

## PANEL BETON BERTULANGAN BAMBU SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KONSTRUKSI

Shyama Maricar\*, Hajatni Hasan\*, Kusnindar Abd. Chauf\*

### Abstract

*The use of natural materials for construction purposes should be developed. Special reinforced concrete construction, in some cases, the compressive strength is not a determining factor, but rather ductility. On the other hand, bamboo is a natural material has a ductile properties sufficient to be used as reinforcement.*

*For this type of bamboo lear, some properties that are important to note is the compressive strength ,  $\sigma_{//} = 39.89$  MPa,  $\sigma_{\perp} = 5.55$  MPa, Shear strength is 7.644 MPa and tensile strength is 207.523 MPa. In addition, the physical properties of mortar material used is weight of contents of cement is 1.25 gr/cm<sup>3</sup>, weight of content of sand is 1.60 gr/cm<sup>3</sup>.*

*From the test results it can be concluded that the test samples for concrete mix bamboo panel with division 1 cement and 4 sand did not change significantly so that the maximum load obtained for testing age from 7 days to 21 days also resulted in maximum load that is not much different. Thus the utilization of bamboo reinforced concrete panels for the purpose of the wall can be done, although it still requires further development.*

**Keywords:** Concrete, bamboo reinforcement

### 1. Pendahuluan

Panti asuhan Ar-Rahman didirikan Tahun 2005 dengan tujuan membentuk generasi mandiri dan beriman dengan 50 orang santri. Untuk itu pihak pengelola membuat kegiatan produktif berupa pembuatan batako. Karena biaya produksi batako masih relatif tinggi, maka perlu inovasi sekaligus membuka ruang pengembangan keterampilan warga pesantren. Dalam hal ini yang menjadi persoalan utama adalah bagaimana menyediakan prasarana gedung yang masih memenuhi standar kelayakan, melalui pemanfaatan sumber daya dan sumber dana yang dimiliki.

Dalam konteks ini, warga Panti asuhan Ar-Rahman telah memiliki modal dasar berupa ketrampilan pembuatan batako. Ketrampilan ini akan lebih berkembang jika kepada warga panti diperkenalkan teknologi sederhana aplikasi panel beton dengan tulangan anyaman bambu. Hal ini perlu dikembangkan mengingat material bambu merupakan bahan yang murah dan sangat layak untuk dimanfaatkan. Dalam beberapa kasus kuat tekan beton tidak menjadi faktor penentu tetapi justru daktilitasnya. Oleh karena itu dalam tulisan ini akan ditinjau dan dianalisis sifat-sifat mekanis

mortar dengan aplikasi tulangan anyaman bambu. Pengetahuan mengenai sifat-sifat tersebut akan membuka jalan bagi pemanfaatan bahan alam untuk keperluan konstruksi.

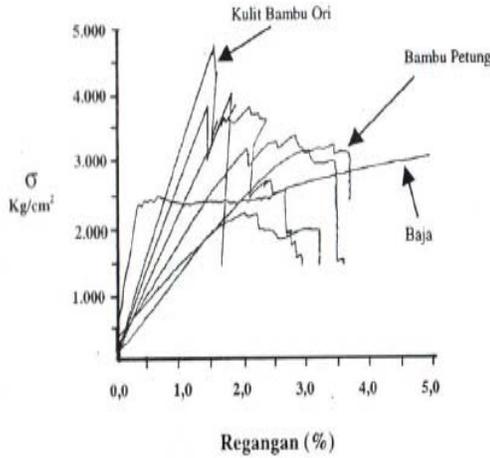
### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Karakteristik bambu

Bambu termasuk *Bamboidae*, salah satu anggota sub familia rumput dan dapat tumbuh di lahan yang sangat kering atau di lahan yang basah. Tercatat lebih dari 75 genus dan 1250 spesies bambu di dunia dengan genus *Bambusa* sebagai yang terbanyak terdapat di daerah tropis, termasuk Indonesia. Beberapa sifat fisik penting bambu adalah *Wettability*, *kandungan air*, dan *berat isi* (600-900 kg/m<sup>3</sup>). Untuk sifat mekanik bamboo dinyatakan dalam Gambar 1 dan Tabel 1 (Morisco, 1999).

Dari hasil analisis statistik dapat disimpulkan bahwa variasi tulangan bambu menunjukkan belum ada pengaruh yang nyata terhadap beban batas panel sirip bambu dengan resiko kesalahan 5 %.

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu



|   | Bamboo<br>(across the fiber) | Bamboo<br>(along the fiber) |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Density ( $10^3 \text{ kgm}^{-3}$ )           | 0.802                        | 0.802                       |
| Tensile Strength ( $\text{MNm}^{-2}$ )        | 8.6                          | 200.5                       |
| Initial Tensile Modulus ( $\text{GNm}^{-2}$ ) |                              | 24.5                        |
| Flexural Strength ( $\text{MNm}^{-2}$ )       | 9.4                          | 230.9                       |
| Impact Strength ( $\text{KJm}^{-2}$ )         | 3.02                         | 63.54                       |

Gambar 1. Karakteristik mekanik bamboo

Tabel 1. Sifat/Properties Mekanik Bambu

| No. | Nama Benda Uji  | No. Benda Uji | Hasil Pengujian<br>(MPa) | Kuat Rata rata<br>(MPa) |
|-----|---|---------------|--------------------------|-------------------------|
| 1   | Modulus of elasticity bamboo dengannn nodia             | MBP MEN-1     | 10959.61                 | 11591.31                |
|     |   | MBP MEN-2     | 12366.02                 |                         |
|     |   | MBP MEN-3     | 11448.29                 |                         |
| 2   | Kuat Tarik sejajar serat bamboo lapis luar dengan nodia | MBP TLN-1     | Error                    | 157.62                  |
|     |   | MBP TLN-2     | 157.08                   |                         |
|     |   | MBP TLN-3     | 158.17                   |                         |
| 3   | Kuat lentur   | MBP GS-1      | 63.51                    | 64.18                   |
|     |   | MBP GS-2      | 64.44                    |                         |
|     |   | MBP GS-3      | 64.59                    |                         |

Hal ini dikarenakan pada saat terjadi lendutan dan beban maksimum, sebagian besar beban diterima oleh tulangan bambu, karena spesi/mortar sudah mengalami keruntuhan dahulu. Spesi atau mortar mempunyai kuat tekan lebih kecil daripada kuat leleh bambu. Kuat tekan spesi 26,36 MPa sedangkan kuat leleh bambu 157,62 MPa. Perbedaan ini menyebabkan beban dan lendutan maksimum terjadi bersamaan dengan runtuhnya spesi/mortar.

## 2.2 Konstruksi beton bertulang

Distribusi tegangan dan regangan dalam beton dan tulangan sepanjang tinggi penampang (Winter dan Nilson, 1993). Menurut Dipohusodo (1994), kuat lentur suatu balok tersedia karena

adanya mekanisme tegangan-regangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Balok yang mempunyai proporsi dan tulangan tulangan yang baik, retak-retak tarik lentur akan terbentuk terlebih dahulu.

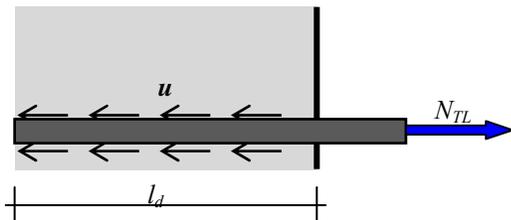
Dengan adanya tulangan memanjang, lebar dan panjang retak tersebut hanya terjadi dalam ukuran yang kecil. Ragam keruntuhan pada balok beton bertulang (Nawy, 1998):

- a. *Keruntuhan lentur*, terjadi pada sepertiga tengah bentang yang diakibatkan oleh tegangan lentur. Jika balok itu *under reinforced*, maka keruntuhan ini merupakan keruntuhan yang duktail (*ductile*)

- b *Keruntuhan tarik diagonal*, terjadi apabila kekuatan balok dalam diagonal tarik lebih kecil dari pada kekuatan lenturnya.
- c *Keruntuhan geser*, dimulai dengan timbulnya retak-lentur-halus-vertikal di tengah bentang tetapi retak ini tidak terus menjalar, karena hilangnya lekatan antara tulangan *longitudinal* dengan beton disekitarnya pada daerah perletakan.

### 2.3 Kuat lekat tulangan

Kuat lekat yang merupakan hasil dari berbagai parameter, seperti adhesi antara beton dengan permukaan tulangan baja dan tekanan beton yang telah mengeras terhadap tulangan atau kawat baja adalah akibat adanya susut-pengeringan pada beton (Nawy, 1998). Selain itu saling bergeseknya tulangan dan beton sekitarnya yang disebabkan oleh tulangan tarik, menyebabkan peningkatan tahanan terhadap gelincir. Efek total ini disebut sebagai lekatan (*bond*).



Gambar 2. Lekatan tulangan (*bond*)

### 2.4 Prospek panel beton pracetak

Selain untuk perumahan satu lantai, panel beton ringan dapat lebih menguntungkan untuk bangunan tinggi. Untuk mengurangi harga struktur akibat berat sendiri dan beban gempa maka penggunaan panel beton ringan dapat sangat menguntungkan. Untuk melihat seberapa besar pengurangan berat yang dapat diperoleh dari penggunaan panel beton Styrofoam ringan dibanding dengan pasangan batu bata, maka dapat dilakukan perhitungan sederhana sebagai berikut. Jika diambil berat jenis pasangan bata  $1600 \text{ kg/m}^3$  dengan tebal 15 cm dan berat jenis beton ringan  $400 \text{ kg/m}^3$  dengan tebal 7.5 cm, maka ada perbedaan berat dinding per m panjang untuk tinggi dinding 3.5 m setiap lantai adalah sebesar 735 kg. Jika panjang dinding pada setiap lantai sebagai contoh ada 100 m saja, maka akan ada pengurangan berat total sebesar 2200 ton. (Satyarno, 2005).

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan uji mortar di laboratorium. Pengujian dilakukan terhadap sampel mortar 1pc : 4ps. Setiap jenis pengujian terdiri dari 9 sampel dan terdiri dari pemeriksaan berat jenis dan kadar air, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kuat tarik dan kuat tekan. Perancangan campuran menggunakan cara coba-coba yang dikembangkan berdasarkan pada metode SNI 03-3449-1994 (perencanaan beton normal).

Hasil uji mortar selanjutnya dijadikan dasar penentuan dimensi dan pola pengujian panel, sebagaimana disajikan dalam Gambar 4.

Tabel 2. Propertis Panel Beton Pracetak

| Campuran | Benda Uji | Berat Benda Uji (kg) | Berat Rata rata (kg) | A (cm <sup>2</sup> ) | P (kg) | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan Rata rata (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|----------------------------------|--|
| 1 : 3    | 1         | 1.834                |                      | 50.265               | 17600  | 350.144                          |  |
|          | 2         | 1.821                |                      | 50.265               | 12000  | 238.735                          |  |
|          | 3         | 1.694                | 1.8024               | 50.265               | 13600  | 270.566                          | 280.911                                    |
|          | 4         | 1.841                |                      | 50.265               | 12700  | 252.661                          |  |
|          | 5         | 1.872                |                      | 50.265               | 14700  | 292.450                          |  |



Gambar 3. Uji Tekan dan Tarik Mortar



Gambar 4. Uji Lentur Panel

Tabel 3. Kuat Tekan Sejajar Bambu Apus

| No. | Kode    | Ukuran Penampang |             |              | Luas (mm <sup>2</sup> ) | Beban Maksimum |        | Kuat Tekan // |              |
|-----|---------|------------------|-------------|--------------|-------------------------|----------------|--------|---------------|--------------|
|     |         | lebar (mm)       | tinggi (mm) | Panjang (mm) |                         | kN             | N      | Hasil (MPa)   | Rerata (MPa) |
| 1.  | MBATS-1 | 22,23            | 8,79        | 48,93        | 195,4                   | 12             | 12.000 | 61,41         |              |
| 2.  | MBATS-2 | 22,87            | 8,48        | 46,83        | 216,81                  | 6              | 6.000  | 21,67         | <b>39,89</b> |
| 3.  | MBATS-3 | 22,46            | 8,73        | 47,52        | 196,08                  | 6              | 6.000  | 30,6          |              |

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Karakteristik bambu apus

Untuk jenis bambu apus beberapa sifat yang penting untuk diperhatikan adalah sebagaimana disajikan dalam Tabel 3, 4, 5 dan

Tabel 6. Dari hasil yang diperoleh dari uji material, maka sangat tepat jika digunakan bambu sebagai tulangan, mengingat daktilitas tarik bambu yang mencapai 207,523 MPa.

Tabel 4. Kuat Tekan Bambu Apus

| No. | Kode    | Ukuran Penampang |                |                 | Luas<br>(mm <sup>2</sup> ) | Beban Maksimum |      | Kuat Tekan $\perp$ |                 |
|-----|---------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|------|--------------------|-----------------|
|     |         | lebar<br>(mm)    | tinggi<br>(mm) | Panjang<br>(mm) |                            | kN             | N    | Hasil<br>(MPa)     | Rerata<br>(MPa) |
| 1.  | MBATL-1 | 19,11            | 11,87          | 119,9           | 231,11                     | 1,75           | 1750 | 7,57               |                 |
| 2.  | MBATL-2 | 21,67            | 8,5            | 120,4           | 184,2                      | 0,85           | 850  | 4,61               | <b>5,55</b>     |
| 3.  | MBATL-3 | 20,93            | 8,03           | 120,39          | 168,07                     | 0,75           | 760  | 4,46               |                 |

Tabel 5. Kuat Geser Bambu Apus

| No. | Kode    | Ukuran Penampang |                |                 | Luas<br>(mm <sup>2</sup> ) | Beban Maksimum |      | Kuat Geser     |                 |
|-----|---------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|------|----------------|-----------------|
|     |         | lebar<br>(mm)    | tinggi<br>(mm) | Panjang<br>(mm) |                            | kN             | N    | Hasil<br>(MPa) | Rerata<br>(MPa) |
| 1.  | MBAGS-1 | 20               | 11             | 17              | 340                        | 2,75           | 2750 | 8,088          |                 |
| 2.  | MBAGS-2 | 20               | 11             | 16              | 320                        | 2,5            | 2500 | 7,813          | <b>7,644</b>    |
| 3.  | MBAGS-3 | 20               | 7              | 16              | 320                        | 2,25           | 2250 | 7,031          |                 |

Tabel 6. Kuat Tarik Bambu Apus

| No. | Kode     | Ukuran Penampang |               |                            | Beban<br>Maksimum<br>(N) | Tegangan<br>Maksimum<br>MPa | Tegangan<br>Rerata<br>MPa |
|-----|----------|------------------|---------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|     |          | tinggi<br>(mm)   | tebal<br>(mm) | luas<br>(mm <sup>2</sup> ) |                          |                             |                           |
| 1.  | MBA TR-1 | 11,5             | 2,5           | 28,75                      | 4820                     | 167,652                     |                           |
| 2.  | MBA TR-2 | 6,36             | 2,26          | 14,37                      | 2360                     | 164,231                     | <b>207,523</b>            |
| 3.  | MBA TR-3 | 7,4              | 1,32          | 9,77                       | 2840                     | 290,686                     |                           |

Tabel 7. Karakteristik fisik mortar

| No.       | Berat<br>(gram) | Volume<br>(mm <sup>3</sup> ) | Berat Isi<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Umur<br>(hari) | Beban<br>Maks<br>(kN) | Kuat<br>Tekan<br>(MPa) |
|-----------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| 1         | 240.6           | 125000                       | 1924.8                            | 14             | 12                    | 4.8                    |
| 2         | 253.1           | 125000                       | 2024.8                            | 14             | 11                    | 4.4                    |
| 3         | 258.3           | 125000                       | 2066.4                            | 14             | 7                     | 2.8                    |
| Rata Rata |                 |                              |                                   |                |                       | 4.0                    |

#### 4.2 Karakteristik fisik mortar

Berdasarkan hasil pemeriksaan di laboratorium, diperoleh data sifat fisik material mortar yang digunakan adalah sebagai berikut; Berat isi semen 1,25 gr/cm<sup>3</sup>, berat isi pasir 1,60 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.3 Karakteristik mekanik panel

Bambu mudah mengembang jika menyerap air dan menyusut jika mengering atau melepas kandungan airnya. Kembang susut ini sangat berpengaruh kuat lekat bambu terhadap spesi. Pada saat spesi dicor, bambu menyerap air

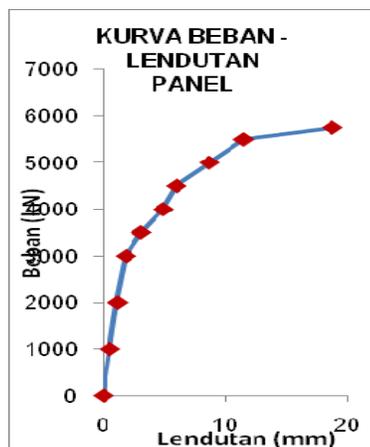
dari pasta semennya sehingga bambu mengembang. Sebaliknya pada saat spesi mengeras, bambu melepas kandungan airnya sehingga bambu menyusut. Pengembangan mortar pada saat spesi mengalami proses pengeringan menyebabkan terjadi retak-retak halus disepanjang bidang rekat bambu. Sedangkan penyusutan bambu pada saat spesi mengeras menyebabkan kurangnya lekatan bambu terhadap spesi.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pengujian sampel untuk campuran beton panel anyaman bambu dengan pembagian 1 semen dan 4 pasir tidak mengalami perubahan yang signifikan sehingga hasil beban maksimum yang

didapat untuk pengujian umur dari 7 hari hingga 21 hari juga menghasilkan beban maksimum yang tidak jauh berbeda. Hingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan panel beton anyaman bambu hampir sama dengan kekuatan beton mortar. Dimana dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan campuran mortar cukup kuat untuk dipakai pada bangunan-bangunan sederhana atau lantai kerja suatu bangunan struktur baik jembatan duiker atau plat jembatan untuk rumah.

Tabel 8. Karakteristik mekanik panel

| NO. | BERAT<br>(kg) | VOLUME<br>(cm <sup>3</sup> ) | BERAT ISI<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | UMUR<br>(Hari) | BEBAN<br>(kN) | LENDUTAN<br>(mm) |
|-----|---------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|------------------|
| 1   | 67,4          | 33600                        | 2005,3                            | 14             | 1             | 0,5              |
| 2   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 2             | 1,15             |
| 3   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 3             | 1,85             |
| 4   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 3,5           | 3,05             |
| 5   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 4             | 4,9              |
| 6   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 4,5           | 6                |
| 7   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 5             | 8,7              |
| 8   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 5,5           | 11,5             |
| 9   | 67,4          | 33600,0                      | 2005,3                            | 14,0           | 5,75          | 18,8             |



Gambar 5. Kurva Beban Lendutan Panel

Dari hasil pengujian kuat lentur panel anyaman bambu maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada saat beban diangkat benda uji panel beton anyaman bambu kembali pada keadaan semula sehingga anyaman bambu didalam dinding beton (panel) belum putus jadi masih masuk dalam batas elastisitas dalam kondisi linier tetapi betonnya sudah mulai retak.

#### 4.4 Pembuatan Panel Beton

Pembuatan panel beton adalah sebagai berikut:

- Pemilahan bambu yang diambil dari pemilik pohon bambu kemudian dipotong sesuai ukuran panel. Bambu tersebut dipilah dengan menggunakan irisan pisau dengan mesin kayu sehingga teriris dengan tebal 2 cm dan masih meninggalkan kulit seperlunya. Setelah bambu selesai diiris mulailah dirapikan dan dianyam sesuai dengan ukuran panel yang dikehendaki selebar 1, 20 m dan tinggi 40 cm.



Gambar 6. Anyaman Tulangan Bambu

- Anyaman bambu telalu dianyam maka dilanjutkan dengan pemotongan balok kayu dan triples untuk pembuatan bekesting panel. Pembuatan bekesting telah selesai maka dilanjutkan dengan penyetulan bekesting sehingga sesuai dengan ukuran anyaman bambu. Penganturan bekesting panel yang dialasi tripleks dan kertas semen serta diolesi dengan oli sehingga hasilnya licin dan tidak lengket



Gambar 7. Bakesting dari tripleks

- Pelaksanaan pencampuran adukan semen, pasir dan air sesuai dengan adukan campuran mortar 1 : 4. Pelaksanaan pengecoran kebekesting dengan lapisan mortar kemudian anyaman bambu dan dilapis lagi dengan adukan mortar dan anyaman. Kemudian terakhir ditutup dengan adukan lagi sehingga membentuk panel beton anyaman bambu. Pelaksanaan pengecoran panel anyaman bambu telah selesai dan didiamkan sampai mengeras kemudian akan di test kekuatannya dilaboratorium setelah berumur 14 hari dan 28 hari.



Gambar 8. Pelaksanaan Pengecoran ke bekesting

Pembuatan benda uji pertama dilakukan adalah membuat campuran bahan semen, pasir dan air dengan perbandingan coba-coba dengan perbandingan 1 zak semen, 125 liter pasir dan 54 liter air. Benda uji dibuat dengan ukuran standar mortar dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm berbentuk kubus dengan beberapa sampel untuk menentukan kuat tekan yang diperoleh sebagai standard pembuatan panel. Selain benda uji berbentuk kubus juga benda uji berbentuk panel dengan ukuran 1,20 cm x 40 cm untuk mengetahui kuat lentur dan tarik dari campuran panel beton anyaman bambu.

## 5. Kesimpulan

Dalam beberapa kasus kuat tekan beton tidak menjadi faktor penentu tetapi justru daktilitasnya. Pengetahuan mengenai sifat-sifat beton bertulang akan membuka jalan bagi pemanfaatan bahan alam untuk keperluan konstruksi.

Untuk jenis bambu apus beberapa sifat yang penting untuk diperhatikan adalah Kuat Tekan  $\parallel = 39,89$  MPa, Kuat Tekan  $\perp = 5,55$  MPa, Kuat Geser 7,644 MPa dan Kuat Tarik = 207,523 MPa serta Data sifat fisik material mortar yang digunakan adalah sebagai berikut; Berat isi semen 1,25 gr/cm<sup>3</sup>, berat isi pasir 1,60 gr/cm<sup>3</sup>, dan.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pengujian sampel untuk campuran beton panel anyaman bambu dengan pembagian 1 semen dan 4 pasir tidak mengalami perubahan yang signifikan sehingga hasil beban maksimum yang didapat untuk pengujian umur dari 7 hari hingga 21 hari juga menghasilkan beban maksimum yang tidak jauh berbeda.

## 6. Daftar Pustaka

- Chang, C. T., P. Monteiro, dan K. Shyu. 1996. Behaviour of Marble Under Compression. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 8 (3) : 157-170.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, Struktur Beton Bertulang, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Gere, J.M., dan S.P. Timoshenko. 1987. *Mechanics of Materials*. Wadsworth Inc. California.
- Morisco, 2003. Bamboo and bamboo based Building materials. *International seminar-workshop on building materials for low*

*cost housing*. Bandung 7-28 september, 2003.

- Nawy, Edward G, 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar* (terjemahan Suryoatmono, Bambang), PT. Eresco, Bandung
- Retno S, 2007, *Pemberdayaan Serabut Kelapa Untuk Bahan Campuran Beton*. Inovasi Teknologi Beton Sebagai Bahan Bangunan Rakyat.
- Satyarno I, 2005. *Panel Beton Styrofoam Ringan Untuk Dinding*. Jurusan Teknik Sipil FT UGM . Yogyakarta
- Somayaji, S. 1995. *Civil Engineering Materials*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Sudarmoko, 1994, *Perancangan dan Analisis Kolom Beton Bertulang*, Biro Penerbit KMTS-FTUGM, Yogyakarta
- Yohanes L. D.dan T. B. Joewono, 2006, penelitian pendahuluan hubungan penambahan serat polymeric terhadap karakteristik beton normal *J. Dimensi teknik sipil*. vol 8, no. 1. p: 34 – 40