

Pengaruh Penambahan Serat Galvalum Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas

¹⁾Infan Mixtio Indrawan, ²⁾Purnawan Gunawan, ³⁾Endang Rismunarsi

^{1,2)} Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jl. Ir. Sutami 36 Ketingan Surakarta 57126

E-mail : ¹⁾purnawan@ft.uns.ac.id, ²⁾infanindrawan@gmail.com

Abstract

Lightweight Concrete Gas Technology is a mixture of cement, water, aggregates with a particular ingredient is added by mixing galvalume paste which will react with the calcium hydroxide of sand to form hydrogen gas. The hydrogen gas then creates bubbles during development, after concrete was dry hydrogen gas will evaporate and be airspaces. The addition of galvalume fiber aims to increase the compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity of the lightweight concrete gas technology. Average compressive strength of the fiber percentage of 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1% at 8.49 MPa; 11.39 MPa; 13.47 MPa; 10.91 and 10.24 MPa. Percentage change in the compressive strength is greatest in the addition of 0.5% fiber content of 58.59%. Tensile strength divided by the average percentage of fiber 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1% is 1.28 MPa; 1.65 MPa; 2.03 MPa; 1.64 MPa and 1.40 MPa. Percentage change in the value of the largest split tensile strength is in the addition of 0.5% fiber content of 58.27%. The value of the average elastic modulus fibrous galvalume lightweight concrete with fibers percentage of 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1% respectively - also is 4140 MPa; 7890 MPa; 9114 MPa; 7598 MPa and 7377 MPa.

Keywords : lightweight concrete, gas technology, aluminum paste, galvalume fiber.

Abstrak

Beton Ringan dengan teknologi gas adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah tertentu yaitu dengan mencampur aluminium pasta yang akan bereaksi dengan kalsium hidroksida dari pasir sehingga membentuk gas hidrogen. Gas hidrogen kemudian menciptakan gelembung selama pengembangan, setelah beton kering gas hidrogen tersebut akan menguap dan menjadi rongga udara. Penambahan serat galvalum bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas pada beton ringan dengan teknologi gas. Kuat tekan rata-rata dengan prosentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% sebesar 8,49 MPa; 11,39 MPa; 13,47 MPa; 10,91 MPa dan 10,24 MPa. Prosentase perubahan nilai kuat tekan terbesar yaitu pada penambahan kadar serat 0,5 % sebesar 58,59%. Kuat tarik belah rata-rata dengan prosentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% adalah 1,28 MPa; 1,65MPa; 2,03 MPa ; 1,64 MPa dan 1,40 MPa. Prosentase perubahan nilai kuat tarik belah terbesar yaitu pada penambahan kadar serat 0,5% sebesar 58,27%. Nilai modulus elastisitas rata-rata beton ringan berserat galvalum dengan persentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% secara berturut - turut adalah 4140 MPa; 7890 MPa; 9114 MPa; 7598 MPa dan 7377 MPa.

Kata Kunci : beton ringan, teknologi gas, aluminium pasta, serat galvalum.

PENDAHULUAN

Penggunaan beton banyak digunakan secara luas dalam dunia teknik sipil, khususnya sebuah konstruksi bangunan. Berat beton menjadi bagian terbesar dari beban struktur, oleh karena itu banyak penelitian tentang beton ringan untuk mengurangi berat jenis beton sehingga beton menjadi lebih ringan. Berat jenis beton yang tinggi yaitu berkisar antara 2400 kg/m³, akan berpengaruh terhadap pembebanan struktur maka perlu diperhitungkan. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Berat jenis agregat yang mempunyai kepadatan kurang dari 1900 kg/m³ (SNI 03-2847-2002).

Dalam penelitian ini, beton ringan menggunakan serat dan meniadakan agregat kasarnya dan bahan tambahan yang digunakan adalah aluminium pasta. Aluminium pasta ditambahkan sebagai campuran untuk adukan semen dan pasir, agar menghasilkan gas pada adukan dan menjadikan beton menjadi lebih ringan, sehingga beton ini dikenal dengan nama beton ringan gas berserat.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah suatu komposit beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunankomposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air (SNI 03-2834-2000).

Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m^3 . Pembuatan beton ringan biasanya dibuat dengan cara pemberian gelembung udara ke dalam campuran betonnya, dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung dan sebagainya (Tjokrodinuljo, Cahyadi 2013).

Beton Serat

Beton serat dapat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya yang ditambah dengan agregat halus dan kasar, air, dan diperkuat dengan serat (Hannant, Dini Rhomdoni 2014).

Beton Foam

Beton *foam* adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah *admixture* tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya (Husin, dan Setiaji, 2008).

Beton Gas

Beton gas akan ditambahkan zat pengembang berupa aluminium pasta karena jika dicampurkan dengan campuran untuk beton ringan, pasta aluminium bereaksi dengan kalsium hidroksida atau kapur non aktif dengan air dan membentuk hidrogen. Dengan pemberian pasta aluminium dalam adukan maka akan timbul reaksi kimia yang melepas sejumlah gas dan setelah adukan mengeras maka terbentuk struktur berpori sehingga lebih ringan (Scheffler dan Colombo, 2005).

Fly ash

Penggunaan *fly ash* dalam pembuatan beton adalah meningkatkan keawetan beton, selain itu penggunaan *fly ash* memiliki keuntungan lingkungan yang sangat signifikan, yaitu, mengurangi produksi energi gas rumah kaca, mengurangi banyaknya *fly ash* yang harus dibuang ke lingkungan, dan menghemat sumber daya alam dan bahan lainnya (ACAA, 2003).

Pasta Aluminium

Proses kimia menyebabkan proses terbentuknya gas *hydrogen* yang membuat adonan mengembang membentuk pori-pori kecil, sehingga dari reaksi tersebut akan menimbulkan jejak pori-pori dalam beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori terbentuk dan beton akan semakin ringan (Subari, dkk 2006).

Galvalum

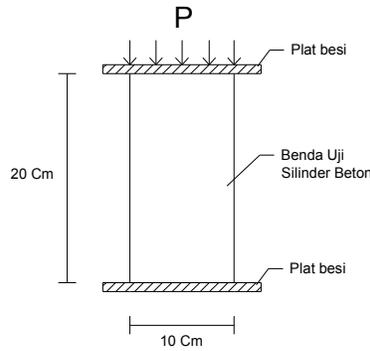
Galvalum adalah baja lapis yang mengandung logam campuran antara *Aluminium* dan *Zinc*. Bahan tersebut memiliki keunggulan tahan terhadap cuaca, tidak berkarat, anti rayap, dan bahkan kuat untuk puluhan tahun (Dewana, 2014).

Pengujian Beton Berserat

Pengujian Kuat Tekan

Mutu beton selalu dikaitkan dengan kemampuannya dalam memikul beban tekan (atau istilahnya kuat tekan). Dalam penelitian ini menggunakan alat satu set *loading frame*, digunakan benda uji silinder diameter 10

cmdengantinggi 20 cm sebanyak 3 buah benda uji tiap kadar campuran seratnya. Skema pengujian kuat tekan dapat di lihat pada Gambar 1 (Tri mulyono,2003).



Gambar 1. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas.

Dari pembebanan maksimum yang diberikan, kuat tekan dapat dihitung dengan perhitungan :

$$f_c = P_{maks} / A \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

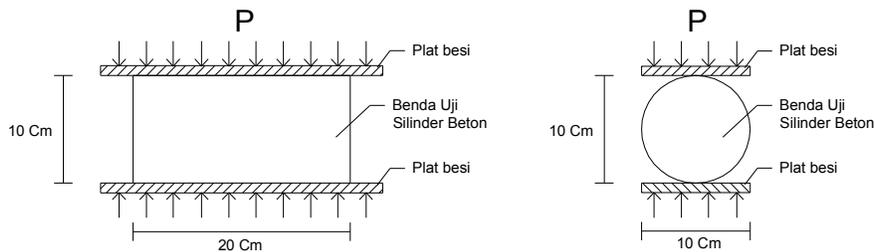
f_c = Kuat Tekan benda uji (N/mm)

P = beban yang diberikan (ton)

A = luas tampang melintang (mm²)

Pengujian Kuat Tarik Belah

Gaya P bekerja pada sisi atas silinder sepanjang L dan gaya p disebarakan seluas selimut silinder (π.D.L). Secara berangsur-angsur pembebanan dinaikkan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal. Dalam penelitian ini menggunakan alat *Universal Testing Machine*. digunakan benda uji silinder diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm sebanyak 3 buah benda uji tiap kadar campuran seratnya. Skema pengujian kuat tekan dapat di lihat pada Gambar2(Dipohusodo, dalam penelitian Nurmantian Suryawan 2014).



Gambar 2. Pengujian kuat tarik belah.

Kuat tarik belah dihitung berdasarkan Persamaan 2.

$$f_t = 2P / (\pi.Ls.D) \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

f_t = kuat belah beton (N/mm²)

P = beban maksimum yang diberikan (N)

D = diameter silinder (mm)

Ls = tinggi silinder (mm)

Modulus Elastisitas(E)

Sifat elastisitas suatu bahan sangat erat hubungannya dengan kekakuan suatu bahan dalam menerima beban. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang. Semakin besar modulus elastisitas semakin kecil lendutan yang terjadi. Modulus elastisitas beton dipengaruhi oleh modulus elastisitas agregat dan perbandingan volume dari agregat didalam beton. Modulus elastisitas yang sebenarnya atau modulus pada suatu waktu tertentu dari hasil eksperimen (Murdock, dalam penelitian Andi 2014).

Modulus elastisitas ditentukan berdasarkan rekomendasi ASTM C-459, yaitu Modulus Chord. Adapun modulus elastisitas chord (E_c) dapat dihitung dengan menggunakan rumus empiris dari ASTM C-459 yang diberikan pada Persamaan

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0,00005}$$

(3)

dengan,

S_2 = tegangan sebesar $0,4 f_c$

S_1 = tegangan sesuai dengan regangan arah longitudinal sebesar 0,0000531 MPa

ε_2 = regangan longitudinal akibat tegangan S_2

Regangan (ε) yang terjadi diperhitungkan dengan Persamaan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \times 0,0254 \quad (4)$$

dengan,

ΔL = penurunan arah longitudinal

L = tinggi beton relatif (jarak antara dua strain gauge)

0,0254 = konversi satuan dial menjadi mm

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, variasi serat persentase aluminium 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75 dan 1% berjumlah 3 buah per sampel yang dilaksanakan di laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik UNS. Pengujian dilakukan setelah beton ringan berumur 28 hari. Data hasil pengujian tersebut nantinya dapat diambil kesimpulan seberapa besar pengaruh penambahan serat aluminium pada beton ringan berteknologi gas terhadap berat jenis, kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas.

Tahapan dan Prosedur Penelitian

Tahapan – tahapan dalam penelitian ini meliputi :

Tahap Penelitian Awal

Pada tahapan ini dilakukan penelitian terhadap berat jenis benda uji beton gas, beton gas harus mencapai 1800-1900 kg/m³ sebagai syarat berat jenis untuk beton ringan.

Tahap I

Disebut tahapan persiapan. Mempersiapkan bahan dan peralatan untuk penelitian.

Tahapan II

Disebut tahapan uji bahan. Menguji karakteristik agregat halus.

Tahapan III

Disebut tahapan pembuatan benda uji.

Tahapan IV

Pada tahapan ini dilakukan perawatan terhadap benda uji. Merendam benda uji selama 21 hari kemudian dianginkan selama 7 hari

Tahapan V

Pada tahap ini dilakukan pengujian berat jenis, kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

Tahapan VI

Disebut tahapan analisa data. Menganalisis hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tahapan VII

Disebut tahapan pengambilan keputusan. Membuat kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa data.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus beton ringan teknologi gas dengan serat galvalum disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Kandungan	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
Kandungan zat organik	5%	0-10%	Memenuhi syarat
Kandungan lumpur	2%	Maks 5%	Memenuhi syarat
<i>Bulk specific gravity</i>	2,606 gr/cm ³	-	-
<i>Bulk spesific SSD</i>	2,660 gr/cm ³	2,5 - 2,7	Memenuhi syarat
<i>Apparent spesific gravity</i>	2,750 gr/cm ³	-	-
<i>Absorbtion</i>	2,040%	-	-

Hasil Hitungan Rancang Campuran

Hitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode *trial error*, dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³.

- Agregat Halus = 1081,019 kg
- Semen = 537,325 kg
- Fly Ash = 107,465 kg
- Serbuk Aluminium = 3,18 kg
- Air Semen = 190,637 kg

Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Ringan Teknologi Gas

Hasil perhitungan berat jenis beton ringan teknologi gas dengan serat galvalum masing-masing benda uji disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Ringan Teknologi Gas

No.	Kadar Serat (%)	Kode Benda Uji	Berat Jenis (Kg/m ³)
1	0	KT G - 0	1847,34
		KB G - 0	1841,83
2	0,25	KT G - 0,25	1892,15
		KB G - 0,25	1863,69
3	0,5	KT G - 0,5	1890,44
		KB G - 0,5	1889,17
4	0,75	KT G - 0,75	1896,17
		KB G - 0,75	1890,87
5	1	KT G - 1	1923,77
		KB G - 1	1906,16
Rata - rata			1884,162

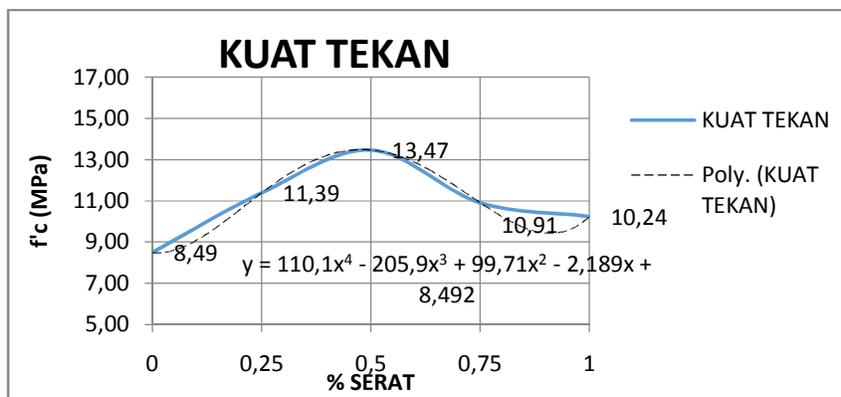
Berat jenis rerata yang diperoleh 1884,162 kg/m³. sehingga termasuk beton ringan. Menurut SNI menyatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan 1900 kg/m³.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton ringan teknologi gas dengan serat galvalum disajikan dalam Tabel 3. dan grafik kuat tekan pada Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Ringan Teknologi Gas

Kode Benda Uji	% Serat Aluminium	f _c (Mpa)	Perubahan (%)
KT G - 0	0	8,49	0,00
KT G - 0,25	0,25	11,39	34,11
KT G - 0,50	0,50	13,47	58,59
KT G - 0,75	0,75	10,91	28,52
KT G - 1	1	10,24	20,57



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kadar Serat Galvalum.

Kenaikan kuat tekan beton antara beton ringan gas tanpa serat dengan penambahan beberapa kadar serat galvalum pada beton gas antara lain disebabkan oleh penambahan serat terhadap volume adukan beton ringan gas yang membuat beton semakin solid.

Penurunan kuat tekan yang disebabkan oleh kadar serat yang sudah melebihi batas optimum, sehingga mengurangi kuat tekan beton.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan teknologi gas dengan serat galvalum disajikan dalam Tabel 4. dan grafik kuat tarik belah pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kuat Tarik Belah.

Kode Benda Uji	% Serat Aluminium	f _t (MPa)	Perubahan (%)
KB G - 0	0	1,28	0,00
KB G - 0,25	0,25	1,65	28,61
KB G - 0,50	0,50	2,03	58,27
KB G - 0,75	0,75	1,64	27,86
KB G - 1	1	1,40	9,54



Gambar 4. Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Dengan Kadar Serat Galvalum

Kenaikan kuat tarik belah beton terjadi karena adanya penambahan serat galvalum yang menghasilkan aksi komposit antara beton dengan serat yang lebih baik yaitu berupa tegangan lekat (*bond strength*) yang lebih besar.

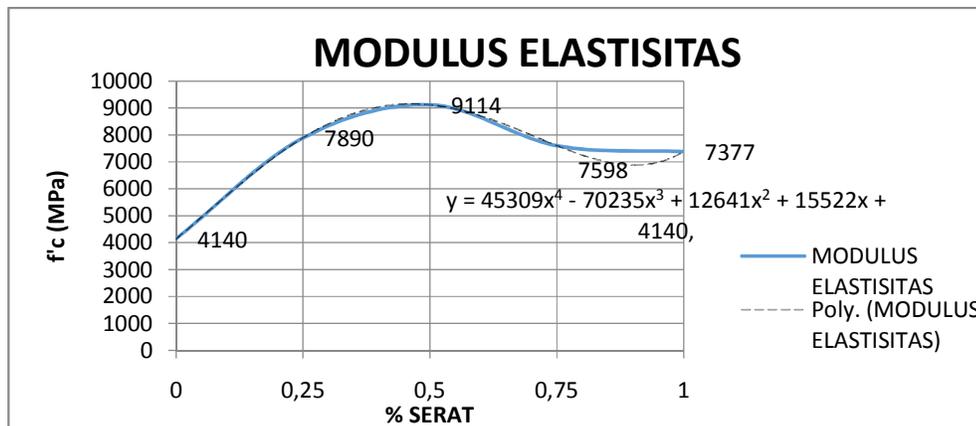
Pada penambahan serat 0,75 % terjadi penurunan kuat tarik belah dikarenakan penambahan serat melebihi batas optimum.

Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan teknologi gas dengan serat galvalum disajikan dalam Tabel 6. dan grafik kuat tarik belah pada Gambar 3.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas.

Kode Benda Uji	% Serat Aluminium	Ec (Mpa)
KT G - 0	0	4140
KT G - 0,25	0,25	7879
KT G - 0,50	0,50	9114
KT G - 0,75	0,75	7598
KT G - 1	1	7377



Gambar 5. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Dengan Kadar Serat Galvalum

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Dari hasil penelitian didapat nilai kuat tekan dengan persentase penambahan serat galvalum sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1% yang diuji adalah 8,49 MPa; 11,39 MPa; 13,47 MPa; 10,91 MPa; 10,24 MPa. Dari hasil tersebut didapat persentase kenaikan kuat tekan beton ringan gas dengan penambahan serat galvalum adalah 0%; 34,11%; 58,59%; 28,52%; 20,57%. Kuat tekan maksimum adalah pada beton dengan kadar penambahan serat sebesar 0,5%. Penambahan kadar serat sebesar 0,5% menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 13,47 MPa dimana terjadi kenaikan dengan presentase 58,59%. Nilai kuat tekan optimum pada kadar serat 0,479% dengan nilai 13,488 MPa.
- b. Dari hasil penelitian didapat nilai kuat tarik belah dengan angka presentase penambahan kadar serat rata-rata secara berurutan 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1% adalah 1,28 MPa; 1,65 MPa; 2,03 MPa; 1,64 MPa; 1,40 MPa. Dari hasil tersebut didapat presentase kenaikan kuat tarik belah beton ringan gas dengan penambahan serat galvalum adalah 0%; 28,61%; 58,27%; 27,86%; 9,54%. Nilai kuat tarik belah rata-rata maksimum didapat pada kadar serat galvalum 0,5% dengan nilai sebesar 2,03 MPa. Nilai kuat tarik belah optimum pada kadar serat 0,494% dengan nilai 2,031 MPa.
- c. Dari hasil penelitian didapat nilai modulus elastisitas dengan angka presentase penambahan kadar serat rata-rata secara berurutan 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1% adalah 4140 MPa; 7890 MPa; 9114 MPa; 7598 MPa; 7377 MPa. Nilai modulus elastisitas rata-rata maksimum didapat pada kadar serat galvalum 0,5% dengan nilai sebesar 9114 MPa. Nilai modulus elastisitas optimum pada kadar serat 0,464% dengan nilai 9147,754 MPa.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada DIKTI dan PUPPT 2015 yang telah membiayai penelitian ini. Purnawan Gunawan, S.T, M.T. dan Ir. Endang Rismunarsi M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

Referensi

- Anonim. 2003. American Coal Ash Association (ACAA). Amerika.
- Dipohusodo, I. 1994. Struktur Beton Bertulang. Gramedia. Jakarta.
- Hannant, D, J. 1979. Fibre Cements and fibre Concretes. John Wiley & Sons, Inc. Amerika.
- Mulyono, Tri. 2003. Teknologi beton, UNJ, Jakarta
- Murdock, B (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. Bahan dan Praktek Beton. Erlangga. Jakarta.
- Andi. 2014. Pengaruh Penambahan serat Polyester Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas, Surakarta.
- Dini. R. 2014. Pengaruh Penambahan serat Polypropylene Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas, Surakarta.
- Husin, A. dan Setiadji, R. 2008. "Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton".
- Nurmantian. S. 2014. Pengaruh Penambahan serat Nylon Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas, Surakarta.
- Scheffler dan Colombo, 2005. Celluler Cramics: Struktire, Manufacturing, Properties and Application.
- SNI 03 2834 2000. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version).
- SNI 03 2847 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version).
- Subari, dkk. 2006. Penambahan ALuminium Powder pada Beton Berserat Alam.
- Cahyadi, E.A. 2013. Pengaruh Penambahan Serat Galvalum Az 150 Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Modulus Elastisitas, Surakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 2007. Teknologi Beton, Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta