

PENGARUH VARIASI PANJANG SERAT BAMBU PADA BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN BERAT ISI BETON SERAT PASCA BAKAR

Citta Fitra Ryandika Putri¹, Ida Nugroho Saputro², Aryanti Nurhidayati²

Email: cittafitrap19@gmail.com

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini antara lain, 1) mengetahui bagaimana pengaruh variasi panjang serat bambu sebagai campuran beton terhadap nilai berat isi beton, 2) mengetahui bagaimana pengaruh variasi panjang serat bambu dan variasi suhu pembakaran terhadap nilai kuat tekan beton 3) mengetahui berapakah panjang ukuran serat bambu yang menghasilkan nilai berat isi minimal pada beton 4) mengetahui berapakah panjang ukuran serat bambu dan variasi suhu pembakaran optimal yang menghasilkan nilai kuat tekan maksimal pada beton serat pasca bakar. Penelitian menggunakan metode kuantitatif eksperimen. Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian ini adalah 1) Variabel bebas : variasi panjang serat bambu yaitu 2 cm, 3 cm, dan 4 cm sebesar 1,5% dari berat semen dan variasi suhu pembakaran sebesar suhu ruang, 200°C, 300°C dan 400°C 2) Variabel terikat : Kuat tekan dan berat isi. Hasil penelitian sebagai berikut, 1) Variasi panjang serat bambu dengan diameter 0,2 cm dan panjang 2 cm, 3 cm, 4 cm mengurangi berat isi beton dengan persentase penurunan sebesar 2,50%, 2,20%, dan 1,5%, 2) Pada suhu 300°C persentase penurunan sebesar 24,41%, 16,90% dan 11,27%. Pada suhu 400°C persentase penurunan sebesar 41,23%, 57,89%, dan 16,67%, 3) Berat isi minimal beton diperoleh pada variasi panjang serat bambu 2 cm sebesar 2375,19 kg/m³, 4) Variasi panjang serat bambu dan variasi suhu pembakaran yang menghasilkan nilai maksimal kuat tekan beton terjadi pada serat bambu dengan diameter 0,2 cm dan panjang 2 cm yang dibakar pada suhu 200 °C.

Kata kunci : serat bambu, beton serat, pasca bakar

¹ Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

² Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

THE EFFECT OF BAMBOO FIBER LENGTH VARIATION IN CONCRETE ON POST-COMBUSTION FIBROUS CONCRETE'S COMPRESSIVE STRENGTH AND UNIT WEIGHT

Citta Fitra Ryandika Putri¹, Ida Nugroho Saputro², Aryanti Nurhidayati²

Email: cittafitrarp19@gmail.com

Abstrac: *The aims of the research were 1) to find the influence of adding bamboo fiber length variation as concrete mixture on concrete's unit weight, 2) to investigate the effect of adding bamboo fiber length variation and combustion temperature variation on concrete's compressive strength, 3) to observe the length of bamboo fiber that produces concrete's minimum unit weight, and 4) to discover the length of bamboo fiber and combustion temperature variation that resulted concrete's maximum compressive strength on post-combustion fibrous concrete. The research employed experimental quantitative method. There were two types of variables in the research which are independent variable and dependent variable. Independent variable consisted of bamboo fiber length variation (2 cm, 3 cm, and 4 cm) which were 1.5% proportion of cement weight and combustion temperature variation which was as high as room temperature, 200°C, 300°C, and 400°C. Dependent variable consisted of compressive strength and unit weight influenced by bamboo fiber length variation and combustion temperature. The results indicated that 1) the bamboo fiber length addition raised the concrete's unit weight becoming 2375.19 kg/m³, 2382.64 kg/m³, 2399.15 kg/m³, 2) the bamboo fiber length addition made post-combustion concrete's compressive strength decrease at 300°C and 400°C, 3) the minimum unit weight was produced by 2 cm bamboo fiber length addition, and 4) the length of bamboo fiber addition and combustion temperature variation which resulted concrete's maximum compressive strength were found in 2 cm length addition combusted at 200 °C.*

Keywords: *bamboo fiber, fiiber concrete, post fire*

¹ Mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

² Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

PENDAHULUAN

Pemanfaatan serat bambu sebagai bahan tambah beton sekarang mulai banyak dikembangkan. Bambu tersusun dari serat-serat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran beton. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mudji Suhardiman (2011), penambahan serat bambu pada campuran beton terbukti menambah kekuatan beton dibanding beton normal. Penambahan kuat tekan terjadi pada persentase penambahan serat bambu sebesar 1% dan 2% dari berat semen. Sedangkan pada penelitian A. Junaidi (2015) diketahui bahwa penambahan serat bambu sebesar 4% dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang optimum yaitu sebesar 440,505 kg/cm².

Menurut Atmajaya et al. (2016), salah satu kegagalan pada struktur konstruksi beton adalah saat terjadi kebakaran pada konstruksi tersebut. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu tinggi secara signifikan yang akan mengakibatkan perubahan mendasar dari sifat-sifat struktur beton. Pada kondisi ini struktur konstruksi mengalami penurunan kemampuan untuk mendukung beban yang ada, bahkan pada kondisi tertentu konstruksi beton tidak mampu lagi mendukung beban yang bekerja dan dipastikan konstruksi tidak dapat lagi digunakan atau dimanfaatkan sebagaimana fungsi awal konstruksi beton tersebut.

Penelitian kasus kebakaran gedung Pasar Koppas Kota Padang yang dilakukan Elvi Roza Syofyan et al., (2014) menyatakan bahwa pada pemeriksaan terhadap gedung pasca kebakaran diperoleh hasil yaitu 6 balok mengalami kerusakan berat, 2 balok mengalami lendutan, pelat lantai mengalami kerusakan berat dan kolom mengalami kerusakan sedang. Sedangkan pada penelitian

Namun dalam kasus kebakaran, kerusakan struktur konstruksi beton disebabkan karena beberapa faktor yaitu besarnya suhu dan lama waktu terjadinya kebakaran. Jian-Zhuang Xiao (2008) menyatakan, beton sendiri merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik dibandingkan dengan material lain seperti baja, terlebih lagi kayu. Hal ini disebabkan karena beton merupakan material dengan daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rambatan panas ke bagian dalam struktur beton tersebut. Pada struktur beton yang mengalami kebakaran, kekuatan beton akan dipengaruhi oleh perubahan temperatur, tingkat dan lama pemanasan.

Berdasarkan penelitian Mudji Suhardiman (2011) dan A. Junaidi (2015) penambahan serat bambu dapat menaikkan kuat tekan beton dibanding dengan beton normal. Pada penelitian kali ini akan dilakukan penambahan serat bambu pada beton dengan presentase optimum yang sudah ada, kemudian beton tersebut akan dibakar pada suhu tertentu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan yang dihasilkan pada beton serat bambu setelah melewati proses pembakaran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Pengaruh penambahan variasi panjang serat bambu sebagai campuran beton terhadap nilai berat isi beton.
2. Pengaruh penambahan variasi panjang serat bambu terhadap nilai kuat tekan beton serat pasca bakar.
3. Pengaruh penambahan variasi panjang serat bambu optimal yang menghasilkan nilai berat isi minimal pada beton.
4. Pengaruh penambahan variasi panjang serat bambu optimal yang menghasilkan nilai kuat tekan maksimal pada beton serat pasca bakar.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimen. Sampel yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 48 buah.

a. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan maksimal dan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi panjang serat bambu terhadap nilai kuat tekan beton pasca bakar.

b. Hasil Uji Berat Isi Beton

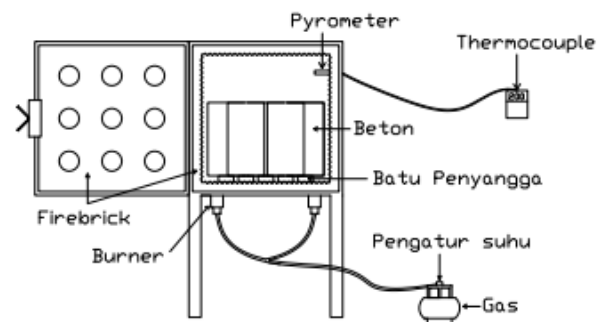
Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai berat isi dan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi panjang serat bambu terhadap nilai berat isi beton.

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut :

1. Persiapan dan penyediaan bahan. Serat
2. Pengujian bahan yang akan digunakan seperti pengujian agregat halus, agregat kasar, semen, dan air
3. Tahap rencana campuran (*mix design*) sesuai dengan SNI-03-2834-2012 tentang metode perencanaan beton normal.
4. Pembuatan benda uji beton normal dan beton serat. Proses pencampuran bahan dimulai dengan memasukan setengah pasir ke dalam molen, selanjutnya masukan setengah semen dan tunggu sampai tercampur. Setelah merata masukan setengah serat bambu sedikit demi sedikit, tunggu sampai merata. Masukan setengah krikil kedalam campuran tersebut. Memasukan sisa pasir, semen, serat bambu, dan kerikil yang ada dengan cara yang sama. Setelah semua tercampur rata, barulah air dimasukan sedikit demi sedikit. Proses pencampuran

tersebut dilakukan agar serat bambu dapat tercampur secara merata dalam adukan beton.

5. Pengujian berat isi beton. Bekisting yang telah disiapkan ditimbang beratnya. Kemudian setiap bekisting diberi keterangan kode untuk membedakan berat bekisting. Setelah itu, campuran adukan beton dituangkan dalam bekisting dan dipadatkan. Beton yang telah padat kemudian ditimbang lagi untuk mengetahui berat bekisting ditambah berat dari beton.
6. Perawatan benda uji berupa perendaman beton ke dalam air selama 28 hari dari waktu pembuatan beton.
7. Tahap berikutnya adalah pembakaran benda uji beton. Suhu pembakaran beton juga bervariasi yaitu 28°C, 200°C, 300°C, dan 400°C. Proses pembakaran dilakukan selama 1 jam



Gambar 1. Sketsa tungku pembakaran

8. Pengujian kuat tekan beton.
9. Tahap kesepuluh yaitu pengolahan data.
10. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil pengujian agregat halus (pasir) dapat diketahui pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil Pengujian Agregat Halus			
Parameter	Hasil	Standar	Ket.
Kadar lumpur	0,633 %	< 5%	Memenuhi standar
Kadar zat Jernih organik	-	-	Tidak ada penurunan kekuatan
Kadar air	0,2 %	1-3%	Tidak memenuhi persyaratan
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,54	2,5-2,7	Memenuhi standar
Modulus kehalusan	2,48	1,5-3,8	Memenuhi standar
Gradasi	Daerah I		Pasir kasar

Pengujian kadar lumpur sebesar 0,633 % yang berarti kurang dari 5%, pengujian kadar zat organik menunjukkan warna jernih yang berarti penurunan kekuatan yang terjadi sebesar 0%. *Bulk specific gravity SSD* sebesar 2,54 dan modulus kehalusan sebesar 2,48 memenuhi standar yaitu 1,5 – 3,8. Berdasarkan hasil tersebut pengujian telah sesuai dengan standar yang digunakan yaitu berdasarkan SK SNI S 04-1989-F. Sedangkan untuk pengujian gradasi didapatkan hasil bahwa agregat halus berada pada Daerah I. Pada pengujian kadar air agregat halus didapatkan hasil 0,633% yang berarti tidak memenuhi standar yang ditentukan yaitu 1-3%. Hal tersebut akan mempengaruhi jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran beton,

untuk itu dalam perhitungan pencampuran bahan sesuai SNI-7656-2012 dalam perhitungan kebutuhan air, jumlah air akan ditambahkan sehingga air yang dibutuhkan akan bertambah.

Hasil pengujian agregat kasar dapat diketahui pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

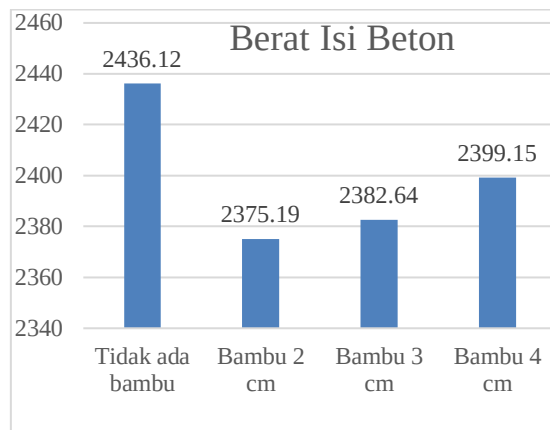
Parameter	Hasil	Standar	Keterangan
Abrasi Agregat Kasar	46,47 %	< 50%	Memenuhi
<i>Bulk Spesific Gravity (SSD)</i>	2,62	2,5 – 2,7	Memenuhi
Modulus Kehalusans	3,577	6 – 7,1	Agregat Kasar tidak normal

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil gradasi ukuran butiran berada di batas gradasi agregat kasar dengan diameter 10 mm. Untuk pengujian *bulk spesific gravity (SSD)* didapatkan hasil 2,62, yang berarti hasil tersebut telah memenuhi standar yaitu 2,5 – 2,7 berdasarkan SK SNI 1969 : 2008. Nilai modulus kehalusan sebesar 3,28 menunjukkan tidak memenuhi standar yang digunakan yaitu 6-7,1 berdasarkan SNI 03 – 1968-1990. Hasil abrasi agregat kasar sebesar 46,47% dimana hasil tersebut telah sesuai dengan standar yang ada sehingga agregat kasar dapat digunakan.

PEMBAHASAN

A. Berat Isi

Berikut ini adalah hasil pengujian berat isi yang disajikan dalam gambar 2 :



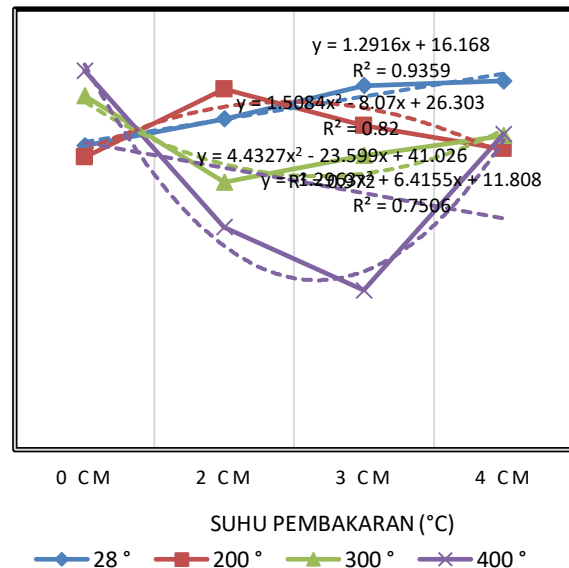
Gambar 2. Grafik Berat Isi Beton

Berdasarkan gambar 2, dapat diketahui nilai berat isi beton normal tanpa penambahan serat bambu lebih besar dibandingkan nilai berat isi beton serat. Persentase penurunan berat isi beton dengan penambahan panjang serat bambu 2 cm, 3 cm dan 4 cm sebesar 2,50%, 2,20%, dan 1,5%. Penambahan serat bambu ke dalam beton normal akan mengurangi volume dari beton normal dalam cetakan. Menurut Eratodi (2017), berat jenis bambu berkisar 400-800 kg/m³. Berat jenis serat bambu tersebut lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis beton normal yaitu 2.200 kg/m³. Sehingga, berat dari beton dengan penambahan serat bambu lebih ringan dari pada beton normal tanpa tambahan serat bambu.

Berdasarkan SNI 7656:2012, beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³. Dari standar SNI tersebut dapat disimpulkan bahwa berat isi beton serat masih termasuk ke dalam golongan berat isi beton normal. Tidak terjadi penambahan berat pada beton meskipun beton ditambahkan dengan serat. Dengan demikian serat bambu dapat digunakan sebagai bahan tambah yang tidak mempengaruhi berat sendiri dari beton tersebut.

B. Kuat Tekan

KUAT TEKAN (MPa)



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton

Berdasarkan gambar 3, dapat diketahui bahwa dengan penambahan serat bambu pada beton kekuatan tekan beton semakin meningkat. Hal tersebut berbanding lurus dengan penambahan panjang serat. Kenaikan kekuatan tekan paling besar terjadi sebesar 21,31% pada penambahan panjang serat bambu 4 cm.

Semakin besar volume serat maka akan semakin sulit proses pengerjaan adukan beton. Demikian pula dengan panjang serat dan aspek rasio, apabila semakin besar aspek rasio serat maka akan semakin sulit proses pengerjaan adukan beton. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan serat paling panjang yaitu 4 cm memiliki kekuatan paling besar, dengan demikian panjang serat tersebut termasuk dalam aspek rasio serat yang baik.

Hal ini juga didukung oleh Sudarmoko 1990 didalam (Risna, 2017), yang mengatakan batas maksimal aspek rasio serat masih memungkinkan pengadukan dapat secara mudah

dilakukan $l_f/l_d < 100$. Pada penelitian tersebut, penambahan panjang serat 2 cm, 3 cm, dan 4 cm dengan diameter 0,2 cm, mempunyai aspek rasio serat sebagai berikut :

- Diameter serat 0,2 cm dan panjang serat 2 cm, mempunyai aspek rasio serat 10.
- Diameter serat 0,2 cm dan panjang serat 2 cm, mempunyai aspek rasio serat 15.
- Diameter serat 0,2 cm dan panjang serat 2 cm, mempunyai aspek rasio serat 20.

Aspek rasio serat dari ketiga variasi panjang serat tersebut menunjukkan bahwa nilai aspek rasio serat kurang dari 100 sehingga *workability* beton masih memenuhi batas maksimal. Dengan *workability* yang baik, kualitas beton yang didapat akan semakin baik pula.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.14, kekuatan tekan beton dengan penambahan panjang serat bambu mengalami kenaikan. Namun setelah dilakukan proses pembakaran pada suhu 200°C, 300°C, dan 400°C kekuatan beton mengalami perubahan.

Pada pembakaran suhu 200°C nilai kuat tekan beton dapat mencapai nilai maksimal dengan kenaikan sebesar 23,30% pada penambahan serat bambu 2 cm. Pada pembakaran beton suhu 300°C dan 400°C tidak ditemukan nilai maksimal pada kuat tekan beton. Pada suhu 300°C penurunan kekuatan tekan paling besar terjadi sebesar 24,41% pada penambahan panjang serat bambu 2 cm. Sedangkan pada suhu 400°C penurunan kekuatan terbesar terjadi sebesar 57,89% pada penambahan panjang serat 3 cm.

Hal ini juga dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad, et.al., (2009) yang menyatakan bahwa kuat tekan beton menurun dengan

adanya kenaikan temperatur. Beton yang dibakar sampai temperatur 400°C, kuat tekan rata-ratanya sisa 58,40%. Kekuatan ini akan terus menurun hingga sisa 35,08% pada temperatur 600°C.

Hasil regresi yang dihasilkan dari beton pasca bakar pada suhu 200° persamaannya adalah $y = 1,5084x^2 - 8,07x + 26,303$ dengan nilai $R^2 = 0,82$. Sebesar 82% variabel bebas mempengaruhi hasil dari variabel terikat, sedangkan 18% nya dipengaruhi oleh faktor lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas sangat kuat mempengaruhi hasil variabel terikat.

Pada beton pasca bakar suhu 300° persamaan dari hasil regresi yang dihasilkan adalah $y = 4,4327x^2 - 23,599x + 41,026$ dengan nilai $R^2 = 0,972$. Dapat diketahui dari hasil tersebut bahwa 97,2% variabel bebas sangat kuat mempengaruhi hasil dari variabel terikat. Sedangkan 2,8% nya dipengaruhi oleh faktor lain.

Hasil regresi yang dihasilkan dari beton pasca bakar pada suhu 400° persamaannya adalah $y = -1,2963x^2 + 6,4155x + 11,808$ dan nilai $R^2 = 0,7506$. Sebesar 75,06% hasil dari variabel terikat dipengaruhi oleh variabel bebas, sedangkan 24,94% dipengaruhi oleh faktor lain. Dapat diketahui bahwa variabel bebas berpengaruh kuat terhadap hasil dari variabel terikat.

Kuat tekan beton tanpa penambahan serat bambu mempunyai kekuatan maksimal pada suhu pembakaran 400° yaitu sebesar 21,49 MPa. Sedangkan kuat tekan beton dengan penambahan serat bambu optimum pada panjang serat 2 cm dengan suhu pembakaran 200° didapatkan kuat tekan sebesar 20,46 MPa.

SIMPULAN

1. Variasi panjang serat bambu dengan diameter 0,2 cm dan panjang 2 cm, 3 cm, dan 4 cm mengurangi berat isi beton sebesar 2436,12 kg/m³, 2375,19 kg/m³, 2382,64 kg/m³, dan 2399,15 kg/m³. Persentase penurunan yang terjadi sebesar 2,50%, 2,20%, dan 1,5%.
2. Variasi panjang serat bambu dengan diameter 0,2 cm dan panjang 2 cm, 3 cm, dan 4 cm mengakibatkan penurunan terhadap kekuatan beton pasca bakar pada suhu 300°C dan 400°C. Pada suhu 300°C persentase penurunan sebesar 24,41%, 16,90% dan 11,27%. Pada suhu 400°C persentase penurunan sebesar 41,23%, 57,89%, dan 16,67%.
3. Berat isi minimal beton diperoleh pada variasi panjang serat bambu 2 cm sebesar 2375,19 kg/m³.
4. Variasi panjang serat bambu dan variasi suhu pembakaran yang menghasilkan nilai maksimal kuat tekan beton terjadi pada serat bambu dengan diameter 0,2 cm dan panjang 2 cm yang dibakar pada suhu 200 °C. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar 20,46 MPa.

SARAN

Berdasarkan simpulan dan implikasi hasil penelitian tentang penambahan panjang serat bambu sebagai bahan tambah beton terhadap berat isi dan kuat tekan beton maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu diteliti lebih lanjut variasi panjang serat bambu optimal yang menghasilkan kuat tekan maksimal.

2. Perlu diteliti lebih lanjut variasi panjang serat bambu pasca bakar dengan suhu pembakaran yang lain.
3. Perlu diteliti lebih lanjut lamanya suhu pembakaran pada beton dengan bahan tambah serat bambu.
4. Perlu dilakukan penelitian tentang bahan tambah serat yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Irma Aswani. (2009). *Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Makasar Vol.16 No.2.
- Atmajaya, Furqon Rizqi., Triana, Dessy., dan Ujianto, Rifky. (2016). *Struktur Beton Pasca Kebakaran Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Beton*. Jurnal CIVTECH. Universitas Serang Raya.
- Darumba, Vinda Aprilia. (2014). *Analisis Kekuatan Struktur Pada Ruang Perkuliahan dan Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Pasca Kebakaran*. Jurnal. Universitas Hasanuddin.
- Dwiguna, Risna. (2017). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti sebagian Agregat Halus serta Penambahan Serat Bambu pada Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Beton Serat (Suplemen Mata Kuliah Teknologi Beton)*. Jurnal. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Eratodi, I Gusti Lanang Bagus. (2017). *Struktur Dan Rekayasa Bambu*. Bali : Universitas Pendidikan Nasional
- Jian-Zhuang Xiao., Jie Li., dan Zhan-Fei Huang. (2008). *Fire Response of High Performance Concrete*

- Frames and Their Post-Fire Seismic Performanc.* Department of Structural Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, PR China
- Junaidi, A. (2015). *Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*. Jurnal Berkala Teknik. Vol 5 No. 1 Maret 2015. ISSN 2088-0804
- Standar Nasional Indonesia. (1989). *SK SNI M-14-1989-F. Metode Pengujian Kuat Tekan*. Badan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia. (1990). *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Badan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia. (2008). *SK SNI 1969 : 2008 Berat Jenis Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia. (2012). *SNI Beton 7656-2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa..* Badan Standarisasi Nasional
- Suhardiman, Mudji. (2011). *Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*. Jurnal Teknik Vol. 1 No. 2. Oktober 2011. ISSN 2088-3676
- Syofyan, Elvi Roza., Amri, Syaiful., dan Alwys, Munafri. (2014). *Kajian Kelayakan Struktur Bangunan Pasca Kebakaran (Studi Kasus Gedung Pasar Koppas) Kota Padang*. Jurnal Poli Rekayasa. Vol 9 No. 2 ISSN : 1858-3709