

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

2.1.1 Beton

Beton adalah bahan bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan beberapa bahan dasar yaitu agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air. Kadang-kadang bahan-tambah ditambahkan dengan jumlah tertentu untuk mengubah sifat dasar beton. Bahan tambah yang digunakan pada umumnya berupa bahan kimia tambahan dengan fungsi yang bervariasi.

2.1.2 Material penyusun beton

1. Semen

Semen portland adalah bubuk halus dengan kandungan kapur, silika, dan alumina. Semen portland dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Kemudian klinker didinginkan dan dihaluskan. Gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) ditambahkan kira-kira 2 sampai 4 persen sebagai bahan

pengontrol waktu pengikatan. Kalsium klorida ditambahkan untuk pembuatan semen yang cepat mengeras.

Ketika semen dicampur dengan air, timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi-reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Ada empat macam yang penting yaitu:

1. Tricalcium Aluminate (C_3A)

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas. Kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi. Paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air tanah dan tendensinya sangat besar untuk retak oleh perubahan volume.

2. Tricalcium Silikat (C_3S)

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kuantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

3. Dicalcium Silikat (C_2S)

Pembentukan senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dst.

Proporsinya yang banyak dalam semen menyebabkan semen mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering relatif rendah.

4. Tetra Calcium Aluminoferrite (C₄AF)

Senyawa ini tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya.

Reaksi-reaksi tersebut berlangsung pada formasi suatu campuran gel dan kristal dari larutan semen dengan air, dimana timbul adhesi dan daya tarik fisik antara keduanya dan terhadap agregat, secara berangsur-angsur saling ikat dan mengeras. Pengikatan dan pengerasan merupakan reaksi kimia dimana peranan air sangat penting. Pengikatan dan pengerasan tersebut berhenti segera setelah beton kering (L.J. Murdock, Bahan dan Praktek Beton).

Dari uraian di atas diketahui bahwa reaksi kimia antara semen dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mempunyai resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton.

2. Agregat

Agregat adalah salah satu bahan penyusun beton yang berupa butiran mineral alami dan berfungsi sebagai bahan pengisi dalam adukan beton. Agregat sangat penting karena berpengaruh pada kekerasan, kekuatan, keawetan dan kepadatan beton. Sifat yang paling penting dari

suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, porositas dan karakteristik penyerapan air. Sifat-sifat tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik agregat yaitu bentuknya (bulat atau bersudut), tekstur permukaannya dan ukurannya (agregat kasar dan agregat halus). Sifat fisik agregat ini berpengaruh pada workabilitas adukan beton maupun kekuatannya, dalam hal ini berhubungan dengan daya lekat antara agregat dan pastanya.

Pada pembuatan adukan beton, kombinasi gradasi agregat yang digunakan harus diperhatikan untuk mendapatkan beton dengan kekuatan maksimal. Selain itu, ukuran maksimum agregat yang akan digunakan juga disesuaikan dengan jenis konstruksi yang akan dibuat.

3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar mudah dikerjakan dan dipadatkan (L.J. Murdock dan K.M. Brook, Bahan dan Praktek Beton).

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25-30 % berat semen. Tetapi dengan nilai faktor air-semen yang kecil, adukan beton menjadi sulit dikerjakan. Maka diberikan kelebihan jumlah

air yang dipakai sebagai pelumas. Tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan turun.

4. "Additive" (Bahan-tambah)

Bahan-tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat yang diperoleh dari "mix design") yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu beton masih dalam keadaan plastis.

Bahan-tambah yang biasa digunakan berupa bahan kimia tambahan ("admixture"). Bahan kimia ini dicampurkan pada adukan beton dengan maksud agar diperoleh sifat-sifat yang sedikit berbeda pada adukan beton atau beton yang dihasilkannya setelah mengeras, tergantung jenis bahan kimia yang digunakan. Pengaruh "admixture" pada adukan beton, antara lain:

- a. kelecakan beton akan lebih baik,
- b. mengatur faktor air semen,
- c. dapat mengurangi penggunaan semen,
- d. mencegah "segregasi" dan "bleeding",
- e. mengatur waktu ikat beton.

Pengaruh pada beton keras, antara lain:

- a. kuat tekan meningkat,
- b. kedap air (permeabilitas kecil),

- c. "durability" atau sifat awet meningkat,
- d. ketahanan terhadap lingkungan meningkat,
- e. ketahanan terhadap sulfat meningkat.

"Admixture" ini terdiri dari berbagai macam jenis, antara lain "plasticizers" atau "water reducers", "retarder" atau pengundur waktu ikat, pemercepat waktu ikat, serta "pozzolan". Pada penelitian ini digunakan "plasticizers". "Plasticizers" mempunyai dua macam fungsi. Pertama untuk menambah kelecakan (meningkatkan workabilitas) adukan beton. Kedua, sebagai pengurang jumlah air (memperkecil faktor air semen) pada adukan beton tanpa mengganggu kelecakan adukan beton tersebut, sehingga adukan tetap mudah dikerjakan. Dengan nilai faktor air semen yang mengecil, kekuatan beton akan meningkat.

Bahan-tambah yang bersifat sebagai pengurang air ini berupa campuran yang berintikan ligno sulphonates (produksi sampingan suatu industri bubur kayu) atau garam-garam hydrooxylated carboxylic acid.

2.2 Kajian Pustaka

2.2.1 Faktor air-semen (fas)

Faktor air-semen (fas) yaitu perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan. Nilai fas ini mempengaruhi kekuatan beton. Hubungan antara fas dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams (1919) sebagai berikut :

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5 \times X}}$$

dengan :

f_c = kuat tekan beton

X = faktor air semen

A, B = konstanta

Dengan demikian semakin besar faktor air-semen semakin rendah kuat tekan betonnya. Semakin kecil faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton. Akan tetapi karena kesulitan pengerjaan dan pemadatan, dengan nilai fas yang rendah, kekuatan beton akan rendah, karena beton menjadi kurang padat. Sehingga ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan adukan yang mudah dikerjakan dan kuat tekan beton maksimum.

2.2.2 Slump

Slump yaitu parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (workabilitas). Makin besar nilai slump berarti adukan beton semakin encer dan ini berarti adukan semakin mudah dikerjakan. Nilai slump didapat dengan mengadakan pengujian slump pada adukan beton. Nilai slump untuk berbagai macam struktur, tercantum di dalam Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Nilai slump untuk berbagai macam struktur

JENIS KONSTRUKSI	SLUMP	
	Minimum	Maximal
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang, Caison	2,5	10
Plat, Balok Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (Pavement)	5	7,5
Beton masa (Konstruksi masa yang berat)	2,5	7,5

2.2.3 Workabilitas

Kemudahan pengerjaan (workabilitas) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, dituang dan dipadatkan. Perbandingan komposisi bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan dasar penyusun adukan beton itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan. Semakin banyak air digunakan, adukan makin encer, sehingga makin mudah beton dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen ke dalam campuran adukan beton akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena biasanya akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.

3. Pemakaian bahan-tambah pada adukan beton dapat meningkatkan workabilitas adukan.

Adukan dengan tingkat kelecakan tinggi mempunyai resiko yang besar terhadap “bleeding” atau “water gain”. “Bleeding” adalah peristiwa naiknya air ke permukaan pada beton yang baru dicor. Hal ini terjadi karena bahan-bahan padat adukan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran secara terbagi rata dalam seluruh campuran. Resiko “bleeding” dapat dikurangi dengan menggunakan:

1. air campuran yang dipakai sebanyak yang diperlukan sesuai hitungan “mix design”,
2. campuran-campuran gemuk dan semen halus,
3. pasir yang digunakan mempunyai bentuk beragam dan mempunyai kadar butiran halus yang cukup,
4. bahan-tambah (“additive”) terdiri dari butir-butir halus untuk menyempurnakan gradasi bahan batuan. Untuk keperluan ini kadangkadangkang digunakan bubuk aluminium yang menyebabkan pengembangan sehingga dapat meniadakan susut dari “bleeding”.

2.2.4 Kekuatan beton

Beton mempunyai kuat tekan yang jauh lebih besar daripada kuat tariknya. Kuat tekan beton tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasarnya. Kuat tekan beton pada umumnya ditentukan dari kekerasan

agregatnya. Namun demikian perlu diperhatikan mutu pasta semennya. Hal ini dikarenakan pasta semen merupakan bahan ikat antar agregat. Mutu pasta semen yang rendah menyebabkan kehancuran beton, dengan prosentase agregat lepas lebih besar daripada prosentase agregat pecah. Disamping itu kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara rawatan selama proses pengerasan.

Untuk mengontrol kualitas beton yang dihasilkan, dalam hal ini kuat tekan betonnya, dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian kuat tekan beton menurut beberapa peraturan yang berlaku antara lain ACI, dan SK SNI 1989 menggunakan bahan uji silinder atau PBI 1971 dengan benda uji kubus beton.

1. Tinjauan terhadap pemadatan beton

Tujuan pemadatan adukan beton ialah untuk menghilangkan rongga-rongga udara agar beton mencapai kepadatan yang maksimal. Beton dengan kepadatan maksimal mempunyai kekuatan yang tinggi. Pemadatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual atau dengan mesin (alat penggetar). Kekuatan beton yang dihasilkan dari kedua cara tersebut sedikit berbeda. Kekuatan beton yang dihasilkan dari pemadatan secara manual tergantung dari kekuatan manusianya. Pada pemadatan dengan mesin getar kekuatan yang dihasilkan dapat lebih

tinggi. Selain itu mesin getar dapat digunakan pada campuran yang workabilitasnya rendah.

2. Tinjauan terhadap rawatan beton

Rawatan beton perlu dilakukan untuk menjaga agar permukaan adukan beton selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung dengan sempurna, sehingga kekuatan beton tinggi. Selain itu, kelembaban permukaan beton akan menambah beton menjadi lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

2.2.5 Umur beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor air semen. Semakin tinggi nilai fas semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya.

2.3 Ketentuan - ketentuan perencanaan

Penelitian ini mengacu pada ketentuan - ketentuan sebagai berikut.

1. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971,
2. SK - SNI M - 14 - 1989 - F,
3. American Concrete Institute (ACI).

2.3.1 Ketentuan menurut PBI 1971

Ketentuan-ketentuan pada PBI 1971 yang dipakai dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Standart benda uji adalah kubus 15x15x15 cm. Untuk penentuan kuat tekan dengan benda uji yang lain, yaitu silinder ($D = 15 \text{ cm}$, $t = 30 \text{ cm}$) dan kubus ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$), maka perbandingan antara kekuatan tekan yang didapat dengan benda-benda uji tersebut dengan benda uji kubus ($15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$), harus diambil menurut tabel berikut.

Tabel 2.2 Perbandingan kekuatan beton pada berbagai benda uji

Benda uji	Perbandingan kekuatan tekan
kubus 15x15x15 cm	1,00
kubus 20x20x20 cm	0,95
silinder 15x30 cm	0,83

2. Untuk mutu beton K 175 dan mutu-mutu beton yang lebih tinggi, harus dipakai campuran beton yang direncanakan.
3. Kekentalan adukan beton
 - a. Kekentalan (konsistensi) adukan beton harus disesuaikan dengan berbagai hal antara lain cara pemadatan dan jenis konstruksinya. Kekentalan tersebut bergantung pada berbagai hal, antara lain jumlah dan jenis semen, nilai faktor air semen, jenis dan susunan butir agregat serta penggunaan bahan-bahan pembantu.
 - b. Kekentalan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump.

c. Untuk mencegah penggunaan adukan beton yang terlalu kental atau terlalu encer, dianjurkan untuk menggunakan nilai-nilai slump yang terletak dalam batas-batas yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Untuk maksud-maksud dan alasan-alasan tertentu, maka dapat dipakai nilai-nilai slump yang menyimpang daripada yang tercantum dalam Tabel 2.1 asal dipenuhi hal-hal sebagai berikut.

- beton dapat dikerjakan dengan baik,
- tidak terjadi pemisahan dari adukan,
- mutu beton yang disyaratkan tetap terpenuhi.

4. Pencoran dan pepadatan beton.

- a. Beton harus dicor sedekat-dekatnya ke tujuannya yang terakhir untuk mencegah pemisahan bahan-bahan akibat pemindahan adukan di dalam cetakan.
- b. Untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong dan sarang-sarang kerikil, adukan beton harus dapat dipadatkan selama pencoran. Pepadatan dapat dilakukan dengan menumbuk-numbuk adukan atau dengan memukul-mukul cetakan.

5. Rawatan beton

Untuk mencegah pengeringan bidang-bidang beton, selama paling sedikit dua minggu beton harus dibasahi terus-menerus, antara lain dengan menutupinya dengan karung-karung basah, atau dapat juga dengan merendamnya (menggenangnya) dengan air.

2.3.2 Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F

Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK SNI M - 14 - 1989 - F yang dipakai sebagai acuan dalam penelitian ini yaitu bab II pasal 2 (5) yang berisi antara lain:

1. Untuk benda uji berbentuk kubus ukuran sisi 15x15x15 cm, cetakan diisi dengan adukan beton dalam 2 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 32 kali tusukan; tongkat pemadat diameter 10 mm, panjang 300 mm;
2. Bila tidak ada ketentuan lain konversi kuat tekan beton dari bentuk kubus ke bentuk silinder, maka gunakan angka perbandingan tekan seperti ketentuan dalam PBI 1971;
3. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 buah benda uji.

2.3.3 Ketentuan menurut ACI Standart

Peraturan ACI pada penelitian ini digunakan sebagai dasar perancangan campuran. ACI menyarankan cara perancangan campuran yang memperhatikan nilai ekonomi, kemudahan pengerjaan, keawetan dan kekuatan yang diinginkan. Secara garis besar langkah perancangan menurut ACI adalah sebagai berikut.

1. Menghitung kuat tekan rata-rata beton atau menentukan kuat tekan beton yang akan digunakan (kuat tekan beton rencana).

Apabila kuat tekan rata-rata diperoleh dengan cara dihitung, digunakan rumus:

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

dengan m adalah margin yang nilainya adalah:

$$m = 1,64 S_d$$

Nilai S_d ditentukan berdasarkan tingkat pengawasan terhadap mutu beton.

Tabel 2.3 Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standart

VOL. PEKERJAAN		MUTU PELAKSANAAN		
	m ³	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s <= 55	55 < s <=65	65 < s <= 85
Sedang	1000 - 3000	35 < s <= 45	45 < s <=55	55 < s <= 75
Besar	> 3000	25 < s <=35	35 < s <=45	45 < s <= 65

2. Menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki (tabel 2.4.) dan keawetannya.

Tabel 2.4. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat tekan (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

3. Menetapkan nilai slump (tabel 2.1) dan ukuran maksimum agregatnya berdasarkan jenis strukturnya (tabel 2.5).

Tabel 2.5. Ukuran butir maksimum agregat untuk berbagai jenis konstruksi

TEBAL MAX KONST. (cm)	UKURAN BUTIR MAX DALAM (mm)			
	DINDING BALOK KOLOM BERTULANG	DINDING TAK BERTULANG	PLAT TEBAL DENGAN TULANGAN BERAT	PLAT TEBAL DENGAN TULANGAN RINGAN
6,25 - 12,5	12,5 - 19,6	19,6	19,6 - 25	19,6 - 38,1
15,0 - 27,5	19,6 - 38,1	38,1	38,1	38,1 - 76,2
30,0 - 76,5	28,1 - 76,2	76,2	38,1 - 76,2	76,2
> 76,5	38,1 - 76,2	150	38,1 - 76,2	76,2 - 150

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan (tabel 2.6.).

Tabel 2.6. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton untuk berbagai slump dan ukuran maksimum agregat

SLUMP (cm)	AIR (LT/KG) YG DIPERLUKAN TIAP M ³ ADUKAN BETON UNTUK UKURAN AGREGAT MAXIMAL							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
	BETON BIASA (NON AIR ENTRAINED)							
2,5 - 5,0	213	203	188	183	168	157	147	127
7,5 - 10,0	234	223	208	198	183	173	163	142
15,0 - 17,5	248	234	218	208	193	183	173	152
Perkiraan jml udara terperangkap (%)	3	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

5. Menghitung jumlah semen yang diperlukan berdasarkan hasil hitungan pada point 2 dan 4 diatas.
6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (tabel 2.7). Dari tabel 2.7 tersebut didapatkan volume agregat dalam kondisi SSD. Dalam hitungan "mix design" digunakan volume agregat kering. Hal ini karena kondisi SSD sangat sulit diperoleh di lapangan.

Tabel 2.7 Volume kricak (agregat) tiap satuan volume adukan beton

UKURAN MAX. BAHAN BATUAN (mm)	VOLUME KRICKAK KERING TUSUK (SSD) TIAP SATUAN VOLUME ADUKAN BETON UNTUK BERBAGAI NILAI MODULUS HALUS BUTIR PASIR			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
12,7	0,55	0,53	0,51	0,49
19,2	0,65	0,63	0,61	0,59
25,0	0,70	0,68	0,66	0,64
38,1	0,76	0,74	0,72	0,70
50,0	0,79	0,77	0,75	0,73
76,0	0,84	0,82	0,80	0,78
150,0	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, dengan cara hitungan volume absolut.

Penelitian dan perancangan adukan dilaksanakan mengacu pada ketentuan-ketentuan diatas. Benda uji standar yang digunakan adalah silinder, sedangkan pada penelitian digunakan kubus. Karena itu, dalam hitungan kuat tekan kubus harus digunakan faktor konversi menurut rumus yang diberikan AM. Neville sebesar:

$$f'_{\text{silinder}} = 0,76 + 0,2 \log \frac{f'_{\text{kubus}}}{2840}$$

dengan f'_{kubus} dalam satuan psi.

2.4 Hipotesa

Adukan yang baik adalah adukan yang akan menghasilkan beton dengan kuat tekan seperti yang direncanakan. Untuk mencapai hal tersebut adukan antara lain harus mudah dikerjakan. Pada kuat tekan beton yang relatif tinggi dikehendaki nilai fas rendah. Hal ini memberikan komposisi bahan dasar beton yang menghasilkan adukan beton dengan kelecakan rendah sehingga workabilitasnya rendah. Dengan melihat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi workabilitas, kondisi ini akan dicoba diatasi dengan penambahan air, penambahan air-semen dan penambahan “plasticizer” untuk mendapatkan adukan dengan tingkat workabilitas tinggi.

Peningkatan workabilitas dengan penambahan air adalah cara yang sering digunakan di lapangan karena praktis dan mudah dilakukan. Peningkatan workabilitas diperoleh karena adukan menjadi encer. Namun demikian perlakuan tersebut menyebabkan nilai fas naik, sehingga mudah dipahami bahwa peningkatan workabilitas dengan penambahan air dapat menurunkan kuat tekan beton. Penambahan air dengan volume tertentu diharapkan menghasilkan adukan dengan kelecakan yang sesuai dan workabilitas tinggi sehingga kuat tekan rencana tercapai.

Penambahan air dan semen dilakukan dengan perbandingan jumlah air-semen tertentu. Penambahan semen ke dalam campuran diharapkan akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran. Dengan demikian didapatkan adukan dengan nilai fas sesuai nilai fas rencana. Penambahan air - semen dengan nilai fas yang tetap ini diharapkan akan menghasilkan beton dengan kuat tekan seperti yang direncanakan.

Penambahan "plasticizer" diharapkan dapat mempertinggi kelecakan adukan beton segar. Penambahan "plasticizer" yang diikuti pengurangan jumlah air pencampur memberikan adukan beton dengan fas lebih rendah daripada fas rencana. Berkurangnya nilai fas menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi daripada kuat tekannya bila digunakan komposisi bahan dasar beton sesuai hitungan "mix design".