

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. UMUM

Beton adalah suatu konstruksi yang komposisinya terdiri dari semen, agregat dan air. Pemilihan proporsi beton meliputi keseimbangan antara pertimbangan ekonomi dengan persyaratan kekuatan, kepadatan, penempatan, dan penampilannya (estetika).

Kualitas beton biasanya diukur dari kuat tekannya. Maka, untuk dapat mencapai kuat tekan yang diharapkan, akan sangat tergantung pada pemakaian.

- semen (mutu, komposisi, kehalusan beton)
- ukuran dan mutu agregat (gradasi, kekerasan, bentuk butiran)
- jenis bahan campuran tambahan ("additivies")
- perbandingan air semen (fas)
- pekerjaan pembuatan dan perawatannya

Agregat (kasar dan halus) menempati lebih kurang $\frac{3}{4}$ bagian dari volume beton, sisanya berupa pasta semen dan pori-pori. Jadi untuk dapat meningkatkan kekuatan beton, selain harus diperhatikan faktor-faktor di atas, maka salah satu caranya adalah dengan mengurangi jumlah pemakaian air (angka perbandingan air dan semen) yang lebih kecil). Tetapi dengan mengurangi jumlah air akan menimbulkan masalah dalam pelaksanaan ("workability"). Untuk itu

dapat dipergunakan bahan kimia tambahan "Super Plasticiter" ("chemical additives").

2.1.1 Semen

Semen secara umum dapat digambarkan sebagai material dengan sifat lekat dan kohesif yang membuatnya dapat mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi kesatuan yang padat. Semen yang digunakan dalam pembuatan beton mempunyai sifat dapat terbentuk dan mengeras dalam air melalui reaksi kimia, sehingga disebut semen hidrolis.

Semen diproduksi pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu kapur dalam suatu dapur sehingga mencapai suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Semen portland tipe II yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang, semen portland dengan kekuatan awal tinggi (tipe III), semen portland dengan panas hidrasi rendah (tipe IV), semen tahan sulfat (tipe V), dan semen portland blastfurnace (tipe I S), dan lain-lain.

Semen portland adalah nama untuk semen yang dihasilkan dari pencampuran antara material cacareous (mengandung kalsium karbonat) dan material argillaceous (mengandung alumina)

alumina) serta silica dengan perbandingan tertentu. Bahan utama dalam semen portland adalah sebagai berikut :

1. Tricalcium silicate ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)
2. Bicalcium silicate ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)
3. Tricalcium aluminate ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)
4. Tetracalcium aluminoferrite
($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)

Umumnya prosentase masing-masing bahan tersebut adalah sekitar 40, 30, 11, dan 11 persen. Bahan-bahan silikat bicalcium dan silikat dicalcium adalah bahan terpenting yang berpengaruh terhadap kekuatan hidrasi dan pasta semen.

Pasta semen adalah hasil dari reaksi antara semen dengan air. Dengan adanya air, bahan-bahan silikat dan alumina pada semen portland terhidrasi membentuk suatu massa yang kuat dan padat. Pada awal reaksi hidrasi berlangsung cepat dan melambat selang beberapa waktu. Panas hidrasi naik sesuai dengan ketinggian temperatur pada saat hidrasi terjadi. Untuk semua jenis semen pada umumnya kira-kira 50 persen dari panas total dibebaskan pada waktu antara 1 dan 3 hari pertama. Kira-kira 75 persen sampai hari ketujuh, dan antara 83 sampai 91 persen dalam jangka waktu 6 bulan.

Laju perubahan panas tergantung pada komposisi semen. Laju hidrasi dan perubahan panas bertambah besar sejalan dengan semakin halusya semen, walaupun kuantitas total panas yang dibebaskan tidak dipengaruhi oleh kehalusan tersebut.

Waktu yang dibutuhkan untuk perubahan bentuk semen dari bentuk cair menjadi bentuk yang keras disebut waktu pengikatan. Pengikatan disebabkan oleh hidrasi $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (Tricalcium aluminate) dan $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (Tricalcium silicate) serta diikuti oleh kenaikan temperatur dalam pasta semen. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah:

- a. kehalusan semen, semakin halus butiran semen, akan semakin cepat waktu pengikatannya.
- b. jumlah air, pengikatan semen akan semakin cepat bila jumlah air berkurang.
- c. temperatur, waktu pengikatan semen akan semakin cepat jika temperatur makin tinggi.
- d. penambahan zat kimia tertentu ("Chemical Additives").

2.1.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat kira-kira menempati sebanyak $3/4$

volume beton. Agregat tidak hanya membentuk kekuatan beton, tetapi juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural dari beton tersebut.

Dibandingkan dengan semen, agregat lebih murah harganya sehingga akan sangat ekonomis apabila mempergunakan banyak agregat dalam campuran beton dan memperkecil jumlah semen. selain itu agregat akan sangat banyak membantu dalam mempertahankan volume dan menghasilkan ketahanan beton lebih baik.

Agregat alam terjadi dari proses pelapukan dan abrasi atau dengan cara pemecahan dari bahan asal yang besar. dengan demikian sifat agregat banyak tergantung dari sifat batuan asal, seperti sifat kimia, komposisi mineral, berat jenis, kekerasan, kekuatan, kestabilan fisik dan kimia, struktur pori, warna, dan sebagainya. Disamping itu karena proses pelapukan, abrasi dan pemecahan tersebut, maka ada sifat lain yang tidak tergantung dari sifat batuan asal, yaitu bentuk, ukuran partikel, kehalusan permukaan, dan penyerapan air.

Untuk membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada bentuk dan ukuran butir-



butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. batasan mengenai ukuran butiran tersebut apabila kurang dari 4,80 mm disebut agregat halus sedangkan lebih dari 4,80 mm disebut agregat kasar.

Bentuk dan kehalusan permukaan agregat berpengaruh terhadap besarnya kekuatan beton, permukaan yang lebih kasar mengakibatkan gaya adhesi atau ikatan antara partikel dan semen semakin kuat. Demikian pula semakin halus areal permukaan dan lebih angular agregat, ikatan yang dihasilkan semakin lemah.

2.1.3 Air.

Air merupakan bahan dasar campuran beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Maka untuk mendapatkan beton yang mudah dikerjakan dan dengan kekuatan yang tetap, perbandingan antara jumlah air dan semennya harus dipertahankan, selain dari jumlahnya, kualitas airpun harus diperhatikan, karena kotoran didalamnya akan mengganggu pengikatan semen dan dapat menyebabkan pengurangan

kekuatan atau menyebabkan gangguan pada permukaannya, juga dapat menyebabkan karat pada baja beton bertulang.

Kualitas air yang digunakan adalah air yang dapat diminum, air yang mengandung bahan-bahan yang dapat mengurangi dan merusak beton tidak dapat dipergunakan. Adapun syarat-syarat pemakaian air untuk campuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter
- b. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton seperti 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.

2.1.4 Bahan Tambah.

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu ikatan), kemudahan pengerjaan dan

kedapan terhadap air.

Penggunaan bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan pemakaiannya yang justru akan merusak sifat beton dan kekuatan beton menjadi berkurang.

Penggunaan bahan tambah dapat dibedakan menjadi 5 jenis (PUBI 1982).

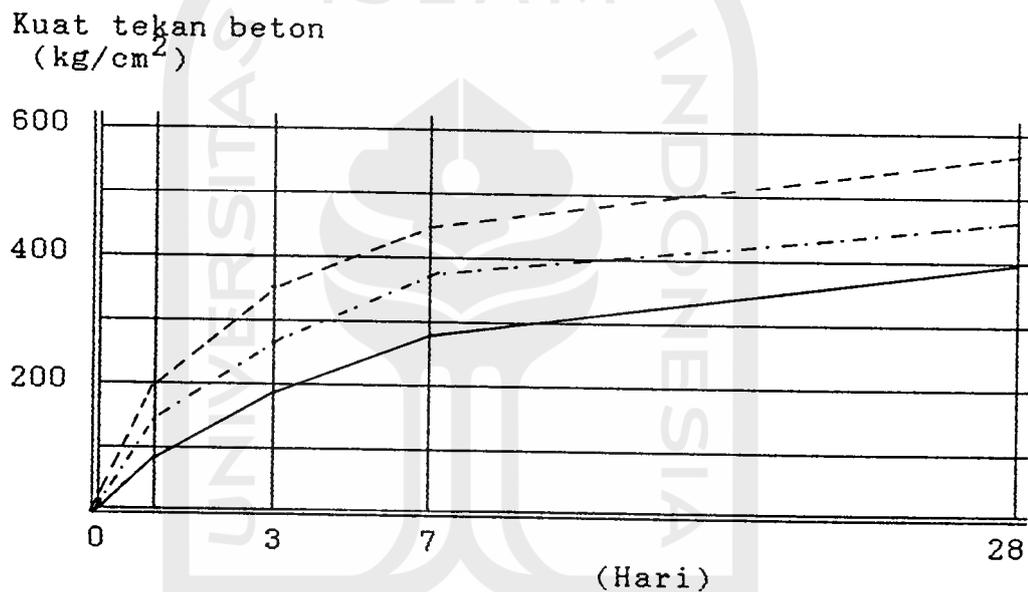
- a. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air. Dengan Pemakaian bahan tambah ini faktor air menjadi lebih rendah pada nilai "slump" yang sama.
- b. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.
- c. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.
- d. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.
- e. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Dari kelima bahan tambah diatas penulis memilih point a. dengan merk "MERGUSS FB" produksi PT. PENTA VALENT, Jakarta.

Sebelum bahan kimia tambahan digunakan sebaiknya dibuktikan lebih dahulu dengan

percobaan laboratorium untuk menentukan jumlah prosentase dan manfaatnya.

Sedangkan menurut pihak Produsen, kekuatan bahan kimia tambahan merk MERGUSS FB ini kekuatannya lebih besar dari pada merk lain. Kuat tekan beton memakai bahan tambah MERGUSS FB ini sebagaimana di tunjukkan oleh grafik berikut.



Grafik 2.1 Kuat tekan beton dengan bahan tambah merk MERGUSS FB, menurut pihak produsen

Tabel 2.1. Spesifikasi campuran beton menurut pihak produsen

TYPE BETON BAHAN TAMBAH	DOSIS %XPC	SLUMP (cm)	FAS	KEBUTUHAN AIR (%)
— Rencana	-	10-12	0,435	-
--- MERGUSS FB	1	10-12	0,340	21,81
---	2,5	10-12	0,321	26,21

2.2. GRADASI AGREGAT

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kepampatan tinggi.

Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai prosentase dari butiran yang tertinggal atau lewat didalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu ialah ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6mm, 4,8 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm.

Secara teoritis gradasi agregat yang terbaik adalah yang didasarkan pada karakteristik butir-butir agregatnya. Setelah beberapa kali mencoba Fuller dan Thompson pada tahun 1907 menemukan suatu gradasi ideal (yang mempunyai rongga minimum), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$P_t = (d / D)^{1/2}$$

dengan : P_t = total butiran agregat yang lebih kecil daripada d

D = ukuran maksimum butiran.

Selanjutnya rumus tersebut digeneralisasikan menjadi:

$$P_t = (d / D)^q, \text{ dengan } q \text{ antara } 0 \text{ dan } 1.$$

Menurut peraturan yang berlaku di Indonesia yang berkiblat pada peraturan "BRITISH STANDARD" ditetapkan bahwa untuk campuran beton dengan diameter maksimum agregat sebesar 40 mm, 30 mm, 20 mm, dan 10mm gradasi agregatnya (campuran pasir dan kerikil) harus berada didalam batas-batas yang tertera dalam tabel 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, dan 2.2.4 atau kurva yang tampak pada gambar 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 dan 2.2.4 yang kesemua tabel dan gambar tersebut dapat dilihat di lampiran (Kardiyono, 1992).

2.3. RENCANA CAMPURAN ("MIX DESIGN").

Rencana campuran ("Mix Design") adalah untuk mengetahui berapa banyak masing-masing material yang akan dicampur dalam suatu adukan beton dengan rencana kekuatan, fas, dan "slump" yang telah ditentukan lebih dahulu. Rencana adukan ini bertujuan untuk mencapai suatu mutu beton yang sebaik-baiknya sesuai dengan yang telah direncanakan.

Dalam Penelitian ini rencana ("MIX DESIGN") menggunakan metode "American Concrete Institute (ACI)" dengan mempertimbangkan faktor ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan serta kekuatan yang diinginkan.

2.4. KANDUNGAN AIR

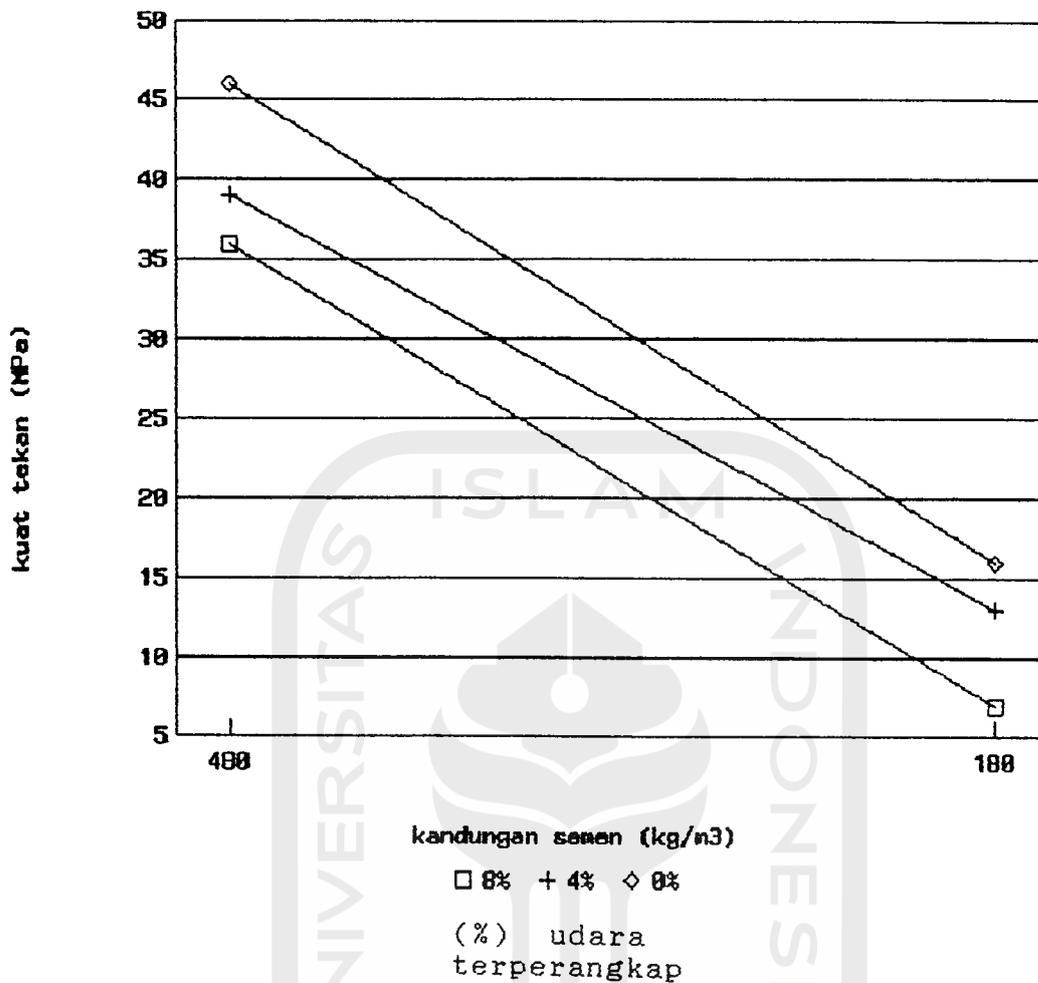
Didalam campuran beton, air mempunyai dua

fungsi, yang pertama, untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (Murdock, 1978).

Seperti pada reaksi kimia lainnya, semen dan air dikombinasikan dalam proporsi yang tertentu. Untuk semen portland I, 1 bagian berat semen membutuhkan sekitar 0,25 bagian berat air untuk hidrasi. Akan tetapi beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, menjadi sangat kering dan sukar dipadatkan. Oleh karena itu dibutuhkan tambahan air untuk menjadi pelincir agar campuran dapat dikerjakan, dan karena seluruh bagian air menguap ketika beton mengering, dengan meninggalkan rongga-rongga, penting dalam hal ini untuk menjaga agar air yang digunakan seminimal mungkin. Beton dengan jumlah volume rongga yang minimal adalah yang terpadat dan terkuat (Murdock, 1978).

2.5. KANDUNGAN SEMEN

Penambahan jumlah semen pada jumlah air yang tetap pada suatu adukan beton dapat mempertinggi kuat tekan beton tersebut. hal ini disebabkan oleh berkurangnya nilai perbandingan air dan semen. (Kardiyono, 1992).



Grafik 2.2. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada kelecakan (nilai "slump") sama. Jika fas sama, beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai kekuatan yang lebih tinggi. Hal ini karena jumlah semen sedikit, yang berarti kandungan pori lebih sedikit dari pada beton dengan kandungan semen yang lebih banyak. Selain jumlah air semen yang lebih banyak pada fas yang sama dapat memperbesar susutan beton pada saat proses pengeringan beton segar (Kardiyono, 1992)



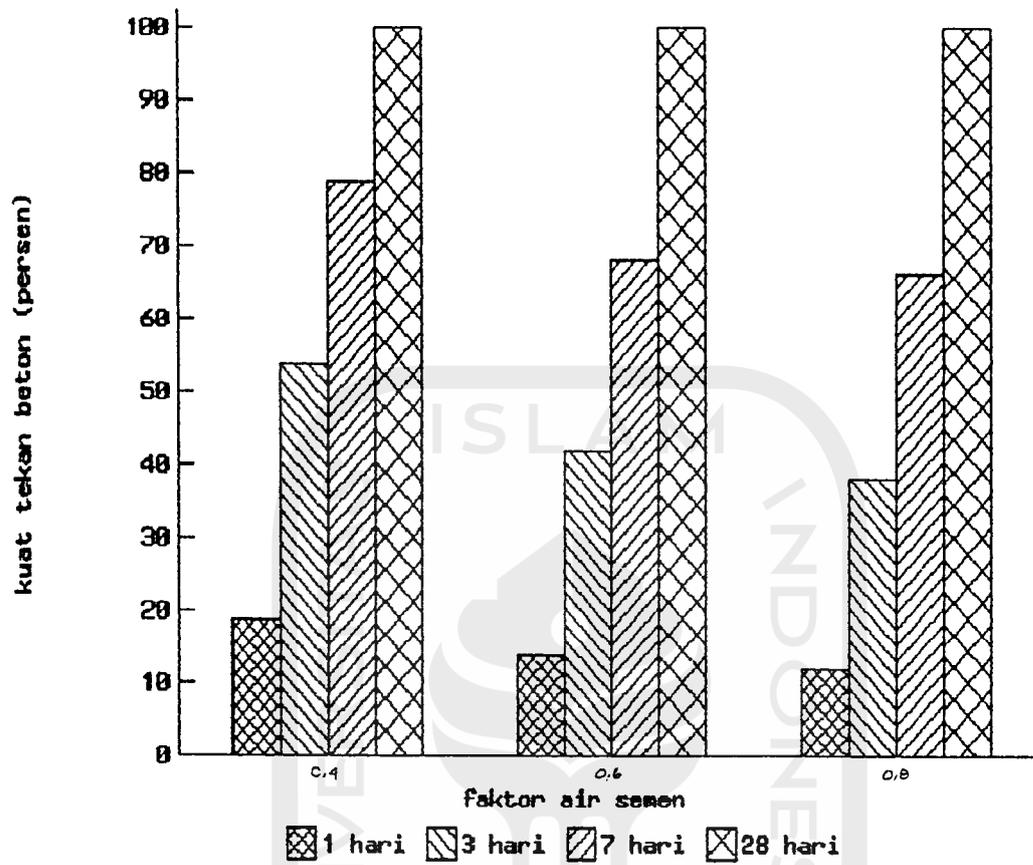
Jika nilai "slump" sama (nilai fas berubah), beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan semen lebih banyak. Hal ini karena nilai "slump" lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja. Jika jumlah semen banyak berarti pengurangan nilai fas dan penambahan kekuatan beton (Kardiyono, 1992).

2.6. FAKTOR AIR SEMEN

Salah satu yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah faktor air semen. Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam adukan.

Kenaikan fas mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton, seperti Permeabilitas, ketahanan terhadap gaya "frost" (pembekuan pada musim dingin) dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (Murdock, 1978).

Dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan "workabilitas" tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik.



Grafik 2.3. Faktor air semen terhadap laju kenaikan kuat tekan beton.