

Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton

Okky Hendra Hermawan¹

1. Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Okkyhendra@gmail.com

Abstrak

Beton memiliki sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Selain sifat dasar tersebut, beton juga memiliki sifat kekedapan dan keawetan. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh Bahan penyusun beton Pengerjaan beton Perawatan beton Umur Beton. Metode penelitian ini adalah pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan beton Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan nilai rata-rata yaitu beton perawatan laboratorium dengan nilai $K'_{bL} = 380.32 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$, beton perawatan lapangan adalah $K'_{bF} = 299.05 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$ dan beton tanpa perawatan adalah $K'_{bU} = 269.21 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan regresi yaitu beton perawatan laboratorium adalah $K'_{bL} = 379.38 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$, beton perawatan lapangan adalah $K'_{bF} = 296.67 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$ dan beton tanpa perawatan yaitu $K'_{bU} = 277.61 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$

Kunci : Perawatan, Kuat Tekan, Beton

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Beton adalah bahan konstruksi yang terbuat dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan semen sebagai matrik bahan pengikat. Dalam pemakaiannya, terutama untuk elemen-elemen struktural, beton dapat di buat :

1. Beton bertulang (*reinforced concrete*)
2. Beton prategang (*prestressed concrete*)

Beton memiliki sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Selain sifat dasar tersebut, beton juga memiliki sifat kekedapan dan keawetan. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh ketiga faktor penting berikut :

1. Bahan penyusun beton
2. Pengerjaan beton
3. Perawatan beton
4. Umur Beton

Realita di lapangan menunjukkan banyak beton tidak mendapatkan perawatan yang semestinya, bahkan sering ditemukan kasus-kasus dimana suatu elemen struktur tidak memungkinkan untuk dilakukan perawatan karena adanya alasan teknik tertentu. Oleh karena itu, dalam hal ini perlu adanya suatu kontrol terhadap mutu beton yang sesuai dengan keadaan di lapangan tersebut. Mengingat selama ini sampel-sampel yang diambil dari pekerjaan beton untuk kontrol terhadap mutunya diperlakukan ideal tidak sebagaimana yang ada di lapangan. Hal

ini tentu kurang memberikan gambaran atau informasi mengenai mutu beton hasil pekerjaan di lapangan secara jelas, yaitu apakah masih masuk dalam karakteristik mutu sesuai yang direncanakan atau tidak.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka didapat rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana Pengaruh Perawatan Terhadap Kekuatan Tekan Beton

Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang didapat peneliti adalah sebagai berikut :

1. Hanya mengenai perilaku kuat tekan dengan perlakuan :
 - a. Beton dirawat dilaboratorium (teoritis)
 - b. Beton dirawat di lapangan (praktis)
 - c. Beton tidak dirawat (praktis)

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk Mengetahui Pengaruh Perawatan Terhadap Kekuatan Tekan Beton.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat Penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh suatu gambaran mengenai kuat tekan, absorpsi, pola retak dan lekatan dari beton praktis di lapangan dan beton teoritis di laboratorium

2. Mengembangkan pengetahuan mengenai sifat-sifat beton menyangkut masalah teknologi dan aplikasinya.
3. Sebagai data masukan bagi perusahaan jasa konstruksi mengenai perilaku beton terhadap perawatan beton.

LANDASAN TEORI

1. Beton

Beton atau *concrete* berasal dari bahasa latin “*concretus*” yang berarti tumbuh bersama” suatu pengertian yang menggambarkan “penyatuan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh” (Raina, V.K., 1989).

Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga butiran yang besar (agregat kasar ; krikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih halus (agregat halus ; pasir) dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (Tjokrodinuljo, K., 1996).

Semen portland dan air setelah bertemu akan bereaksi, butir semen bereaksi dengan air membentuk pasta semen, pasta ini berfungsi untuk mengisi pori-pori diantara pasir dan krikil serta berfungsi sebagai pengikat dalam proses pengerasan, akibat ikatan ini antara agregat menjadi saling terikat kompak, kuat dan padat. Agregat, yaitu pasir dan krikil tidak akan mengalami proses kimia, melainkan hanya sebagai bahan pengisi saja yaitu sebagai bahan yang dilekatkan (Astanto, T.B., 2001).

2. Material Penyusun Beton

a. Semen Portland

Semen portland adalah semen yang dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan yang mengandung kalsium karbonat seperti kapur dengan bahan lain yang mengandung silika, alumina dan oksida besi seperti lumpur atau tanah liat. Bahan-bahan ini kemudian dicampur menjadi satu. Campuran ini kemudian dipanaskan sehingga terbentuklah *klinker*. *Klinker* ini kemudian dihaluskan menjadi bubuk dan dicampurkan dengan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan tambahan (Raina, V.K., 1989).

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe I

(semen penggunaan umum) yang digunakan secara luas sebagai semen umum untuk teknik sipil dan konstruksi arsitektur.

Spesifikasi mutu dan cara pengujian berdasarkan SNI 15 – 2049 – 1994, *Portland Semen* dan SII OO13 -77, *Mutu dan Cara Uji Semen Portland*.

b. Agregat

Agregat merupakan material granular, misalnya pasir, krikil, batu pecah dan kerak tungku pijar yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolis (SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*).

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1). Agregat halus

Pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm.

2). Agregat kasar

Krikil sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran 5 - 40 mm.

Spesifikasi Agregat berdasarkan SK SNI S – 04 - 1989 – F, *Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan* dan SK SNI T – 15 – 1990 – 03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.

Agregat yang dipakai dalam penelitian ini adalah batu pecah ½ dan pasir alam.

3). Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Pemberian air terlalu banyak akan menurunkan mutu beton serta membuat beton menjadi porus.

Spesifikasi air berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil UNDIP.

2. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan karakteristik beton (f'_c) dapat didefinisikan sebagai kuat tekan beton yang dilampaui oleh paling sedikit 95 % dari benda uji. Pengujian standarnya didasarkan atas kuat tekan beton umur 28 hari.

Menurut SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, kuat tekan suatu mutu beton dapat dikategorikan memenuhi syarat jika dua hal berikut dipenuhi :

- a. Setiap nilai rata-rata dari tiga uji kuat tekan yang berurutan mempunyai nilai yang sama atau lebih besar dari f'_c .
- b. Tidak ada nilai uji kuat tekan yang dihitung sebagai nilai rata-rata dari dua hasil uji contoh silinder mempunyai nilai di bawah f'_c melebihi dari 3,5 MPa.

Cara pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI – 03 – 1974 – 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.

Beton harus dirawat pada suhu diatas 10 °C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran kecuali jika dengan perawatan dipercepat (SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*).

3. Perawatan Beton

Perawatan beton dimaksudkan agar beton dapat mengembangkan kekuatannya secara wajar dan sempurna serta memiliki tingkat kekedapan dan keawetan yang baik, ketahanan terhadap aus serta stabilitas dimensi struktur. (Mulyo, T., 2003).

Perawatan dilakukan untuk mencegah terjadinya temperatur beton atau penguapan air yang berlebihan yang dapat memberi pengaruh negatif pada mutu beton yang dihasilkan atau pada kemampuan layan komponen atau struktur (SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*).

Dalam ASTM C 31 dan C 192, dijelaskan bahwa perawatan beton pada dasarnya adalah mengkondisikan beton agar tetap dalam suhu dan kelembaban yang terkontrol, yaitu $T = 23 \pm 2$ °C dan $RH = 95 \pm 5$ %.

Reaksi kimia yang terjadi pada proses pengikatan dan pengerasan beton sangat tergantung pada kadar air. Apabila proses penguapan air terjadi secara berlebihan terutama pada waktu setelah *final setting*, maka proses hidrasi dapat terganggu demikian juga untuk proses hidrasi selanjutnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2014).

Populasi, Sampel

1. Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2014). Populasi pada penelitian ini adalah beton
2. Sampel
Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Bila populasi besar dan peneliti tidak mungkin mempelajari semuanya ada pada populasi, maka peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi itu (Sugiyono, 2014)
 - a. Jumlah sampel 133 buah yang terdistribusi dalam beberapa kelompok perlakuan dan pengujian sebagaimana yang ditunjukkan dalam matrik distribusi dan pengujian sampel yang terlampir dalam laporan ini.
 - b. Bentuk sampel kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm, bentuk ini dipilih karena
 - c. Jumlah alat cetak bentuk kubus di laboratorium lebih banyak (24 buah) dari pada alat cetak bentuk silinder (13 buah).
 - d. Penelitian ini membutuhkan alat cetak sampel yang terbuat dari papan kayu, dan alat cetak bentuk kubus

merupakan bentuk yang relatif lebih mudah di buat daripada alat cetak bentuk silinder mengingat akan pentingnya kepresisian alat cetak yang berpengaruh pada nilai kuat tekan dalam pengujian.

- c. Mutu beton rencana K-300, mutu ini dipilih dengan alasan :
 1. Banyak digunakan dalam aplikasi konstruksi di lapangan (mutu standar atau sedang). Hal ini didasarkan pada data base Perpustakaan Teknik Sipil UNDP dari laporan kerja praktek mahasiswa.
 2. Untuk beton mutu tinggi, dalam aplikasi di lapangan selalu mendapatkan perawatan secara baik dan intensif.
 3. Untuk beton mutu rendah, dalam aplikasi di lapangan digunakan pada elemen-elemen non struktural, sehingga kadang masalah perawatan tidak begitu diperhatikan.
- d. Penelitian didasarkan pada data yang didapat di Laboratorium Bahan Bangunan, kondisi lapangan (temperatur, cuaca, pelaksanaan) dan sebagainya.

3. Perlakuan sampel

- a. Sampel yang dirawat di laboratorium (teoritis)
 - 1). Dicitak dengan alat cetak dari besi
 - 2). Dirawat secara ideal dengan cara direndam dalam air
- b. Sampel yang dirawat di lapangan (praktis)
 - 1). Dicitak dengan alat cetak yang terbuat dari papan kayu Kruing
 - 2). Dirawat menggunakan karung goni basah dengan frekuensi pembasahan dua kali sehari, yaitu pada pagi hari dan sore hari.
 - 3). Dibiarkan di ruang terbuka (terkena sinar matahari hujan)
- c. Sampel yang tidak dirawat (praktis)
 - 1). Dicitak dengan alat cetak yang terbuat dari papan kayu Kruing

- 2). Dibiarkan tanpa adanya suatu perawatan diruang terbuka (terkena sinar matahari dan hujan)

4. Macam pengujian

Jenis pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Uji kuat tekan beton

METODE ANALISA DATA

Analisa Menggunakan Nilai Rata Rata

Mengingat bahwa benda uji yang digunakan untuk masing-masing kondisi hanya sebanyak 7 benda uji (kuarang dari 20), maka nilai kuat tekan karakteristik beton diperhitungkan dari nilai rata-rata kuat tekan beton hasil pengujian. Dengan demikian, kuat tekan beton pada umur 28 hari berdasarkan adalah sebagai berikut :

$$\text{Beton perawatan laboratorium: } K'_{bL} = K'_{bmL} = 380.32 \text{ kg/cm}^2$$

Beton perawatan lapangan:

$$K'_{bF} = K'_{bmF} = 299.05 \text{ kg/cm}^2$$

Beton tanpa perawatan

$$: K'_{bU} = K'_{bmU} = 269.21 \text{ kg/cm}^2$$

Analisa Menggunakan Regresi

Berdasarkan data hasil pengujian, maka dapat dilakukan analisa regresi yang dapat menghasilkan suatu bentuk grafik dan formulasinya. Analisa regresi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Excel*.

Menurut Singgih Santoso (2003), tingkat hubungan korelasi hasil regresi dinyatakan dalam koefisien korelasi (R) yang dibagi dalam lima tingkat epserti ditunjukan dalam Tabel 1. Koefisien korelasi (R) merupakan hasil akar dari R Square (R^2).

Tabel 1. Interval koefisien korelasi

Interval koefisien (R)	Tingkat hubungan
0.00 – 0.19	Sangat rendah
0.20 – 0.39	Rendah
0.40 – 0.59	Sedang
0.60 – 0.79	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat kuat

(Santoso, S., 2003)



Hubungan kuat tekan beton dengan umur beton pada Grafik 1. di atas memiliki koefisien korelasi R masing-masing pada interval 0.80 – 1.00 yang berarti tingkat hubungannya sangat kuat.

Grafik 1. tersebut menjelaskan bahwa kuat tekan beton untuk ketiga perlakuan perawatan masing-masing mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur. Beton perawatan laboratorium memiliki laju peningkatan lebih besar dari pada beton perawatan lapangan dan tanpa perawatan

Dengan menggunakan persamaan Grafik 1., maka beton yang direncanakan menggunakan K-300 dapat diperkirakan kuat tekannya pada berbagai umur dan perlakuan perawatan.

Contoh penggunaan persamaan Grafik 1. :

Kuat tekan beton pada umur 28 hari dapat dihitung sebagai berikut :

a. Jika beton dirawat dengan perawatan laboratorium :

$$\begin{aligned}
 t &= 28 \text{ hari} \\
 K'_{bL} &= 50.223 \ln(t) + 212.03 \\
 &= 50.223 \ln(28) + 212.03 \\
 &= 379.38 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

b. Jika beton dirawat dengan perawatan lapangan :

$$\begin{aligned}
 t &= 28 \text{ hari} \\
 K'_{bF} &= 42.378 \ln(t) + 155.46 \\
 &= 42.378 \ln(28) + 155.46 \\
 &= 296.67 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

c. Jika beton tidak dirawat :

$$\begin{aligned}
 t &= 28 \text{ hari} \\
 K'_{bU} &= 34.838 \ln(t) + 161.52 \\
 &= 34.838 \ln(28) + 161.52 \\
 &= 277.61 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dengan persamaan Grafik 1. juga dapat dicari besarnya prosentase kuat tekan beton

perawatan lapangan dan tanpa perawatan terhadap kuat tekan beton perawatan laboratorium dalam berbagai umur sekaligus grafik dan persamaannya Grafik 1

Apabila prosedur perawatan lapangan dengan karung goni basah dalam penelitian ini diperketat dan ditingkatkan, maka dapat dimungkinkan bahwa nilai kuat tekan beton perawatan lapangan dengan karung goni basah tersebut dapat mencapai bahkan melebihi nilai kuat tekan yang direncanakan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton perawatan laboratorium dan perawatan lapangan dengan karung goni basah dapat memenuhi kuat tekan yang direncanakan. Sedangkan kuat tekan beton tanpa perawatan tidak dapat memenuhi kuat tekan yang direncanakan, karena memiliki nilai kuat tekan yang jauh dibawah nilai kuat tekan yang direncanakan.

➔ Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan nilai rata-rata :

- Beton perawatan laboratorium : $K'_{bL} = 380.32 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$
- Beton perawatan lapangan : $K'_{bF} = 299.05 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$
- Beton tanpa perawatan : $K'_{bU} = 269.21 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$

➔ Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan statistik regresi :

- Beton perawatan laboratorium : $K'_{bL} = 379.38 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$
- Beton perawatan lapangan : $K'_{bF} = 296.67 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$
- Beton tanpa perawatan : $K'_{bU} = 277.61 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$

Berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, maka prosedur perawatan lapangan dengan karung goni basah seperti dalam penelitian ini harus diperketat dan ditingkatkan, sedangkan untuk beton tanpa perawatan tidak boleh dipraktikkan di lapangan, sebab tidak baik untuk perkembangan kuat tekan beton, hal ini karena :

- $f'_{cF} = 0.78 f'_{cL} < 0.85 f'_{cL}$ dan $f'_{cF} < f'_c + 3.5 = 300 + 35 / 0.83 = 342.17 \text{ kg/cm}^2$
- $f'_{cU} = 0.73 f'_{cL} < 0.85 f'_{cL}$ dan $f'_{cU} < f'_c + 3.5 = 300 + 35 / 0.83 = 342.17 \text{ kg/cm}^2$

Dapat disimpulkan juga bahwa penyimpangan yang terjadi pada kuat tekan beton perawatan laboratorium relatif lebih kecil dibandingkan dengan penyimpangan yang terjadi pada kuat tekan beton perawatan lapangan dan tanpa perawatan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai standar deviasinya masing-masing seperti pada Tabel 1.

KESIMPULAN

Secara umum, hasil penelitian menyimpulkan bahwa perilaku beton dengan perawatan lapangan dan tanpa perawatan tidak sama dengan perilaku beton dengan perawatan laboratorium. Perilaku beton dengan perawatan lapangan dan tanpa perawatan tersebut bisa menyimpang jauh dari perilaku beton dengan perawatan laboratorium.

1. Kuat tekan beton

Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan nilai rata-rata :

- a. Beton perawatan laboratorium :
 $K'_{bL} = 380.32 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$
- b. Beton perawatan lapangan :
 $K'_{bF} = 299.05 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$
- c. Beton tanpa perawatan :
 $K'_{bU} = 269.21 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$

Kuat tekan beton hasil analisa menggunakan regresi :

- a. Beton perawatan laboratorium :
 $K'_{bL} = 379.38 \text{ kg/cm}^2 > 300 \text{ kg/cm}^2$
- b. Beton perawatan lapangan :
 $K'_{bF} = 296.67 \text{ kg/cm}^2 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$
- c. Beton tanpa perawatan :
 $K'_{bU} = 277.61 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2$

Beton perawatan lapangan dengan karung goni basah memiliki nilai kuat tekan yang mendekati nilai kuat tekan yang direncanakan. Apabila prosedur perawatan lapangan dengan karung goni basah dalam penelitian ini ditingkatkan, maka dapat dimungkinkan bahwa nilai kuat tekan beton perawatan lapangan dengan karung goni basah tersebut dapat mencapai bahkan melebihi nilai kuat tekan yang direncanakan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton perawatan laboratorium dan perawatan

lapangan dengan karung goni basah dapat memenuhi kuat tekan yang direncanakan. Sedangkan kuat tekan beton tanpa perawatan tidak dapat memenuhi kuat tekan yang direncanakan, karena memiliki nilai kuat tekan yang jauh di bawah nilai kuat tekan yang direncanakan.

Berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, maka prosedur perawatan lapangan dengan karung goni basah seperti dalam penelitian ini harus diperketat dan ditingkatkan, sedangkan untuk beton tanpa perawatan tidak boleh dipraktekkan di lapangan, sebab tidak baik untuk perkembangan kuat tekan beton, hal ini karena:

- a. $K'_{bF} = 0.78 K'_{bL} < 0.85 K'_{bL}$ dan $K'_{bF} < K + 42.17 = 342.17 \text{ kg/cm}^2$
- b. $K'_{bU} = 0.73 K'_{bL} < 0.85 K'_{bL}$ dan $K'_{bU} < K + 42.17 = 342.17 \text{ kg/cm}^2$

Berdasarkan nilai standar deviasinya, disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi pada kuat tekan beton perawatan laboratorium relatif lebih kecil dibandingkan dengan penyimpangan yang terjadi pada kuat tekan beton perawatan lapangan dan tanpa perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standars, 2002, *ASTM C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standars, 2002, *ASTM C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Annual Book of ASTM Standars, 2002, *ASTM C 642 Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- DPU, 1990, SK SNI M – 12 – 1989 – F *Metode Pengujian Slump Beton*, Yayasan LPMB, Bandung.
- DPU, 1990, SK SNI S – 04 - 1989 – F *Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan*, Yayasan LPMB, Bandung.
- DPU, 1990, SK SNI T – 15 – 1990 – 03 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran*

- Beton Normal*, Yayasan LPMB, Bandung.
- DPU, 1990, SNI – 03 – 1974 – 1990 *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta.
- DPU, 1994, SNI 15 – 2049 – 1994 *Portland Semen*, Jakarta.
- DPU, 1997, SNI 03 – 4433 – 1997 *Spesifikasi Beton Siap Pakai*, Jakarta.
- DPU, 1998, SNI 03 – 4810 – 1998 *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Di Lapangan*, Jakarta.
- DPU, 2002, SNI 03 – 2847 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Haque, M.N., *Give It a Week : 7 Days Initial Curing*, Jurnal International Concrete, September Edition, 1998.
- Mindess, S., Young, J.F. dan Darwin, D., 2003, *Concrete, Second Edition*, Pearson Education Ltd., London.
- Mulyo, T., 2003, *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., 1991, *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat*, Terjemahan oleh Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Nevile, A.M., 2002, *Properties of Concrete, Fourth Edition*, Pearson Education, Harlow, England.
- Raina, V.K., 1993, *Concrete for Construction, Facts and Practice*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
- Samekto, W. Dan Rakhmadiyanto, C., 2001, *Teknologi Beton*, Kansius, Yogyakarta.
- Santoso, S., 2003, *Mengatasi Masalah Statistik Dengan SPSS Versi 11.5*, PT Elex Media Komputindo Gramedia, Jakarta.
- SII OO13 -77 *Mutu dan Cara Uji Semen Portland*, Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Taylor, G.D., 2002, *Material in Construction, Secon Edition*, Pearson Education, Education Ltd., London.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafitri, Yogyakarta