BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat berperan dalam jasa kontruksi, karena kemudahan dalam pekerjaan dan keekonomisannya dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya. Beton sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, dan agregat pada perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah. Reaksi yang terjadi antara air dan semen akan membentuk pasta berfungsi untuk mengikat agregat.

Berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kemampuan atau mutu beton, antara lain yaitu mencari bahan pengganti yang lebih ekonomis tetapi memiliki kemampuan atau mutu yang baik. Sisa-sisa batuan tambang yang diambil dari tungku pembakaran adalah agregat buatan yang banyak digunakan. Sisa-sisa batuan tambang dihasilkan dari tungku pembakaran besi yang mengandung silikat dan alumino-silikat. Sisa-sisa batuan tambang ini kekerasannya bervariasi, dan yang berbentuk debu, dan mudah lepas akibat terlalu banyak besi feronya sebaiknya dihindari pemakaiannya. **(Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1986).** Limbah nikel (slag) merupakan batuan hasil pembakaran ferronikel dan memenuhi syarat untuk pengganti agregat kasar, karena memiliki kandungan besi fero yang kecil.

3.2 Material Penyusun Beton

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung kapur, silika dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550 °C dan menjadi klinker **(Kardiono, 1992).**

Bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari batu kapur, silika (SiO_2) dari lempung dan alumina (Al_2O_3) dari lempung. **(E. G. Nawy, 1990).**

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu kesatuan yang kompak dan padat, karena semen juga mengisi rongga antara agregat. Reaksi antara semen dan air akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen portland dengan air menghasilkan senyawa kimia yang disertai pelepasan panas. Pelepasan panas ini akan berpengaruh pada kondisi beton, kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan ketika beton mengeras dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi kimia semen dengan air dibedakan menjadi dua, yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Periode pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan pengerasan, sedangkan periode pengerasan merupakan periode penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai.

Reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air yang ditimbulkan akibat pencampuran semen dengan air menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Menurut **Murdock, (1986),** ada 4 (empat) oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa kimia yaitu :

1. Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO.\ SiO_2$

   Merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen. Bila semen terkena air, unsur ini akan segera terhidrasi dan menghasilkan panas serta berpengaruh besar terhadap pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari.

2. Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$

   Pada penambahan air reaksi lebih lambat daripada C_3S, sehingga berpengaruh pada pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari dan memberikan kekuatan akhir serta membuat semen tahan terhadap serangan kimia, juga mengurangi besar susut pengeringan.

3. Trikalsium Aluminat (C_3Al) atau $3CaO.Al_2O_3$

   Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi dan bereaksi sangat cepat, memberikan kekuatan sesudah 24 jam tetapi kekuatannya sangat rendah.

4. Tetrakalsium Aluminat (C_4Al) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

   Kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau kekuatan beton, warna abu-abu pada semen disebabkan oleh senyawa ini.

Jenis-jenis Semen

Menurut PUBI – 1982 semen portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis yaitu :

Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak menggunakan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.

Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.

Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah.

Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran mineral alami yang mempunyai ukuran butir-butir kecil kurang dari 4,80 mm dan berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Secara umum agregat halus disebut pasir, baik pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pecahan batu.

Pasir alam terbentuk dari pecahan batu dan dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai, atau dari tepi laut. Oleh karena itu agregat halus (pasir) dapat digolongkan menjadi tiga macam. **(Kardiyono, 1992).** :

a. Pasir galian, pasir golongan ini didapat langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci.
b. Pasir sungai, pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butir agak kurang karena butir yang bulat.
c. Pasir laut, pasir ini diambil langsung dari pantai, yang memiliki butir-butir halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman.

3.2.3 Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi ¼ in.(6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Jenis agregat kasar yang umum adalah **(Edward G. Nawy, 1990) :**

1. Batu pecah alami, didapat dari batu cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini didapat dari gunung berapi, jenis sedimentasi atau jenis metamorf.
2. Kerikil alami, terjadi oleh proses alami, yaitu terjadi oleh pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lekat lebih rendah dari batu pecah.
3. Agregat kasar buatan, biasanya merupakan hasil dari proses buatan seperti yang dihasilkan oleh alat pemecah batu (*stone crusher*).

4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat, agregat jenis ini misalnya baja pecah.

3.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk reaksi kimia dengan semen membentuk pasta semen yang berpengaruh pada sifat yang dikerjakan adukan beton, kekuatan, kemudahan dalam pengecoran, susut, dan keawetannya.

Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 30% terhadap berat semennya. Dalam prakteknya nilai fas yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air tersebut dapat digunakan sebagai pelumas, tetapi kelebihan air yang terlalu banyak akan berakibat kekuatan beton rendah, beton keropos dan akan terjadi bleeding, kemudian menjadi buih dan terbentuk lapisan tipis yang akan mengurangi lekatan atara lapisan beton dan merupakan bidang sambung yang lemah.

3.2.5 Limbah Nikel (*slag*)

Bahan pengganti agregat kasar, yang cukup baik dan tersedia karena merupakan sisa-sisa hasil pembakaran ferronikel. Limbah nikel ini berwarna kelabu perak dan memiliki sifat-sifat fisik menyerupai batu. Dari hasil laporan analisa unsur slag peleburan I/II limbah nikel (*slag*) ini memiliki kandungan kimia antara lain :

1. SiO_2

   Kandungan senyawa ini merupakan yang terbanyak dalam *slag*, sehingga dengan silika yang tinggi diharapkan dapat meningkatkan mutu beton.

2. CaO

   Kapur merupakan salah satu bahan pembentuk semen, sehingga apabila disatukan dengan agregat halus dan agregat kasar akan membentuk masa yang kompak dalam arti menjadi satu dan padat.

3. Al_2O_3

   Alumina juga merupakan salah satu pembentuk semen, sehingga dengan adanya tiga unsur senyawa ini diharapkan akan membentuk satu kesatuan beton yang kuat setelah dicampur dengan unsur-unsur pembentuk beton, yaitu semen, air, pasir, dan agregat.

4. MgO, Fe, Ni, Cr, BC

   Merupakan unsur-unsur yang ada di *slag*

3.2.6 Slump

Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton segar. Makin besar nilai slump berarti makin encer adukan betonnya, sehingga adukan beton mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, karena bila nilai slump sama tetapi nilai fas berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semennya lebih banyak **(Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).**

3.3 Perencanaan Campuran Beton

Perhitungan rencana campuran beton dimaksudkan untuk mendapatkan atau menentukan proporsi semen, air, agregat kasar dan agregat halus dalam tiap $1m^3$, sehingga dapat diperoleh mutu beton sesuai dengan yang direncanakan.

Dalam penelitian ini menggunakan peraturan ACI (*American Concrete Institute*) sebagai perancangan dasar campuran. Salah satu maksud dan tujuan dengan menggunakan perancangan ACI adalah untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan.

Langkah – langkah perencanaan metode ACI adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat desak yang disyaratkan dan nilai margin.

   f cr = f'c + m

   dengan : f cr = kuat desak rata-rata

   f'c = kuat desak yang disyaratkan (Mpa)

   m = nilai margin (Mpa)

   Nilai margin tergantung pada tingkat pengawasan mutu dan didefinisikan sebagai : m = k. sd, dengan k = 1,64 dan sd adalah nilai deviasi standar yang diambil dari tabel 3.1.

Tabel 3.1. Nilai Deviasi Standar (kg/cm^2)

(sumber : **Kardiyono, 1992**)

Volume Pekerjaan (m^3)	Mutu Pekerjaan		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	45 < sd <= 55	55 < sd <= 65	65 < sd <= 85
Sedang 1000 sd 3000	35 < sd <= 45	45 < sd <= 55	55 < sd <= 75
Besar > 3000	25 < sd <= 35	35 < sd <= 45	45 < sd <= 65

Jika jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah, maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali, seperti tampak pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Data	30	25	20	15	< 15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

2. Menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur beton yang dikehendaki tertera pada tabel 3.2 dan keawetan berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan tertera pada tabel 3.3 dari keduanya dipilih yang paling rendah.

Tabel 3.3. Hubungan faktor air semen dengan kuat desak beton silinder pada umur 28 hari. (sumber : **Kardiyono, 1992**).

Faktor air semen	Perkiraan kuat desak rata-rata (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 3.4. Faktor air semen maksimum (sumber : **Kardiyono,1992**).

Kondisi elemen	Nilai fas
Beton didalam ruang	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif	0,52
Beton diluar ruang	
a. Tidak telindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60

b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah	
a. Mengalami keadaan kering dan basah berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

3. Berdasar pada strukturnya ditctapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat dari tabel 3.4.

Tabel 3.5. Nilai slump (cm). (sumber : **Kardiyono,1992**).

Pemakaian jenis elemen	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, koison dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran agregat dan nilai slump dari tabel 3.5.

Tabel 3.6. perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump. (sumber : **Kardiyono, 1992**).

Slump (mm)	Ukuran maks agregat (mm)		
	10	20	40
25-50	206	182	162
75-100	226	203	177
150-175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

5. menghitung berat semen yang diperlukan, berdasarkan hasil dari langkah (2) dan (4).

$$Bs = \frac{Ba}{fas} \quad (3.1)$$

$$Vs = \frac{Bs}{Bjs} \quad (3.2)$$

keterangan :

Bs = berat semen

Ba = berat air

Fas = faktor air semen

Vs = volume semen

Bjs = berat jenis semen

6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus agregat halusnya, dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.7. Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maks agregat dan modulus halus pasir (m^3).

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
100	0,90	0,88	0,86	0,84

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (tabel3.6), dengan cara hitungan volume obsolute.

$$Vah = 1 - (Va + Vk + Vs + Vu) \quad (3.3)$$

$$Bp = Vah \,.\, Bjp \quad (3.4)$$

Keterangan :

Vah = volume agregat halus

Va = volume air

Vk = volume kerikil

Vs = volume semen

Vu = volume udara terperangkap

Bp = berat pasir

Bjp = berat jenis semen

8. Hitung berat masing-masing bahan penyusun dengan menggunakan langkah (7).

3.4. Kuat Desak Beton

Nilai kuat desak didapat melalui pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan pada beban tertentu atas benda uji silinder beton hingga hancur.

Kuat desak beton dihitung dengan menggunakan rumus

$$f'c = P/A \quad (3.5)$$

Keterangan :

P = gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan benda uji (mm^2)

f'c = Kuat desak dari masing-masing benda uji (Mpa)

Selanjutnya dianalisis terhadap kuat desak karakteristiknya dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = f'cr - k.sd \quad (3.6)$$

$$f'cr = \sum_{i=1}^{n} f'ci / n \quad (3.7)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f'c - f'cr)2}{n-1}} \quad (3.8)$$

Keterangan :

f'cr = Kuat desak beton rata-rata (Mpa)

f'c = Kuat desak beton (Mpa)

f'ci = Kuat desak masing-masing benda uji (Mpa)

n = Jumlah benda uji

k = Tetapan statistik dengan kegagalan 5% diambil 1,64

Sd = standard deviasi

3.5. Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton yang dihasilkan dari uji belah beton silinder menurut SKSNI T-15-1991-03 pasal 3-8, disebutkan bahwa kuat tarik belah benda uji dihitung dengan ketelitian 0,05 Mpa dengan menggunakan rumus :

$$fct = \frac{2.P}{\pi.l.d} \quad (3.9)$$

Keterangan :

fct = kuat tarik beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

L = Panjang silinder (mm)

D = Diameter silinder (mm)

Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan $0,5\sqrt{f'c} - 0,6\sqrt{f'c}$.

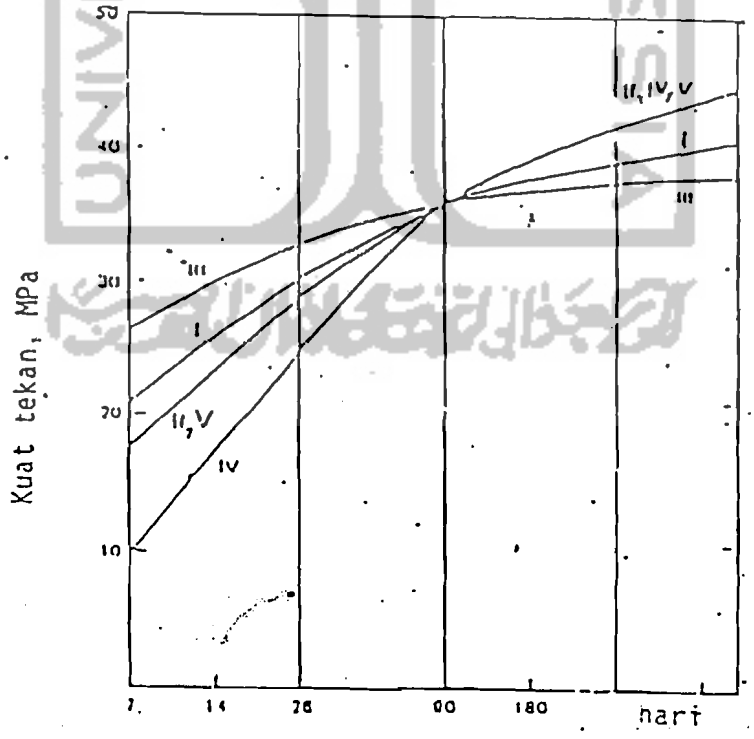
3.6. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Dan Kekuatan Beton :

3.6.1. Bahan Susun

Terdiri dari :

1. Semen

Jenis semen mempengaruhi kuat desak rata-rata, seperti ditunjukkan oleh gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1. Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen

(Tjokrodimulyo,1992)

2. Agregat halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung atau bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

3. Agregat kasar

Kuat desak beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat dalam hal ini adalah agregat kasar. Semakin baik kekuatan agregat maka kuat desak beton akan semakin baik pula (**Tjokrodimulyo, 1992**).

Bentuk butiran agregat juga sangat berpengaruh terhadap kuat desak beton, berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi :

1)agregat bulat,

2) bulat sebagian,

3)bersudut,

4)panjang,

5)pipih.

Dari kelima bentuk diatas yang paling baik dan memenuhi syarat untuk beton mutu tinggi adalah agregat dengan bentuk butir bersudut. Agregat bersudut mempunyai rongga berkisar antara 38 sampai 40 persen. Ikatan antar butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik. Pasta semen yang diperlukan lebih banyak untuk membuat adukan beton dapat dikerjakan (kemudahan dalam pengerjaan), namun baik untuk beton mutu tinggi.

Kuat rekatan antara agregat dan pasta semen tergantung pada tekstur permukaan, rekatan tersebut merupakan pengembangan dari ikatan mekanis antar butir. Suatu agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih disukai daripada agregat dengan permukaan yang halus, karena agregat dengan tekstur kasar dapat meningkatkan rekatan agregat –semen sampai 1,75 kali, adapun kuat desak betonnya dapat meningkat sekitar 20 persen.

4. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Agar kekuatan dan sifat-sifat semen tidak berubah, sebaiknya air yang dipakai memenuhi syarat sebagai berikut :

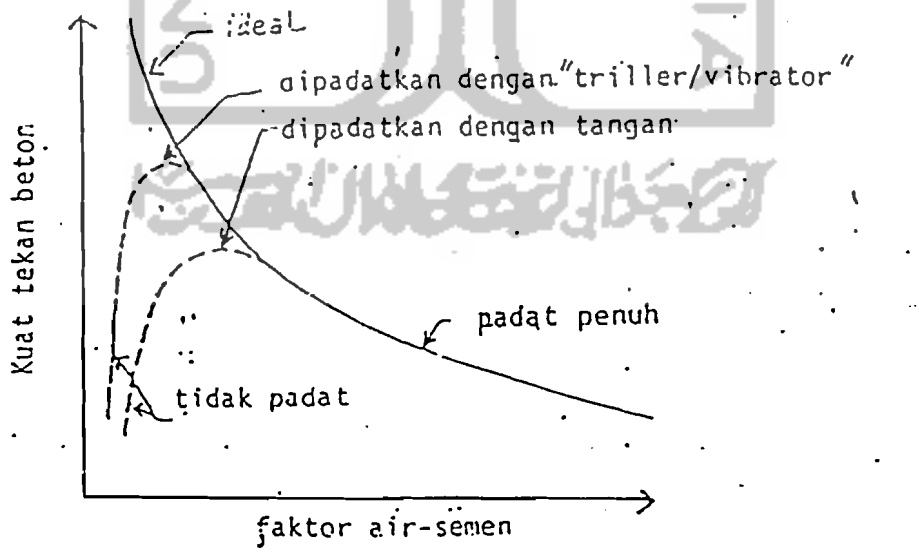
a. tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
b. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
c. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.6.2. Umur Beton

Beton yang telah mengeras akan mempunyai kekuatan tekan lebih baik bersamaan dengan meningkatnya umur beton. Beton yang tidak menggunakan bahan aditif akan mempunyai kekuatan yang baik mulai pada umur 28 hari. Sejalan dengan bertambahnya umur maka kekuatan beton akan meningkat, ini dikarenakan proses reaksi yang terjadi di dalam beton antara air dan semen semakin sempurna (**Tjokrodimulyo, 1992**).

3.6.3. Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) ialah faktor utama yang mempengaruhi kuat desak beton. Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa dengan fas yang berbeda akan menghasilkan kuat desak yang berbeda pula (**Tjokrodimulyo, 1992**).



Gambar 3.2 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton.

3.6.4. Pemadatan Beton

Tujuan pemadatan adukan beton adalah untuk mengurangi rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang tinggi. Beton dengan kepadatan yang tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual dan dengan menggunakan mesin pemadat bergetar (vibrator). Kekuatan beton yang dihasilkan oleh pemadat manual tergantung dari kemampuan tenaga manusia yang memadatkannya. Kekuatan beton dengan proses pemadatan menggunakan mesin penggetar dapat lebih tinggi kepadatannya. Hal ini tergantung pada metoda serta kepiawaian pelaksana dari faktor operator manusianya. Selain itu mesin penggetar dapat digunaakan pada campuran yang memiliki workability rendah.

3.6.5 Perawatan Beton

Tinjauan terhadap perawatan beton, reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Meskipun pada keadaan normal, air tersedia dalam jumlah yang memadai untuk proses hidrasi penuh selama pencamuran, perlu adanya jaminan bahwa masih ada air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia itu. Penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan. Oleh karena itu direncanakan suatu cara perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama

periode beberapa hari atau bahkan beberapa minggu dengan direndam dalama air pada satu bak.

Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan ialah :

a. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab.
b. Menaruh beton segar di atas genangan air.
c. Menaruh beton segar di dalam air.
d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
e. Menggenangi permukaan beton dengan air.
f. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

3.6.6. Kandungan Silikat Dalam Bahan Penyusun

Berlangsungnya proses reaksi bahan susun yang mengandung silikat dalam pengikatan kapur bebas sisa dari hidrasi semen sangatlah sulit untuk diketahui secara teliti, namun secara sederhana reaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

$2\ (3CaO.SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO.SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2$

$2\ (2CaO.SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO.SiO_2.3H_2O + Ca\ (OH)_2$

Dari persamaan diatas keduanya menghasilkan $3CaO.SiO_2.3H_2O$ disingkat $C_3S_2H_3$ yang disebut dengan *Tobermorite* dan sisa reaksi berupa $Ca(OH)_2$ (kalsium hidroksida). *Tobermorite* adalah pasta semen yang terdiri dari gel (suatu butiran sangat halus hasil hidrasi, memiliki luas permukaan yang besar) dan mempunyai kemampuan seperti perekat, sedangkan kalsium hidroksida merupakan sisa semen yang tidak bereaksi. (**Kardiyono, 1992**)

Jika bahan susun yang mengandung silika (SiO_2) dimasukkan dalam adukan beton, maka bahan ini akan bereaksi dengan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$).

Reaksinya adalah sebagai berikut :

$2\ SiO_2 + 3Ca\ (OH)_2 \rightarrow 3CaO.SiO_2.3H_2O$

Persamaan diatas menghasilkan Tobermorite Baru, dengan demikian penambahan bahan susun yang mengandung silikat mengakibatkan hilangnya kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) yang merupakan unsur terlemah dalam beton, sehingga akan dihasilkan beton yang bersifat padat dan kekerasannya meningkat sehingga mampu meningkatkan kuat desaknya.