

ANALISIS PENURUNAN MUTU BETON STRUKTURAL AKIBAT PENGARUH AIR LAUT PADA MASA PEMELIHARAAN

Uu Saepudin¹; Wahyu Sumarno²; Cecep Ega Mardiana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Galuh,
Jalan RE. Martadinata No. 150, Ciamis, Jawa Barat, 46274, Indonesia

Email: uusaepudin20@gmail.com¹; wahyu180587@gmail.com²; cecepega25@gmail.com

Abstrak

Air laut memiliki kandungan garam yang tinggi yang dapat menggerogoti kekuatan dan keawetan beton. Hal ini disebabkan klorida yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton. Kerusakan dapat terjadi pada beton akibat reaksi antara air laut yang agresif yang terpenetrasi ke dalam beton dengan senyawa-senyawa di dalam beton yang mengakibatkan beton kehilangan sebagian massa, kehilangan kekuatan dan kekakuannya serta mempercepat proses pelapukan (Mehta, 1991). Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang penurunan mutu beton struktural akibat pengaruh air laut pada masa pemeliharaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh air laut pada masa pemeliharaan terhadap penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton struktural dan mengetahui penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton struktural terbesar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dirancang dengan 5 perlakuan untuk uji kuat tekan beton dan 5 perlakuan untuk uji kuat lentur beton, masing – masing diulang 3 kali. Perlakuan yang diujicobakan antara lain beton dengan mutu K 200, K 250, K 300, K 350 dan K 400.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeliharaan beton dengan menggunakan air laut berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dimana terjadi penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton. Penurunan kuat tekan beton K 200 sebesar 17,32%, beton K 250 sebesar 16,34%, beton K 300 sebesar 14,93%, beton K 350 sebesar 11,11% dan beton K 400 sebesar 9,33%. Penurunan kuat lentur beton K 200 sebesar 15,56%, beton K 250 sebesar 15,11%, beton K 300 sebesar 13,03%, beton K 350 sebesar 10,34% dan beton K 400 sebesar 9,25%. Penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton terbesar akibat pengaruh air laut pada masa pemeliharaan terjadi pada beton K 200 dengan penurunan kuat tekan sebesar 17,32% dan penurunan kuat lentur sebesar 15,11%.

Kata kunci : Beton Struktural, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Air Laut

1. Pendahuluan

Beton merupakan bahan bangunan dengan campuran *heterogen* antara *agregat* kasar dan halus dengan bahan pengikat semen dan air, dalam proses pencampurannya mengalami pengerasan dalam kurun waktu tertentu. Mayoritas volume bahan bangunan menggunakan beton karena sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan *desain* bangunan yang diinginkan serta bahannya yang relatif mudah didapat dan didistribusikan.

Secara struktural beton mempunyai tegangan tekan cukup besar, sehingga sangat bermanfaat untuk struktur dengan gaya-gaya tekan. Kelemahan struktur beton adalah kuat tariknya yang sangat rendah dan bersifat getas (*brittle*), sehingga untuk menahan gaya tarik beton diberi baja tulangan. Penambahan baja tulangan belum bisa memberikan hasil yang benar-benar memuaskan. Retak-retak melintang halus masih sering timbul didekat baja yang mendukung gaya tarik. Dalam perancangan struktur beton, tegangan tarik yang terjadi ditahan oleh baja tulangan, sedang beton tarik tidak diperhitungkan menahan tegangan tarik yang terjadi karena beton akan segera retak jika mendapat tegangan tarik yang melampaui kuat tarik.

Prasarana penunjang pelabuhan seperti, anjungan lepas pantai, dermaga, dan lain-lain, dalam proses pembuatannya kontak dengan air laut terkadang tidak dapat dihindarkan. Air laut sendiri memiliki kandungan garam yang tinggi dan dapat mengering kekuatan dan keawetan beton. Hal ini disebabkan klorida yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat *agresif* terhadap bahan lain, termasuk beton. Kerusakan dapat terjadi pada beton akibat reaksi antara air laut yang *agresif* yang terpenetrasi ke dalam beton dengan senyawa-senyawa di dalam beton yang mengakibatkan beton kehilangan sebagian massa, kehilangan kekuatan dan kekakuannya serta mempercepat proses pelapukan (Mehta, 1991). Hal ini perlu dilakukan penelitian tentang penurunan mutu beton struktural

akibat pengaruh air laut pada masa pemeliharaan.

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh air laut pada masa pemeliharaan terhadap penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton struktural dan mengetahui penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton struktural terbesar.

2. Tinjauan Pustaka

Beton adalah campuran antara semen portland, *agregat* halus, *agregat* kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran membentuk masa padat (SK SNIT- 15 – 1990 – 03). Dalam adukan beton, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori di antara butiran-butiran *agregat* halus dan *agregat* kasar, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengikatan sehingga butiran-butiran *agregat* saling terekat dengan kuat.

Kelebihan dan kekurangan beton (Tjokrodimulyo, 1996) sebagai berikut :

- a. Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan lokal, kecuali semen portland yang harus didatangkan dari pabrik atau toko, pada daerah tertentu yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil mungkin beton akan mahal.
- b. Mempunyai kuat tekan yang tinggi serta sifat tahan korosi dan pembusukan oleh pengaruh lingkungan (panas dan kelembaban). Kadang-kadang diperoleh beton yang mempunyai kuat tekan yang sama dengan batu alami jika menggunakan bahan penambah kekuatan dan dikerjakan dengan baik.
- c. Beton segar mudah diangkat dan dicetak sesuai keinginan. Untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan cukup dengan membuat cetakan yang dapat dipakai berkali-kali sehingga ekonomis.
- d. Jika dikombinasikan dengan baja tulangan maka akan menghasilkan beton yang dapat dipakai untuk struktur berat. Kondisi ini baja akan menahan tegangan

- tarik sedangkan beton akan menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan.
- e. Mudah dalam perawatan, beton segar dapat disemurkan pada beton lama yang rusak atau dapat diisi ke dalam retakan beton tanpa harus menghancurkan bagian yang rusak.
 - f. Beton segar dapat disalurkan dengan cara dipompakan sehingga memungkinkan untuk pengecoran pada bagian-bagian bangunan yang sulit dijangkau dengan alat lainnya.
 - g. Mempunyai sulfat tahan aus dan tahan terhadap panas sehingga biaya perawatan relatif murah.

Selanjutnya dinyatakan bahwa kekurangan beton antara lain :

- a. Beton mempunyai kuat tarik rendah sehingga mudah rusak, oleh karena itu harus diberi tulangan baja atau kasa.
- b. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang saat basah sehingga *dilatasi (Contraction joint)* perlu dilakukan dengan arah panjang dan lebar untuk memberikan tempat pada sudut pengerasan dan pengembangan beton.
- c. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu *dilatasi* untuk mencegah terjadinya retakan-retakan pada permukaan atau badan beton.
- d. Beton sulit untuk kedap air, bila diinginkan untuk kedap air secara sempurna harus dikerjakan dengan teliti.
- e. Beton bersifat *getas* (tidak daktil) sehingga perlu dihitung dan diteliti dengan seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

Secara umum perencanaan campuran beton yang akan digunakan dalam pelaksanaan konstruksi harus memenuhi syarat (KardiyonoTjokrodimulyo, 1996), antara lain :

1. Syarat kekuatan
Kekuatan yang dicapai pada umur yang ditentukan (28 hari) harus memenuhi

persyaratan yang ditentukan oleh perencanaan.

2. Syarat keawetan
Beton yang dihasilkan harus tahan terhadap pengaruh-pengaruh luar yang dapat merusak beton itu sendiri.
3. Syarat kemudahan pelaksanaan
Suatu rencana campuran beton harus memberikan *workability* yang cukup guna pengadukan, pengangkutan, pencetakan dan pemadatan tanpa mengurangi *homogenisis* beton.
4. Syarat ekonomis
Perencanaan campuran beton harus memberikan proporsi bahan-bahan pembentuk beton yang tepat, supaya tidak menimbulkan berlebihnya pemakaian bahan yang menyebabkan kurang ekonomisnya suatu campuran beton.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dirancang dengan 5 perlakuan untuk uji kuat tekan beton dan 5 perlakuan untuk uji kuat lentur beton, masing – masing di ulang 3 kali. Perlakuan yang diujicobakan antara lain :

1. Perlakuan 1 = Beton dengan mutu K 200
2. Perlakuan 2 = Beton dengan mutu K 250
3. Perlakuan 3 = Beton dengan mutu K 300
4. Perlakuan 4 = Beton dengan mutu K 350
5. Perlakuan 5 = Beton dengan mutu K 400

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump menggunakan kerucut Abrams dengan ukuran diameter atas 10 Cm, diameter bawah 20 Cm dan tinggi 30 Cm. Nilai slump diperlukan untuk mengetahui tingkat *workability* dari campuran beton yang diperlukan untuk memudahkan proses pengadukan, pengangkutan, penuangan, dan pemadatan. Hasil pengujian nilai slump disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Slump tiap Mutu Beton

Mutu Beton	K 200	K 250	K 300	K 350	K 400
Nilai Slump (mm)	78	80	76	76	80

Berdasarkan perencanaan campuran beton nilai slump ditetapkan 60-100 mm, maka berdasarkan nilai slump di atas seluruhnya memenuhi syarat perencanaan.

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (P_{max}). Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder dengan diameter 15 Cm dan tinggi 30 Cm dapat diperoleh kuat tekan maksimum beton. Adapun perhitungan kuat tekan beton diambil data benda uji beton K 200 sebagai berikut :

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

$$P_{max} = 430 \text{ kN} = 430000 \text{ N}$$

$$A = 0,25 \times \pi \times D^2 = 0,25 \times \pi \times 150^2 \text{ mm}^2 = 17671,46 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = \frac{430000}{17671,46} = 24,33 \text{ MPa}$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Pemeliharaan dengan Air PDAM)

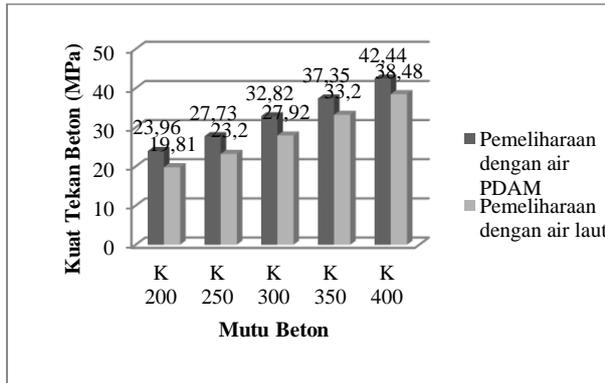
No	Mutu Beton	A	P	P	Kuat Tekan	f'c Rata-rata
		(mm ²)	(kN)	(N)	(MPa)	(MPa)
1	K 200	17671,46	430	430000	24,33	23,96
2		17671,46	400	400000	22,64	
3		17671,46	440	440000	24,90	
1	K 250	17671,46	500	500000	28,29	27,73
2		17671,46	480	480000	27,16	

3	K 300	17671,46	490	490000	27,73	32,82
1		17671,46	570	570000	32,26	
2		17671,46	590	590000	33,39	
3	K 350	17671,46	580	580000	32,82	37,35
1		17671,46	680	680000	38,48	
2		17671,46	640	640000	36,22	
3	K 400	17671,46	660	660000	37,35	42,44
1		17671,46	760	760000	43,01	
2		17671,46	740	740000	41,88	
3		17671,46	750	750000	42,44	

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Pemeliharaan dengan Air Laut)

No	Mutu Beton	A	P	P	Kuat Tekan	f'c Rata-rata
		(mm ²)	(kN)	(N)	(MPa)	(MPa)
1	K 200	17671,46	340	340000	19,24	19,81
2		17671,46	360	360000	20,37	
3		17671,46	350	350000	19,81	
1	K 250	17671,46	410	410000	23,20	23,20
2		17671,46	400	400000	22,64	
3		17671,46	420	420000	23,77	
1	K 300	17671,46	480	480000	27,16	27,92
2		17671,46	510	510000	28,86	
3		17671,46	490	490000	27,73	
1	K 350	17671,46	580	580000	32,82	33,20
2		17671,46	610	610000	34,52	
3		17671,46	570	570000	32,26	
1	K 400	17671,46	690	690000	39,05	38,48
2		17671,46	670	670000	37,91	
3		17671,46	680	680000	38,48	

Berdasarkan tabel di atas, dibuatlah diagram hasil pengujian kuat tekan beton seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Pemeliharaan dengan Air PDAM + Air Laut)

4.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji kuat lentur untuk mendapatkan kuat lentur maksimum yaitu beban pada saat beton patah ketika menerima beban tersebut. Berdasarkan data pengujian kuat lentur beton pada benda uji balok dengan dimensi 15 x 15 x 60 Cm dapat diperoleh kuat lentur maksimum beton. Adapun Contoh perhitungan kuat lentur diambil data dari benda uji beton K 200 sebagai berikut :

$$Fr = \frac{P \times l}{(b \times d^2)}$$

$$P_{max} = 14 \text{ kN} = 14000 \text{ N}$$

$$b = 150 \text{ mm}, d = 150 \text{ mm}, l = 450 \text{ mm}$$

$$fr = \frac{14000 \times 450}{(150 \times 150^2)} = 1,87 \text{ MPa}$$

Hasil pengujian kuat lentur beton benda uji balok dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm umur 28 hari, selengkapnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Pemeliharaan dengan Air PDAM)

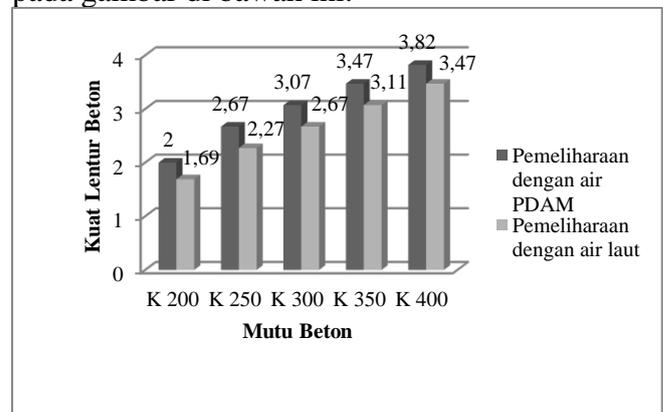
No	Mutu Beton	b / d (mm)	l (mm)	P (kN)	Kuat Lentur (MPa)	fr Rata-rata (MPa)
1	K 200	150	450	14000	1,87	2,00
2		150	450	16000	2,13	
3		150	450	15000	2,00	
1	K 250	150	450	19000	2,53	2,67
2		150	450	21000	2,80	
3		150	450	20000	2,67	
1	K 300	150	450	23000	3,07	3,07
2		150	450	22000	2,93	
3		150	450	24000	3,20	

1	K 350	150	450	27000	3,60	3,47
2		150	450	26000	3,47	
3		150	450	25000	3,33	
1	K 400	150	450	29000	3,87	3,82
2		150	450	28000	3,73	
3		150	450	29000	3,87	

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Pemeliharaan dengan Air PDAM)

No	Mutu Beton	b / d (mm)	l (mm)	P (kN)	Kuat Lentur (MPa)	fr Rata-rata (MPa)
1	K 200	150	450	12000	1,60	1,69
2		150	450	13000	1,73	
3		150	450	13000	1,73	
1	K 250	150	450	18000	2,40	2,27
2		150	450	16000	2,13	
3		150	450	17000	2,27	
1	K 300	150	450	20000	2,67	2,67
2		150	450	19000	2,53	
3		150	450	21000	2,80	
1	K 350	150	450	23000	3,07	3,11
2		150	450	23000	2,93	
3		150	450	24000	3,20	
1	K 400	150	450	26000	3,47	3,47
2		150	450	27000	3,60	
3		150	450	25000	3,33	

Berdasarkan tabel di atas, hasil pengujian kuat lentur beton seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

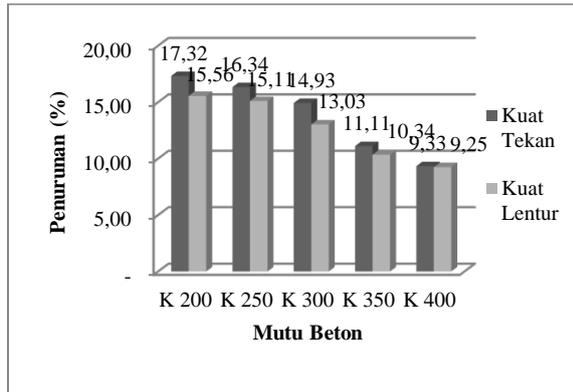


Gambar 2. Diagram Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton (Pemeliharaan dengan Air PDAM + Air Laut)

4.4 Penurunan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Air untuk pembuatan dan pemeliharaan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak beton. Air laut memiliki kandungan garam yang tinggi yang dapat merusak kekuatan dan keawetan

beton. Hal ini disebabkan klorida yang terdapat pada air laut merupakan garam yang bersifat *agresif* terhadap bahan lain, termasuk beton sehingga akan berpengaruh terhadap kekuatan beton. Persentase penurunan kekuatan beton pemeliharaan dengan air laut terhadap beton pemeliharaan dengan air PDAM seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Diagram Penurunan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

4.2 Pembahasan

Kuat tekan beton semakin meningkat seiring meningkatnya mutu beton. Beton dengan pemeliharaan air PDAM menghasilkan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 23,96 Mpa untuk beton K 200, 27,73 Mpa untuk beton K 250, 32,82 Mpa untuk beton K 300, 37,35 Mpa untuk beton K 350 dan 42,44 Mpa untuk beton K 400. Kuat tekan beton yang dihasilkan seluruhnya memenuhi kuat tekan beton rencana. Kemudian beton dengan pemeliharaan air laut menghasilkan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 19,81 Mpa untuk beton K 200, 23,20 Mpa untuk beton K 250, 27,92 Mpa untuk beton K 300, 33,20 Mpa untuk beton K 350 dan 38,48 Mpa untuk beton K 400. Kuat tekan beton yang dihasilkan seluruhnya tidak memenuhi kuat tekan beton rencana.

Kuat lentur beton semakin meningkat seiring meningkatnya mutu beton. Beton dengan pemeliharaan air PDAM menghasilkan kuat lentur pada umur 28 hari sebesar 2,00 Mpa untuk beton K 200, 2,67 Mpa untuk beton K 250, 3,07 Mpa untuk

beton K 300, 3,47 Mpa untuk beton K 350 dan 3,82 Mpa untuk beton K 400. Kuat lentur yang dihasilkan beton K 400 sebesar 3,82 Mpa memenuhi SNI (menurut SNI 1991 kuat lentur (*flexural strength*) tidak boleh kurang dari 3,78 Mpa pada umur 28 hari). Selanjutnya beton dengan pemeliharaan air laut menghasilkan kuat lentur pada umur 28 hari sebesar 1,69 Mpa untuk beton K 200, 2,27 Mpa untuk beton K 250, 2,67 Mpa untuk beton K 300, 3,11 Mpa untuk beton K 350 dan 3,47 Mpa untuk beton K 400. Kuat lentur yang dihasilkan tidak memenuhi SNI (menurut SNI 1991 kuat lentur (*flexural strength*) tidak boleh kurang dari 3,78 Mpa pada umur 28 hari).

Pemeliharaan beton dengan menggunakan air laut berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton di mana terjadi penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton. Penurunan kuat tekan beton K 200 sebesar 17,32%, beton K 250 sebesar 16,34%, beton K 300 sebesar 14,93%, beton K 350 sebesar 11,11% dan beton K 400 sebesar 9,33%. Penurunan kuat lentur beton K 200 sebesar 15,56%, beton K 250 sebesar 15,11%, beton K 300 sebesar 13,03%, beton K 350 sebesar 10,34% dan beton K 400 sebesar 9,25%. Semakin tinggi mutu beton, persentase penurunan kuat tekan dan kuat lentur semakin kecil. Hal ini, semakin tinggi mutu beton durabilitasnya, maka semakin baik bahkan pengaruh air laut semakin kecil.

5. Kesimpulan

1. Pemeliharaan beton dengan menggunakan air laut berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton di mana terjadi penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton. Penurunan kuat tekan beton K 200 sebesar 17,32%, beton K 250 sebesar 16,34%, beton K 300 sebesar 14,93%, beton K 350 sebesar 11,11% dan beton K 400 sebesar 9,33%. Penurunan kuat lentur beton K 200 sebesar 15,56%, beton K 250 sebesar 15,11%, beton K 300 sebesar 13,03%, beton K 350 sebesar 10,34% dan beton K 400 sebesar 9,25%.

2. Penurunan kuat tekan dan kuat lentur beton terbesar akibat pengaruh air laut pada masa pemeliharaan terjadi pada beton K 200 dengan penurunan kuat tekan sebesar 17,32% dan penurunan kuat lentur sebesar 15,11%.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1997, "Struktur Beton", Badan Penerbit Universitas Semarang
- Asep Saepuloh, 2018, " Analisis Kekuatan Beton Struktural Terhadap Pengaruh Air Laut Pada Berbagai Variasi Penambahan Water Reducing", Teknik Sipil Universitas Galuh Ciamis
- Chu Kia Wang, Charles G Salmon, Binsar Hariandja, 1990, " Desain Beton Bertulang", Jilid I Erlangga edisi ke 4, Jakarta
- Dipohusodo Istimawan, 1996, "Struktur Beton Bertulang", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Irfan, 2014, " Pengaruh Air Laut Pada Waktu Perawatan (Curing) Terhadap Kekuatan dan Durabilitas Beton dengan Variasi Faktor Air Semen", Teknik Sipil Universitas Galuh Ciamis
- Nawi, E.G. 1990, "Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar", P.T. Erecso, Bandung.
- Tjokrodimulyo Kardiyono, 1996, "Teknologi Beton", NAFIRI Yogyakarta.