

PENGARUH PENAMBAHAN ABU TERBANG TERHADAP KEKUATAN BETON

Eki Efrizal

Balitbang Provinsi Riau, Jl Diponegoro No 24 A Pekanbaru

Pos-el: ekiefrizal@ymail.com

Abstract

The addition of fly ash in concrete mix can be very important when sufficient compressive strength needed early while the fly ash to be used. Therefore, it is necessary to study its effect on the strength of just two types namely tensile strength and compressive strength of concrete. In this study, made 4 cylinder variation of the test specimen measuring 150 mm x 300 mm. Each variation is represented by 24 samples with details 18 pieces for compressive strength test and 6 pieces for tensile strength test. The first variation is made without adding fly ash and used as a comparison against other variations. Variations second, third and fourth made by adding fly ash as much as 5%, 10%, and 15% by weight of cement. Compressive strength test performed at 14 days, 28 days and 56 days. Tensile strength test is only performed at 28 days. Compressive strength test results showed that each percent increase fly ash cause a decrease in the compressive strength at 14 and 28 days. After reaching the age of 56 days, the test object with the addition of fly ash will have a greater compressive strength dabanding not using fly ash, with the addition of optimum as much as 10% of the weight of the cement. Results of tensile strength tests at 28 days showed that the addition of fly ash concrete will have a tensile strength greater than that not using fly ash. Tensile strength values ranged from 10% to 12% of the value of compressive strength. The relationship between tensile strength and compressive strength without the addition of fly ash at 28 days in the range of $f_{ct} = (6-7) \times \sqrt{f_c}$, but when fly ash is added the association constants will exceed the value 7.

Keywords: Fly ash, addition, compressive strength, tensile strength

Abstrak

Penambahan abu terbang ke dalam campuran beton dapat menjadi penting pada saat ‘kuat tekan’ yang memadai diperlukan lebih awal sementara abu terbang akan digunakan. Oleh karena itu perlu diteliti pengaruhnya terhadap dua jenis kekuatan saja yaitu kuat tarik dan kuat tekan beton. Pada penelitian ini dibuat 4 variasi benda uji silinder berukuran 150 mm x 300 mm. Setiap variasi diwakili oleh 24 sampel dengan rincian 18 buah untuk uji kuat tekan dan 6 buah untuk uji kuat tarik. Variasi pertama dibuat tanpa menambahkan abu terbang dan digunakan sebagai perbandingan terhadap variasi lainnya. Variasi kedua, ketiga dan keempat dibuat dengan menambahkan abu terbang sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Uji kuat tekan dilakukan pada umur 14 hari, 28 hari, dan 56 hari. Uji kuat

tarik hanya dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa setiap persen penambahan abu terbang menyebabkan turunnya kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari. Setelah mencapai umur 56 hari, benda uji dengan penambahan abu terbang akan memiliki kuat tekan yang lebih besar dibanding yang tidak menggunakan abu terbang, dengan penambahan optimum sebanyak 10% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tarik pada umur 28 hari menunjukkan bahwa dengan penambahan abu terbang beton akan memiliki kuat tarik yang lebih besar dibandingkan yang tidak menggunakan abu terbang. Nilai kuat tariknya berkisar antara 10% sampai 12% dari nilai kuat tekannya. Hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan tanpa penambahan abu terbang pada umur 28 hari berada pada kisaran $f_{ct}=(6-7)\sqrt{f'_c}$, tetapi bila ditambahkan abu terbang konstanta hubungan tersebut akan melebihi nilai 7.

Kata kunci : Abu terbang, penambahan, kuat tekan, kuat tarik

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi beton pada beberapa dekade terakhir telah memungkinkan untuk dibuatnya beton yang lebih berat ataupun lebih ringan dengan menggunakan agregat khusus, beton dapat lebih kuat atau memiliki sifat-sifat khusus dengan menggunakan *admixture*, material selain air, agregat, dan semen yang ditambahkan sebelum ataupun selama pencampuran adukan beton. Abu terbang yang sebelumnya dianggap sampah produksi yang sulit untuk disingkirkan, adalah residu inorganik yang tersisa setelah bubuk batubara habis terbakar dan terperangkap oleh pemisah elektrostatis. Karena itu abu terbang kebanyakan diperoleh dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Abu terbang merupakan pozzolan sintesis yang sangat populer karena sudah dalam bentuk sangat halus (3000 sampai 5000 cm² per gram), lebih halus dibandingkan semen, dan sering sekali berupa bola-bola kecil sehingga mampu meningkatkan workabilitas tanpa perlu menambah air dalam campuran (Shetty, 1982).

Sifat-sifat dan komposisi kimia yang dimiliki abu terbang (*fly ash*) bervariasi tidak hanya antara PLTU yang berbeda, tapi juga dari jam ke jam dalam PLTU yang sama. Unsur-unsur utama yang biasa terkandung terdiri dari Silikon Dioksida, Aluminium Oksida, Karbon, Calcium Oksida, Magnesium Oksida, dan Sulfur Trioksida. Propertis yang sangat penting adalah rendahnya kadar karbon, kandungan silika yang tinggi dan halusnya silika yang ada.

Abu terbang yang merupakan hasil pemisahan sisa-sisa pembakaran yang halus dari pembakaran batu bara yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap atau serbuk abu pembakaran dan dikategorikan sebagai pozzolan buatan. ASTM C618-03 mengklasifikasikan abu terbang menjadi 3 (tiga) kelas sebagai berikut :

- Kelas N : pozzolan alam atau hasil pembakaran, misalnya tanah diatomik, opalin cherts dan shales, tuff dan abu vulkanik.
- Kelas F : abu terbang yang mengandung CaO di bawah 10% dari hasil pembakaran antrahacite atau bitumen batu bara. Abu terbang kelas ini hanya memiliki sifat pozzolanis.

- Kelas C : abu terbang yang mengandung CaO di atas 10 % dari hasil pembakaran lignite atau sub-bitumen batu bara. Abu terbang kelas ini selain memiliki sifat pozzolanis juga bersifat seperti semen.

Persyaratan kimia kelas N, F dan C tersebut disajikan pada Tabel 1, dan komposisi kimia semen Portland tipe I dan abu terbang kelas F dan C disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Persyaratan Kimia Abu Terbang

Syarat Kimia	N	F	C
Kadar Oksida SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ minimum (%)	70	70	70
Kadar SO ₃ maksimum	4	5	5
Kadar air maksimum	3	3	3
Hilang pijar maksimum	10	12	6

Sumber : ASTM C 618-03

Tabel 2. Komposisi Kimia Semen dan Abu Terbang

Komposisi Kimia	Semen Portland Tipe I (%)	Abu Terbang Kelas F (%)	Abu Terbang Kelas C (%)
Silika oksida (SiO ₂)	19,8	43,4	32,5
Aluminium oksida (Al ₂ O ₃)	6,1	18,5	21,9
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	2,5	26,9	5,1
Kalsium oksida (CaO)	63,7	4,3	27,4
Sulfit (SO ₃)	2,2	1,2	2,8
Magnesium Oksida (MgO)	3,5	0,9	4,8
Total Alkali (seperti Na ₂ O)	0,9	0,6	1,1
Hilang pijar	1,0	3,2	1,2
Kelembaban	-	0,2	0,8

Sumber : Concrete admixtures, Vance Dodson, 1990

Kandungan kimia abu terbang yang dihasilkan oleh PLTU Asam-asam disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Kimia Abu Terbang PLTU Asam-asam

Parameter	Hasil
SiO ₃ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	64,04
SO ₃	1,30
Kadar Air	1,80
Hilang Pemijaran	7,23
Na ₂ O	0,04

Sumber : Dinas Pertambangan dan Energi Kal-Sel

Berdasarkan hasil pemeriksaan di Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Selatan (Tabel 3) dapat disimpulkan bahwa abu terbang yang diperoleh dari PLTU Asam-asam termasuk dalam abu terbang kelas C. Semua parameter yang disyaratkan dalam ASTM C618-09 telah terpenuhi kecuali syarat hilang pijar yang nilainya di atas batas nilai maksimal (Fauzi dan Aryani, 2002).

Metode pencampuran beton secara konvensional yang telah ada memungkinkan diperolehnya kondisi optimum secara tepat, dimana bahan yang digunakan lebih murah untuk mendapatkan kuat beton sesuai yang diinginkan. Tetapi variasi pencampuran beton memungkinkan dimasukkannya bahan-bahan tambahan untuk mendapatkan sifat-sifat lebih dengan mempertahankan rendahnya biaya material sehingga dapat terbentuk kombinasi variasi baru yang tidak lagi tercakup dalam metode konvensional.

Abu terbang dapat dipakai sebagai bahan tambahan maupun sebagai pengganti sebagian semen Portland. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bila abu terbang dipakai sebagai bahan pengganti semen Portland, umumnya berkisar antara 10 sampai 35 persen berat semen, dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat, dan air asam. Sementara bila digunakan sebagai bahan tambahan akan menjadikan beton lebih rapat air dan lebih tahan terhadap serangan kimia.

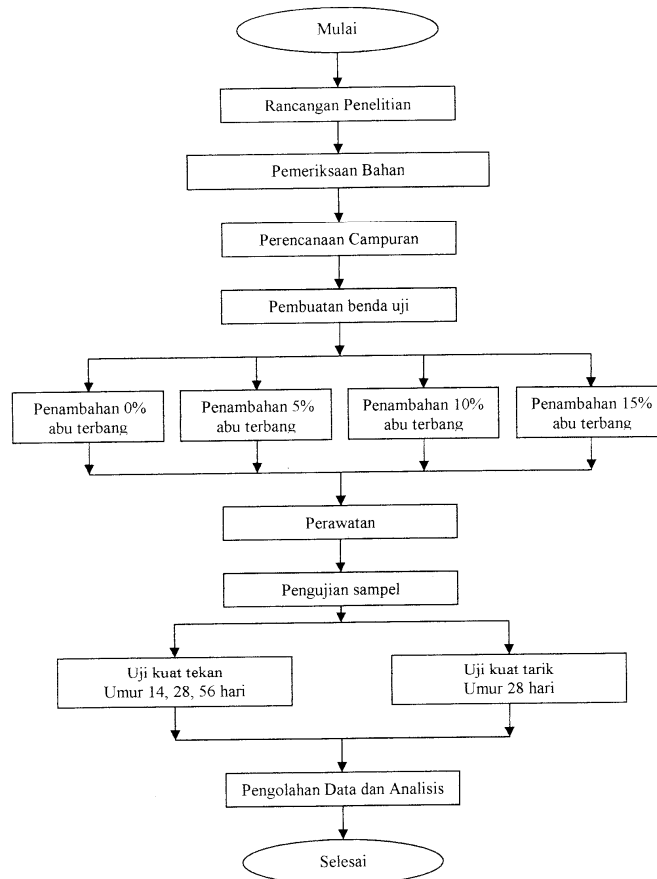
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu terbang ke dalam campuran beton dengan mutu normal 30 Mpa terhadap kuat tekan dan kuat tarik. Berdasarkan pengetahuan diatas, akan dibahas mengenai penambahan abu terbang ke dalam suatu campuran adukan beton yang direncanakan dengan metode DOE untuk mengetahui persentase penambahan abu terbang yang akan menghasilkan kekuatan optimum dalam waktu 56 hari.

METODE PENELITIAN

Penelitian di laboratorium dengan menggunakan benda uji yang akan diuji terhadap kuat tekan dan kuat tarik .

Bahan utama dalam penelitian ini adalah : 1) Semen Portland tipe I merk Tiga Roda, 2) Abu terbang kelas C dari PLTU Asam-asam, Kalimantan Selatan, 3) Agregat kasar dari Kandangan, agregat halus dari Amuntai dan air yang dipakai air PDAM di laboratorium FT-UNLAM Banjarbaru.

Tahapan persiapan penelitian terdiri dari 1) pemeriksaan bahan agregat dan semen, 2) perencanaan campuran beton dengan metode DOE (SNI-15-1991-03). Tahapan pemeriksaan benda uji adalah 1) pengujian kuat tekan, dan 2) pengujian kuat tarik.



Gambar 1. Skema Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 4 (empat) variasi, yaitu :

1. Variasi I : campuran beton dengan penambahan abu terbang 0%.
2. Variasi II : campuran beton dengan penambahan abu terbang 5%.
3. Variasi III : campuran beton dengan penambahan abu terbang 10%.
4. Variasi IV : campuran beton dengan penambahan abu terbang 15%.

Untuk masing-masing variasi dilakukan uji kuat tekan saat sampel berumur 14, 28 dan 56 hari. Masing-masing variasi juga dilakukan uji tarik saat sampel berumur 28 hari. Rancangan dan tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.

Alasan dipakainya kuat tekan karakteristik (f'_c) dalam menghitung kekuatan beton adalah agar kekuatan struktur lebih besar dari beban yang bekerja pada struktur tersebut. Jika kekuatan struktur didasarkan atas kuat tekan rata-rata (f_{cr}), maka 50% dari beton kekuatannya akan kurang dari yang terhitung. Hal ini cukup berbahaya, maka diambil nilai kuat tekan karakteristik agar beton yang kuat tekannya dibawah perhitungan paling banyak hanya 5% (Astanto, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

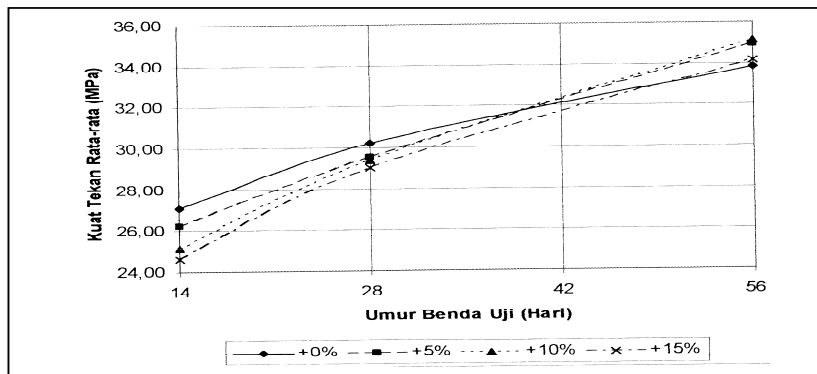
a. Pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tekan benda uji berbagai umur

Perencanaan kuat tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan campuran lainnya. Kuat tekan beton dapat mencapai 97 Mpa atau lebih yang tergantung pada jenis campurannya, sifat-sifat agregat, serta lama dan kualitas perawatan. Kekuatan beton yang paling umum digunakan sekitar 20 Mpa sampai 40 Mpa (Nawy, 1998).

Adapun hasil penelitian pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tekan benda uji berbagai umur disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Hasil penelitian pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tekan beton

Variasi	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)			Perbandingan Kuat Tekan Terhadap Variasi I (%)		
	14 hari	28 hari	56 hari	14 hari	28 hari	56 hari
I	270,68	301,80	338,59	100,00	100,00	100,00
II	262,19	295,20	349,43	98,86	97,81	103,20
III	251,35	293,79	351,32	92,86	97,34	103,76
IV	246,16	290,49	341,42	90,94	96,25	100,84



Gambar 2. Grafik hubungan umur benda uji dengan kuat tekan rata-rata.

Pada Tabel 4 terlihat kecenderungan kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton. Kuat tekan tekan saat umur 14 hari lebih kecil dari umur 28 hari dan umur 28 hari lebih kecil dari umur 56 hari. Adapun

kuat tekan rata-rata terbesar yaitu 351,32 kg/cm² terjadi pada variasi III saat umur 56 hari.

Penambahan abu terbang ke dalam campuran beton menyebabkan kuat tekan benda uji pada umur 14 dan 28 hari lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak menggunakan abu terbang seperti terlihat pada Gambar 2. Setiap persen penambahan abu terbang akan mengurangi kuat tekan karena abu terbang dapat memperlambat proses hidrasi semen.

Setelah benda uji mencapai umur 56 hari, benda uji dengan penambahan abu terbang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji yang tidak menggunakan abu terbang. Nilai kuat tekan terbesar diperoleh pada penambahan abu terbang sebanyak 10% dari berat semen. Terjadinya kekuatan yang lebih besar pada umur 56 hari ini sebagai reaksi pozzolanik yang lebih banyak gel CSH yang berfungsi sebagai lem atau pengikat di dalam beton.

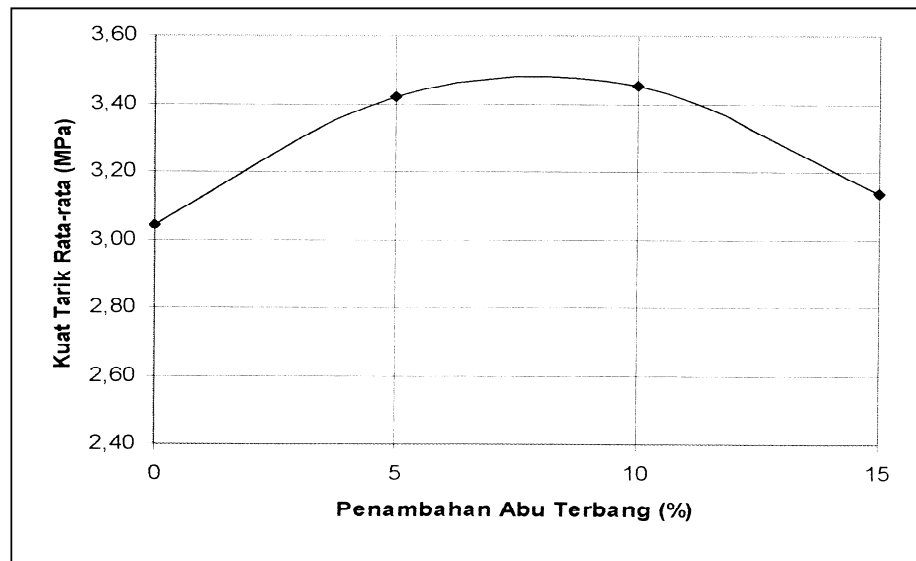
b. Pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tarik benda uji umur 28 hari

Kuat tarik beton merupakan suatu sifat penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran retak di dalam struktur. Kuat tarik adalah sifat yang lebih bervariasi dibanding dengan kekuatan tekan, besarnya berkisar antara 10% sampai 15% dari kekuatan tekan (Wang, Salmon dan Hariandja, 1990).

Hasil penelitian pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tarik benda uji umur 28 hari disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 3. Pada gambar 3 menunjukkan bahwa pada umur 28 hari kuat tarik benda uji dengan penambahan abu terbang lebih tinggi dibanding benda uji tanpa abu terbang, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan abu terbang mampu menaikkan kuat tarik beton. Kenaikan kuat tarik beton terbesar diperoleh pada penambahan abu terbang sebanyak 10% dari berat semen.

Tabel 5. Hasil penelitian pengaruh penambahan abu terbang terhadap kuat tarik beton

Variasi	Kuat Tarik Rata-rata (kg/cm ²)	Perbandingan Kuat Tarik Terhadap Variasi I (%)
I	30,42	100,00
II	34,19	112,40
III	34,54	113,57
IV	31,36	103,10



Gambar 4. Grafik hubungan penambahan abu terbang terhadap kuat tarik rata-rata.

c. Hubungan Kuat Tarik dan Kuat Tekan

Dari hasil penelitian ini didapat nilai konstanta (K) yang menyatakan hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai konstanta hubungan antara kuat tarik dan kuat tekan

	Variasi I	Variasi II	Variasi III	Variasi IV
Nilai konstanta (K)	6,67	7,58	7,67	7,01

Pada variasi I nilai K tersebut didapat berdasarkan rumus : $K = f_{ct} / f_c^{0,5}$ dimana f_{ct} (kuat tarik)=30,42 kg/cm²=441 Psi dan f_c (kuat tekan)=301,80 kg/cm²=4377,16 Psi sehingga didapat nilai K=6,67, begitu pula selanjutnya untuk variasi lainnya.

Adapun rasio atau nilai perbandingan antara nilai kuat tarik terhadap kuat tekan beton sampel umur pengujian 28 hari seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan kuat tarik terhadap kuat tekan

	Variasi I	Variasi II	Variasi III	Variasi IV
Kuat Tarik terhadap Kuat Tekan (%)	10,08	11,58	11,76	10,80

Berdasarkan Tabel 6 bahwa kontanta hubungan kuat tarik dan kuat tekan pada beton yang memakai abu terbang akan lebih besar dari pada beton tanpa abu terbang. Terbukti bahwa dengan penambahan abu terbang nilai kontanta akan melebihi 7. Untuk beton tanpa abu terbang nilainya kisaran 6 sampai 7.

Dari persentase pada Tabel 7 dapat kita lihat bahwa pengujian sampel pada umur 28 hari beton yang dihasilkan memiliki kuat tarik berkisar 10,08% sampai 11,58% dari nilai kuat tekannya. Hal ini sesuai dengan kutipan tulisan Wang, Salmon dan Hariandja pada tinjauan pustaka, bahwa kisaran nilai kuat tarik 10% sampai 15% dari kuat tekan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Campuran beton dengan penambahan abu terbang memiliki kuat tekan yang rendah dibandingkan campuran beton tanpa abu terbang pada saat umur beton 14 dan 28 hari. Namun pada saat beton telah mencapai umur 56 hari, maka kuat tekan beton dari campuran beton yang ditambah abu terbang memiliki kuat tekan yang lebih besar dari pada beton yang dihasilkan dari campuran beton tanpa abu terbang.

Kuat tarik terbesar pada umur 28 hari dicapai oleh beton yang ditambah abu terbang 10%.

Disarankan pada penelitian lanjutan untuk melakukan pengujian pada umur 90 hari dengan jumlah variasi yang lebih banyak lagi.

Ucapan Terima Kasih

Diucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, manajemen PLTU Asam-asam Provinsi Kalimantan Selatan dan pengelola Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan yang telah mendukung penelitian ini. Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang membantu dan memberi masukan serta saran untuk kesempurnaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Astanto, T.B. 2001. *Konstruksi Beton Bertulang*. Aknisius, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971, *PBBI*. LPMB. Bandung.
- Ika Kurnia Mustika dan Eki Efrizal. 2004. *Skripsi : Pengaruh Penambahan Abu Terbang Terhadap Kekuatan Beton*. UNLAM-Kalimantan Selatan.
- Mindess, S dan Young, J.F. 1981. *Concrete*. Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs.
- Nawy, E.G. 1990. *Beton Bertulang*. PT. Eresco. Bandung
- Shetty, M.S.,1997. *Concrete Technology*. S. Chand & Company Ltd, New Delhi.
- Subakti, A. 1994. *Diktat Teknologi Beton Dalam Praktek*. FT-ITS, Surabaya.
- Wahyudi, L dan Rahim, S.A. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wang, C.K., Salmon, C.G., dan Hariandja, B. 1993. *Desain Beton Bertulang Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.