

PENGARUH PELAPISAN CAT PADA AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT LENTUR BALOK TUMPUAN SEDERHANA BERAGREGAT BATU *PUMICE*

Rainhart Markus Partogi Lumban Gaol, Wisnumurti, Devi Nuralinah

Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : rainhartmplumbangaol@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan beton dalam berbagai konstruksi bangunan sangat cepat perkembangannya dikarenakan memiliki banyak kelebihan saat digunakan sebagai bahan struktural. Beton dengan agregat kerikil normal menjadi komponen utama dalam pembentukan sehingga sumber daya alam agregat kasar kerikil menjadi berkurang. Beton ringan dengan agregat kasar batu *pumice* menjadi salah satu terobosan baru dalam penggunaan konstruksi bangunan, salah satu alasan penggunaan agregat kasar batu *pumice* dikarenakan melimpahnya sumber daya alam batu *pumice* yang tidak digunakan dengan sangat baik. Namun kekuatan beton ringan dengan agregat kasar batu *pumice* dibandingkan dengan beton normal sangatlah berbeda sehingga pelapisan cat batu *pumice* menjadi suatu inovasi untuk tercapainya penambahan kekuatan pada beton beragregat batu *pumice*.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan cat dan penyerapan air yang terjadi pada agregat batu *pumice*, yang mana penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kekuatan antara beton normal beragregat kerikil, beton ringan beragregat batu *pumice* dan beton ringan beragregat batu *pumice* berlapiskan cat. Penelitian ini melakukan pengujian penyerapan air pada masing-masing agregat, pengujian kuat tekan beton silinder dan pengujian pembebanan balok. Setiap pengujian tersebut dilakukan pada masing-masing beton dengan agregat kasar yang sudah direncanakan sehingga dari hasil pengujian tersebut didapatkan perbandingan kekuatan.

Hasil pengujian didapatkan bahwa nilai momen lentur rata-rata pada beton dengan agregat normal 40516, 917 Kg.cm, beton ringan agregat kasar batu *pumice* berlapiskan cat dengan nilai 37183, 583 Kg.cm sedangkan untuk beton agregat batu *pumice* tanpa cat dengan nilai 38141,917 Kg.cm. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa kuat lentur beton beragregat kasar normal lebih tinggi lalu kekuatannya dibandingkan dengan beton ringan, lalu beton ringan agregat kasar batu *pumice* berlapiskan cat lebih tinggi kekuatannya dibandingkan dengan agregat batu *pumice* tanpa cat. Untuk tingkat penyerapan air, hasil yang didapatkan 3,2% untuk agregat kasar normal sedangkan agregat kasar batu *pumice* berlapiskan cat dengan 10,1 % dan agregat kasar batu *pumice* tanpa cat sebesar 14%.

Kata kunci : kerikil, batu *pumice* , cat, kuat lentur balok, penyerapan air

PENDAHULUAN

Penggunaan beton dalam berbagai konstruksi bangunan sangat cepat perkembangannya dikarenakan beton memiliki banyak kelebihan pada saat digunakan sebagai bahan struktural bangunan. Pada konstruksi bangunan umum beton normal merupakan pilihan utama untuk pemakaian dikarenakan beton normal lebih murah dan bahan-bahan yang

digunakan adalah bahan-bahan umum seperti semen portland, air, agregat kasar dan agregat halus. Pada saat keadaan tertentu saja dibutuhkan bahan tambah agar kualitas beton tetap terjaga dengan baik. Umumnya agregat kasar pada beton normal merupakan batu pecah ataupun kerikil yang didapatkan dari alam.

Beton normal yang digunakan umumnya memiliki berat sendiri berkisar 2200-2500 kg/m³ yang mana hal ini sangat

mempengaruhi berat dari bangunan tersebut sedangkan berat sendiri beton ringan adalah 1440-1840 kg/m³. Dari perbedaan berat sendiri tersebut terlihat bahwa beton ringan memiliki berat yang jauh lebih ringan dibandingkan dengan beton normal.

Ringannya berat dari beton ringan tersebut disebabkan oleh material bahan pencampur beton yang didapatkan dari hasil inovasi, seperti contohnya substitusi agregat fly ash, slag baja, batu pumice dan lain sebagainya terhadap agregat halus ataupun agregat kasar. Hal ini tentunya juga berpengaruh terhadap karakteristik beton yang dihasilkan dari substitusi agregat diatas.

Beton ringan struktural beratnya tidak boleh melampaui 1840 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. Spesifikasinya adalah kuat tekan 28 MPa untuk berat isi maksimum 1840 kg/m³ dengan kuat tarik 2,3 MPa dan kuat tekan 21 MPa untuk berat isi maksimum 1780 dengan kuat tarik rata-rata 2,1 MPa. Umumnya spesifikasi berat, kuat tekan dan kuat tarik beton ringan seperti diatas. Beton ringan beragregat kasar batu pumice memiliki kelebihan dan kekurangan, salah satu kelebihannya yaitu tahan terhadap api, namun kekurangannya adalah cepat menyerap air dikarenakan batu pumice merupakan batu yang memiliki banyak rongga sehingga pada saat pengadukan campuran bahan pembentuk beton, pasta semen akan mengisi rongga-rongga dari batu pumice .

Pelapisan agregat batu pumice dapat dikatakan sebagai salah satu inovasi untuk mengurangi penyerapan air yang berlebihan dan dimungkinkan juga untuk meningkatkan kekuatan batu pumice dikarenakan rongga-rongga pada batu pumice akan tertutupi oleh cat polimer sehingga pasta semen yang mengisi rongga-rongga akan tertahan oleh lapisan cat polimer tersebut.

Selain itu, Gunung Kelud yang meletus menghasilkan sumber daya alam batu pumice yang sangat melimpah sehingga sangat membantu dalam penerapan inovasi ini dan harapannya dapat

digunakan sebagai beton ringan struktural yang mulai dikonsumsi oleh banyak masyarakat.

TUJUAN

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pelapisan cat terhadap kekuatan balok beton bertulang beragregat batu pumice dan juga untuk mengetahui penyerapan air pada beton batu pumice tanpa cat dibandingkan dengan beton batu pumice berlapisan cat

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton polos didapat dengan mencampurkan semen, , agregat kasar, agregat halus dan air. semen yang terdapat dalam campuran sebagai perekat sedangkan air digunakan sebagai bahan yang membantu terjadinya reaksi kimia selama terjadinya pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat kasar dan agregat halus adalah komponen utama beton. Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor seperti proporsi dari campuran dan kondisi temperatur dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakkan dan mengeras.

Beton merupakan bahan komposit, yaitu heterogen secara mikroskopis maupun makroskopis yang diperoleh dari bahan-bahan penyusunnya. Bila pembuatan beton dilakukan dengan baik maka setiap agregat akan terlapisi oleh pasta semen sehingga kualitas pasta akan sangat menentukan kualitas betonnya. Selain itu agregat sebagai bahan pengisi akan menempati 60-75% dari volume total sehingga seleksi bahan ini merupakan hal yang penting

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi kimiawi dan mekanis sejumlah material pembentuknya, yang masing-masing terproses ketika pencampuran sudah dilakukan.

Penyerapan Air pada Batu *Pumice*

Karakteristik penimbangan penyerapan air dari agregat dengan ukuran 4-8 mm, didapatkan bahwa tingkat penyerapan air pada agregat kontrol sebesar 48,2 %. Tingkat penyerapan air pada

agregat menurun dibandingkan dengan kontrol dikarenakan adanya pelapisan polimer dengan hasil 76 % pada SNMC, 95 % pada KBP dan 80 % pada PLP dan pada agregat dengan ukuran lubang sebesar 8-16 mm, didapatkan 78 % pada SNMC, 85 % pada KBP dan 76 % pada PLP. Didapatkan bahwa selama 24 jam tingkat penyerapan air tidak melebihi 20 % pada agregat halus dan 30 % pada agregat kasar ketika hasil tes dibandingkan dengan yang diwajibkan pada literatur.

Tabel 1. Perbandingan Penyerapan Air pada Agregat

The physical testing results of uncoated and coated aggregates.

Mixtures	Specific weight (g/cm ³)			Loose bulk density (kg/m ³)			Water absorption rates (%)		
	0-4 (mm)	4-8 (mm)	8-16 (mm)	0-4 (mm)	4-8 (mm)	8-16 (mm)	0-4 (mm)	4-8 (mm)	8-16 (mm)
Control	1.57	1.03	0.98	225	272	221	48.2	43.1	34.0
SNMC	1.57	1.25	1.20	225	282	230	48.2	10.2	7.6
KBP	1.57	1.37	1.28	225	315	290	48.2	2.1	4.8
PLP	1.57	1.51	1.45	225	330	245	48.2	8.5	8.1

Sumber : Ozlem Salli Bideci dkk (2013)

Cat Polimer

Ada beberapa macam polimer, namun dalam penelitian tertentu ada yang menggunakan tiga polimer dalam penelitian pelapisan agregat, ketiga polimer tersebut tertera pada tabel beserta dengan sifat-sifat polimer tersebut :

Tabel 2. Cat Polimer pada penelitian terdahulu

Polymers used in codes and properties.

Properties	Codes of polymers [13]		
	SNMC	KBP	PLP
Structure of materials	Polyurethane modified bitumen	Polyurethane modified bitumen	Polyester modified bitumen (ISO 2211) Max. 100 hazen
Color	Black	-	
Tensile strength	(ASTM D 412) 1.70 N/mm ²	(7 days DIN 53 504) 5.0 N/mm ²	(ISO 0527) 6.6 N/mm ²
Elongation at break	(ASTM D 412) %1200	(7 gün DIN 53 504) >%200	(ISO 0178) %5.94
Service temperature	-40 °C + 80 °C	-30 °C + 80 °C	-
Density	-	1.45 g/cm ³ (23 °C, % 50 moisture)	1.125 g/cm ³
Drying time	-	-	-

Sumber : Ozlem Salli Bideci dkk (2013)

Pada tabel diatas disebutkan Sonomeric 1, KB PUR 214 dan POLIPOL 3455 yang masing-masing memiliki spesifikasi tertentu seperti untuk mendapatkan lapisan mulus dan tahan air, tak hanya itu ada juga yang berguna mengisi rongga-rongga

dengan baik namun kapasitas menyusutnya rendah

Batu Pumice

Batu pumice terbentuk ketika lava cair yang kaya SiO₂ dari letusan gunung berapi yang suhunya telah turun sampai pada titik batu terasa dingin. Densitas dari batu apung yang rendah disebabkan adanya gelembung gas di lava cair yang terjebak saat pendinginan terjadi. Memiliki banyak rongga yang sangat kecil dan saling terhubung didalam batu tersebut.

Kekuatan agregat berkisar dari sangat lemah dan berpori, hingga kuat dan kurang berpori. Absorpsi pada batu pumice umumnya tinggi tergantung porositas dan ukurannya. Salah satu hal yang membuat batu pumice digunakan dalam beton ringan struktural yaitu densitas rendah dan kekuatan yang relatif tinggi. Sifat fisik batu pumice, yaitu:

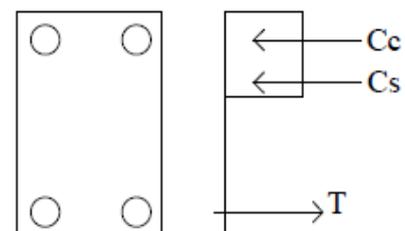
Tabel 3. Sifat Fisik Batu Pumice

Unsur	Kapasitas
Bobot isi ruang	480-960 kg/cm ³
Peresapan air	16,67%
Berat jenis	0,8 gr/cm ³
Hantaran Suara	Rendah
Ratio kuat tekan terhadap beban	Tinggi
konduktivitas terhadap api	Rendah
Ketahanan terhadap api	sampai 6 jam

Sumber : Batuan Mineral (1983)

Kuat Lentur Balok

Kuat lentur balok beton benda uji pada setiap kelompok dapat dihitung dengan rumus :



Gambar 1. Gambar diagram tegangan-regangan beton bertulang

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot x \cdot (d - a/2)$$

$$C_s = A_s \cdot f'_s \cdot x \cdot (d - d')$$

$$M_n = C_c + C_s$$

Dengan :

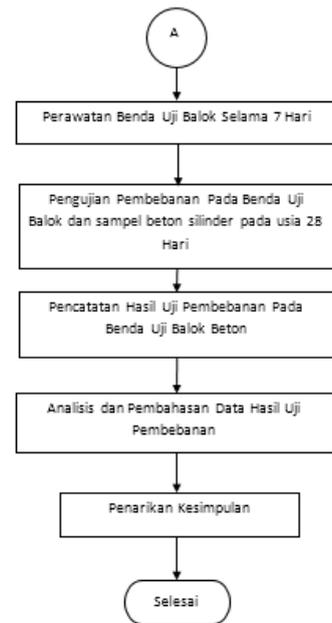
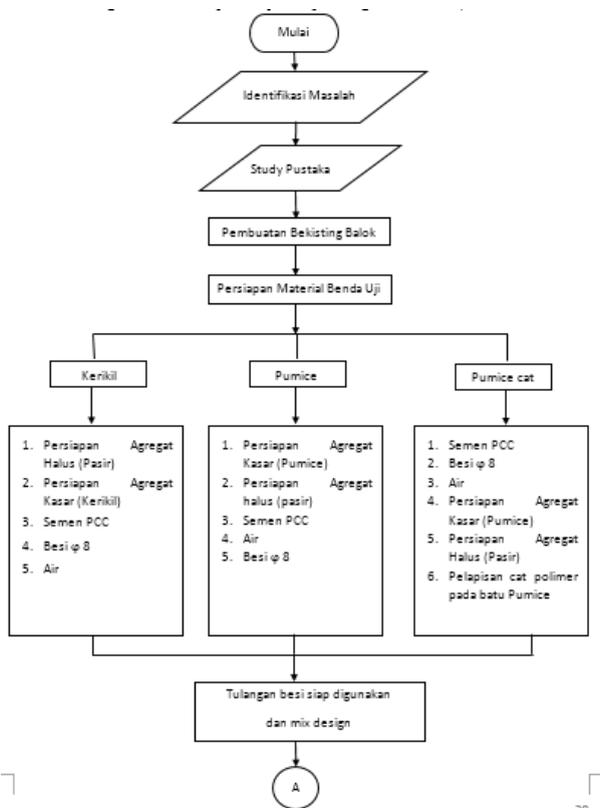
M_n = Momen Nominal (kg.m)

C_c = Compression concrete

C_s = compression steel ada bahan

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Dalam penelitian ini dibuat 9 benda uji yang terdiri dari masing-masing 3 buah untuk beton beragregat kerikil, beton beragregat batu *pumice* dan beton beragregat batu *pumice* cat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Beton

Pengujian yang dilakukan agar mendapatkan nilai kuat tekan beton (f'_c) pada penelitian yang menggunakan silinder dengan ukuran diameter 8 cm dan tinggi 16 cm, yaitu dengan menggunakan rumus :

$$f'_c = P/A$$

Dimana :

f'_c = Kuat tekan beton (N/mm^2)

P = Beban (N)

A = Luas penampang (mm^2)

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder

No.	Silinder	P		A mm ²	f' _c (N/mm ²)
		(kN)	(N)		
1	Kerikil	89	89000	5024	17,715
2	Pumice	82	82000	5024	16,322
3	Pumice Cat	83	83000	5024	16,521



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan Silinder

Kadar Penyerapan Air Agregat Kasar

Hasil penelitian didapatkan bahwa agregat kerikil normal dapat dipastikan memiliki kadar penyerapan air yang lebih rendah dibandingkan dengan agregat pumice dan pumice cat, yaitu 3,2 %. Hal ini dikarenakan pada agregat pumice terdapat banyak rongga sehingga menyebabkan air dapat terisi masuk pada agregat dan menyebabkan kadar air agregat pada pumice lebih tinggi dibandingkan kerikil dengan pumice cat, yaitu 14 %. Keadaan ini berbeda dengan agregat pumice cat, dikarenakan rongga-rongga pada agregat ini terisi oleh cat yang sebelum direndam telah terlebih dahulu agregat pumice dilapisi oleh cat sehingga tingkat air yang dapat terserap oleh agregat pumice lebih rendah, tingkat penyerapan agregat pumice cat sebesar 10,1 %.

Tabel 5. Hasil Pengujian Penyerapan Air pada Agregat

Keterangan	Pumice	Pumice cat	Kerikil
Penyerapan air	14,0%	10,1%	3,2%

Sumber : Hasil penelitian

Hasil pengujian penyerapan agregat kasar memperlihatkan bahwa, pelapisan cat pada agregat kasar pumice memiliki pengaruh dibandingkan dengan

agregat pumice biasa, perbandingan selisih tingkat penyerapannya sebesar 3,9 %. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa sesuai dengan hipotesis awal yang menyebutkan bahwa agregat batu pumice akan mengalami penyerapan lebih tinggi dibandingkan dengan agregat pumice cat, dikarenakan cat memiliki pengaruh terhadap pelapisan dan juga mengisi rongga-rongga yang berada pada agregat pumice dengan cat.

Analisis Kuat Lentur Balok

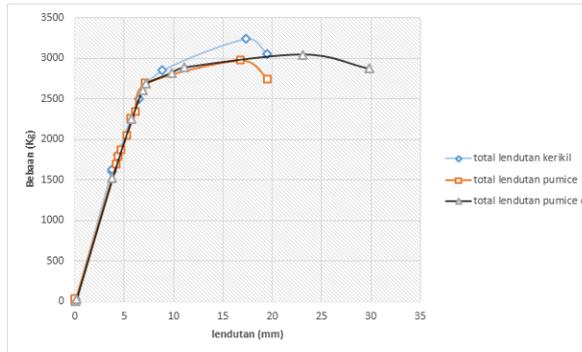
Hasil pengujian pembebanan balok pada masing-masing agregat sangat berbeda, pada agregat kerikil normal rata-rata beban yang mampu dipikul oleh balok berkisar sebesar 3241 Kg, berbeda dengan agregat pumice yang berada di kisaran 2974, 68 Kg sedangkan agregat pumice cat beban yang dipikul rata-rata sebesar 3051,35 Kg. Hasil pembebanan berpengaruh pada perhitungan kuat lentur pada masing-masing benda uji, tentunya agregat kerikil mampu memikul beban lebih besar, dari ketiga benda uji agregat kerikil normal didapatkan kuat lentur sebesar 40516, 917 Kg.cm, sedangkan untuk agregat pumice sebesar 37183, 583 Kg.cm, hal ini berbeda dengan agregat pumice cat yang sebesar 38141,917 Kg.cm. Bila dibandingkan dengan agregat kerikil tentu sangat jauh berbeda, namun apabila agregat pumice cat dibandingkan dengan agregat pumice perbedaannya mencapai 958,334 Kg.cm.

Tabel 6. Hasil Pengujian Rata-rata Kuat Lentur Balok

No.	Benda Uji	Pu	Kuat Lentur	Kuat Lentur rata-rata
		(kg)	(kg.cm)	(kg.cm)
1	Kerikil	3318,02	41475,25	40516,917
2		3188,02	39850,25	
3		3218,02	40225,25	
1	Pumice	2718,02	33975,25	37183,583
2		3238,02	40475,25	
3		2968,02	37100,25	
1	Pumice cat	3118,02	38975,25	38141,917
2		3018,02	37725,25	
3		3018,02	37725,25	

Sumber : Hasil Penelitian

Dari masing-masing titik variabel yang didapatkan digunakan sebagai perwakilan grafik bagi masing-masing variabel yang akan dibandingkan.



Gambar 3. Perbandingan grafik Diagram Garis Total Beban Lendutan

Grafik ini menunjukkan bahwa beton dengan agregat kerikil normal memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan agregat pumice dengan pumice cat. Hal ini diperlihatkan dengan hubungan beban dengan penurunan. Agregat pumice cat memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan agregat pumice, hal ini terlihat runtuhnya agregat pumice cat berada pada rata-rata penurunan 31 mm sedangkan agregat pumice runtuh di rata-rata 21mm. Pada beban maksimum, agregat pumice cat rata-rata berada 23,123 Kg sedangkan agregat pumice berada di sekitar 16,757 Kg.

Dari grafik tersebut terlihat jelas bahwa beton agregat kerikil normal lebih tinggi kekuatannya dibandingkan dengan beton agregat pumice dan pelapisan cat pada agregat pumice sangat mempengaruhi kekuatan dari balok sehingga kekuatannya lebih tinggi dibandingkan dengan beton batu *pumice*.



Gambar 4. Pembebanan pada Balok

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap penyerapan air, kuat tekan, berat balok, beban maksimum dan kuat lentur. Didapatkan bahwa :

- Beton dengan agregat kerikil normal lebih tinggi kekuatannya dibandingkan dengan agregat pumice. namun beton dengan agregat pumice yang dilapisi cat lebih tinggi kekuatannya dibandingkan beton agregat pumice normal
- Pelapisan cat berpengaruh terhadap jumlah penyerapan air pada agregat. Jadi pelapisan cat terhadap agregat pumice sangatlah berpengaruh untuk meringankan agregat pumice dengan mencegah terserapnya air yang berlebihan dan meningkatkan kekuatan beton dengan agregat pumice.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1996, Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Debebani Terpusat Langsung (SNI 03-4154-1996), Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Spesifikasi agregat ringan untuk beton ringan struktural (SNI 03-24612002). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2008, Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural (SNI 3402:2008), Jakarta.
- Bideci, O.S., Alper B., Ali H.G., Sabit O. Dan Hasan Y. 2014. Polymer Coated Pumice Aggregates and Their Properties. Jurnal Composites. Part B: hal 239-243
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002, Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SK SNI-T-03-3449-2002), Jakarta.

- Goeffrey N., Mang'uriu, Mutku R.N., Oyawa W.O., Aboudha S.O. 2012. Properties of lightweight Aggregate. Jurnal Civil and Environmental Research. Vol 2: No. 10.
- Grasser, Klaus, Gernot Minke. 1990. Building With Pumice, Penerbit Langericher Handelsdruckerei, Lengerich.
- Green, S., Nicholas B., Len M. Pumice Aggregates for Structural Lightweight And Internally Cured Concretes.
- Nawy, Edward G. 2008, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Nurlina, Siti. 2011, Teknologi Bahan 1. Malang: Bargie Media
- Nurlina Siti. 2008. Struktur Beton. Malang: Bargie Media
- Mulyono, Tri. 2004, Teknologi Beton, First Edition. Yogyakarta: Andi
- Murdock, L.J, K.M Brook dan Stephanus Hendarko. 1999, Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Seti, Graha Doddy. 1987. Batuan dan Mineral. Bandung: Nova
- Sugianto, Chandra. 2004, Pengaruh Ukuran Agregat Maksimum Terhadap Kuat Tarik Belah Beton pada Campuran Beton Berat Beragregat Kerak Baja (Steel Slag), usulan skripsi, Universitas Brawijaya, Malang.
- Suseno, Hendro. 2010, Bahan Bangunan untuk Teknik Sipil. Malang :Bargie Media
- Wang, Chu-Kia, Charles G. Salmon. 1993, Disain Beton Bertulang, Jilid 1, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.