

**PENGARUH VARIASI PILIN SERAT KALENG KEMASAN  
MINUMAN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN  
MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN**

**NASKAH PUBLIKASI**

**TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ANNISA FITRIA UTAMI**

**NIM. 145060101111048**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2018**

# PENGARUH VARIASI PILIN SERAT KALENG KEMASAN MINUMAN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TERIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN

*(The Effect of Spiral Variation of Canned Drink Waste as Fibers on Compressive Strength, Tensile Strength and Modulus of Elasticity in Lightweight Concrete)*

**Annisa Fitria Utami, Christin Remayanti, Ananda Insan Firdausy**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia-Telp (0341) 566710. 587711

E-mail: [annisa.suharyo@gmail.com](mailto:annisa.suharyo@gmail.com)

## ABSTRAK

Beton merupakan material yang sering digunakan dalam dunia teknik sipil. Dalam perencanaannya beton memiliki kelebihan dalam memikul beban tekan. Namun salah satu kelemahannya yaitu beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Salah satu cara mengatasi kekurangan tersebut dengan menambahkan serat kaleng (*fiber*) kedalam campuran beton.

Variasi yang digunakan yaitu serat (*fiber*) pilin tipe A, tipe B, tanpa pilin (normal) dan beton tanpa *fiber*. Fraksi yang digunakan 10% dari volume beton. Karena penambahan serat (*fiber*) akan menambah berat isi beton, maka pada penelitian ini agregat kasar akan dicampur dengan batu apung (*pumice*) sebanyak 25% dari volume agregat kasar. Nilai FAS yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.6-0.65. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik belah dan kuat tekan menggunakan *compression testing machine* dan uji modulus elastisitas menggunakan *extensometer*. Pengujian dilakukan pada beton berumur 28 hari.

Hasil pengujian uji kuat tekan didapatkan bahwa yang memiliki kuat tekan maksimum adalah beton pumice dengan fiber pilin tipe B dengan nilai sebesar 12.668 MPa (meningkat terhadap beton pumice tanpa fiber, dengan fiber tanpa pilin dan tipe A masing-masing sebesar 9.48%, 4.49% dan 0.27%). Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan bahwa nilai kuat tarik maksimum diperoleh pada variasi pilin tipe B dengan nilai sebesar 1.617 MPa (meningkat terhadap beton pumice tanpa fiber, dengan fiber tanpa pilin dan tipe A masing-masing sebesar 14.76%, 37.73% dan 16.08%). Begitu pula dengan hasil uji modulus elastisitas dengan metode Eurocode 2 dan ASTM C469 yang menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas dengan maksimum diperoleh pada variasi fiber pilin tipe B (meningkat terhadap beton tanpa fiber, dengan fiber tanpa pilin dan tipe A masing-masing sebesar 87.66%, 31.37% dan 0.58. Namun, hasil tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh penambahan *fiber* namun, dipengaruhi oleh nilai FAS yang berbeda.

**Kata Kunci:** serat kaleng, pilin serat kaleng, batu apung, kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas.

## ABSTRACT

*Concrete is the most used construction material in civil engineering. It has superiority in compression strength. However, one of its drawbacks as a structural material is they possess a very low tensile strength. To overcome its weakness adding fibers made from canned drink waste in concrete mix can improve the tensile strength.*

*Variation in this experimental were fibers type A, type B, fibers without twisting and concrete without fibers. Friction of fibers at 10% by volume of cylinder concrete. Due to addition of fibers will increase the weight of the concrete, then in this experimental investigation we mix the coarse aggregate with pumice at a dosage of 25% by volume of coarse aggregate. Cement water factor that used in this experiment between 0.6-0.65. Test were performed on 28-day-old concrete with compressive strength and tensile strength testing using compression machine, while modulus elasticity test using extensometer.*

*Compressive strength test result show that the maximum strength is obtained by type B fibers concrete with a value 12.668 MPa (increased by 9.48%, 4.49% and 0.27% from concrete without fibers, with fibers without twisting and type A fibers). The result of tensile strength test shows that the maximum strength is obtained by type B fiber concrete with a value 1.617 MPa (increased by 14.76%, 37.73% and 16.08% from concrete without fibers, with fibers without twisting and type A fibers). Likewise, the result of modulus elasticity test with Eurocode 2 and*

*ASTMC469 method shows that the maximum strength is obtained by type B fibers concrete (increased 87.66%, 31.37% and 0.58% from concrete without fibers, with fibers without twisting and type A fibers). However, these results are not only influenced by the addition of fibers but also influenced by different cement water factors value*

**Keywords:** can fiber, twisted tin fiber, pumice, tensile strength, compressive strength, modulus of elasticity

## PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sering digunakan dalam dunia teknik sipil. Dalam perencanaannya, beton memiliki kelebihan dalam memikul beban tekan. Namun salah satu kelemahannya yaitu beton sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Untuk mengatasi kelemahan beton tersebut, biasanya diatasi dengan memasang tulangan baja yang bertujuan untuk menahan gaya tarik. Semakin berkembangnya zaman, berbagai penelitian dilakukan untuk mengatasi kelemahan beton tersebut. Salah satunya dengan penambahan serat (fiber) olahan kaleng kemasan bekas minuman pada adukan beton. Pada penelitian ini, penulis ingin mengetahui pengaruh bentuk serat (fiber) yang dipilin 1 kali (tipe A) dan dipilin 1.5 kali (tipe B) terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Namun, penambahan serat (fiber) akan menambah berat isi beton, maka pada penelitian ini agregat kasar akan dicampur dengan batu apung (pumice) sebanyak 25% dari volume agregat kasar.

## TUJUAN

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi pilin A dan B terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada beton ringan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Ada berbagai cara untuk membuat beton ringan antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, pumice, expanded polystyrene, dll), campuran semen, silica, pozolan, dll, atau semen dengan bahan kimia penghasil gelembung udara. (Ngabdurrochman, 2009)

### Beton Serat (Fiber)

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/fiber (ACI Committee 544, 1982). Bahan-bahan serat yang bisa digunakan dalam memperbaiki sifat beton pada betons serat yaitu baja, plastic, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI, 1982).

Penambahan serat ke dalam beton akan meningkatkan kuat tarik beton yang umumnya rendah. Pertambahan kuat tarik akan memperbaiki kinerja komposit beton serat dengan kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan beton konvensional.

### Kuat Tekan

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton mengalami kehancuran bila dibebani.

Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

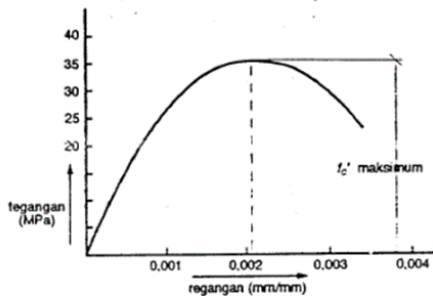
dengan:

$f'c$  = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = beban tekan maksimum (N)

$A$  = luas bidang tekan benda uji (mm<sup>2</sup>)

Kuat tekan masing-masing benda uji didapatkan dari tegangan tekan tertinggi ( $f'c$ ) menggunakan mesin uji dengan peningkatan beban tekan bertingkat dan dengan kecepatan pembebanan tertentu. Tegangan tekan ( $f'c$ ) beton yang dihasilkan bukan pada saat beton hancur, namun ketika tegangan maksimum beton mencapai regangan ( $\epsilon_b$ ) mencapai nilai  $\pm 0,002$ .



Gambar 1 Tegangan Tekan Benda Uji Beton  
Sumber: (Istimawan, 1996, P.7)

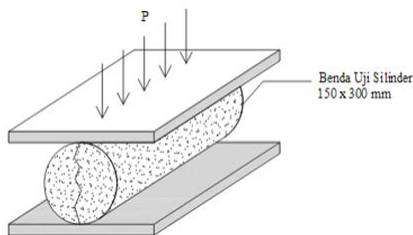
### KUAT TARIK BELAH

Kuat tarik belah beton tidak berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya (Istimawan, 1996, p.10). Pembebanan benda uji tarik belah beton dilakukan dengan cara meletakkan benda uji silinder mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan kemudian diberi beban merata sesuai dengan tinggi silinder (SNI 03-2491-2002). Tegangan tarik yang timbul sesaat benda uji silinder terbelah disebut split cylinder strength.

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

dengan :

- $f_t$  = Kuat tarik belah beton (N/mm<sup>2</sup>)
- $P$  = Beban maksimum (N)
- $L$  = Tinggi silinder beton (mm)
- $D$  = Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2 Uji Kuat Tarik Belah Beton Silinder

### MODULUS ELASTISITAS

Modulus Elastisitas adalah perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan (Murdock dan Brook, 1999). Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji (Wang & Salmon, 1994).

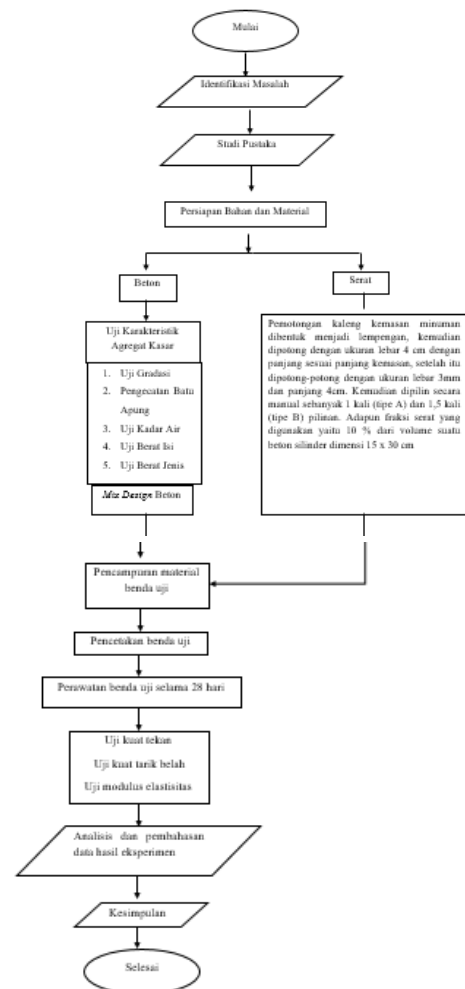
### METODE PENELITIAN

Adapun benda uji yang dibuat dan diteliti sebagai berikut:

1. Benda uji merupakan beton silinder berukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm.
2. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan, kuat Tarik belah dan modulus elastisitas menggunakan *extensometer*. Jumlah dan variasi sebagai berikut:

Tabel 1 Jumlah dan Variasi Benda Uji

Variasi	Jumlah uji tarik	Jumlah uji tekan	jumlah
<b>Pilin A</b>	3	3	6
<b>Pilin B</b>	3	3	6
<b>Tanpa pilin</b>	3	3	6
<b>Tanpa fiber</b>	3	3	6
<b>Total</b>	12	12	24



Gambar 3 diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kuat Tekan

Berikut hasil uji kuat tekan untuk semua variasi benda uji yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil pengujian kuat tekan

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Berat Rata-Rata (kg)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Nilai Slump (cm)
1	P.1		12.4		226	12.784		
2	P.2	28	12.3	12.050	178.3	10.086	11.539	20
3	P.3		11.45		207.7	11.749		
4	P.F.N.1	28	11.75	11.425	226.3	12.801	12.091	18
5	P.F.N.3		11.1		201.2	11.381		
6	P.F.P.A.2	28	11.65	11.650	239.9	13.570	12.634	18
7	P.F.P.A.3		11.65		206.8	11.698		
8	P.F.P.B.1	28	11.85	12.000	243.7	13.785	12.668	18
9	P.F.P.B.3		12.15		204.2	11.551		

sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil kuat tekan beton diketahui bahwa penambahan fiber terbukti meningkatkan kuat tekan pada beton ringan. Fiber pilin tipe A meningkatkan kuat tekan terhadap beton ringan tanpa fiber dan beton ringan dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 9.48% dan 4.49%. Lalu, pada beton ringan dengan fiber pilin tipe B meningkatkan kuat tekan beton ringan tanpa fiber dan beton ringan dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 9.78% dan 4.77%. Namun variasi bentuk pilin fiber tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat tekan beton.

### UJI KUAT TARIK BELAH

Pada uji kuat tarik belah benda uji diletakkan pada posisi horizontal di antara dua pelat landasan mesin uji tekan. Apabila beban diberikan sepanjang sumbu, maka elemen pada diameter vertikal akan mengalami tegangan tekan vertikal dan tegangan tarik horizontal.

Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 3

Taberl 3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Berat Rata-Rata (kg)	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)
1	P.4		11.35		109	1.541	
2	P.5	28	10.9	11.350	78	1.103	1.409
3	P.6		11.8		112	1.584	
4	P.F.N.4	28	11.35	11.267	78	1.103	1.174
5	P.F.N.5		11.35		78	1.103	
6	P.F.N.6		11.1		101	1.428	
7	P.F.P.A.5	28	11.5	11.550	97	1.372	1.393
8	P.F.P.A.6		11.6		100	1.414	
9	P.F.P.B.4		11.95		117	1.655	
10	P.F.P.B.5	28	11.75	11.817	87	1.230	1.617
11	P.F.P.B.6		11.75		139	1.966	

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa kuat tarik belah rata-rata terbesar terdapat pada fiber pilin

B dengan nilai rata rata 1.617 Mpa dengan peningkatan 14.7% dari rata rata beton pumice tanpa fiber. Jika dibandingkan dengan benda uji lainnya beton pumice dengan fiber polos memiliki nilai yang paling kecil yaitu 1.174 MPa dan Pilin A sebesar 1.393 Mpa.

Hubungan variasi pilin fiber dengan kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa beton pumice tanpa fiber memiliki kuat tekan rata-rata 1.409 MPa sedangkan saat beton diberi fiber tanpa pilin mengalami penurunan kekuatan sebesar 20%. Hal ini dapat terjadi karena adanya slip antar campuran beton dan fiber yang tidak dipilin, pada beton ringan dengan fiber pilin tipe A kuat tarik menurun sebesar 1.15% terhadap beton ringan tanpa fiber dan meningkat sebesar 18.65% terhadap beton ringan dengan fiber tanpa pilin. Sedangkan untuk beton ringan dengan fiber tipe B meningkatkan kuat tarik terhadap beton pumice tanpa fiber dan beton pumice dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 14.76% dan 37.73%.

### MODULUS ELASTISITAS

Uji modulus elastisitas dilakukan bersamaan dengan uji kuat tekan dengan tambahan alat extensometer yang memperlihatkan hasil deformasi suatu bahan. Perubahan beban yang terjadi dibaca seiring dengan perubahan deformasi pada dial hingga benda uji mengalami penurunan beban sebesar 50% dari beban maksimum karena keterbatasan alat ekstensometer yang tersedia, saat beban telah turun 50% dari maksimum benda uji dianggap sudah runtuh serta saat itulah pembacaan dial pada extensometer dihentikan.

Modulus Elastisitas beton merupakan kemiringan kurva tegangan regangan beton pada kondisi linier atau mendekati linier sebelum plastis. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi modulus elastisitas adalah bahan penyusun beton

Berikut adalah hasil perhitungan dari beberapa cara perhitungan modulus elastisitas

Tabel 4. Nilai modulus elastisitas

No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)	Modulus Elastisitas			
			Eurocode 2	ASTM-C469	SK SNI T-15	TS-500
			1 (MPa)	2 (MPa)	3 (MPa)	4 (MPa)
1	P.1	12.784	5681.706	5639.197	16804.612	25620.211
2	P.2	10.086	8068.525	7806.815	15251.957	24321.325
3	P.3	11.749	6713.535	6666.306	16109.888	25139.816
4	P.F.N.1	12.801	10240.646	9914.703	16043.212	25627.921
5	P.F.N.3	11.381	9104.808	8928.323	13889.631	24964.120
6	P.F.P.A.2	13.570	13570.101	13475.556	17313.680	25972.226
7	P.F.P.A.3	11.698	11697.778	11725.899	16074.947	25115.655
8	P.F.P.B.1	13.785	13785.051	13888.808	16861.551	26066.673
9	P.F.P.B.3	11.551	11550.707	11541.333	16024.501	25045.558

Dari Tabel 4 dapat kita lihat perbedaan dari beberapa metode dalam menentukan nilai modulus

elastisitas, metode eurocode 2 dan ASTM C469 memiliki nilai yang hampir sama dibandingkan nilai yang lain dikarenakan kedua metode ini menggunakan kemiringan grafik tegangan-regangan pada saat tegangan mencapai 40% tegangan maksimum sehingga didapat selisih yang kecil. Sedangkan metode SK SNI dan TS 500 lebih ditentukan oleh mutu beton. Sehingga pada percobaan kali ini nilai modulus elastisitas lebih didasarkan pada perhitungan menurut eurocode 2 dan ASTM-C469 yang dimana dari percobaan ini dapat diketahui dengan penambahan fiber pada beton dapat meningkatkan modulus elastisitas. Sehingga pada perhitungan modulus elastisitas dengan rumus eurocode 2 dan ASTM C-469 didapatkan nilai modulus elastisitas pada variasi pilin A meningkatkan nilai modulus elastisitas terhadap beton tanpa fiber dan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 86.57% dan 32.1%. Sedangkan pada variasi pilin B meningkatkan nilai modulus elastisitas terhadap beton tanpa fiber dan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 87.66% dan 31.37%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Pada uji kuat tekan didapatkan bahwa beton ringan dengan fiber pilin tipe A meningkatkan kuat tekan terhadap beton ringan tanpa fiber dan beton ringan dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 9.48% dan 4.49%. Lalu, pada beton ringan dengan fiber pilin tipe B meningkatkan kuat tekan beton ringan tanpa fiber dan beton ringan dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 9.78% dan 4.77%. Hasil tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh penambahan fiber namun, dipengaruhi oleh nilai FAS yang berbeda.
2. Pada uji kuat tarik belah didapatkan pada beton ringan dengan fiber pilin tipe A kuat tarik menurun sebesar 1.15% terhadap beton ringan tanpa fiber dan meningkat sebesar 18.65% terhadap beton ringan dengan fiber tanpa pilin. Sedangkan untuk beton ringan dengan fiber tipe B meningkatkan kuat tarik terhadap beton pumice tanpa fiber dan beton pumice dengan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 14.76% dan 37.73%.
3. Pada perhitungan modulus elastisitas dengan rumus eurocode 2 dan ASTM C-469 didapatkan nilai modulus elastisitas pada

variasi pilin A meningkatkan nilai modulus elastisitas terhadap beton tanpa fiber dan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 86.57% dan 32.1%. Sedangkan pada variasi pilin B meningkatkan nilai modulus elastisitas terhadap beton tanpa fiber dan fiber tanpa pilin masing-masing sebesar 87.66% dan 31.37%.

## SARAN

Berdasarkan kesimpulan dan pelaksanaan dalam penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya guna memperbaiki kekurangan dalam penelitian ini antara lain adalah:

1. Memperhatikan ketelitian dalam pembuatan benda uji, baik dalam kebersihan dan juga faktor air semen (FAS) yang digunakan.
2. Mencari alternatif lain dalam membuat serat kaleng yang lebih efektif
3. Belajar mengoperasikan alat uji tekan, tarik belah, ekstensometer maupun strain gauges agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan pengujian,
4. Memperhatikan pembagian batu apung (pumice) saat memasukkan kedalam benda uji agar merata dan tidak mengapung.
5. Mendokumentasi semua kegiatan dan percobaan yang dilakukan serta menyimpan data-data yang diperoleh dengan rapi

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544. 1982. State of the art report on fiber reinforced concrete -Report: ACI 544 IR-82. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. "Struktur Beton Bertulang". PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ngabdurrochman, 2009, "Teknologi Beton Ringan", (<http://gie713.blogspot.com/2009/10/makalah-teknologibetonngabdurrochman.html>) Diakses 5 Januari 2018
- Nurlina, Siti. (2011). "Teknologi Bahan I". Malang: Bergie Media.
- Standar Nasional Indonesia 03-2491-2002. (2002). "Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton". Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999, Bahan dan Praktek Beton; diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko, Jakarta: Erlangga
- Wang, Chu-Kia, dan Salmon, Charles G. 1994. Desain Beton Bertulang, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.