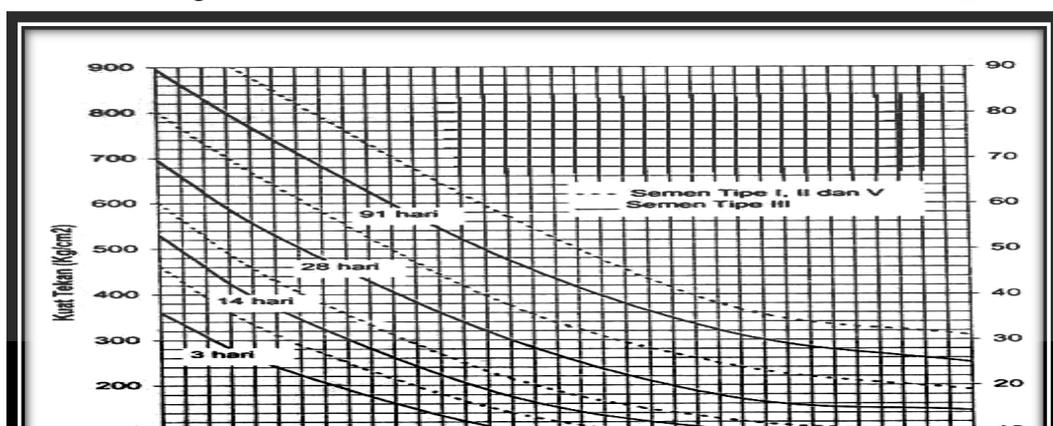
Faktor air semen adalah perbandingan berat air dengan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen didapat dengan menggunakan grafik hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen untuk benda uji selinder. Dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Tentekan kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari berdasarkan tipe semen dan agregat dapat dilihat pada tabel 3.7

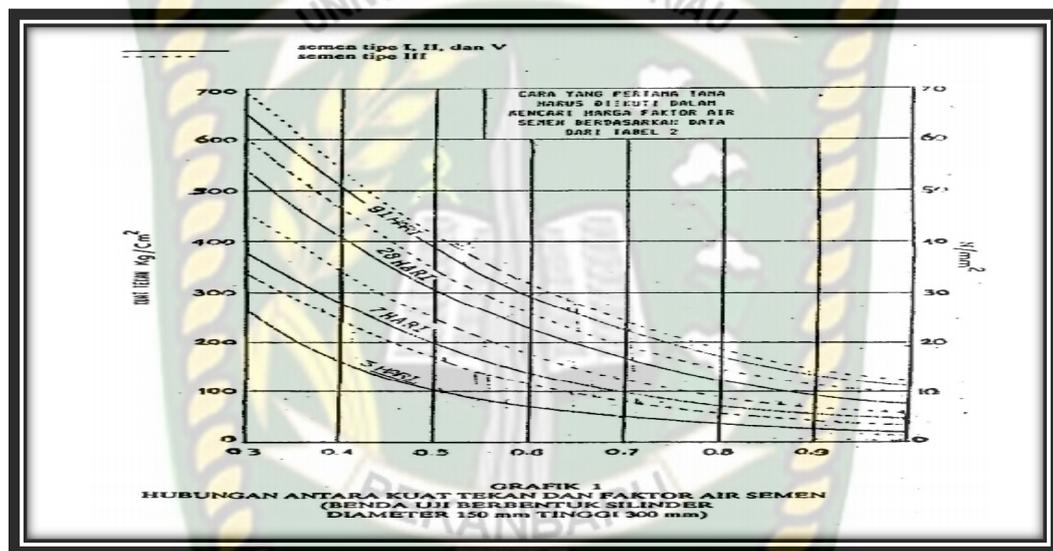
Tabel 3.7 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/mm^2) Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 Jenis Semen dan Agregat Kasar Yang Biasa Dipakai di Indonesia (Tim Laboratorium Teknologi Bahan Beton Universitas Islam Riau, 2013)

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (N/mm^2)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (Hari)				
		3	7	28	91	
Semen portland tipe I atau semen tahan sulfat tipe II,V	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	18	27	37	45	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

- b. Lalu tarik garis tegak lurus pada (F.A.S) 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan beton yang ditentukan.
- c. Tarik garis mendatar kuat tekan yang dipakai sampai memotong garis tegak lur



Gambar 3.1 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton Dan Faktor Air Semen Benda Uji Kubus 150 X 150 X 150 Mm



Gambar 3.2 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton Dan Faktor Air Semen Benda Uji Silinder 150 X 300 Mm

8. Penetapan (F.A.S) maksimum. Penetapan ini berdasarkan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam rancangan campuran beton. Dari langkah (7) dan langkah (8) pilih (F.A.S) yang terendah.
9. Penetapan nilai *slump*.
10. Penetapan ukuran agregat maksimum.
Dengan ketentuan:
 - a. $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih minimum antar baja tulangan
 - b. $\frac{1}{3}$ kali tebal plat
 - c. $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antar bidang sampai cetakan (*begisting*)

11. Penentuan nilai kadar air bebas yang diperlakukan per meter kubik, berdasarkan jenis agregat ukuran maksimum dan nilai *slump*.
12. Menghitung jumlah semen yang diperlukan berdasarkan kadar air bebas dibagi faktor air semen (f.a.s), yaitu langkah (11) : langkah (8).
13. Jumlah semen maksimum diabaikan jika tidak ditetapkan.
14. Tentukan jumlah semen minimum. Berat semen yang diperoleh dari langkah (11) harus lebih besar dari kebutuhan minimum.
15. Tentukan faktor air semen (f.a.s) yang disesuaikan.
16. Menentukan jumlah susunan butiran agregat halus, sesuai dengan syarat SK.SNI 03-2847-2002.
17. Menentukan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai *slump*, faktor air semen (f.a.s) dan besar nominal agregat maksimum.
18. Menghitung berat jenis relatif agregat.

$$B_j \text{ Campuran} = \left(\frac{p}{100} \times B_j \text{ agregat halus} \right) + \left(\frac{k}{100} \times B_j \text{ agregat kasar} \right) \dots\dots\dots(3.24)$$

Dimana:

P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran (%)

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran (%)

19. Tentukan berat jenis beton, berdasarkan jenis agregat gabungan dan nilai kadar air bebas, langkah (11).
20. Hitung kadar air gabungan, yaitu berat jenis beton dikurangi dengan kadar semen dan kadar air, langkah (19 - 15 - 11).
21. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikalikan persentase agregat halus dalam campuran, langkah (20 - 16).
22. Hitung kadar agregat kasar, agregat gabungan dikurangi kadar agregat kasar, langkah (20 - 21).

3.7 *Workabilitas*

Slump test adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Tujuan *slump test* adalah untuk mengecek adanya perubahan

kadar air yang ada dalam adukan beton, sedangkan pemeriksaan nilai *slump* dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifatnya *workability* (kemudahan dalam pekerjaan) beton sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai *slump* menunjukkan bahwa beton semakin kental dan nilai *slump* yang tertinggi menunjukkan bahwa beton tersebut semakin encer

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekecekan beton segar yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams, pelaksanaan pengujian dengan cara kerucut abrams diletakan diatas talam baja yang rata dan tidak menyerap air. Adukan beton dituang dalam 3 tahap, volume berturut-turut 1/3, 2/3, hingga penuh. Tiap lapisan ditumbuk dengan menggunakan batang baja diameter 16 mm dan panjang 600 mm sebanyak 25 kali, penusukan dilakukan secara merata keseluruhan bidang dan dijaga agar tidak mengenai lapisan dibawahnya. Kemudian kerucut diangkat tegak lurus keatas, maka lapisan beton akan turun dari posisi semula, penurunan ini diukur dengan cara meletakkan kerucut abrams di sampingnya, kemudian diukur selisih beda tingginya penurunan dari posisi seluma ini disebut *slump* (ASTM C-143).

Untuk itu dianjurkan penggunaan nilai-nilai *slump* yang terletak didalam batasan yang telah ditentukan dalam Tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8 Penetapan Nilai Slump Menurut (Tjokrodimulyo,1997)

Pemakaian Beton	Slump (Cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding , pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison , struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat , balok , kolom , dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

3.8 Perawatan Beton

Perawatan beton adalah usaha untuk merawat beton dengan tujuan utama untuk menjaga kadar air (didalam beton) yang mencukupi, artinya dalam kualitas

yang mencukupi untuk keperluan pertumbuhan optimal kekakuan beton serta temperatur normal, terutama pada umur beton yang masih muda agar kekuatan dan kinerja beton dapat tumbuh dengan normal.

Karenanya perawatan beton merupakan suatu prosedur yang penting dalam proses pelaksanaan suatu bangunan, terutama didaerah tropis yang umumnya bersuhu udara panas, untuk bisa menghasilkan struktur dengan kekuatan dan kinerja beton hanya akan tumbuh secara maksimal bila perawatan (*curing*) dilakukan dengan baik dan benar sejak umur beton yang dini (Supartono, 1997)

3.9 Kekuatan Tekan Beton (f'_c)

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah bangunan, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Manik, 2008). Kuat tekan yang diinginkan selalu menjadi acuan dalam sebuah pengecoran beton, dengan kata lain kuat tekan beton yang memuaskan adalah sebuah indikator untuk mengetahui apakah rancangan campuran beton tersebut merupakan campuran yang bagus atau tidak (Rosida, 2007). Rancangan campuran beton untuk penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran, diameter 150 mm, panjang 300 mm.

Kuat tekan beton didapat melalui pengujian kuat tekan dengan memakai alat uji tekan (*compressive strength machine*). Pemberian beban tekan dilakukan bertahap dengan kecepatan beban tertentu atas uji beton. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus (panduan pratikum teknologi bahan dan beton, Universitas Islam Riau, 2013):

1. Kuat tekan beton (f'_c)

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.23)$$

Dimana:

f'_c = Kuat tekan benda uji beton, Mpa

P = Besar beban maksimum, N

A = Luas penampang benda uji, mm²

2. Kuat tekan rata-rata benda uji ($f_c'r$)

Kuat tekan rata-rata benda uji adalah kuat tekan beton yang dicapai dari beberapa sampel benda uji dibagi dengan jumlah benda uji, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_c'r = \frac{\sum f_c'}{n} \dots\dots\dots(3.24)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan benda uji beton (Kg/cm²)

$f_c'r$ = Kuat tekan rata-rata dari jumlah benda uji (Kg/cm²)

n = Jumlah benda uji.

3. Standar deviasi (s)

Standar deviasi adalah suatu istilah statistik yang dipakai sebagai ukuran tingkat variasi suatu hasil produk tertentu (dalam hal ini produk beton) (Purwono, 2010). Rumus standar deviasi dapat dilihat pada persamaan 3.25 (panduan praktikum teknologi bahan dan beton, Universitas Islam Riau, 2013):

$$S = \frac{\sqrt{\sum f_c' - f_c'r^2}}{n-1} \dots\dots\dots(3.25)$$

Dimana:

S = Standar deviasi

f_c' = Kuat tekan beton estimasi 28 hari

$n - 1$ = Jumlah benda uji

$f_c'r$ = Kuat tekan beton rata-rata 28 hari

4. Kuat tekan karakteristik ($f_c'k$)

Kuat tekan karakteristik atau kuat tekan rata-rata perlu yang digunakan sebagai dasar pemilihan campuran beton, lihat persamaan 3.26 (panduan teknologi bahan beton, Universitas Islam Riau, 2013):

$$f_c'k = f_c'r - (1,64 \times S) \dots\dots\dots(3.26)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan karakteristik beton

$f'c_r$ = Kuat tekan beton rata-rata estimasi 28 hari

s = Standar deviasi

Dari perhitungan diatas, kuat tekan karakteristik yang diperoleh harus lebih atau sama dengan kuat tekan karekteristik yang direncanakan atau ($f'c \geq f'c_r$) (Dipohusodo,1994).

