

RASIO PERBANDINGAN KUAT TEKAN ANTARA SILINDER DENGAN KUBUS UNTUK BERBAGAI VARIASI f.a.s DAN UMUR BETON

(The Compression Test Ratio Between Cylinder and Cube for a Several w/c and Different Concrete Ages)

Oleh:

A. Subagja

Jurusan Teknik Sipil – Politeknik Negeri Bandung

Jln. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga Bandung 40551

sbagdja@yahoo.co.id

Abstrak

PBI 1971 sampai saat ini masih digunakan sebagai spesifikasi pembetonan di Indonesia, salah satu yang dijadikan acuan adalah rasio perbandingan kekuatan tekan beton berbentuk silinder (diameter 15cm tinggi 30cm) terhadap kubus (15x15x15 cm). Apakah nilai tersebut masih relevan pada kondisi saat ini?

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil untuk menentukan rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus beton pada umur 3 hari; 21 hari dan 28 hari dengan variasi fas 0,4 dan 0,6.

Hasil penelitian menunjukkan Rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus sebesar 0,83 didapat pada rancangan beton menggunakan fas 0,4 dan diuji pada umur 28 hari. Nilai Rasio tersebut sama menurut PBI 1971, dan persamaan yang digunakan adalah $y = -0,000x^2 + 0,011x + 0,748$, Dimana y adalah rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus beton dan x adalah umur beton (hari) masing-masing untuk w/c yang ditinjau.

Abstract

PBI 1971 is still used as a specification of concreting in Indonesia, one of which is used as a reference is the ratio of the compressive strength of concrete cylinders (diameter 15 cm height 30 cm) to the cube (15x15x15 cm). Whether the value is still relevant in the current environment?

Research has been conducted in Laboratorium Uji Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil to determine the ratio of the cube compressive strength of concrete cylinders at the age of 3; 21 and 28 days with a variety of w/c 0.4 and 0.6.

Cylinder compressive strength ratio of the cube with the value of 0.83 obtained in the design of concrete using the value of w / c 0.4 and tested at 28 days. The ratio is the same value according to PBI in 1971 and the equation used is $y = -0,000x^2 + 0,011x + 0,748$, where y is the ratio of the cylinder compressive strength of concrete cubes and x is the age of concrete (days) respectively for w/c are reviewed.

Key words: Concrete, Compressive Strength, Cylinder, Cube, W/C

Pendahuluan

Sudah diketahui bahwa pelaksanaan proyek pembangunan di Indonesia, khususnya dalam pembuatan struktur betonnya masih banyak

menggunakan atau berpedoman pada PBI 1971, di bawah ini merupakan data rasio kuat tekan silinder dengan kubus (tabel 1), dan nilai perbandingan kuat tekan untuk berbagai umur (tabel 2) yang terdapat dalam PBI 1971.

Tabel 1 Rasio kuat tekan

Benda uji	Perbandingan kekuatan tekan
Kubus 15×15×15 cm	1.00
Kubus 20×20×20 cm	0.95
Silinder 15×30 cm	0.83

Sumber : PBI 1971, Tabel 4.1.3

Tabel 2 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen Portland Dengan Kekuatan Awal Yang Tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

Sumber : PBI 1971, Tabel 4.1.4

Ini berarti sudah sekitar 39 tahun Indonesia menggunakan rasio perbandingan kuat tekan yang ada di atas, dalam kurun waktu 37 tahun tersebut pasti sudah banyak terjadi perubahan atau perkembangan dalam dunia teknik sipil khususnya pada beton. Perkembangan yang terjadi pada beton pasti dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain material penyusunnya, metode pengerjaan betonnya maupun sumber daya manusianya, ini berarti kondisi 39 tahun yang lalu sudah pasti berbeda dengan kondisi sekarang, ini artinya juga mungkin saja terjadinya penyimpangan baik itu dari segi bahan penyusunnya, metodanya, maupun sumber daya manusianya.

Maka dari itu kami sangat tertarik untuk melakukan kajian tersebut, yaitu untuk membuktikan apakah angka rasio perbandingan kuat tekan silinder dengan kubus dari PBI 1971 masih relevan dengan kondisi sekarang atau tidak.

Tinjauan Pustaka

Dalam teknik sipil, struktur beton memegang peranan yang sangat penting karena dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam bangunan, struktur beton digunakan untuk

pondasi, kolom, balok, pelat atau pelat cangkang, sedangkan dalam teknik sipil hidro, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendungan, saluran dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Jadi, beton hampir semua digunakan dan menjadi unsur penting dalam aspek ilmu teknik sipil. Beton adalah massa padat yang diperoleh dari campuran antara semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah, dengan bentuk dan dimensi sesuai cetakan yang diinginkan.

Kelebihan dan kekurangan beton :

1. Kelebihan :

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi;
- Mampu memikul beban yang berat;
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi;
- Biaya pemeliharaan yang kecil.

2. Kekurangan :

- Bentuk yang telah dibuat sulit diubah;
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi;

- Mempunyai bobot yang tinggi (berat);
- Daya pantul suara yang besar.

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, untuk mengetahui kuat tekan beton dari sebuah beton keras dapat menggunakan rumus :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad \dots\dots R1$$

Dimana :

P = Beban Tekan Maksimum (kgf)

A = Luas Bidang Tekan (cm²)

Kuat lentur beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya lentur persatuan luas, atau merupakan nilai tarik tidak langsung dari beton yang biasa digunakan, untuk mengetahui kuat lentur beton dari sebuah beton keras dapat menggunakan rumus :

$$\text{Kuat lentur} = \frac{Pl}{bh^2} \quad \dots\dots R2$$

Dimana :

P = Beban Lentur Maksimum (kgf)

l = Panjang Bentang (cm)

b = Lebar Balok (cm)

h = Tebal/Tinggi Balok (cm)

Untuk menghitung rasio perbandingan kuat tekan dapat menggunakan rumus :

$$\text{Rasio} = \left(\frac{\text{Kuat Tekan Silinder}}{\text{Kuat Tekan Kubus}} \right) \quad \dots\dots R3$$

Adapun rumus untuk mencari standar deviasi (nilai penyimpangan), sebagai berikut :

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bm} - \sigma_{bk})^2}{N-1}} \quad \dots\dots R4$$

Dimana :

Sd = Standar deviasi (kg/cm²)

N = Banyaknya benda uji (kg/cm²)

σ_{bm} = Kuat tekan rata-rata (kg/cm²)

σ_{bk} = Kuat tekan karakteristik (kg/cm²)

Untuk menghitung nilai perbandingan kuat lentur dengan kuat tekan kubus dapat menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Kuat Lentur}}{\text{Kuat Tekan Kubus}} \times 100\% \quad \dots\dots R5$$

$$\frac{\text{Kuat Lentur}}{\text{Kuat Tekan Silinder}} \times 100\% \quad \dots\dots R6$$

Hipotesa

Rasio perbandingan nilai kuat tekan silinder terhadap kubus beton menghasilkan nilai yang berbeda untuk fas dan umur beton yang ditinjau.

Metodologi

Pada percobaan ini dilakukan secara bertahap mulai dari penujian bahan pembentuk beton, perancangan, pengadukan, pencetakan, perawatan, dan pengujian kekuatan beton, baik itu kuat tekan maupun kuat lentur.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan dan kuat lentur ini adalah :

- Kuat tekan
 - Kubus Beton dengan ukuran 15×15×15 cm
 - Silinder Beton dengan ukuran Ø 15 cm, dan tinggi 30 cm
- Kuat lentur
 - Balok Beton dengan ukuran 10×10×50 cm

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan dan kuat lentur adalah :

- 1 set alat mesin uji kuat tekan
- 1 set alat mesin uji kuat lentur
- Timbangan
- Jangka sorong
- Meteran
- Kapur

Metode Pengujian

Metode yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan kuat lentur adalah:

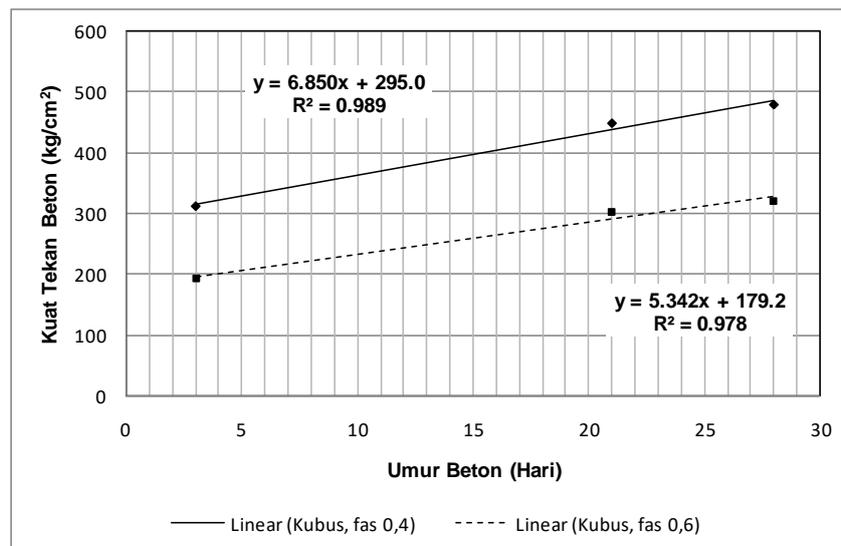
1. Kuat tekan : ASTM C. 39-96
2. Kuat Lentur : ASTM C. 78-94

Hasil Pengujian Kuat Tekan Dan Kuat Lentur

Rata-rata hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur untuk setiap variasi umur dan fas dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Bentuk Benda Uji	Ukuran (cm)	Faktor Air Semen (f.a.s)	Umur Beton (hari)	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm ²)
Kubus	15×15×15	0.4	3	312,8
			21	449,1
			28	479,6
		0.6	3	192,0
			21	302,9
			28	320,5
Silinder	Ø15-30	0.4	3	241,9
			21	375,5
			28	397,6
		0.6	3	150,0
			21	266,7
			28	280,4



Gambar 1 Korelasi Kuat Tekan Rata-Rata **Kubus** terhadap Variasi Umur Beton untuk fas 0,4 dan 0,6

Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara kuat tekan rata-rata kubus terhadap variasi

umur beton untuk fas 0,4 dan 0,6, keduanya menghasilkan persamaan linier dengan Nilai

koefisien determinasi (R^2) masing-masing didapat sebesar 0,989 dan 0,978. Begitu juga untuk benda uji berbentuk silinder (gambar 2), pada fas 0,4 dan 0,6, keduanya menghasilkan persamaan garis linier dengan nilai koefisien determinasi (R^2) masing-masing didapat sebesar 0,979 dan 0,968. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kekuatan tekan kubus dan silinder terhadap umur beton untuk berbagai variasi fas memiliki korelasi yang tinggi, hal ini sesuai dengan PBI 71 (tabel 2), bahwa semakin bertambah umur beton maka semakin meningkat kekuatan tekannya.

Peningkatan kekuatan juga diperlihatkan dari hasil uji kuat lentur pada fas 0,4 dan 0,6, seiring dengan bertambahnya umur beton (tabel 4).

Hasil Perhitungan Nilai Rasio Kuat Tekan Dan Nilai Standar Deviasi

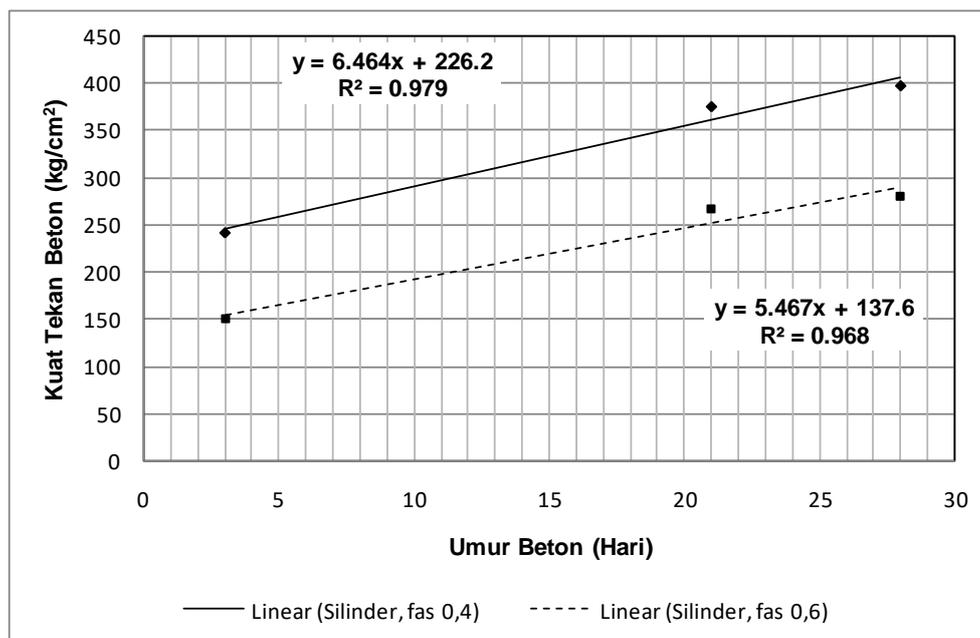
Tabel 5 memperlihatkan hasil perhitungan Rasio Perbandingan Kuat Tekan Silinder

terhadap Kubus Beton Pada fas 0,4 dan 0,6 dengan Berbagai Variasi Umur (3, 21 dan 28 hari), untuk menghitungnya menggunakan formula R3.

Hasil yang didapatkan menunjukkan hubungan antara Rasio Perbandingan Kuat Tekan Silinder dengan Kubus Beton terhadap berbagai Variasi Umur (3, 21 dan 28 hari) untuk fas 0,4 dan 0,5, keduanya membentuk garis polynomial masing-masing dengan persamaan $y = -0.000x^2 + 0.011x + 0.748$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 1 dan $y = -0.000x^2 + 0.007x + 0.751$, keduanya mendapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 1 (gambar 3).

Dimana y adalah rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus beton dan x adalah umur beton (hari) masing-masing untuk fas yang ditinjau.

Standar deviasi dihitung dengan menggunakan rumus R4, adapun nilai standar deviasi tersebut dapat dilihat pada tabel 6.



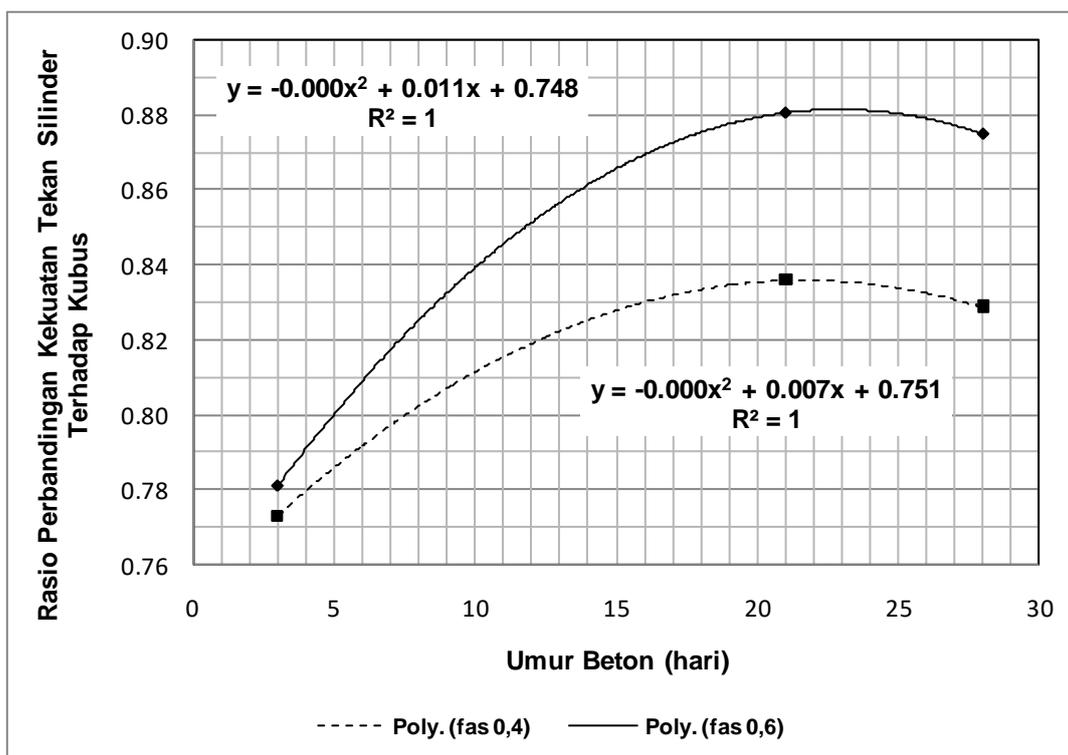
Gambar 2 Korelasi Kuat Tekan Rata-Rata **Silinder** terhadap Variasi Umur Beton untuk fas 0,4 dan 0,6

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Bentuk Benda Uji	Ukuran (cm)	Faktor Air Semen (f.a.s)	Umur Beton (hari)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
Balok	10x10x50	0.4	3	45,9
			21	63,5
			28	75,3
		0.6	3	31,4
			21	49,2
			28	48,4

Tabel 5. Nilai Rasio Perbandingan Kuat Tekan Silinder terhadap Kubus Beton Pada fas 0,4 dan 0,6 dengan Berbagai Variasi Umur (3, 21 dan 28 hari)

Faktor Air Semen (fas)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan Silinder Rata-rata (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Kubus Rata-rata (Kg/cm ²)	Nilai Rasio Kuat Tekan Silinder Terhadap Kubus
A	B	C	D	(C/D)
0,4	3	241,9	312,8	0,77
	21	375,5	449,1	0,84
	28	397,6	479,6	0,83
0,5	3	150,0	192,0	0,78
	21	266,7	302,9	0,88
	28	280,4	320,5	0,87



Gambar 3 Rasio Kuat Tekan Silinder Dengan Kubus

Tabel 6 Nilai Standar Deviasi

Bentuk	Fator Air Semen	Umur Beton	Standar Deviasi (Kg/cm ²)
Kubus	0.4	3	29,3
		21	88,2
		28	74,7
	0.6	3	11,0
		21	29,3
		28	31,4
Silinder	0.4	3	5,6
		21	57,5
		28	50,2
	0.6	3	25,0
		21	13,9
		28	18,5

Dari tabel 6 menunjukkan f.a.s 0,4 dan fas 0,6, keduanya menghasilkan nilai standar deviasi pada benda uji kubus lebih besar dari pada benda uji silinder.

Apabila hasil tersebut dibandingkan dengan nilai standar deviasi yang terdapat pada PBI 1971 untuk volume adukan < 1000 m³ yaitu berkisar antara 45 Kg/cm² – 85 Kg/cm² dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan masih dapat diterima karena nilai dari analisa rasio kuat tekan dan nilai standar deviasi yang dihasilkan masih mendekati dengan nilai yang ditentukan oleh PBI 1971.

Hasil Perhitungan Perbandingan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan

untuk menghitung rasio perbandingan kekuatan lentur terhadap kekuatan tekan beton menggunakan formula R5 dan R6.

Tabel 6 dan 7, memperlihatkan untuk beton pada fas dan umur peninjauan yang sama, rasio kekuatan lentur terhadap kekuatan tekan pada benda uji kubus lebih kecil dibandingkan dengan benda uji silinder.

Rata-Rata rasio kekuatan lentur terhadap kekuatan tekan pada benda uji kubus beton untuk fas 0,4 didapat sebesar 0,15 sedangkan pada benda uji silinder beton didapat sebesar 0,18.

Tabel 6 Nilai Rasio Perbandingan Kuat Tekan **Kubus** terhadap Kuat Lentur Beton Pada fas 0,4 dan 0,6 dengan Berbagai Variasi Umur (3, 21 dan 28 hari)

Faktor Air Semen (fas)	Umur Beton (Hari)	Kuat Lentur Rata-Rata (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Kubus Rata-rata (Kg/cm ²)	Nilai Rasio Kuat Tekan Kubus Terhadap Kuat Lentur
A	B	C	D	(C/D)
0,4	3	45,9	312,8	0,15
	21	63,5	449,1	0,14
	28	75,3	479,6	0,16
0,6	3	31,4	192,0	0,16
	21	49,2	302,9	0,16
	28	48,4	320,5	0,15

Tabel 7 Nilai Rasio Perbandingan Kuat Tekan **Silinder terhadap Kuat Lentur Beton Pada fas 0,4 dan 0,6 dengan Berbagai Variasi Umur (3, 21 dan 28 hari)**

Faktor Air Semen (fas)	Umur Beton (Hari)	Kuat Lentur Rata-Rata (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder Rata-rata (Kg/cm ²)	Nilai Rasio Kuat Tekan Silinder Terhadap Kuat Lentur
A	B	C	D	(C/D)
0,4	3	45,9	241,9	0,19
	21	63,5	375,5	0,17
	28	75,3	397,6	0,19
0,6	3	31,4	150,0	0,21
	21	49,2	266,7	0,18
	28	48,4	280,4	0,17

Kesimpulan

- Rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus sebesar 0,83 didapat pada rancangan beton menggunakan fas 0,4 dan diuji pada umur 28 hari. Nilai Rasio tersebut sama menurut PBI 1971 (tabel 1).
- Untuk menentukan nilai rasio perbandingan kuat tekan silinder terhadap kubus beton untuk berbagai Variasi Umur, persamaan yang digunakan adalah $y = -0.000x^2 + 0.011x + 0.748$, Dimana y adalah rasio perbandingan kekuatan tekan silinder terhadap kubus beton dan x adalah umur beton (hari) masing-masing untuk fas yang ditinjau.

Daftar Pustaka

Subagja, *Concrete Mix Design*. Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung Januari 2007.

Subagja, "Jobsheet Praktikum Rekayasa Beton" Lab. Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Polban, Bandung Januari 2007.

American Concrete Institute (ACI), Mineral Admixture, ACI Compilation 22, 1996.

AM. Neville, MC, TD, DSc(Eng), PhD, MSc, Ceng, Peng, FICE, FIStructE, MsocCE (France), FamSocCE, FACI, FIARB. "Properties of Concrete" Fourth Edition, Pitman Publishing Limited, London, 1995.

ASTM Commite on Concrete and Concrete Agregate, Annual Book of ASTM Standards. Vol 04.02.,1997.

W. Shacklock "Concrete Constituent and Mix Proportion", Cement & Concrete Association, London 1975.

Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Campuran Beton, SK SNI-18-1990-03.

Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SK SNI T-15-1990, Yayasan LPMB Bandung.

P.-AITCIN “High Performance Concrete”
Modern Concrete Technology , London &
New York 1998.

Yayasan Dana Normalisasi Indonesia,
Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971.