

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan di bidang konstruksi. Pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhan akan beton dimasa yang akan datang. Beton banyak digunakan pada pembangunan karena mudah dibentuk sesuai dengan keperluan, terlebih lagi bahan pembentuk beton yaitu pasir, batu pecah, semen dan air yang merupakan bahan yang tidak sulit untuk didapatkan, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Hal ini dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton. Bahan yang digunakan sebagai bahan pengganti tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah yang ada dengan material yang lain untuk mendapatkan beton yang kuat dan ekonomis. Salah satunya adalah cangkang kerang. Cangkang kerang merupakan limbah yang memberikan peluang usaha yang dapat meningkatkan kualitas dan nilai ekonomis dari limbah tersebut. Selama ini limbah cangkang kerang hanya dimanfaatkan sebagai salah satu hiasan dinding, hasil kerajinan atau bahkan sebagai campuran pakan ternak. Disamping itu cangkang kerang itu sendiri keras dan mudah didapat di daerah Pantai Salang Buah Serdang Bedagai. Dengan mengoptimalkan pemanfaatan limbah cangkang kerang diharapkan akan mengurangi limbah yang mencemari ekosistem alam. Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk mengangkat judul **“ANALISA PENAMBAHAN LIMBAH CANGKANG KERANG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON”**.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Seberapa besarkah pengaruh cangkang kerang sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan persentase 15%, 20% dan 25%?
- b. Berapa besarkah kuat tekan beton dengan menggunakan cangkang kerang sebagai penambah agregat kasar?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh cangkang kerang terhadap kuat tekan beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan persentase 15%, 20%, dan 25%.
- b. Mengetahui apakah beton dengan campuran cangkang kerang dapat digunakan pada bangunan konstruksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis sebagai berikut:

- a. Secara teoritis
Skripsi ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi ilmu pengetahuan atau tambahan dokumentasi karya tulis dalam bidang Teknik Sipil pada umumnya. Secara khusus skripsi ini juga diharapkan dapat memeberikan masukan terutama bagi masyarakat sekitar tentang pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan campuran beton dengan persentase tertentu.
- b. Secara praktis
Diharapkan dapat memberikan informasi yang baik dan bermanfaat bagi masyarakat dan hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan, serta sebagai referensi bagi para peneliti lain yang akan melakukan penelitian dengan tema ataupun metode yang sama.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dan penyusunan skripsi terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland tipe-1.

- b. Perencanaan kuat tekan beton adalah dengan menggunakan campuran 1 : 2 : 3 Fas 0,5.
- c. Cangkang kerang yang digunakan adalah kerang bulu dari pantai salang buah, serdang bedagai.
- d. Agregat kasar (batu pecah) dengan ukuran 40 mm dari binjai.
- e. Agregat halus (pasir) berasal dari binjai.
- f. Persentase penambahan cangkang kerang sebesar 15%, 20% dan 25% dengan mengurangi jumlah agregat kasar (bahan pengganti).
- g. Jumlah seluruh benda uji kuat tekan adalah 48 buah.
- h. Pengujian kuat tekan beton pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
- i. Bentuk benda uji berupa silinder berukuran 15 cm ,tinggi 30 cm.
- j. Alat untuk pengujian kuat tekan beton menggunakan alat *CONTROLS MILANO –ITALY*.
- k. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam didalam bak air selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, di dalam penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan metode penulisan sebagai berikut :

a. Bab I Pendahuluan

Yaitu tentang latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penulisan, waktu pelaksanaan (*time schedule*) dan daftar pustaka.

b. Bab II Tinjauan pustaka

Pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton yang akan diteliti berdasarkan referensi – referensi yang penulis dapatkan.

c. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan prosedur penyediaan bahan yang akan digunakan didalam penelitian.

d. Bab IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan dilaboratorium.

e. Bab V 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

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum

2.1.1 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002). Nugraha, Paul (2007), mengungkapkan bahwa pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*).

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangka terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B₀.
- b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu

bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas jalan ini, dapat dilihat dalam **tabel 2.1.1** berikut ini :

Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
					Ringan	Tanpa
I	B ₀	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B ₁	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K > 225	> 225	> 300	Struktural	Ketat	Kontinu

(Sumber : Mulyono. T, 2004 Anwar, 2011)

2. Berdasarkan jenisnya beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

- a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440–1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m^3 – 2400 kg/m^3 dengan kuat tekan sekitar 15–40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3 . Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik admixture (kimia) maupun aditif (mineral) (Trimulyono, 2004).

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaannya

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir yang dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya. Selain tahan terhadap api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan :
 - a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
 - b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
 - c. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
 - d. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
 - e. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.
2. Kekurangan :
 - a. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.

- b. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- c. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- d. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahanan gempa.

Tabel 2.2 Unsur-unsur Beton

Agregat (Kasar + Halus)	60 %-80%
Semen	7% -15%
Air	14% -21%
Udara	1% -8%

(Sumber : Teknologi Beton, 2007)

2.1.3 Bahan Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Bila mana diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. (Kusmadi, dkk:2008). Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut:

A. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan :

1. Agregat Halus

Agregat sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat (*surface area*) akan lebih besar. Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C 33, yaitu :

- 1) Mempunyai butiran yang halus.
- 2) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- 3) Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- 4) Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-90	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-10

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2. Agregat Kasar

Langkah awal untuk mempersiapkan agregat kasar berupa batu pecah adalah dengan memisahkan butiran agregat berdasarkan ukuran butiran, dilakukan dengan pengayakan dengan menggunakan saringan. Setelah pemisahan butiran agregat kasar selesai, batu pecah dicuci untuk membuang kotoran yang melekat pada agregat agar dapat meningkatkan kualitas agregat.

Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah :

- 1) Agregat kasar harus merupakan butiran keras dan tidak berpori. Agregat kasar tidak boleh hancur karena adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula, sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
- 2) Agregat kasar harus bersih dari unsur organik.
- 3) Agregat tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.
- 4) Agregat mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen sehingga akan mengikat dengan lebih baik.

Tabel 2.4 Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lewat Butir Yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-100

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

3. Semen

Semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat (Bonardo Pangaribuan, Holcim). Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbedabeda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

- 1) Semen non-hidrolik.

Semen non-hidrolik tidak dapat mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2). Semen Hidrolik.

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, semen terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

a. Semen Portland (OPC)

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland didefinisikan sebagai 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. Sehubungan dengan susunan ikatan kimianya, sifat-sifat dan tujuan penggunaannya, semen portland dibagi dalam beberapa jenis. Standar Industri Indonesia (SII 0013-1977) menetapkan 5 (lima) jenis (*type*) semen, yaitu:

- 1) *Type I* adalah semen portland yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum. Untuk penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
- 2) *Type II* adalah semen portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.
- 3) *Type III* adalah semen portland yang mempunyai sifat yang mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau beton yang mempunyai suhu rendah terutama dinegara-negara yang beriklim dingin.
- 4) *Type IV* adalah semen portland yang mempunyai panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan dan perkembangan

kekuatannya rendah. Semen ini digunakan untuk pembuatan konstruksi beton yang berdimensi besar dan bentuknya gemuk.

5) *Type V* adalah semen portland tahan sulfat, artinya tahan terhadap larutan garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industri, untuk bangunan yang terkena gas atau uap kimia yang agresif.

b. *Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “*Water proofing agent*”, dalam jumlah yang kecil seperti : *Calcium, Aluminium*, atau logam *stearat* lainnya. Semen ini banyak dipakai untuk konstruksi beton yang berfungsi menahan tekanan hidrostatis, misalnya tangki penyimpanan cairan kimia.

c. *White Cement (Semen Putih)*

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif. Pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku dan proses pembuatan yang khusus, seperti misalnya bahan mentahnya mengandung oksida besi dan oksida manganese yang sangat rendah (dibawah 1%).

d. *High Alumina Cement*

High Alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat, asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali. Semen tahan api juga dibuat dari *High Alumina Cement*, semen ini juga mempunyai kecepatan pengerasan awal yang lebih baik dari semen Portland tipe III.

Bahan baku semen ini terbuat dari batu kapur dan *bauxite*, sedangkan penggunaannya adalah antara lain :

- 1) *Refractory Concrette*
- 2) *Heat resistance concrete*
- 3) *Corrosion resistance concrete*

e. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen Portland dengan “anti *bacterial agent*” seperti *germicide*. Bahan tersebut ditambahkan pada semen Portland untuk “*Self Desinfectant*” beton terhadap serangan bakteri dan jamur yang tumbuh. Sedangkan sifat-sifat kimia dan fisiknya hampir sama dengan semen Portland tipe I.

Penggunaan semen anti bakteri antara lain :

- 1) Kamar mandi
- 2) Kolam-kolam
- 3) Lantai industri makanan
- 4) Keramik
- 5) Bangunan dimana terdapat jamur pathogenic dan bakteri

f. Oil Well Cement

Oil well cement adalah semen Portland semen yang dicampur dengan bahan retarder khusus seperti asam borat, casein, lignin, gula atau organic hidroxid acid. Fungsi dari retarder disini adalah untuk mengurangi kecepatan pengerasan semen, sehingga adukan dapat dipompakan kedalam sumur minyak atau gas. Pada kedalaman 1800 sampai dengan 4900 meter tekanan dan suhu didasar sumur minyak atau adalah tinggi. Karena pengentalan dan pengerasan semen itu dipercepat oleh kenaikan temperature dan tekanan, maka semen yang mengental dan mengeras secara normal tidak dapat digunakan pada pengeboran sumur yang dalam. Semen ini masih dibedakan lagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan **API Spesification** 10 1986, yaitu :

KELAS A	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, <i>apabila sifat-sifat khusus tidak dipersyaratkan</i>
KELAS B	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, <i>apabila kondisi membutuhkan tahan terhadap sulfat sedang</i>
KELAS C	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, <i>apabila kondisi membutuhkan sifat kekuatan tekan awal yang tinggi</i>
KELAS D	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 sampai 3050 meter, dengan <i>kondisi suhu dan tekanan yang sedang</i>
KELAS E	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 3050 sampai 4270 meter, dengan <i>kondisi suhu dan tekanan yang tinggi</i>
KELAS F	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 3050 sampai 4880 meter, dengan <i>kondisi suhu dan tekanan yang tinggi</i>
KELAS G	Digunakan untuk cementing mulai surface casing sampai dengan kedalaman 2440 meter, akan tetapi dengan penambahan <i>accelerator</i> atau <i>retarder</i> . Dapat digunakan untuk semua range pemakaian, mulai dari kelas A sampai kelas E

g. Blend Cement (Semen Campuran)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Jenis semen campur :

1) *Super Portland Pozzolan Composite Cement (PPC)*

Kegunaan *super portland pozzolan composite cement* diantaranya adalah sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa yang harus memiliki ketahanan terhadap sulfat, tahan hidrasi panas sedang, pekerjaan pasangan dan plesteran. Beberapa jenis bangunan yang menggunakan produk ini diantaranya perumahan, jalan raya, dermaga, irigasi, dan

sebagainya. Semen ini merupakan pengikat hidrolis seperti halnya PCC namun terdiri dari campuran terak, gypsum, dan pozzolan.

2) *Special Blended Cemeny (SBC)*

Ada yang istimewa dari jenis *special belended cement (SBC)* atau semen campur karena khusus dirancang dalam pembangunan jembatan terbesar yang menghubungkan Surabaya dengan Madura yang dikenal dengan Jembatan Suramadu. Karakteristik *special blended cement* tentu memenuhi kebutuhan konstruksi bangunan pada air laut seperti halnya jembatan Suramadu yang berdiri diatas laut.

3) *Semen Masonry*

Semen masonry pertama kali diperkenalkan di USA, kemudian berkembang kebeberapa negara. Secara tradisional plesteran untuk bangunan umumnya menggunakan kapur padam, kemudian meningkat dengan dipakainya semen portland yang dicampur dengan kapur padam. Namun karena dianggap kurang praktis maka diperkenalkan Semen Masonry.

4) *Oil Well Cement (OWC) Class G-HSR (High Sulfate Resistance)*

Lain rumah, lain pula material yang digunakan untuk sumur bumi. Karakteristik *Oil Well Cement (OWC) Class G-HSR* yang tahan terhadap sulfat tinggi ini merupakan jenis yang dibuat untuk kegunaan khusus di kedalaman dan temperatur tertentu yang bisa disesuaikan dan kecepatan pengerasan dikurangi. Diantara proyek yang menggunakan material ini yaitu sumur minyak bumi di bawah permukaan bumi dan laut.

5) *Portland Composite Cement (PCC)*

Kegunaan *Portland Composite Cement (PCC)* ini secara luas adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekan, paving block, plesteran dan acian, dan sebagainya. Karakteristik *Portland Composite Cement (PCC)* lebih mudah dikerjakan, kedap air,

tahan sulfat, dan tidak mudah retak. Material ini terdiri dari beberapa unsur diantaranya terak, gypsum, dan bahan anorganik.

6) Semen Thang Long PCB40

Karakteristik semen thang long PCB40 yang memiliki daya tahan tinggi terhadap sulfat sesuai untuk konstruksi bangunan bawah tanah dan air. Tak hanya itu, semen ini juga memiliki daya tahan terhadap penyerapan air, erosi lingkungan, dan tahan lama. Jenis ini juga hemat digunakan karena kekuatannya. Iklim Vietnam sangat pas untuk penggunaan jenis semen ini.

7) Semen Thang Long PC50

Kegunaan semen thang long PC50 yang banyak digunakan untuk proyek-proyek besar dan rumit sehingga membutuhkan jenis semen dengan spesifikasi tinggi. Standarisasi yang setara Asia, Eropa, bahkan Amerika ini diaplikasikan untuk jembatan hingga pembangkit listrik. Karakteristik semen thang long PC50 diantaranya memiliki ketahanan tinggi terhadap sulfat sehingga bisa pula digunakan di bawah tanah dan air.

4. Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bisa diminum, air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakkan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakkan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

- 1) Ukuran agregat maksimum : jika ukuran agregat yang digunakan besar maka kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).

- 2) Bentuk butir : jika bentuk agregat yang digunakan berbentuk bulat maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
- 3) Gradasi agregat : bila gradasi agregatnya baik maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- 4) Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat, dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.
- 5) Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (*parts per million*) masih di perbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. Kotoran secara umum bisa menyebabkan :

- a. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
- b. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
- c. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
- d. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
- e. Bercak-bercak pada permukaan beton.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. (Tata Cara Perhitungan Standar Beton Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002). Selain untuk reaksi pengikatan, dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang. Air untuk perawatan (*curing*) harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh $pH > 6$, juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur.

2.1.4 Jenis-jenis Beton

A. Beton Mortar

Jenis beton ini adalah yang umum digunakan dalam konstruksi bangunan. Beton mortar tersusun dari pasir air dan mortar. Mortar yang sering digunakan adalah jenis lumpur dan kapur (semen). Beton ini pasangi tulangan baja untuk memperkuat kuat tarik dan kuat tekan. Mortar biasanya digunakan untuk menyatukan, seperti menyatukan batu bata atau batu bulat.

B. Beton Non Pasir (Beton *Pervious*)

Sesuai dengan namanya, beton ini tidak menggunakan pasir. Hanya tersusun dari batu, semen dan air. Beton memiliki bentuk yang berongga, biasanya digunakan untuk bata beton, dinding sederhana, dinding sederhana, atau buis beton.

C. Beton Bertulang

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.13 mendefinisikan beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya. Beton bertulang terbuat dari gabungan antara beton dan tulangan baja. Oleh karena itu, beton bertulang memiliki sifat yang sama seperti bahan-bahan penyusunnya yaitu sangat kuat terhadap beban tekan dan beban tarik. Beton bertulangan sering digunakan pada bangunan berlantai, jembatan, kolom dan lain sebagainya.

D. Beton Hampa

Disebut beton hampa karena karena proses pembuatannya hampa air. Dengan melakukan penyedotan air dengan vakum khusus, akibatnya air dalam campuran beton hanya untuk mereaksikan semen. Maka dari itu beton ini digunakan untuk gedung-gedung pencakar langit.

E. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang bahan bakunya terdiri pasir silika, semen, air dan bahan pengembang khusus yang kemudia dirawat

dengan tekanan uap air. Sesuai namanya, beton ini ringan dibandingkan dengan beton pada umumnya. Pengaplikasian beton ringan biasanya pada tembok-tembok non struktur.

F. Beton Pra-Tegang

Menurut PBI – 1971 beton prategang adalah beton bertulang dimana telah ditimbulkan tegangantegangan intern dengan nilai dan pembagian yang sedemikian rupa hingga tegangan-tegangan akibat beton-beton dapat dinetralkan sampai suatu taraf yang diinginkan.

G. Beton Pra-Cetak

Merupakan beton yang dibuat diluar proyek, biasanya buatan pabrik agar kualitas yang dihasilkan baik.

H. Beton Silkop

Adalah beton yang menggunakan bahan tambahan agregat yang berukuran besar (sekitar 15-20 cm) dalam adonan beton. Biasanya digunakan pada bangunan jembatan atau bendungan.

I. Beton Massa

Beton Massa ada beotn yang dibuat dengan kapasitas yang banyak, melebihi dari yang dibutuhkan. Dengan perbandingan volume dan luas permukaan yang sangat tinggi. Biasanya diaplikasi dalam pembangunan bendungan, pondasi besar dan pilar bangunan.

J. Beton Serat

Beton yang dibuat dengan penambahan serat tertentu kedalam adonan, seperti kawat baja, asbestos bahkan tumbuh-tumbuhan.

2.2 Pengertian Kulit Kerang

Kerang merupakan jenis *Invertebrate Moluska* kelas *Bivalvia* atau *Pelecypoda*, yaitu hewan bertubuh lunak yang dagingnya tersembunyi di balik sepasang cangkangnya yang keras.

Bentuk tubuh kerang terdiri dari kulit luar yang keras disebut Cangkang. Lapisan penutup tubuh kerang (mantel) yang terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan dalam, lapisan luar, dan pedal. Kaki kerang dapat melipat ketika kerang menggulung ke dalam cangkangnya, serta dapat memanjang ketika kerang berpindah tempat. Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan

mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya.

Kerang dapat hidup di laut dan di dataran pasir pantai. Tubuhnya memiliki sifon untuk memasukkan air, sehingga plankton dalam air ikut masuk. Plankton merupakan sumber makanan utama bagi kerang. Bentuk tubuh kerang simetris dan memiliki ukuran cangkang yang seimbang di tiap sisinya. Keberadaan kerang dapat ditemukan di setiap pantai hampir di seluruh dunia. Saat ini di dunia diperkirakan terdapat 200 spesies, walau tidak semua jenis kerang layak dikonsumsi.

Kerang merupakan bahan pangan asal laut yang kaya akan berbagai zat gizi. Sayangnya, tidak semua orang menyadari hal tersebut, bahkan menghindarinya karena mengira kerang mengandung kolesterol tinggi. Padahal, hasil penelitian menunjukkan, kerang merupakan bahan yang aman untuk dikonsumsi dan bermanfaat bagi tubuh.

Kerang merupakan sumber protein hewani yang lengkap. Mengandung semua jenis amino esensial yang dibutuhkan tubuh. Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat dibuat di dalam tubuh, sehingga mutlak harus berasal dari makanan. Yang termasuk dalam kelompok asam amino esensial adalah isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin. Hal terpenting yang berkaitan dengan protein adalah kemampuannya untuk dicerna dan diserap tubuh setelah dikonsumsi. Kemampuan tubuh mencerna protein kerang adalah sekitar 85-95 persen.

Hal ini berarti kerang dapat digunakan sebagai sumber protein yang baik bagi semua kelompok usia. Kerang juga kaya akan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), serta vitamin larut air (B1, B2, B6, B12, dan niasin). Selain itu, kerang merupakan sumber utama mineral yang dibutuhkan tubuh, seperti iodium (I), besi (Fe), seng (Zn), selenium (Se), kalsium (Ca), fosfor (P), kalium (K), flour (F), dan lain-lain. Bahkan, mineral dari makanan laut lebih mudah diserap tubuh daripada kacang-kacangan dan sereal (padi-padian).

Kandungan cangkang kerang : Menurut (Setyaningrum, 2009) Kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan

laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%.

Tabel 2.5 Kandungan Kimia Cangkang Kerang

Komponen	Kadar (% brat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

(Sumber : Shinta Mario Siregar 2009)

Jenis-Jenis Kerang : Rina Huda (2010) mengemukakan bahwa kerang merupakan sumber bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena mengandung protein dan lemak. Jenis kerang yang sering menjadi konsumsi masyarakat, yaitu kerang hijau (*Mytilus viridis*), kerang darah (*Anadara granosa*), dan kerang bulu (*Anadara antiquata*).

A. Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) dan kerang Bulu (*Anadara antiquata*) adalah family arcidae dan genus Anadara. Secara umum kedua kerang ini memiliki ciri morfologi yang hampir sama. Cangkang memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Perbedaan dari kedua kerang ini adalah morfologi cangkangnya. Kerang bulu (*Anadara antiquata*) memiliki cangkang yang ditutupi oleh rambut-rambut serta cangkang tersebut lebih tipis daripada kerang darah (*Anadara granosa*).



Gambar 2.1 Kerang Bulu

Kerang bulu pada umumnya hidup di perairan berlumpur dengan tingkat kekeruhan tinggi. Klasifikasi kerang bulu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Arcioda

Family : Arcidae

Genus : Anadara

Spesies : *Anadara antiquate*

B. Kerang Hijau (*Mytilus viridis*)

Kerang hijau hidup di laut tropis seperti Indonesia, terutama diperairan pantai dan melekatkan diri secara tetap pada benda-benda keras yang ada disekelilingnya. Kerang ini tidak mati walaupun tidak terendam selama air laut surut. Kerang hijau termasuk binatang lunak, mempunyai dua cangkang yang simetris, kakinya berbentuk kapak, insangnya berlapis-lapis satu dengan lainnya dihubungkan dengan cilia.



Gambar 2.2 Kerang Hijau

Klasifikasi kerang hijau adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Filibranchia

Family : Mytilidae

Genus : Mytilus

Spesies : *Mytilus viridis*

Habitat kerang hijau belum diketahui secara merata di perairan Indonesia, namun dapat dicatat karakteristik perairan yang sesuai bagi budidaya kerang hijau antara lain suhu perairan berkisar antara 27oC – 37oC, pH air antara 3 – 4, arus air dan angin tidak terlalu kuat dan umumnya pada kedalaman air antara 10 m-20 m. Laju pertumbuhan kerang hijau berkisar 0,7-1,0 cm/bulan. Ukuran konsumsi yang panjangnya sekitar 6 cm dicapai dalam waktu 6-7 bulan.

C. Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Cangkang kerang darah memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Rusuk pada kedua belahan cangkangnya sangat menonjol. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibanding tingginya tonjolan (*umbone*). Setiap belahan Cangkang memiliki 19-23 rusuk. Dibanding kerang hijau, laju pertumbuhan kerang darah relatif lebih

lambat. Laju pertumbuhan 0,098 mm/hari. Untuk tumbuh sepanjang 4-5 mm, kerang darah memerlukan waktu sekitar 6 bulan. Presentase daging terbesar dimiliki oleh *A. granosa*, yaitu sebesar 24,3%. Kerang darah memijah sepanjang tahun dengan puncaknya terjadi pada bulan Agustus/September. Hewan ini termasuk hewan berumah dua (*diocis*). Kematangan gonad terjadi pada saat kerang darah mencapai ukuran panjang 18-20 mm dan berumur kurang dari satu tahun. Adapun pemijahan mulai terjadi pada ukuran 20 mm.



Gambar 2.3 Kerang Darah

Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13-28 g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan Ph 7,5-8,4. Klasifikasi kerang darah adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Bivalvia
Ord : Arcioda
Family : Arcidae
Genus : Anadara
Spesies : Anadara granosa

2.3 Perancangan Campuran Beton

2.3.1 Umum

Perancangan campuran beton bertujuan untuk mengetahui kuantitas bahan penyusun beton. Proporsi yang dihasilkan oleh rancangan pun harus optimal, dalam arti penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria teknis. Perancangan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Selanjutnya perlu diketahui beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi pekerjaan pembuatan rancangan campuran beton, diantaranya adalah kondisi dimana pekerjaan dilaksanakan, kekuatan beton yang direncanakan, kemampuan pelaksana, tingkat pengawasan, peralatan yang digunakan, dan tujuan peruntukan bangunan.

2.3.2 Faktor-faktor Yang Menentukan Proporsi Campuran Beton

Untuk mencapai suatu kekuatan beton tertentu, rancangan yang dibuat harus melahirkan suatu proporsi bahan campuran yang nilainya ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- a. Faktor Air Semen (fas) Nilai perbandingan air terhadap semen atau yang disebut faktor air semen (fas) mempunyai pengaruh yang kuat secara langsung terhadap kekuatan beton. Harus dipahami secara umum bahwa semakin tinggi nilai fas semakin rendah mutu kekuatan beton
- b. Tipe Semen Penggunaan tipe semen yang berbeda, yaitu semen Portland tipe I, II, IV dengan semen Portland yang memiliki kekuatan awal yang tinggi (tipe III) akan memerlukan nilai faktor air-semen yang berbeda.
- c. Keawetan (durability) Pertimbangan keawetan akan memerlukan nilai-nilai kekuatan minimum, faktor air semen maksimum, dan kadar semen minimum. Ketentuan nilai-nilai faktor air-semen maksimum dan kadar semen minimum dapat dilihat pada tabel 1 berikut.
- d. Workabilitas dan Jumlah Air Sifat kekentalan / konsistensi adukan beton dapat menggambarkan kemudahan pengerjaan beton, yang dinyatakan nilai slump. Suatu nilai slump tertentu yang diharapkan dapat memberi kemudahan pengerjaan sesuai dengan jenis konstruksi yang dikerjakan, untuk suatu ukuran agregat tertentu akan berpengaruh terhadap jumlah air yang dibutuhkan.

Untuk mencegah penggunaan adukan beton yang terlalu kental atau terlalu encer, dianjurkan untuk menggunakan nilai-nilai slump dalam batas-batas sebagai berikut :

Tabel 2.6 Batasan Nilai Slump

No.	Jenis Pekerjaan	Slump	
		Maksimum	Minimum
1.	Dinding, pelat pondasi dan telapak bertulang	75	25
2.	Pondasi telapak tidak bertulang, kasion dan konstruksi bawah tanah	75	25
3.	Balok, dinding bertulang	100	25
4.	Kolom bertulang	100	25
5.	Perkerasan dan pelat	75	25
6.	Pembetonan masal	75	25

- e. Pemilihan Agregat Ukuran maksimum agregat ditetapkan berdasarkan pertimbangan ketersediaan material yang ada, biaya, atau jarak tulangan terkecil yang ada. Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan, atau celah-celah lainnya dimana beton harus dicor.
- f. Kadar Semen Kadar semen yang diperoleh dari hasil perhitungan rancangan, selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan kadar semen minimum berdasarkan pertimbangan durabilitas, dan dibandingkan juga dengan batas kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat panas hidrasi yang tinggi.

2.3.3 Variabilitas

Jika terkumpul sejumlah data hasil pengujian kuat tekan beton, maka data tersebut akan menunjukkan bahwa nilai-nilai yang dihasilkan akan bervariasi berkisar pada suatu nilai rata-rata dengan suatu nilai simpangan baku/standar

deviasi tertentu. Variabilitas dalam beton akan mempengaruhi nilai kekuatan tekan dalam perencanaan. Pengertian variabilitas dalam kekuatan beton pada dasarnya tercermin melalui nilai standar deviasi. Asumsi yang digunakan dalam perencanaan bahwa kekuatan beton akan terdistribusi normal selama masa pelaksanaan. Secara umum rumusan mengenai kekuatan tekan dengan mempertimbangkan variabilitas ditulis sebagai berikut :

$$f'_{cr} = f'_c + K \times S$$

Keterangan :

f'_{cr} = kekuatan tekan rencana rata-rata

f'_c = kekuatan tekan rencana

S = nilai standar deviasi

K = konstanta yang diturunkan dari distribusi normal

Nilai k biasanya diambil 1,64 untuk bagian yang ditolak / cacat yang diijinkan 5%. Nilai S dinamakan nilai tambah (*margin*) yang merupakan juga nilai keamanan dalam perancangan. Perlu juga dipahami bahwa dalam menentukan nilai standar deviasi harus diperhatikan ketentuan jumlah benda uji minimum. Jika benda uji yang diperiksa tidak mencapai jumlah minimum, maka harus diterapkan suatu angka koreksi terhadap nilai standar deviasi.

Tabel 2.7 Angka Koreksi Standart Deviasi Minimum

Jika jumlah minimum benda uji 20 buah		Jika jumlah minimum benda uji 30 buah	
Jumlah benda uji	Angka koreksi	Jumlah benda uji	Angka koreksi
8	1,37	10	1,36
9	1,29	11	1,31
10	1,23	12	1,27
11	1,19	13	1,24
12	1,15	14	1,21
13	1,12	15	1,18
14	1,10	16	1,16
15	1,07	17	1,14

Tabel 2.8 Jumlah Minimum Benda Uji

Jika jumlah minimum benda uji 20 buah		Jika jumlah minimum benda uji 30 buah	
Jumlah benda uji	Angka koreksi	Jumlah benda uji	Angka koreksi
16	1,06	18	1,12
17	1,04	19	1,11
18	1,03	20	1,09
19	1,01	21	1,08
20	1	22	1,07
		23	1,06
		24	1,05
		25	1,04
		26	1,03
		27	1,02
		28	1,02
		29	1,01
		30	1

2.3.4 Metode Perancangan Campuran Beton

Dalam praktek ada beberapa metode rancangan campuran beton yang telah dikenal, antara lain seperti metode *DOE* yang dikembangkan oleh *Department of Environment* di Inggris dan Metode *ACI (American Concrete Institute)*. Metode rancangan campuran beton dengan cara *DOE* ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI 03-2834-2000, "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal". Sedangkan SNI 7656:2012, "Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa" mengacu pada *ACI*. Secara garis besar kedua metode tersebut didasarkan pada hubungan empiris, bagan, grafik dan tabel, tetapi pada beberapa procedural terdapat perbedaan. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Metode SNI 03-2834-2000.

Dalam prosedur rancangan campurannya mengadopsi beberapa asumsi sebagai berikut (Alkhaly, 2016) :

- a. Metode ini berlaku untuk semen *Ordinary Portland Cement* (tipe I), *Rapid Hardening Portland Cement* (tipe II), *High Early Strength Cement* (tipe III) dan *Sulphate Resisting Portland Cement* (tipe V).
- b. Metode ini membedakan antara agregat pecah (batu pecah) dan tidak pecah (agregat alami/kerikil) yang akan mempengaruhi jumlah pengguna air.
- c. Memperhitungkan gradasi dari agregat halus berdasarkan zona dan menganggap gradasi dari agregat halus akan mempengaruhi tingkat kemampuan kerja dari campuran beton.
- d. Rasio optimum dari volume curah agregat kasar per kubik beton tergantung dari ukuran maksimum nominal dari agregat kasar dan gradasi agregat halus.
- e. Kadar air dalam campuran beton hanya dipengaruhi oleh tingkat kemudahan kerja yang diperlukan, dinyatakan uji slump.
- f. Ukuran maksimum nominal dari agregat kasar, dianggap tidak mempengaruhi proporsi campuran.
- g. Metode mengadopsi campuran beton dengan rasio faktor air semen (fas) 0.5.

2.4 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang dilakukan untuk penelitian ini adalah Slump Test. Slump Test merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekentalan beton segar. Besaran penurunan inilah yang disebut sebagai nilai slump. Jika nilai Slump semakin besar, maka beton segar semakin encer dan juga sebaliknya. Faktor yang mempengaruhi nilai Slump seperti kuantitas air yang digunakan, maupun ukuran agregat yang digunakan. Berikut beberapa alat yang digunakan dalam pengujian Slump Test :



Gambar 2.4 Alat Uji Slump Tes

Langkah-langkah pengujian Slump Test dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, lalu basahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan di atas pelat.
3. Masukkan beton segar ke dalam cetakan kerucut.
4. Isi sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan, lalu padatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan. Lakukan pemadatan sampai beton terisi penuh.
5. Setelah penuh ratakan permukaan atas kerucut dengan tongkat pemadat.
6. Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas.
7. Balikkan cetakan, lalu dirikan disamping benda uji.
8. Ambil mistar/ meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan. Lalu catat tingginya.

Lakukan percobaan di atas sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.



Gambar 2.5 Pengujian Slump Test

2.5 Pengujian Beton Keras

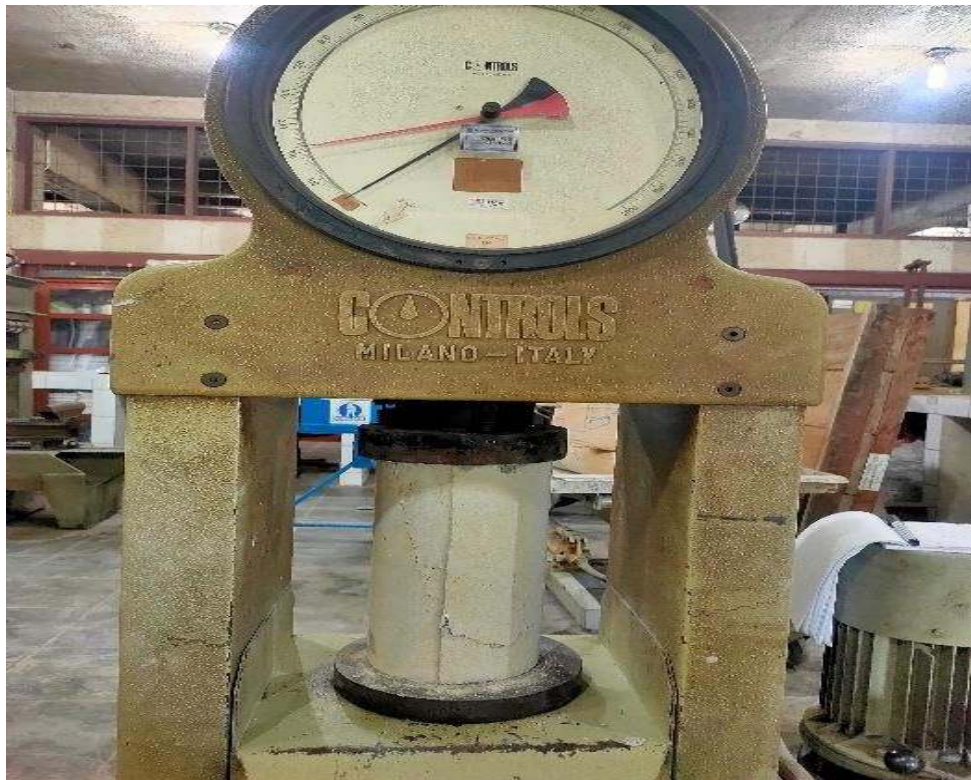
Setelah beton mengeras ada beberapa pengujian yang dilakukan, pengujian ini untuk memastikan kelayakan beton. Berikut ini beberapa jenis pengujian beton yang sudah mongering.

A. Uji Kuat Tekan (*Compression Test*)

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tekanan pada sampel beton hingga hancur, sehingga mendapatkan nilai kuat tekan. Adapun cara pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan beton yang sudah mengeras berbentuk silinder, dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm.
2. Masukkan sampel kedalam alat kuat tekan.

Lalu nyalakan alat, hingga benda uji hancur. Catat nilai kuat tekan yang didapat.



Gambar 2.6 Alat Kuat Tekan *Contorls Milano-Italy*

B. Uji *Core Dill*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sampel langsung dari beton yang mengeras. Dalam pengambilan sampel harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak struktural beton maupun tulangnya. Setelah mendapatkan sampel, sampel diuji ke laboratorium dengan alat yang nama. Dalam pengujian ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Umur dari beton harus minimal 14 hari.
2. Pengambilan dari contoh silinder beton harus dilakukan pada daerah yang kuat tekannya diragukan, biasanya berdasarkan dari data hasil yang uji contoh beton dari masing – masing bagian struktur. Dari satu daerah beton tersebut diambil satu titik pengambilan sebuah contoh nantinya.
3. Dari satu pengambilan sebuah contoh (daerah beton yang diragukan mutunya) diambil sebanyak 3 titik pengeboran. Pengeboran yang telah dilakukan harus ditempat yang tidak membahayakan sebuah struktur, misalnya jangan terlalu dekat dengan sambungan tulangan, momen maksimum dan juga dari tulangan utama.

4. Pengeboran yang dilakukan harus tegak lurus dengan permukaan pada beton.
5. Lubang bekas pengeboran yang harus segera diisi dengan beton yang mutunya minimal sama baiknya.

Untuk menentukan atau mengambil sebuah sampel pada perkerasan di lapangan sehingga dapat diketahui tebal perkerasannya serta untuk dapat mengetahui karakteristik sebuah campuran perkerasan. Berikut ini cara pelaksanaan *Core Drill* :

1. Alat akan diletakan pada lapisan perkerasan sebuah beton atau aspal yang akan dilakukan pengujian dengan posisi datar.
2. Lalu kemudian harus menyediakan air dengan alat yang ada sistem pompanya.
3. Kemudian air tersebut dimasukkan ke alat *Core Drill* dengan selang kecil pada tempat yang sudah disediakan pada alat tersebut yang digunakan sehingga alat tersebut tidak akan mengalami kerusakan terutama pada mata bor yang berbentuk silinder selama masa proses pengujian coring beton atau coring aspal.
4. Jika semua sudah siap lalu dihidupkan dengan alat tersebut dengan menggunakan tali yang dililitkan pada starter alat dan ditarik hingga hidup.
5. Kemudian alat tersebut akan hidup mata bor diturunkan secara perlahan pada titik yang sudah ditentukan sebelumnya hingga kedalaman tertentu, kemudian setelah masuk pada kedalaman yang sudah ditentukan maka alat dimatikan dan mata bor dinaikkan keatas.

Lalu hasil dari pengeboran yang sudah dilakukan diambil dengan menggunakan penjapit yang sudah tersedia, dan setelah itu dilakukan pengukuran tebal dan dimensinya serta diamati sampel tersebut apakah perkerasan tersebut sudah layak untuk digunakan atau tidak.



Gambar 2.7 Alat Uji *Core Drill*

C. Percobaan UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*)

Uji UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*) merupakan salah satu uji non-destruktif struktur bangunan gedung dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang mana metode uji ini mencakup penentuan kecepatan rambat gelombang longitudinal melalui beton. (SNI ASTM C597:2012). UPVT bekerja berdasarkan pengukuran waktu tempuh gelombang ultrasonik yang menjalar dalam struktur beton. Gelombang ultrasonik disalurkan dari *transmitter transducer* yang ditempatkan dipermukaan beton melalui material beton menuju *receiver transducer* dan waktu tempuh gelombang tersebut diukur oleh *Read-Out* unit PUNDIT (*Portable Unit Non Destructive Indicator Tester*) dalam m detik. Kedua *transducer* tersebut dapat ditempatkan secara direct, semi direct atau indirect. Karena jarak antara kedua transducer ini telah diketahui, maka kecepatan gelombang ultrasonik dalam material beton dapat dihitung, yaitu tebal beton dibagi dengan waktu tempuh.

Karena kecepatan rambat gelombang adalah merupakan fungsi dari kepadatan material, maka dengan diketahuinya cepat rambat gelombang ultrasonik di dalam beton, kecepatan tersebut dapat dikorelasikan ke nilai kepadatan beton, yang selanjutnya dikorelasikan lagi ke mutu beton, berdasarkan grafik empiris hubungan kecepatan rambat gelombang dengan mutu beton.

Selain pengukuran mutu beton, UPVT dapat juga digunakan untuk mengukur kedalaman retak dan keberadaan *honeycomb* pada beton.

Peralatan yang digunakan untuk UPV Test terdiri dari :

1. Satu buah *Read-out Unit PUNDIT (Portable Unit Non Destructive Indicator Tester)*.
2. Dua buah Transducer 54 Hz (masing-masing sebagai *transmitter* dan *receiver*).
3. Satu buah Calibration Bar serta kabel-kabel dan connector.



Gambar 2.8 *Ultrasonic Pulse Velocity*

Adapun faktor-faktor penggunaan UPV yang mempengaruhi hasil adalah sebagai berikut :

a. Temperatur

Suhu operasi normal (misalnya sekitar 20°C) tidak secara signifikan mempengaruhi kecepatan *pulse*. Namun, suhu puncak (di atas 20°C dan di bawah 0°C) akan mempengaruhi kecepatan *pulse*. Kecepatan yang diukur harus dikoreksi dengan mengalikan dengan faktor yang diperoleh sesuai dengan suhu saat pembacaan.

b. *Path Length*

Kecuali jika panjang jalur terlalu kecil, kecepatan *pulse* tidak terpengaruh olehnya. Tanpa pengaruh panjang lintasan, disarankan untuk memilih

panjang lintasan minimum 100 mm jika beton dengan agregat memiliki maksimum ukuran 20 mm dan panjang lintasan minimum 150 mm untuk beton dengan agregat maksimum ukuran 40 mm. Pengurangan 5% dalam kecepatan yang diukur biasanya diamati untuk peningkatan panjang jalur dari sekitar 3 m hingga 6 m. Kecepatan *pulse* juga dipengaruhi jika panjang jalur terlalu panjang karena pelemahan komponen *pulse* frekuensi yang lebih tinggi.

c. Kondisi kelembaban

Kecepatan *pulse* melalui beton basah ditemukan hingga 5% lebih tinggi dari pada beton yang sama dalam kondisi kering (efek kelembaban kurang signifikan untuk beton kekuatan tinggi dibanding beton kekuatan rendah). Namun, kekuatan beton kering ditemukan lebih berpengaruh dari beton yang sama dalam kondisi basah. Setelah memahami jenis-jenis percobaan beton keras diatas, penelitian ini hanya melakukan satu percobaan beton keras saja. Percobaan tersebut adalah kuat Kuat Tekan Beton, dengan alat *Controls Milano-Italy* yang berada di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil. Universitas HKBP Nommensen Medan.

2.6 Penelitain Terdahulu

Tabel 2.9 Tabel Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Judul	Hasil Penelitian
1.	Daslin Solim Juanda Lumban Tobing (2017)	“Analisa Pengaruh Limbah Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-175”.	Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh limbah kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai substitusi pasir terhadap kuat tekan beton, Kemudian dilanjutkan dengan persiapan dan pengujian untuk mendapatkan perhitungan desain campuran (<i>job mix design</i>). Setelah dilakukan pembuatan benda uji (<i>sample</i>), setelah itu dilakukan perawatan (<i>curing</i>) dengan di rendam di dalam air, pengujian kuat tekan beton dilakukan pada beton berumur

			<p>7, 14, 28 hari. Setelah pengujian dilakukan analisis data dan mengolah data yang diperoleh.</p> <p>Dimana kuat tekan tertinggi terletak pada campuran kulit kerang dan abu ampas tebu dengan kadar 6%-7% yaitu 191,02 kg/m³. Sedangkan kuat tekan terendah pada campuran kulit kerang dan abu ampas tebu dengan kadar 2%-3% yaitu 183,77 kg/m³.</p>
2.	MA'Rifatul Nikmah (2017)	<p>“Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Simpang Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton”.</p>	<p>“Potensi Penggunaan Cangkang Kerang Sebagai Filter Dalam proses Depurasi Terhadap kandungan Berat kadium (Cd) Pada Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)”.</p> <p>Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang kerang bulu sebagai filter dalam proses depurasi terhadap kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>). Penggunaan cangkang kerang sebagai filter dalam proses depurasi berpengaruh terhadap penurunan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu. Sebelum dilakukan depurasi dengan menggunakan serbuk cangkang kerang kandungan Cd pada kerang bulu adalah 0,3598 ppm menjadi 0,038 ppm pada perlakuan P3 (89,5%) selama 24 jam yang tidak berbeda nyata dengan P4 (75,1%) selama 24 jam. Namun mortalitas di P3 selama 24 jam besar yaitu 10,98%, maka hasil yang optimal untuk menurunkan Cd pada daging kerang bulu adalah P2 (serbuk</p>

			cangkang 50%) selama 24 jam dapat menurunkan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang bulu sebesar 48,5% dan memiliki nilai mortalitas rendah 6,65% untuk menurunkan Cd sesuai dengan SNI.
3.	Andre Ian Kusuma (2020)	“Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Simping Sebagai Bahan Pengganti Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton”.	Dalam penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan yang dihasilkan kulit kerang sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus pada campuran beton dengan presentase 0%, 4%, 8% dan 16%, dari penelitian ini dapat disimpulkan beton yang telah dicampur dengan kulit kerang simping mengalami penurunan kuat tekan maka perlu adanya metode tambahan dalam pengolahan kerang simping atau penambahan presentase campuran dikarenakan hasil optimum pada pengujian 7 dan 28 hari berbeda karena beeton yang dituang dalam cetakan benda uji merata, agar tidak ada bagian kurang padat atau kropos.

BAB III

METOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Secara umum kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Universitas HKBP Nommensen (UHN) Medan. Kegiatan diawali dengan melakukan studi penelitian, kemudian dilanjutkan dengan persiapan dan pengujian untuk mendapatkan perhitungan desain campuran (*job mix design*). Setelah dihitung kemudian dilakukan pembuatan benda uji (*sample*), setelah itu dilakukan perawatan (*curing*) dengan perendaman dalam air. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

Metode penelitian eksperimental adalah penelitian yang digunakan dengan menciptakan fenomena pada kondisi terkendali. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan hubungan sebab-akibat dan pengaruh faktor-faktor pada kondisi tertentu. Dalam bentuk yang paling sederhana, pendekatan eksperimental ini berusaha untuk menjelaskan, mengendalikan, dan meramalkan fenomena seteliti mungkin. Dalam penelitian eksperimental banyak digunakan model kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan percobaan terhadap kelompok-kelompok eksperimen. Kepada tiap kelompok eksperimen dikenakan perlakuan-perlakuan tertentu dengan kondisi yang dapat dikontrol. Data sebagai hasil pengaruh perlakuan terhadap kelompok eksperimen diukur secara kuantitatif kemudian dibandingkan (Dr. Ir. Wesli, MT, 2008).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa tahapan guna mempermudah dan terstruktur supaya mendapatkan hasil yang maksimal, tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Penyediaan bahan-bahan penyusun beton
- b. Pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton
- c. Perencanaan campuran beton (*Mix design*)
- d. Pembuatan benda uji dan berat jenis beton segar
- e. Perawatan benda uji

f. Pengujian kuat tekan beton umur 7,14,21 dan 28 hari.

3.2 Standart Penelitian

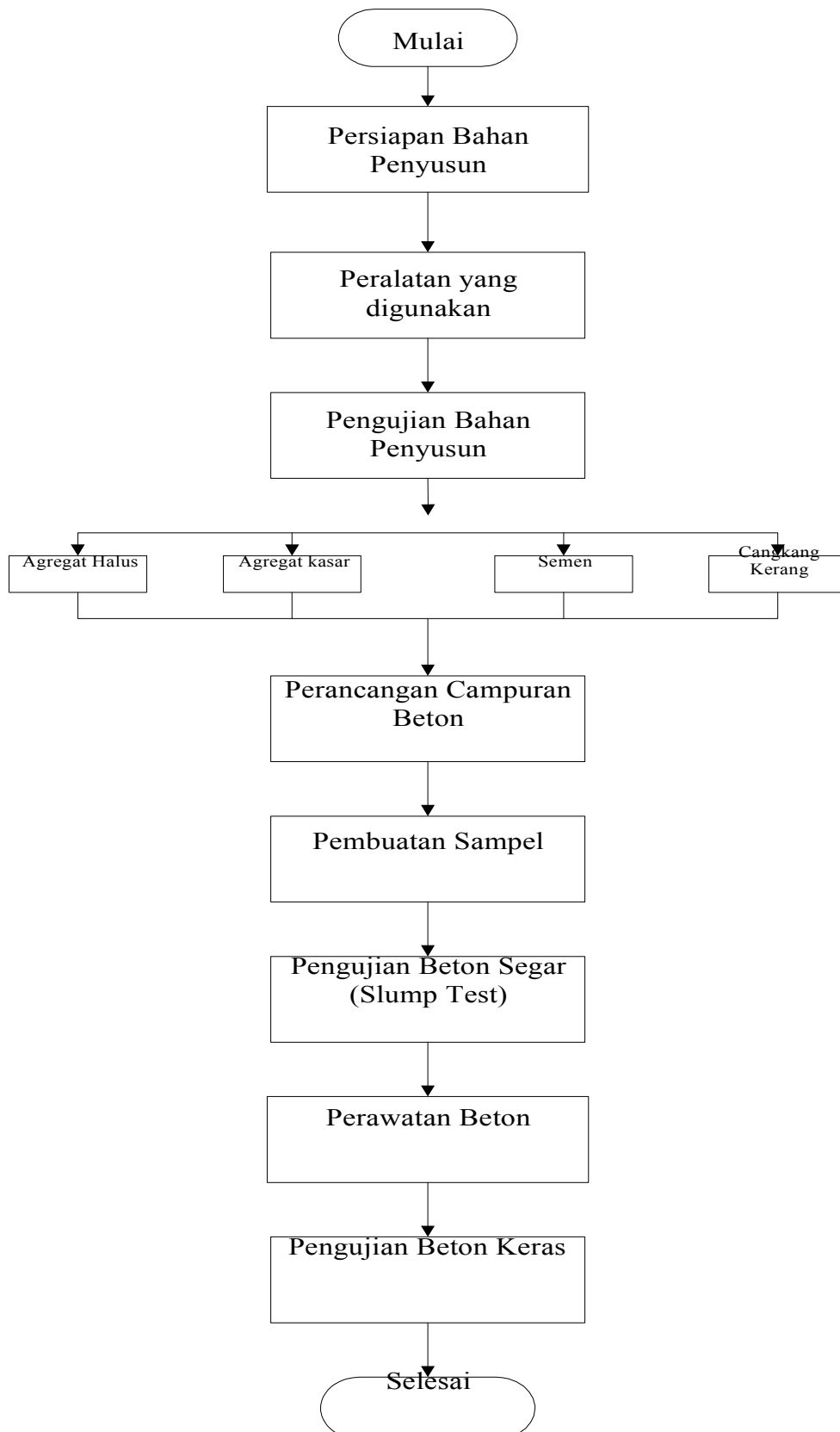
Standart yang digunakan dalam penelitian ini adalahm :

1. Standart Nasional Indonesia tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Bangunan Untuk Gedung (SK - SNI 03 – 2847 – 2013).
2. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971).

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang digunakan dalam penelitian ini :

1. SNI 03-2530-1991 tentang metode pengujianf kehalusan semen portland
2. SNI 15-2049-1994 tentang semen portland.
3. SNI 2816:2014 tentang metode uji bahan organik dalam agregat halus untuk beton.
4. SNI 03-1968-1990 tentang metode pengujian analisa saringan agregat kasar & halus.
5. SNI 2417:2008 tentang cara uji keausan agregat dengan mesin arasi Los angeles.
6. SNI 1969:2008 tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.
7. SNI 1970:2008 7 tentang cara uji berat jenis dan jenyerapan air agregat halus.
8. SNI 03–1971–1990 tentang metode pengujian kadar air agregat.

3.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.4 Persiapan Bahan Penyusun

3.4.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. Semen

Jenis : *Portland Cement* (PC), Semen Andalas

Tipe : 1 (Satu)

2. Agregat Halus

Jenis : Pasir Sungai

Dari : Binjai, Sumatera Utara

3. Agregat Kasar

Jenis : Batu Pecah

Dari : Binjai, Sumatera Utara

4. Air

Jenis : Air Bor UHN Medan

Sumber : Lab. Beton UHN Medan

5. Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar

Jenis : Cangkang Kerang

Sumber : Industri Kerang Kupas, Salang Buah, Kab. SERGAI

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

a. Saringan

Beberapa pengujian yang dilakukan dengan alat saringan, seperti :

1) Diameter saringan yang digunakan untuk Agregat Kasar adalah 31,5mm, 25,4mm, 19,0mm, 12,5mm, 9,5mm, 4,75mm dan PAN.

2) Agregat Halus berdiameter 9,5mm, 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,3mm, 0,15mm, 0,075mm dan PAN.

b. Mesin Uji Kuat Tekan Beton (*Control Milano-Italy*)

c. Mesin Adukan Beton (Molen)

d. Cetakan Beton Berbentuk Slinder dengan ukuran 15cm × 30cm

e. Mesin Penggetar

f. Kuas

g. Oven

- h. Timbangan
- i. Gelas Ukur
- j. Mistar
- k. Krucut *Abrams* dengan ukuran diameter atas 100 ± 30 mm, diameter bawah 200 ± 30 mm, tinggi 300 ± 30 mm dan baja penumbuk.
- l. Ember
- m. Sekop
- n. Sendok Semen
- o. Vicat
- p. Talam
- q. Sendok Semen
- r. Mesin Los Angels
- s. Mould
- t. Minyak Solar
- u. Tongkat Tumbukan/Pemadat
- v. Alat Angkut
- w. Bak Perawatan Beton

3.5 Pengujian Bahan Penyusun Beton

3.5.1 Analisa Ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990)

1. Tujuan Percobaan :
 - a. Mengetahui gradasi/distribusi pasir.
 - b. Menentukan modulus kehalusan (*fineness modulus*) pasir.
2. Peralatan :
 - a. Timbangan
 - b. Sieve shaker machine
 - c. 1 set ayakan
 - d. Oven
 - e. *Sample Splitter*
3. Bahan :

Pasir kering Oven sebanyak 1000 gram.
4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil pasir yang sudah kering oven ($110 \pm 5^\circ\text{C}$).
 - b. Sediakan 2 (dua) sampel pasir dengan berat masing-masing 1000 gram dengan menggunakan sampel splitter.
 - c. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah (9,52 mm, 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm dan PAN).
 - d. Tempatkan susunan ayakan tersebut di atas *sieve shaker machine*,
 - e. Masukkan sample 1 pada ayakan yang paling atas lalu tutup rapat.
 - f. Kemudian nyalakan mesin selama 15 menit.
 - g. Setelah 15 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing masing ayakan tersebut.
 - h. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.
5. Rumus

$$FM = \text{_____}$$

Keterangan :

FM = *Fineness Modulus* (Modulus Kehalusan)

Derajat kehalusan (kekerasan) suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan (*Fineness*) dengan batasan-batasan sebagai berikut :

- Pasir Halus : $2,20 < FM < 2,60$

- Pasir Sedang : $2,60 < FM < 2,90$

- Pasir Kasar : $2,90 < FM < 3,20$

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

3.5.2 Analisa Ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

1. Tujuan Percobaan :

- a. Mengetahui gradasi/distribusi kerikil
- b. Menentukan modulus kehalusan (*fineness modulus*) kerikil.

2. Peralatan :

- a. 1 set ayakan
- b. *Sieve shaker machine*
- c. Timbangan
- d. *Sampel splitter*

- e. Sekop
- 3. Bahan Kerikil sebanyak 2000 gram
- 4. Prosedur percobaan
 - a. Sediakan 2 (dua) sampel kerikil dengan berat masing-masing 2000 gram dengan menggunakan *sampel splitter*.
 - b. Masukkan kerikil kedalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya (38,1 mm, 19,1 mm, 9,52 mm, 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm dan PAN).
 - c. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *sieve shaker machine*, kemudian nyalakan mesin selama 15 menit.
 - d. Setelah 15 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing-masing ayakan tersebut.
 - e. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.
- 5. Rumus

$$FM = \frac{\text{Berat Kerikil Tertahan}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus* (Modulus Kehalusan)

3.5.3 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)

- 1. Tujuan Percobaan :
 - a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat halus (pasir).
 - b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat halus (pasir).
- 2. Peralatan :
 - a. Timbangan.
 - b. Mould dan batang perojok.
 - c. oven.
 - d. Piknometer.
 - e. Talam/Pan.
 - f. Kain lap.
 - g. Ember.

3. Bahan :
 - a. Pasir.
 - b. Air.
4. Prosedur percobaan :
 - a. Sediakan pasir secukupnya.
 - b. Rendam pasir tersebut dalam suatu wadah dengan air selama 24 jam.
 - c. Pasir tersebut didinginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan.
 - d. Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD adalah sebagai berikut :

Masukkan pasir kedalam mould 1/3 tinggi lalu dirojok sebanyak 25 kali. Kemudian masukkan pasir kedalam mould hingga ketinggian 2/3 tinggi lalu dirojok sebanyak 25 kali. kemudian isi sampai penuh dan rojok 25 kali. setelah itu mould diangkat perlahan, Apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhannya) berarti pasir dalam kondisi SSD.
 - e. Sediakan pasir dalam kondisi SSD dalam 2 bagian, masing-masing seberat 500 gram. Bagian pertama dimasukkan kedalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian ke 2 dimasukkan kedalam piknometer kemudian diisi dengan air, lalu kemudian di guncang-guncang berulang dengan maksud agar udara di dalam pasir keluar. Hal ini ditandai dengan keluarnya buih dari pasir. Buih yang keluar tersebut dibuang dengan cara mengisi piknometer sampai air melimpah dari leher piknometer tersebut. pengisian air dilakukan dengan cara perlahan-lahan, setelah udara tidak ada lagi hingga air sampai batas air.
 - f. Timbang piknometer + air + pasir.
 - g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas air maksimal.
 - h. Timbang berat piknometer + Air.
 - i. Untuk pasir yang diovenkan, setelah kering dilakukan penimbangan.
 - j. Ulangi prosedur percobaan diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus :

a. Berat Bulk

= _____

b. Berat Uji Permukaan Jenuh

= _____

c. Berat Uji Semu

= _____

3.5.4 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

1. Tujuan Percobaan :

- a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat kasar.
- b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat kasar.

2. Peralatan :

- a. Timbangan.
- b. Saringan ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm serta pan.
- c. Kain lap.
- d. Oven.
- e. Ember.

3. Bahan :

- a. Kerikil.
- b. Air.

4. Prosedur percobaan :

- a. Kerikil diayak dengan ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. Kerikil yang akan digunakan adalah kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan tertahan pada ayakan 4,76 mm kemudian timbang seberat ± 3 kg.
- b. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.
- c. Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan menggunakan kain lap.

- d. Siapkan kerikil sebanyak 2 x 1250 gram untuk dua sampel.
- e. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada dunagan test set sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air dalam kondisi tenang. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD kedalam keranjang yang berisi air.
- g. Timbang berat air + Kerikil + keranjang.
- h. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan didalam oven selama 24 jam.
- i. Timbang berat kerikil yang telah di ovenkan
- j. Ulangi prosedur diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus

- 1) Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

- 2) Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*Saturated Surface Dry*)

- 3) Berat Jenis Semu (*Apparevt Specivic Grafity*)

Dimana :

Bk = berat benda uji kering oven, dalam gram

Bj = berat benda uji kering permukaan jenuh, dalam gram

Ba = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air, dalam gram

3.5.5 Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990)

Ialah penentuan persentase berat butiran agtegat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam table atau grafik. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan sampel sesuai dengan kebutuhan
- b. Siapkan saringan dengan, lalu susun dengan urutan sebagai berikut :
 - 1) Agregat Kasar adalah 31,5mm, 25,4mm, 19,0mm, 12,5mm, 9,5mm, 4,75mm dan PAN.
 - 2) Agregat Halus berdiameter 9,5mm, 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,3mm, 0,15mm, 0,075mm dan PAN.
- c. Masukkan sampel kedalam saringan, lalu tutup.
- d. Kemudian letakkan susunan saringan diatas mesin penggetar, lalu nyalakan mesin selama 15 menit.
- e. Setelah 15 menit angkat saringan dari mesin penggetar.
- f. Lalu timbang berat agregat dari tiap nomor saringan.

Perhitungan :

$$FM = \frac{\text{berat agregat}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus* (Modulus Kehalusan)

3.5.6 Keausan Agregat dengan Mesin Los Angels

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan dari agregat kasar dengan mesin Los Angels. Metode percobaan Los Angels adalah sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles setelah ditimbang sesuai dengan tabel ukuran fraksi diatas.
- 2) Mencuci agregat hingga bersih dan oven selama 24 jam, setelah dioven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruangan.
- 3) Memasukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dengan bola baja yang sesuai pada tabel ukuran fraksi diatas.
- 4) Menyalakan mesin, mesin akan berputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm untuk 500 putaran.
- 5) Setelah putaran selesai sampel dikeluarkan kemudian melakukan penyaringan awal dengan saringan berdiameter lebih dari 1,7 mm (No.12). Saring bagian sampel yang lebih halus dengan saringan 1,7

mm (No.12). Butiran yang tertahan / lebih besar dari 1,7 mm (No.12) dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan oven suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap lalu ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Kehausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = adalah berat benda uji semula (Gram)

b = adalah berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm) (Gram)

3.5.7 Kadar Air Agregat (SNI 03 – 1971 – 1990)

a. Tujuan Percobaan :

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

b. Peralatan :

a. Oven.

b. Talam.

c. Timbangan.

c. Bahan :

a. Agregat Kasar.

d. Prosedur Percobaan

a. Ambil Agregat Halus dan Agregat Kasar dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gram.

b. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ$ selama 24 jam hingga berat tetap.

c. Timbang berat Agregat Kasar tersebut.

e. Rumus

$$\text{Kadar Air} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

Dimana:

W1 = Bobot sampel dan cawan kering (gr)

W2 = Bobot cawan kosong (gr)

3.5.8 Kadar Air Kulit Kerang

1. Tujuan Percobaan Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh Kulit Kerang.
2. Peralatan :
 - a. Oven
 - b. Talam
 - c. Timbangan
3. Bahan
 - a. Kulit Kerang.
4. Prosedur Percobaan
 - b. Ambil Kulit kerang dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gram.
 - c. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ selama 24 jam hingga berat tetap.
 - d. Timbang berat Kulit Kerang tersebut.
5. Rumus

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Dimana :

W_1 = Bobot sampel dan cawan kering (gr)

W_2 = Bobot cawan kosong (gr)

3.5.9 Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland (SNI 03-2531-1991)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui cara pengujian dan menentukan berat jenis *Portland Cement Composit* (PCC). Berat jenis semen Portland komposit tidak sama dengan berat jenis semen Portland biasa. Apabila semen Portland memiliki berat jenis kisaran 3,0-3,2 maka semen Portland komposit memiliki berat jenis kurang dari 3,00. Untuk mengetahui berat jenis semen maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$G = \frac{W}{V} \times d$$

Keterangan :

- G : Berat jenis semen (*Specific Gravity*)
- W : Berat semen (gram)
- V₁ : Pembacaan skala yang berisi kerosin
- V₂ : Pembacaan skala yang berisi kerosin + air
- d : Berat isi air pada suhu 4°C (1gr/cm³)

Prosedur pengujian :

- a. Mengisi Labu Le Chatlier kapasitas 24 ml dengan kerozen/minyak tanah sampai memenuhi skala antara 0 dan 1, kemudian membersihkan dan mengeringkan bagian atas permukaan kerozen dengan menggunakan kawat yang dibalut dengan tissue.
- b. Meletakkan Labu Le Chatlier yang berisikan kerozen di ruang yang bersuhu tetap selama 15 menit untuk menyamakan suhu cairan(kerozen) dengan suhu ruangan 24,5°C.
- c. Mengamati dan mencatat volume awal (V₁) dengan membaca skala pada Labu Le Chatlier.
- d. Menimbang Semen Portland Komposit 60,6 gram, kemudian memasukkan Semen Portland Komposit yang telah ditimbang kedalam Labu Le Chatlier secara perlahan menggunakan spatula dan corong kaca. Jika saluran masuk terhambat, dapat dibantu dengan menusukkan kawat ke saluran yang terhambat. Diupayakan sementidak menempel di dinding Labu Le Chatlier. Apabila semenmenempel di dinding Labu Le Chatlier, maka putar Labu Le Chatlier secara perlahan.
- e. Meletakkan kembali Labu Le Chatlier yang berisikan semen dan kerozen di ruangan yang bersuhu 24,5°C selama 15 menit.
- f. Memutar benda uji secara perlahan sampai tidak terdapat gelembung udara.
- g. Apabila gelembung udara tidak timbul kembali, kemudian membaca volume akhir (V₂) dengan skala yang terdapat pada Labu Le Chatlier.

3.6 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perancangan campuran adukan Beton adalah kajian dan pelaksanaan tentang *Mix Design* adukan beton berdasarkan coba-coba (Eksperimental), SNI, ACI, dan *ROAD NOTE* No.4, sehingga kebutuhan bahan dapat dianalisis secara pasti. Berikut merupakan langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T-15-1990-03 :

- a. Penetapan kuat tekan beton Kuat tekan beton yang disyaratkan/direncanakan ditentukan dengan kuat tekan pada beton umur 28 hari (f_c).
- b. Penetapan nilai deviasi standar (s) Deviasi standar ditetapkan berdasarkan atas tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai ini biasanya didasarkan atas hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton dengan mutu yang sama, dan menggunakan bahan-bahan dasar yang sama pula.
- c. Jika pelaksana mempunyai catatan data hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, persyaratan jumlah data hasil pengujian minimum adalah 30 buah. Satu data hasil pengujian kuat tekan rata-rata diambil dari pengujian kuat tekan dua kubus yang dibuat dari contoh beton yang sama dan pengujian pada umur 28 hari atau umur lain yang ditetapkan.
- d. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji, dilakukan koreksi nilai deviasi standar dengan suatu faktor perkalian.

Tabel 3.1 Faktor Perkalian Standar Deviasi

Jumlah Data	≥ 30	25	25	15	< 15
Faktor Perkalian	1.00	1.03	1.08	1.16	Tidak Boleh

Sumber : Wuryati Samekto, 2001

- e. Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan/pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), nilai margin dapat langsung diambil

12

Mpa.

Tabel 3.2 Nilai Standar Deviasi

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat Baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa Kendali	8.4

Sumber : Wuryati samekto, 2001

- f. Penetapan nilai tambah (margin = m) Jika nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar yang dipilih, margin dapat dihitung dengan rumus :

$$m = k \times s$$

dimana :

m = Nilai tambah dalam Mpa

k = konstanta yang besarnya 1.64

s = Deviasi standar dalam Mpa

- g. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Kuat tekan beton rata-rata yang hendak dicapai (direncanakan) diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dimana :

f'_c = Kuat tekan rata-rata (Mpa)

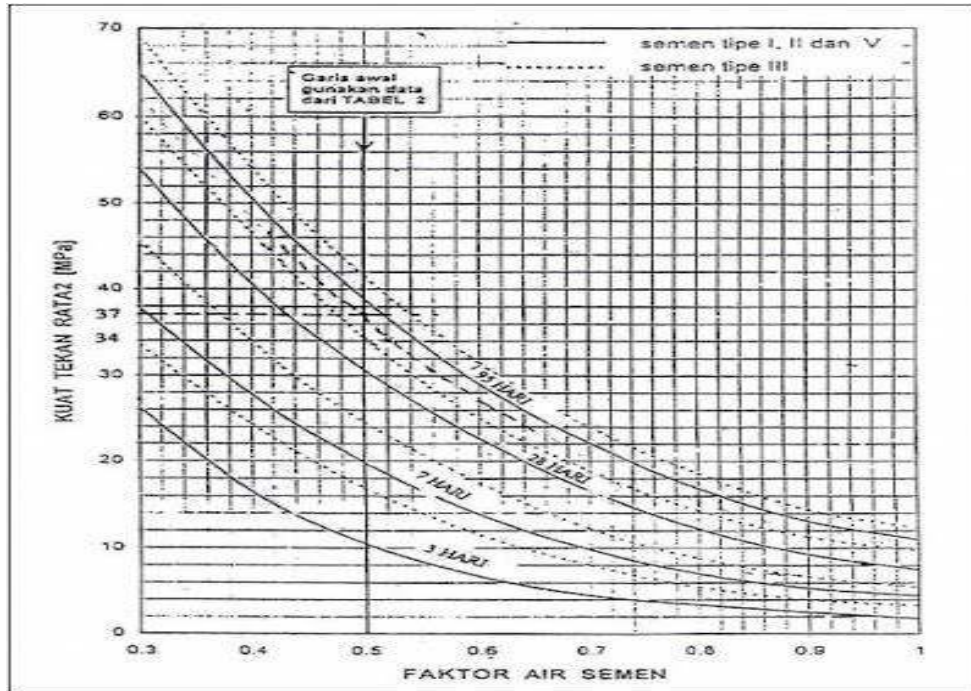
f'_{cr} = Kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

m = Nilai tambah (Mpa)

- h. Penetapan jenis semen yang digunakan.

- i. Penetapan jenis agregat Jenis agregat yang akan digunakan ditetapkan apakah menggunakan kerikil alam ataukah batu pecah (*crushed aggregate*).

- j. Penetapan faktor air semen.



Gambar 3.2 Grafik Hubungan antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

3.7 Perawatan Benda Uji

Perawatan (*curing*) dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan perlu untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi terjadi di dalamnya.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

3.8 Pengujian Benda Uji

Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah *CONTROLS MILANO-ITALY*. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sampel dengan alat tersebut.

3.8.1 Pengujian Beton Segar (SNI 03-1972-1990)

Beton Segar ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton. Untuk melaksanakan pengujian Beton Segar harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Basahi cetakan dan pelat.
- b. Letakkan di atas pelat dengan kokoh.
- c. isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata, tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- d. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan. Kemudian cetakan diangkat secara perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- e. Balikkan cetakan dan letakkan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

3.8.2 Pengujian Berat Isi Beton Segar (SNI 03-1973-1990)

Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton segar harus diikuti tahapan sebagai berikut :

1. Isilah takaran dengan benda uji dalam 3 lapis.
2. Tiap-tiap lapis dipadatkan 25 kali tusukan secara merata.
3. Setelah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran perlahan-lahan sampai tidak tampak gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertutup.
4. Ratakan permukaan benda uji dan tentukan beratnya.

3.8.3 Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990)

Pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 9 buah. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin *CONTROLS MILANO-ITALY* berkapasitas 2000 ton yang ditekan secara otomatis.

Untuk melaksanakan pengujian kuat teka beton segar harus diikuti tahapan sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan dengan cara centris
2. Jalankan mesin tekan dengan menambahkan beban yang konstan sekitar pada 2 hingga 4 kg/cm² per detik.
3. Lakukan pembebanan hingga benda uji jadi hancur serta tulislah beban maksimum yang berlangsung sepanjang kontrol benda uji.
4. Gambar bentuk pecah serta tulislah kondisi benda uji.