



## ANALISIS PEGARUH PENAMBAHAN BIJI KARET PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-175

**Lindawati MZ**

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Baturaja

Email : [lindawati@gmail.com](mailto:lindawati@gmail.com)

### ABSTRAK

*Beton adalah material yang banyak digunakan dalam pembuatan bangunan. Beton memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan material konstruksi lainnya. Namun, dalam penggunaan beton campuran untuk konstruksi seperti dermaga dan irigasi, beton biasa tidak cukup. Diperlukan bahan tambahan yang dapat menyerap banyak air dan meningkatkan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, digunakan serat sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Serat yang digunakan adalah serat hitam seperti rambut ekor kuda dengan jenis serat kasar dan agregat kasar dengan ukuran saringan berdiameter antara 2,5 cm – 3 cm. Kuat tekan beton yang diinginkan adalah 175 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan penambahan serat sawit dalam campuran beton, dilakukan uji kuat tekan beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal pada umur 28 hari sebesar 235,66 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan penambahan serat sawit sebanyak 1% pada umur 28 hari, kuat tekan meningkat menjadi 256,06 kg/cm<sup>2</sup> (lebih besar dari beton normal). Namun, dengan penambahan serat sawit sebanyak 1,5% pada umur 28 hari, kuat tekan menurun menjadi 231,13 kg/cm<sup>2</sup> (lebih rendah dari beton normal). Sementara itu, dengan penambahan serat sawit sebanyak 1,75% pada umur 28 hari, kuat tekan mencapai 256,60 kg/cm<sup>2</sup> (lebih rendah dari beton normal). Penambahan serat sawit sebanyak 1% menghasilkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 256,66 kg/cm<sup>2</sup>, yang lebih tinggi dibandingkan beton normal yang hanya mencapai 235,06 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa beton dengan tambahan serat memiliki kualitas fisik yang baik dengan variasi tertentu dan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam beton untuk meningkatkan kuat tekan beton.*

**Kata Kunci :** Beton , Serat Sawit, Kuat Tekan Beton

### PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya penggunaan beton sebagai bahan konstruksi disektor pembangunan, menunjukkan juga semakin banyak kebutuhan beton di masa yang akan datang, sehingga hal itu akan mempengaruhi perkembangan teknologi beton dimana akan menuntut inovasi-inovasi baru mengenai beton itu sendiri. Pada saat ini bahan-bahan sebagai penyusun beton memang mudah di dapat namun bahan penyusun beton semakin lama semakin berkurang karena bahan penyusun beton adalah sumber daya alam yang tidak dapat di perbaharui. Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan bahan tambahan membentuk masa padat. Untuk itu perlu inovasi- inovasi baru untuk bahan pengganti penyusun beton dari sumber daya alam yang dapat di perbaharui, salah satu nya dengan memanfaatkan biji karet yang berasal dari pohon karet.

Biji karet adalah hasil dari limbah perkebunan, memiliki bentuk yang seperti lingkaran. Biji Karet ini akan dicoba untuk dijadikan sebagai pengganti agregat kasar yaitu koral. Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah pada pohon karet. Jumlah biji berkisar tiga dan enam sesuai dengan jumlah ruang. Ukuran biji besar dengan kulit keras. Warnanya coklat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang khas. Sesuai dengan sifat dikotilnya, akar tanaman karet merupakan akar tunggang.

Biji karet adalah limbah atau bahan buangan yang bisa di manfaat lagi menjadi berbagai macam produk yang berguna, Oleh karena itu, saat ini perlu dicoba biji karet tersebut sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton. Di sisi lain jumlah

ketersediaan Biji karet lebih banyak dan mudah diperoleh serta dengan harga yang relatif murah

Dengan kondisi tersebut, Kabupaten Ogan Komering ulu memiliki jumlah pohon karet yang cukup besar, maka perlu dicari solusi untuk memanfaatkannya, salah satunya adalah sebagai bahan penambahan biji karet pada adukan beton. Hal itulah yang mendasari penelitian ini karena biji karet yang mudah ditemukan dan harganya relatif lebih murah, yang nantinya diharapkan menjadi beton yang memiliki mutu yang baik namun tidak menurunkan nilai kekuatan beton, serta dapat memanfaatkan bagian dari pohon karet yang jarang digunakan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh penambahan biji karet pada campuran beton terhadap kuat tekan beton K-175.

### Tinjauan Pustaka Beton

Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat (SKSNI T-15-1991-03). Nawy ( 2001 : 1) mendefinisikan beton adalah material yang kuat dalam kondisi tekan, tetapi lemah dalam kondisi tarik, kuat tarik bervariasi dari 8 sampai 14 persen dari kuat tekannya. Sedangkan dalam pengertian lain beton adalah suatu komposit yang terbentuk dari berbagai material yang tercampur yaitu beberapa bahan batu-batuan baik alami maupun batuan yang dipecahkan yang disertai oleh semen sebagai bahan pengikat dengan perbandingan tertentu. Perencana (*engineer*) dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Tabel 2.1 : Unsur Beton

Agregat Kasar + Agregat Halus ( 60%-80%)	
Semen : 7 % - 15%	Air
Udara : 1% - 8%	( 14% - 21% )

Sumber : Amrinsyah Nasution 2009 :4

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

a. Kualitas semen

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air, jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

b. Kebersihan agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Menurut pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup

besar, agregat inipun menjadi penting. Karena itu diperlukan agregat yang bersih dari senyawa-senyawa organik yang dapat mempengaruhi kualitas beton.

c. Penempatan Yang Benar

Maksudnya adalah beton harus dikerjakan dan ditempatkan pada cetakan yang telah ditentukan dari keenceran pasta adukan, volume pasta adukan, perbandingan campuran agregat halus dan kasar. Biasanya hal ini diukur dari tinggi slump yang didapat dalam adukan beton segar.

d. Perawatan Beton

Tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut. Salah satu sifat yang penting dari beton adalah keawetannya, yakni mampu menahan serangan (pengaruh) kimia dan fisika serta mekanis (*ductility*). Keawetan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1) Faktor dari bahan yang digunakan

Dimana bahan tersebut harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dan harus sesuai dengan keadaan lingkungan

2) Faktor pengerjaan

Beton harus dipadatkan sepadat mungkin agar udara dan zat-zat yang berbahaya tidak mudah masuk dalam beton. Selain itu perlu menentukan kadar semen, kadar air juga harus diperhatikan agar sesuai dengan persyaratan kadar semen minimum kadar air maksimum, sehingga mengurangi ruang pori pada beton yang menambah kualitas beton.

3) Faktor lingkungan

Dapat disebabkan oleh zat-zat yang merusak beton, seperti : natrium klorida (NaCl) yang akan menimbulkan korosi pada tulangan, sulfat menyebabkan beton pecah, gas asam arang akan menyebabkan pH beton berkurang, sehingga dapat menimbulkan korosi.

4) Penyusutan (*shrinkage*)

Maksudnya adalah perubahan volume beton yang disebabkan oleh penguapan air, penyusutan terjadi pada saat beton akan mengeras dan pada saat beton telah mengeras.

### 2.3. Sifat beton

Beton yang dimaksud penulis disini ada dua macam yaitu beton segar dan beton padat.

#### Beton Segar

Beton Segar adalah beton yang baru dalam keadaan selesai dicampur dan proses pengikatnya belum selesai. Beberapa sifat yang mempengaruhi beton segar adalah :

1) **Workability**

Istilah ini sulit didefinisikan dengan tepat, sehingga Newman mengusulkan agar didefinisikan pada tiga sifat yang terpisah, diantaranya:

- a) Kompakabilitas atau suatu kemudahan dimana beton dapat didapatkan dan rongga-rongga udaranya diambil keluar.
- b) Mobilitas atau suatu kemudahan dimana dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali.
- c) Stabilitas dan kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadinya segregasi/pemisahan butiran dari bahan utamanya.

## 2.4. Segresi dan Bleeding (Pemisahan)

### 1) Segregasi

Segregasi adalah pemisah berbagai bahan pilihan pada campuran beton yang disebabkan oleh ukuran partikel dan berat jenisnya berbeda, segregasi biasanya disebabkan oleh :

- a) Pemakaian air dalam campuran terlalu banyak.
- b) Gradasi agregatnya tidak baik.
- c) Jumlah semennya terlalu sedikit.
- d) Pemakaian tambahan memenuhi syarat.
- e) Pengerjaan kurang memenuhi syarat.

Akibatnya menimbulkan peristiwa beton yang kropos. Sehingga kekerasan tiap lapisannya tidak merata.

### 2) Bleeding

Bleeding adalah suatu peristiwa yang terpisah dari butiran agregat dan semen, ditandai dengan naiknya air pada permukaan adukan beton. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ikatan antara butiran-butiran dan kelebihan dosis pada bahan tambahan. Akibat adukan atas lebih basah dibandingkan bagian bawah dan ini akan menyebabkan beton lemah serta mengalami kerusakan.

## Beton Padat

Beton padat adalah beton dalam keadaan sudah atau mulai mengeras. Beberapa sifat yang mempengaruhi beton padat, yaitu :

### 1) Kekuatan

Kekuatan beton dapat dihasilkan dengan memperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

- a) Mutu bahan, meliputi : agregat, semen, air dan bahan tambahan.
- b) Perbandingan dalam percampuran, meliputi : kadar semen, faktor air semen, persentase agregat halus, gradasi partikel dan lain-lain.
- c) Metode pelaksanaan, meliputi : bentuk dan ukuran benda uji, kecepatan pembebanan dan sebagainya.

### 2) Stabilitas dimensi

Terjadinya perubahan dimensi beton akan menyebabkan retak dan defleksi. Perubahan ini disebabkan oleh semen mengeras, pengeringan dan penyusutan karena panas.

### 3) Kekedapan

Kekedapan adalah ketahanan atau kemampuan beton untuk menahan masuknya air kedalam beton, atau dengan kata lain permeabilitasnya rendah. Sebaiknya kemampuan untuk meloloskan air sangat besar atau dengan kata lain permeabilitasnya kecil.

### 4) Keawetan

Keawetan adalah kemampuan untuk menahan bekerjanya pengaruh kimia, fisika, mekanika dan bakteri. Keawetan beton akan tercapai baik, jika pada fase pencampuran, fase pelaksanaan dan fase perawatan dilakukan secara benar dan mendapat perhatian yang cukup. Fase perencanaan merupakan fase terpenting. Karena, pada fase ini tidak hanya diperhitungkan kekuatan dan kelakuan strukturnya saja, namun harus diperhatikan pula keawetannya.

## 2.5. Kinerja Beton

Untuk meningkatkan kinerja beton, terdapat beberapa cara yang bisa dilakukan. **Pertama**, mengurangi porosi beton dengan cara mengurangi jumlah air dalam adukan beton. **Kedua**, menambahkan aditif mineral seperti *silicafume*, *copper slog*, abu terbang (*fly ash*), biji karet, precious slag ball atau yang lainnya. **Ketiga**,

menambahkan serat pada adukan beton. **Keempat**, menggunakan beton dengan sifat pemadatan mandiri atau **self compacting concrete**.

Dalam pembuatan beton, semen merupakan salah satu komponen yang paling mahal sehingga sangat menentukan harga beton. Salah satu cara menekan harga beton adalah dengan mengurangi penggunaan semen. namun, untuk menghasilkan beton bermutu dan berkinerja tinggi, jumlah semen yang dikurangi harus digantikan dengan zat aditif lain atau juga disebut filler.

Dengan penambahan zat aditif atau filler ini diharapkan tidak menyebabkan turunnya kekuatan beton tapi meningkatkannya atau paling tidak mempunyai kekuatan yang sama. Tentunya dalam penambahan ini perlu data hasil penelitian yang dapat menyatakan komposisi yang sesuai sehingga kekuatan beton ini dapat meningkat.

Zat aditif atau filler ini dapat dibagi dua, pertama filler yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan semen dan kedua filler yang digunakan sebagai pengganti aggregate. ( Tri Mulyono 2004 : 6 ).Zat aditif yang dapat mengurangi semen, contohnya seperti **silicafume** dari limbah industri **silica**, abu terbang (**fly ash**) dari limbah pembakaran batu bara, abu sekam padi dari limbah penggilingan padi atau yang lainnya. Zat ini tidak dapat digunakan untuk pengganti semen tapi bisa digunakan untuk mengurangi semen, karena dalam zat-zat ini hanya sebagai penguat ikatan rekatan. Tiga kinerja beton yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *concrete and concrete-making materials*) :

- a. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis.
- b. Kekuatan tekan dan
- c. Durabilitas atau keawetan.

## Sifat dan Karakteristik yang Dibutuhkan pada Perancangan Beton

### 1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 part 115; Part 116 pada umur 28 hari. Kekuatan tekan relatif antara benda uji silinder dan kubus ditunjukkan pada tabel 2.2 dan tabel 2.3 (menurut standar ISO)

**Tabel 2.2.** Rasio Kuat Tekan Silinder-Kubus

Kuat tekan (MPA)	7.00	15.20	20.00	24.10	26.20	34.50	36.50	40.70	44.20	50.30
Kuatrasio silinder kubus	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.94	0.87	0.92	0.91	0.96

sumber : Teknologi Beton, tri mulyono, MT, yogyakarta, 2004

**Tabel 2.3.** Perbandingan Kuat Tekan antara Silinder dan Kubus

Kuat Tekan Silinder (MPA)	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Kuat Tekan Kubus (MPA)	2.5	5	7.5	20	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50	55

sumber : Teknologi Beton, tri mulyono, MT, yogyakarta, 2004

Menurut BS. 1881, rasio kubus terhadap silinder ( *cube/cylinder* ) untuk semua kelas adalah 225, kekuatan tekan kubus jika dibandingkan dengan silinder dinyatakan dalam persamaan 1.1 dan 1.2 dengan nilai kuat tekan kubus dan silinder dinyatakan dalam Mpa atau  $N/mm^2$ . Departemen Pekerjaan Umum dalam Pedoman Beton 1989 ( *draft* ), LPMB, 1991 pasal 4.1.2.1 memberikan hubungan antara kuat tekan kubus dengan silinder dalam persamaan 1.1

## 2. Kemudahan Pengerjaan

Telah dijelaskan diatas bahwa kemudahan pengerjaan beton merupakan salah satu kinerja utama yang dibutuhkan. Walaupun suatu struktur beton dirancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi , tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat diimplementasikan dilapangan karena sulit untuk dikerjakan maka rancangan tersebut menjadi percuma. Kemajuan teknologi membawa dampak nyata untuk mengatasi kinerja.

### Aktivitas Pengerjaan Beton

Pengerjaan beton tidak hanya terdiri dari satu titik kegiatan,tetapi terdiri dari beberapa kegiatan yang saling berhubungan. Setiap aktivitas kegiatan tersebut harus dikontrol agar hasilnya sesuai dengan yang direncanakan. Tentunya dituntut kerjasama yang baik antara pengelola proyek,pemilik dan konsultan perencana serta antara konsultan perencana,penasehat dan pelaksana. Di samping harus dapat menerjemahkan keinginan pemilik,pelaksana dan pengelola proyek harus memahami ketentuan-ketentuan dari instansi pemerintah karena perencana beton harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Berdasarkan bagan diatas, aktivitas utama pengerjaan beton terletak adalah perencanaan yang dilakukan oleh konsultan perencana dan pengendalian mutu pada saat pelaksanaan yang dilakukan oleh kontraktor dibawah pengawasan konsultan perencanaan dan konsultan supervisi. Pengerjaan beton dimulai jika telah ada penunjukan atau perintah kerja dari pemilik.

Kegiatan perencanaan beton mulai dari *quarry* atau tempat penambangan sumber alam. Perencana harus mengambil contoh-contoh material yang akan digunakan, sesuai dengan ketentuan standar baku yang telah ditetapkan. Pengambilan contoh ini dilakukan secara acak ( *random* ) agar sifat-sifat bahan yang akan diuji terwakili. contoh uji ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk dicek dan diuji. Jika parameter besaran yang dimiliki masing-masing bahan tersebut telah sesuai dengan syarat yang diberikan ( *code standard* ), bahan tersebut dapat digunakan. Jika bahan yang diuji tidak memenuhi syarat, pelaksana harus sumber bahan yang lainnya atau mencampur bahan yang mutunya kurang dengan bahan lainnya sehingga komposisi bahan yang dihasilkan sesuai dengan syarat yang ditentukan. Setelah nilai masing-masing bahan tersebut diperoleh, perancangan beton sesuai ( *mix design* ) harus dilakukan. Perancangan beton sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dapat dilakukan dengan metode-metode yang dikenal. Di Indonesia, pekerjaan- pekerjaan pemerintah harus menggunakan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Standar baku ini dulu dikenal sebagai Standar Industri Indonesia namun saat ini telah direvisi dan dikembangkan menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar perencanaan beton yang dipakai adalah SNI T-15-1991-03.

Setelah perancangan beton selesai, perlu dilakukan pengujian lanjutan melalui pengujian campuran beton di laboratorium. Pengujian lanjutan melalui pengujian campuran beton ini meliputi pengujian beton segar dan pengujian beton keras. Pengujian beton segar dimaksudkan untuk mengetahui *workability* atau kemudahan dalam pengerjaannya. Indikator dari kemudahan dalam pengerjaan ini dapat dilihat dari nilai slump beton. Tujuan pengujian beton segar lainnya adalah untuk melihat apakah terjadi *bleeding* dan *segregation* atau tidak.

### Bahan Tambahan ( *admixture* )

Bahan tambahan atau bahan pembantu untuk beton adalah suatu produksi Disamping bahan semen, agregat, campuran dan air, juga dicampurkan dalam campuran spesi beton. Tujuan dari penambahan bahan ini adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton lunak dan keras. Takaran bahan tambahan ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama. Adapun bahan tambahan yang penulis gunakan adalah Biji Karet. Biji karet yang merupakan buah dari pohon karet, memiliki bentuk yang seperti lingkaran (Evi Heriyani) Biji karet ini akan digunakan

dalam campuran beton menurut penelitian (Evi Heriyani) biji karet dapat digunakan dalam campuran beton untuk memperkuat mutu kuat tekan beton dengan campuran 5% dari jumlah agregat kasar. Biji karet adalah limbah perkebunan, biji karet terdapat dalam setiap ruang buah pohon karet, jumlah biji berkisar tiga dan enam sesuai dengan jumlah ruang. Ukuran biji besar dengan kulit keras. Warnanya coklat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang khas. Sesuai dengan sifat dikotilnya, akar tanaman karet merupakan akar. tunggang.

Tabel 2.5 Karakteristik Biji Karet

Kandungan Kimiawi	Hasil (%)
Kadar air ( <i>moisture in analysi</i> )	8.90
Kadar abu ( <i>ash content</i> )	2.54
Selulosa	51.54
Hemiselulosa	15.88
Lignin	43.09

Sumber Jurnal Evi Heriyani

## KESIMPULAN

Penambahan limbah pecahan Biji Karet pada campuran beton dapat memberikan peningkatan pada kuat tekan beton, dalam perbandingan atau persentase tertentu, namun limbah pecahan Biji Karet tidak dapat dipakai secara global untuk penambahan beton, masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut/perlakuan khusus. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Beton menggunakan bahan tambahan limbah pecahan Biji Karet 5% menghasilkan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari meningkat maksimal sebesar  $325,33 \text{ kg/cm}^2$ . Pada umur 28 hari untuk campuran 15% pecahan Biji Karet sebesar  $174,80 \text{ kg/cm}^2$  mengalami penurunan, hal ini disebabkan semakin banyaknya komposisi Limbah Biji Karet dalam beton tersebut semakin menurun kuat tekan beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antono, A. 1995. *Teknologi Beton dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Astira, Imron F., Taufik A.g., dan Betty Susanti, 2007. *Pedoman Pelaksanaan dan Laporan Kerja Praktek dan Tugas Akhir (Skripsi)*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1992. *Petunjuk Pelaksanaan Beton Edisi II* Departemen pekerjaan Umum, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan. 1991. *Stuktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. 2011. *Pedoman Praktikum Beton*, Indralaya.
- Mordock, L.J., dan K.M. Brook., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.