

ANALISIS KUAT TEKAN BETON RINGAN TEMPURUNG KELAPA

I Wayan Suarnita*
Nicodemus Rupang *

Abstract

This time, application of concrete mixture for construction is always rising all the time, both for heavy weight structure or lightweight structure. Based from that fact, is needed continuous studies about strength rising potention and the way to minimize the weakness of concrete mixture. One of the solution is by making variations of concrete materials, which can be reduce the total weight of building and the structure. This way can be realized by using materials with low mass and then called lightweight structure.

The purpose of this research is to figure out the influence of endocarp variations to the lightweight concrete compression strength. In this research, were used 7 variation values of endocarp volume fraction (n_f). The values are about 0,35; 0,375; 0,40; 0,425; 0,45; 0,475 and 0,50. Each of that values giving a different endocarp volume, which are use to measured the compression strength of lightweight concrete.

The results of this research shows for n_f 0,35 was found that compression strength of endocarp concrete is about 13,02 MPa, and for n_f 0,50, the compression strength of endocarp concrete was reached at 5,36 MPa. That facts showing a declanation of concrete compression strength a long with increasing of endocarp volume's fraction.

Key words : *Endocarp, lightweight concrete, compression strength*

Abstrak

Dewasa ini pemakaian beton untuk konstruksi semakin meningkat, baik untuk konstruksi dengan struktur berat maupun pada konstruksi ringan, sehingga studi lanjut mengenai potensi peningkatan kekuatan dan cara memperbaiki kelemahan-kelemahannya tidak pernah berhenti. Salah satunya yaitu dengan memvariasikan bahan-bahan beton yang dapat menurunkan berat total bangunan dan strukturnya, yaitu dengan cara penggunaan bahan bangunan yang memiliki massa rendah yang nantinya akan menghasilkan konstruksi beton ringan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *endocarp* terhadap kuat tekan beton ringan. Penelitian ini menggunakan 7 variasi nilai fraksi volume *endocarp* (n_f) yaitu 0,35; 0,375; 0,40; 0,425; 0,45; 0,475 dan 0,50. Masing-masing nilai fraksi volume *endocarp* tersebut menghasilkan volume *endocarp* yang berbeda-beda yang selanjutnya digunakan dalam penelitian guna mengetahui kuat tekan beton ringannya.

Pada penelitian ini, nilai kuat tekan beton ringan *endocarp* untuk n_f 0,35 adalah 13,02 Mpa dan untuk n_f 0,50 diperoleh 5,36 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai fraksi volume *endocarp*nya (n_f), yang menunjukkan semakin banyaknya volume *endocarp* yang digunakan, maka nilai kuat tekannya akan semakin menurun.

Kata Kunci : *Endocarp, beton ringan, kuat tekan.*

1. Pendahuluan

Beton merupakan bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam kegiatan pembangunan seperti rumah tinggal, gedung-gedung

bertingkat, jalan, bendungan, lapangan terbang dan lain-lain. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton, yang umumnya dipadukan dengan baja

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

(komposit) atau jenis lainnya. Hal ini karena beton merupakan bahan yang mudah dibuat dan dibentuk sesuai keinginan, kekuatan tekan yang tinggi, serta bahan-bahan pembentuknya mudah diperoleh. Beton adalah bahan konstruksi yang tidak homogen, karena merupakan campuran antara semen, agregat dan air, dan atau tanpa bahan tambah.

Pada daerah tertentu di Indonesia, ada daerah yang karena kondisi geologi dan struktur tanahnya, sangat sulit mendapatkan agregat, khususnya agregat kasar sebagai bahan utama pembuatan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka penulis melakukan penelitian ini dengan menggunakan tempurung sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton.

2. Tinjauan Pustaka

Dalam campuran beton, agregat menempati 70 - 75 % dari volume massa yang telah mengeras. Sisanya terdiri atas adukan semen yang telah mengeras, air yang belum bereaksi (yaitu air yang tidak ikut dalam proses hidrasi dari semen), dan rongga-rongga udara. Semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkan. Agregat tersebut harus mempunyai kekuatan yang baik, tahan lama, dan tahan terhadap cuaca; bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran seperti tanah liat, lumpur dan zat organik yang akan memperlemah ikatannya dengan adukan semen; dan juga tidak boleh terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan diantara material tersebut dengan semen.

Berat jenis beton dengan agregat ringan yang kering udara sangat bervariasi, tergantung pada pemilihan agregatnya, apakah pasir alam atau agregat pecah yang ringan halus yang dipergunakan. Nilai berat jenis beton ringan berkisar antara 1360 - 1840 kg/m³, dan berat jenis 1850 kg/m³ dapat dianggap sebagai batasan atas

dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini terkadang melebihi (Murdock, 1986).

Agregat ringan mempunyai bentuk permukaan yang berpori sehingga menyebabkan serapan air yang sangat tinggi dan berpengaruh terhadap kekuatannya, untuk itu sebaiknya sebelum pengadukan hendaknya agregat kasar direndam lebih dahulu dan kemudian dikeringkan sampai permukaannya kering, kemudian baru dilakukan pencampuran dan pengadukan beton (Murdock, 1986).

Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregat, oleh karena itu sepanjang kekuatan tekan agregat lebih tinggi dari beton yang akan dibuat maka agregat tersebut masih cukup aman digunakan sebagai campuran beton. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal, karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*), dan porositas yang besar dapat mempengaruhi keuletan yang menentukan ketahanan terhadap beban kejut.

Batok kelapa atau tempurung kelapa adalah kulit dalam dari buah kelapa. Tempurung kelapa banyak mengandung SiO₂ sehingga keras sekali, dengan ketebalan 3-6 mm. Berat tempurung sekitar 12 -15 % dari berat keseluruhan buah kelapa, karena buah kelapa itu sendiri terdiri atas sabut 35%, tempurung 12%, daging 28%, dan air kelapa 25%. (Gramacom, 2000).

Air merupakan salah satu bahan dasar yang penting dalam pembuatan mortar/adukan beton. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi proses hidrasi, yaitu reaksi kimia antara air dan semen serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi hanya 25 % dari berat semen. Akan tetapi untuk peningkatan

workability dalam pengerjaannya biasanya jumlah air ditambahkan, disamping untuk memudahkan pengadukan dapat juga mempermudah pencetakan tanpa rongga-rongga yang besar. Dengan menambahkan banyak air dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton tetapi beton yang mengandung proporsi air yang sangat sedikit menjadi sangat kering dan sangat sukar dipadatkan. Kelebihan air dalam campuran, bersama semen akan bergerak naik ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*) dan kemudian menjadi buih yang merupakan suatu lapisan tipis yang dikenal dengan nama *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengakibatkan berkurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan ini akan merupakan bidang sambung yang lemah. Dalam pelaksanaan sering sekali terjadi kebocoran pada cetakan, air dan semen bersama-sama dapat keluar melalui celah kebocoran sehingga menyebabkan terben-tuknya sarang-sarang kerikil.

Secara umum yang dapat dipakai sebagai bahan pencampur beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling (Tjokrodimuljo. 1996).

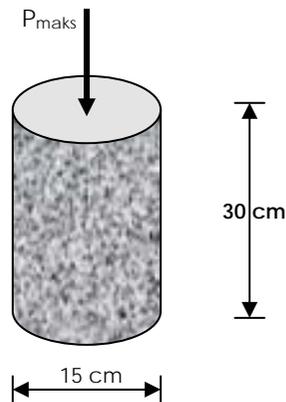
Kuat tekan beton selain berhubungan langsung dengan perencanaan campuran adukan beton, juga mempunyai hubungan yang unik dengan sifat-sifat beton yang lainnya seperti kuat tarik, stabilitas, permeabilitas dan keawetan. Kuat tekan beton merupakan gambaran mutu beton, karena biasanya kenaikan kuat tekan beton akan diikuti oleh perbaikan sifat beton yang lainnya. Menurut SNI 03-1974-1990 yang dimaksud dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan cara

memberi gaya tekan aksial secara bertahap terhadap benda uji silinder, sampai benda uji mengalami keruntuhan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Kuat tekan beton tersebut dapat dicari dengan menggunakan Persamaan:

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A_c} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- f'_c = kuat tekan beton, MPa.
- P_{maks} = beban maksimum, N.
- A_c = luas penampang, mm².



Gambar 1. Sketsa Benda Uji Silinder dengan Gaya Tekan Aksial

3. Metode penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini dapat dikelompokkan dalam beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan penelitian, tahap pembuatan benda uji dan tahap pelaksanaan / pengujian.

3.1 Penyediaan Bahan Penelitian

Bahan utama yang akan digunakan dalam penelitian untuk menghasilkan beton normal, yaitu:

- a. Semen: yang akan digunakan adalah semen portland tipe I yang terdapat di pasaran Kota Palu dengan merek dagang Semen Tonasa, yang terdapat dalam kantong/zak dengan berat masing-masing 50 kg per zak.
- b. Air: yang akan digunakan adalah air bersih yang memenuhi persyaratan untuk campuran beton, yaitu air yang tersedia di Laboratorium Bahan dan Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
- c. Agregat halus: yang akan digunakan adalah pasir dari Sungai Palu, dimana pasir tersebut mempunyai bentuk yang bulat, bersih, butir-butir yang halus dan mempunyai gradasi yang baik (zona I).
- d. Agregat kasar : yang akan digunakan adalah tempurung yang diambil langsung dari tempat pengolahan kelapa yang ada disekitar kota Palu. Adapun pengolahan tempurung adalah sebagai berikut, ; tempurung terlebih dahulu dibersihkan agar sabut dan sisa-sisa kelapa yang menempel dapat hilang dengan menggunakan peralatan berupa

pisau atau yang sejenisnya ; Kemudian tempurung ditumbuk/ dipecahkan dengan menggunakan alu atau palu dan lumpang, agar diperoleh ukuran *tempurung* maksimum 20 mm sampai minimum 4 mm.

3.2 Pembuatan Benda Uji

Perancangan campuran dilakukan dengan mengacu pada Metode SNI 03-3449-1994. Dengan menginput data material yang akan diperoleh dari pemeriksaan laboratorium, nilai *FAS* = 0,5, adukan mortar 1 : 2, variasi nilai fraksi agregat kasar (*n_r*) =0,45, serta data sekunder yang mendukung dalam prosedur SNI 03-3449-1994 sehingga akan diperoleh rancangan komposisi campuran seperti pada Tabel 1.

Kemudian untuk menghasilkan kuat tekan beton ringan yang maksimum, maka dilakukan variasi terhadap nilai fraksi agregat tempurung (*n_r*) dgn nilai *fas* dan perbandingan mortar yang sama. Kebutuhan benda uji yang akan dibuat sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Benda Uji

No.	Nama Benda Uji	Nilai fraksi agregat kasar (<i>n_r</i>)	Jumlah Benda Uji
1	BT 01	0,350	5 buah
2	BT 02	0,375	5 buah
3	BT 03	0,400	5 buah
4	BT 04	0,425	5 buah
5	BT 05	0,450	5 buah
6	BT 06	0,475	5 buah
7	BT 07	0,500	5 buah

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan untuk menentukan sifat dasar dari agregat tersebut. Adapun hasil dari bagian-bagian yang diperiksa adalah sebagai berikut:

- 1). Pemeriksaan berat jenis Tempurung
Hasil pengujian berat jenis tempurung disajikan pada Tabel 2 .
- 2). Pemeriksaan kadar air agregat

Hasil pemeriksaan kadar air agregat diperoleh seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3.

- 3). Pemeriksaan penyerapan air agregat

Hasil pemeriksaan penyerapan air diperoleh seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.

- 4). Pemeriksaan berat isi agregat
Hasil pengujian berat isi agregat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 2. Berat jenis tempurung

Bagian	Ujung atas	Tengah	Bawah	Rata-rata
Tempurung	0,842	0,910	1,136	0.963

Tabel 3. Kadar air (%)

Sampel	I	II	Rata-rata
Ag. halus	2,422	2,340	2,381
Tempurung	11,607	12,157	11,882

Tabel 4. Penyerapan air

Sampel	I	II	Rata-rata
Penyerapan air (%)			
Ag.halus	1,194	1,358	1,276
Tempurung	21,70	23,58	22,64

Tabel 5. Berat isi agregat

Sampel	I	II	Rata-rata
Tempurung			
Berat isi lepas/gembur (gr/cm ³)	0,608	0,605	0,608
Berat isi semi padat (gr/cm ³)	0,619	0,616	0,617
Berat isi padat (gr/cm ³)	0,621	0,622	0,621
Agregat halus			
Berat isi lepas/gembur (gr/cm ³)	1,519	1,670	1,623
Berat isi padat (gr/cm ³)	1,775	1,787	1,781

4.2 Hasil rancangan campuran beton (*mix design*)

Setelah data-data pemeriksaan untuk membuat rancangan komposisi campuran beton diperoleh, kemudian dilakukan perhitungan rancangan campuran dengan menggunakan metode SNI 03-3449-1994. Dalam penelitian ini nilai Faktor Air Semen (FAS) ditetapkan yaitu 0,50. Hasil perhitungan rancangan komposisi campuran beton untuk tiap m³ disajikan dalam Tabel 6.

4.3 Hasil Pengujian Beton

a. Berat Isi Beton Tempurung

Dari hasil pengujian berat isi beton masing-masing komposisi campuran mortar diperoleh berat isi beton tempurung rata-rata adalah seperti Tabel 7.

Menurut SNI 03-3449-1994 berat isi maksimum beton ringan 1850 kg/m³. Menurut Murdock (1986), berat jenis beton ringan berkisar antara 1360 – 1840 kg/m³ dan dapat dianggap sebagai batas dari beton ringan yang sebenarnya, sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), beton disebut ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m³.

Berdasarkan hasil pengujian berat isi beton tempurung diperoleh berat isi beton berkisar antara 1.531 kg/m³ – 1.672 Kg/m³, jika dibandingkan dengan teori di atas maka beton

dengan menggunakan agregat tempurung masuk dalam kategori **beton ringan**.

Hal ini disebabkan karena semakin kecil nilai n_f maka makin banyak pula komposisi semennya, sehingga semakin banyaknya semen yang mengikat dan menyelimuti beton mengakibatkan banyak pori-pori pada agregat tempurung, pasir dan pori-pori dalam beton dapat terisi dengan butir-butir semen. Sehingga ikatan antara pasta semen dan agregat dalam campuran beton ringan dapat mengikat dengan baik dan membuat beton makin padat dan berat.

b. Pengujian Kuat Tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji silinder beton dengan menggunakan mesin uji tekan *Compression Machine* dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kN/cm² perdetik . Pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton mencapai umur perawatan 28 hari.

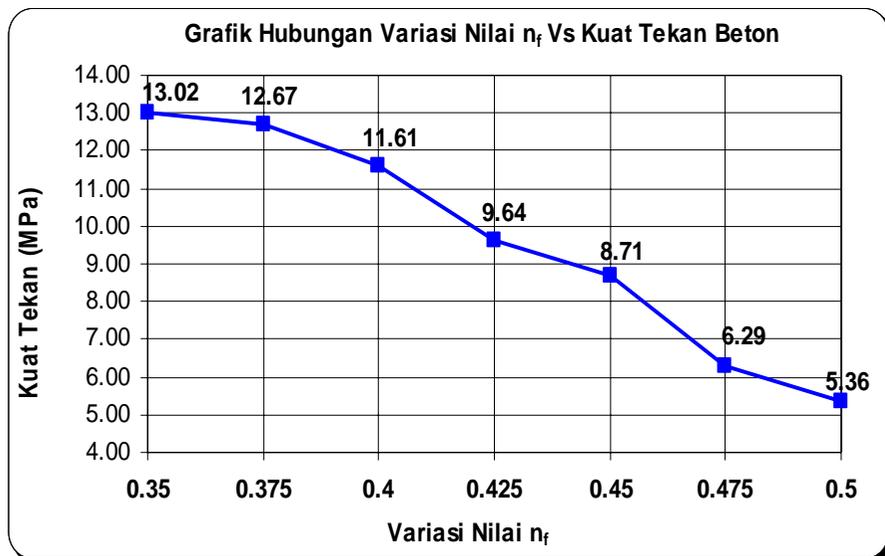
Kuat tekan silender beton merupakan suatu gambaran tentang kualitas beton yang akan menunjukkan kinerja konstruksi beton dalam memenuhi fungsinya untuk memikul segala bentuk beban yang diterimanya

Tabel 7. Hasil pengujian berat isi beton tempurung

No.	Benda Uji	Berat Isi Rata-Rata (kg/m ³)
1	BT 01	1672
2	BT 02	1665
3	BT 03	1647
4	BT 04	1612
5	BT 05	1592
6	BT 06	1558
7	BT 07	1531

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan terhadap silinder beton.

No.	Nama Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	BT 01	13.02
2	BT 02	12.67
3	BT 03	11.61
4	BT 04	9.64
5	BT 05	8.71
6	BT 06	6.29
7	BT 07	5.36



Gambar 2. Grafik hubungan komposisi campuran mortar terhadap kuat tekan beton ringan tempurung

Dari hasil pengujian kuat tekan beton untuk masing-masing komposisi campuran mortar diperoleh kuat tekan beton ringan tempurung rata-rata masing-masing adalah seperti terlihat dalam Tabel 8 dan Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai n_f 0,35 mempunyai kuat tekan beton tertinggi, sedangkan nilai n_f

0,50 mempunyai kuat tekan beton terendah. Terjadi penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,35 hingga nilai n_f 0,50, penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,35 ke nilai n_f 0,375 sebesar 2,634%, penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,375 ke nilai n_f 0,40 sebesar 8,411%, penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,40 ke nilai n_f 0,425 sebesar 16,948%,

penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,425 ke nilai n_f 0,45 sebesar 9,620%, penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,45 ke nilai n_f 0,475 sebesar 27,749% dan penurunan kuat tekan beton dari nilai n_f 0,475 ke nilai n_f 0,50 sebesar 14,796%.

Penurunan kuat tekan ini disebabkan karena semakin besar nilai n_f , berarti komposisi semennya sedikit. Hal ini menyebabkan kurangnya semen yang menyelimuti agregat, sehingga tidak semua agregat dapat dibungkus dengan pasta semen dan menghasilkan daya ikat yang lemah pada beton, pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit (FAS yang sama) sehingga adukan beton sulit dipadatkan, dan semakin besar nilai n_f jumlah tempurung semakin banyak, berarti banyak pula dalam menyerap air dan menyebabkan jumlah air dalam adukan beton menjadi berkurang, merupakan salah satu penyebab turunya kuat tekan beton ringan tempurung.

Penurunan kuat tekan beton ringan tempurung dimungkinkan disebabkan karena proses kembang susut agregat tempurung dalam beton. Akibat dari terjadinya proses kembang agregat, maka dimensi dari agregat tempurung bertambah sehingga memungkinkan terjadinya desakan oleh agregat tempurung dalam campuran pada saat proses pencampuran dan perawatan benda uji yang dibasahi dengan kain basah selama 7 hari. Sebaliknya setelah benda uji diangkat dari proses perawatan, maka dimungkinkan terjadi susut agregat akibat penguapan air pada beton, dimana hal ini akan mengakibatkan pengecilan dimensi agregat tempurung dan memungkinkan tercipta rongga-rongga baru pada ruang yang ditempatinya saat proses kembang dalam beton ringan tempurung, dan mengakibatkan kepadatan beton ringan tempurung menjadi berkurang. Sehingga pada

saat proses penekanan benda uji beton ringan tempurung cepat mengalami keretakan.

Penurunan kuat tekan beton ringan tempurung mungkin juga disebabkan kandungan minyak pada sisi dalam dari agregat tempurung, karena semakin besar nilai n_f jumlah tempurung semakin banyak. Minyak dapat menciptakan kelemahan daya ikatan pada campuran beton ringan tempurung sehingga proses adhesi dari agregat halus, agregat ringan tempurung, semen dan air tidak terjadi dengan baik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan :

- Kuat tekan rata-rata tertinggi adalah 13,02 MPa pada fraksi volume tempurung (n_f) 0,35 sedangkan kuat tekan rata-rata terendah adalah 5,36 MPa yaitu pada fraksi volume tempurung (n_f) 0,50. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin besar nilai fraksi volume tempurung (n_f) maka kuat tekan beton akan semakin menurun.
- Berat isi beton tempurung yang diperoleh berkisar antara 1.531 kg/m³ - 1.672 kg/m³, sehingga beton tempurung dapat dikategorikan sebagai beton ringan.

5.2 Saran

Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk :

- Mengetahui kandungan minyak yang terdapat pada sisi dalam agregat tempurung, dan cara yang tepat untuk menghilangkan kandungan minyak tersebut.
- Mengetahui sifat karakteristik beton tempurung, seperti ; kuat tarik, modulus elastisitas, kuat lekat

terhadap tulangan, permeabilitas dan keawetannya, serta kemungkinan beton tempurung ini diaplikasikan sebagai beton struktural atau beton nonstruktural (dinding, sunscreen, dan lain-lain)

6. Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum, 1994. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. (SNI 03 - 3449 - 1994), Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1996. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. (SK SNI M - 14 - 1989 - F), Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Dipohusodo. I, 1994. *Struktur Beton Bertulang*. PT - Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Mulyono, Tri, 2004. *Teknologi Beton*. PT ANDI, Yogyakarta.
- Murdock, L. J, L. M. Brock dan Stephanus Hendarko, 1986. *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Ke - 4* . Erlangga, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1996. *Teknologi Beton*. Percetakan Naviri, Yogyakarta.