

KEKUATAN BALOK BETON BERTULANG BAMBU DENGAN BEBERAPA PERLAKUAN PADA TULANGAN

Oleh :

Mulyati*, Arman A.**

*Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

**Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

mulyati_tsp@yahoo.com

Abstrak

Bambu mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti besi tulangan pada balok beton bertulang. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan bambu sebagai material struktur yang mempunyai kekuatan yang baik, ekonomis dan mudah dalam pelaksanaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kekuatan balok beton bertulang bambu yang baik dengan beberapa perlakuan pada tulangan bambu. Bambu yang digunakan adalah bambu petung dan bambu wulung dengan perlakuan pengawetan secara alami, bentuk tulangan dibuat pilinan, persegi dan bulat, memberi lapisan kedap air dengan vernis, dan diberi lilitan dengan kawat. Hasil pengujian kekuatan balok menunjukkan bahwa balok beton dengan tulangan bambu bentuk persegi diberi lilitan dengan kawat memiliki kekuatan yang tinggi. Dengan demikian tulangan bambu dengan perlakuan pengawetan, bentuk tulangan persegi dan diberi lilitan kawat dapat meningkatkan kinerja tulangan bambu pada balok beton bertulang bambu.

Kata Kunci: bambu, tulangan, balok beton, kekuatan

1. PENDAHULUAN

Bambu dapat dimanfaatkan sebagai material bangunan, salah satunya adalah sebagai material pengganti baja tulangan. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, bambu diketahui mempunyai kekuatan tarik yang tinggi mendekati kekuatan tarik baja struktur (Morisco, 1999). Namun bambu juga memiliki kelemahan yaitu sifat kembang susutnya cukup tinggi. Proses kembang susut berlangsung selama kadar air bambu belum mencapai kadar air keseimbangan dengan lingkungan. Basri dan Saefudin (2006), melakukan penelitian kembang susut bambu tali umur 3, 4, dan 5 tahun dengan tingkat kekeringan 0%, 6% dan 12% menghasilkan penyusutan sebesar 3,81% sampai 14,03%, dan pengembangan sebesar 4,23% sampai 16,67%. Hal ini menyebabkan tulangan bambu dengan beton tidak melekat kuat, sehingga elemen struktur beton bertulang bambu akan mempunyai kekuatan yang rendah. Usaha yang telah dilakukan untuk mengatasi kembang susut bambu, diantaranya Triwiyono (2000) menunjukkan bahwa kuat lekat tulangan bambu petung yang dilapisi cat dapat mencapai 1,0 MPa, dan kuat lekat tulangan bambu petung yang dipilin dapat mencapai

1,1 MPa. Habib M. (2016) dengan pemberian ulir kawat pada tulangan bambu dapat meningkatkan nilai tegangan lekat 36% dari nilai tegangan lekat tulangan bambu petung polos.

Balok beton bertulang bambu yang merupakan salah satu elemen struktur bangunan harus dirancang dengan baik sehingga kuat menahan beban yang bekerja sama seperti balok beton bertulang baja. Balok merupakan elemen struktur yang memegang peranan penting pada struktur bangunan, yaitu untuk menahan beban lentur dari beban pada bangunan yang berada di atasnya yang akan diteruskan ke kolom. Balok beton dengan menggunakan tulangan bambu lebih ekonomis dan mudah dalam pelaksanaannya dibandingkan dengan balok beton menggunakan tulangan baja. Janssen, JAA (1988) dalam Morisco (1999) memberikan rekomendasi tentang keunggulan bambu, yaitu bambu dapat tumbuh sangat cepat dan dapat dibudidayakan dengan cepat serta modal dapat diputar berkesinambungan, bambu mempunyai sifat-sifat mekanika yang baik, pengerjaan bambu hanya membutuhkan peralatan yang sederhana, kulit luar bambu mengandung banyak silika yang membuat bambu terlindungi.

Penelitian tentang balok beton bertulang bambu sebagai elemen struktur bangunan telah dilakukan, Pathurahman dan Kusuma (2003) yang menyatakan bahwa nilai rata-rata perbandingan antara momen retak awal (eksperimen) dengan momen perhitungan (teoritis) sebesar 115,26%, keruntuhan yang terjadi pada balok beton diawali dengan retak lentur dengan pola retak tegak lurus, dengan demikian bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana. Suroso dan Widodo (2011) dari hasil analisis kuat lentur balok beton dengan tulangan ranting bambu ampel dengan luas antara 389,71 – 484,79 mm² mampu memikul beban sebesar 13,424 – 16,523 MPa, dengan factor keamanan kuat tarik ranting bambu ampel adalah 57,24%, jadi bambu mempunyai peluang digunakan sebagai tulangan balok rumah sederhana. Rochman (2005) membuktikan bahwa beban retak awal meningkat 9,2% pada balok beton dengan tulangan bambu divernis, dan meningkat 20,1% pada balok beton dengan tulangan bambu dipilin dibandingkan dengan balok beton dengan tulangan bambu polos. Beban maksimum yang mampu didukung meningkat sampai 16,21% setelah pada tulangan bambu diberi perlakuan dengan dilapisi vernis, dan meningkat 32,43% setelah pada tulangan bambu diberi perlakuan dengan dipilin, jadi tulangan bambu pada balok beton meningkat cukup signifikan setelah pada tulangan bambu diberikan perbaikan kuat-lekat. Pratidina (2011) menyatakan bahwa kapasitas lentur balok beton dengan tulangan bambu yang permukaannya dilapisi dengan vernis serta dengan memberikan ikatan kawat pada tulangan menggunakan kawat besi berdiameter 2,5 mm dengan variasi jarak ikatan 2,5 cm, 5,0 cm dan 7,5 cm, menghasilkan kapasitas beban lentur balok berturut-turut 76 kN, 70 kN, dan 58,8 kN. Dapat disimpulkan bahwa dengan memberikan ikatan kawat yang lebih rapat pada tulangan bambu dapat meningkatkan kapasitas lentur balok.

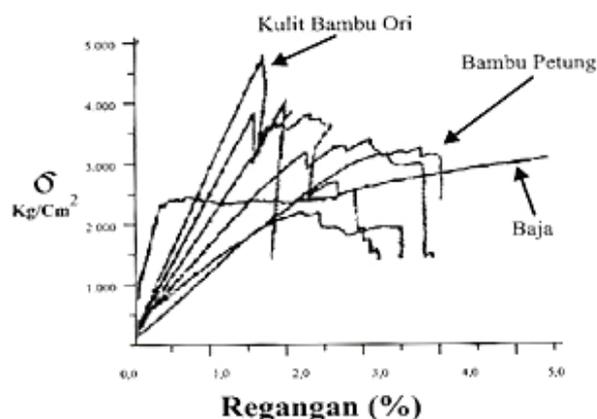
Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan bambu sebagai tulangan balok beton yang mempunyai kekuatan yang baik, ekonomis dan mudah dalam pelaksanaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kekuatan balok

beton bertulang bambu yang baik dengan beberapa perlakuan pada tulangan bambu. Dari beberapa penelitian tentang tulangan bambu yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, bambu diawetkan dengan menggunakan zat kimia, tulangan bambu dibuat bentuk persegi dan bentuk pilinan, permukaan tulangan dilapisi dengan lapisan kedap air dan diikat dengan kawat. Pada penelitian ini bambu diawetkan secara tradisional dengan merendam dalam air, tulangan bambu dibuat bentuk pilinan dan permukaan tidak divernis, bentuk persegi dan bentuk bulat dengan permukaan dilapisi vernis, serta bentuk persegi dan bentuk bulat dengan lilitan kawat dengan jarak lilitan 1 cm.

2. KAJIAN LITERATUR

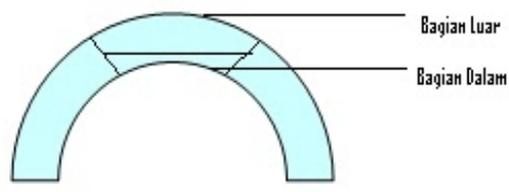
2.1 Sifat Mekanika Bambu

Penelitian tentang sifat mekanik bambu telah dilakukan oleh Morisco pada tahun 1994–1999, diawali dengan membandingkan kuat tarik bambu Ori dan bambu Petung tanpa buku dengan baja beton yang mempunyai tegangan leleh 240 MPa, adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram tegangan dan regangan bambu

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian spesimen seperti terlihat pada Gambar 2.2. untuk mengetahui perbedaan kekuatan bambu dari bagian luar dan bagian dalam. Dalam pembuatan spesimen, bambu dibelah tangensial sehingga tebalnya kira-kira ½ dari bambu utuh.



Gambar 2.2. Pengambilan spesimen bambu

Hasil pengujian kuat tarik bambu dari beberapa eksperimen yang telah dilakukan diperlihatkan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Kuat tarik bambu tanpa buku

Jenis Bambu	Kuat Tarik Bagian Dalam (MPa)	Kuat Tarik Bagian Luar (MPa)
Ori	164	417
Petung	97	285
Hitan	96	237
Tutul	146	286

Sumber: Morisco (1999)

Tabel 2. Kuat tarik rata-rata bambu

Jenis Bambu	Kuat Tarik Tanpa Buku (MPa)	Kuat Tarik Dengan Buku (MPa)
Ori	291	128
Petung	190	116
Wulung	166	147
Legi	288	126
Tutul	216	74
Galah	253	124
Apus	151	55

Sumber: Morisco (1999)

Tabel 3. Nilai kuat tarik bambu

Jenis Bambu	Tanpa Buku (MPa)	Dengan Buku (MPa)
Petung	199	161
Wulung	182	168

Sumber: Mulyati, Arman (2016)

2.2 Bambu Sebagai Pengganti Baja Tulangan

Bambu bisa digunakan untuk menggantikan peran baja tulangan pada struktur beton. Kekuatan tulangan bambu pada struktur beton bertulang telah dibuktikan dari beberapa hasil penelitian, diantaranya, Surjokusumo (1993) hasil penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan

jenis bambu tidak mempengaruhi besarnya nilai kekuatan tarik, MOE dan MOR, tetapi bentuk profil tulangan mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan MOE saja, sebagai alternatif terbaik untuk menggantikan baja sebagai tulangan beton adalah profil bambu yang berlubang dan diberi lilitan kawat karena mempunyai nilai tarik dan MOE terbesar.

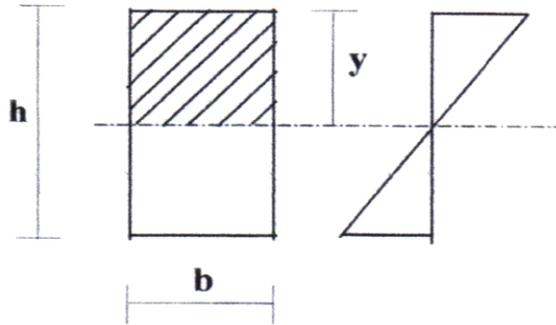
Jansen (2000) melakukan penelitian perbandingan penggunaan bambu dan baja sebagai tulangan di dalam balok beton, yang menghasilkan momen lentur pada balok beton bertulang bambu adalah 78% jika dibandingkan balok dengan tulangan baja. Gavami (2004) melakukan penelitian tentang tulangan bambu yang menghasilkan bahwa tulangan bambu dapat menggantikan tulangan baja secara memuaskan dan telah diaplikasikan di dalam beberapa konstruksi bangunan. Budi (2012) membandingkan balok bertulang baja mutu 240 MPa, diperoleh kapasitas lentur balok dengan tulangan bambu berkisar 50% - 60% dari kapasitas lentur balok beton dengan tulangan baja. Mulyati dan Arman (2016) membuktikan bahwa tulangan bambu bentuk pesegi dilapisi vernis mempunyai kuat lekat tulangan yang baik dengan beton.

2.3 Balok Beton Bertulang

Balok direncanakan untuk menahan tegangan tekan dan tegangan tarik yang diakibatkan oleh beban lentur, dalam menahan tegangan tarik maka beton diperkuat dengan tulangan. Penampang balok diperlihatkan pada Gambar 2.3. Besarnya tegangan lentur yang terjadi pada balok sebagaimana persamaan 1.

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots(1)$$

dengan σ adalah tegangan lentur (MPa), M adalah momen lentur yang bekerja pada balok (Nmm), y adalah jarak serat terluar terhadap garis netral (mm), dan I adalah momen inersia penampang terhadap garis netral (mm⁴).



Gambar 2.3. Penampang balok dan diagram tegangan lentur

Balok beton pada penelitian ini menggunakan tulangan bambu dari bambu petung dan bambu wulung yang memiliki kuat tarik dengan buku yang tinggi. Untuk mengatasi serangan kumbang bubuk pada bambu dan meningkatkan kepadatan tulangan bambu, maka bambu diawetkan dengan cara merendam dalam air, sehingga harga tulangan lebih murah. Selanjutnya untuk mendapatkan kekuatan balok dengan tulangan bambu sebagai alternatif pengganti besi tulangan diameter 10 mm, tulangan bambu dibuat persegi ukuran 10 x 10 mm serta bulat dan pilinan dengan diameter 10 mm. Tulangan bambu diberi beberapa variasi kombinasi perlakuan, guna mendapatkan kekuatan yang tinggi, sehingga dapat diaplikasikan pada struktur beton bangunan rumah tinggal sebagai balok sloof dan ring balok.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Peralatan Penelitian

Tulangan beton sebagai pengganti besi tulangan utama balok digunakan bambu petung dan bambu wulung yang berumur 2 – 3 tahun, dan untuk sengkang digunakan kawat bronjong. Bahan untuk melilit tulangan bambu dan sebagai pengikat tulangan digunakan kawat bendrat, dan sebagai pelapis tulangan bambu digunakan vernis. Material penyusun beton digunakan agregat alam berupa koral dan pasir sungai, semen PCC PT.Semen Padang.

Peralatan utama yang digunakan diantaranya adalah *Concrete mixer* untuk mengaduk campuran beton, *Universal Testing Machine* untuk menguji kuat tekan beton, dan *Loading frame, Hydroulic jack* kapasitas 300 kN, dan *load cell* untuk

menguji kuat lentur balok beton bertulang bambu.

3.2 Tahapan Penelitian

Bambu petung dan bambu wulung sebagai tulangan beton diambil bagian pangkal sepanjang 2 meter, terlebih dahulu dilakukan perlakuan pengawetan dengan cara merendam dalam air selama tiga minggu, lalu dibelah dan dikeringkan, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Pengawetan bambu



Gambar 3.2. Pengeringan bambu

Campuran adukan beton dibuat dengan komposisi 1 bagian semen, 2 bagian pasir, 3 bagian koral, lalu dibuat benda uji kuat tekan beton menggunakan cetakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dilakukan perawatan dengan cara merendam dalam air dan diuji kuat tekannya pada umur 28 hari.

Tulangan bambu dibuat dalam bentuk persegi lebar 10 mm, tebal 10 mm, dan bentuk bulat diameter 10 mm, dengan lima variasi bentuk tulangan yaitu pilinan, persegi dilapisi vernis, persegi diberi lilitan dengan kawat, serta bulat dilapisi vernis, dan bulat diberi lilitan dengan kawat untuk kedua jenis bambu, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3. Bentuk tulangan bambu

Benda uji balok dan kolom beton bertulang bambu dibuat dengan ukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm, dan panjang 60 cm, dengan jarak sengkang 5 cm di tumpuan dan 10 cm di lapangan, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.4.



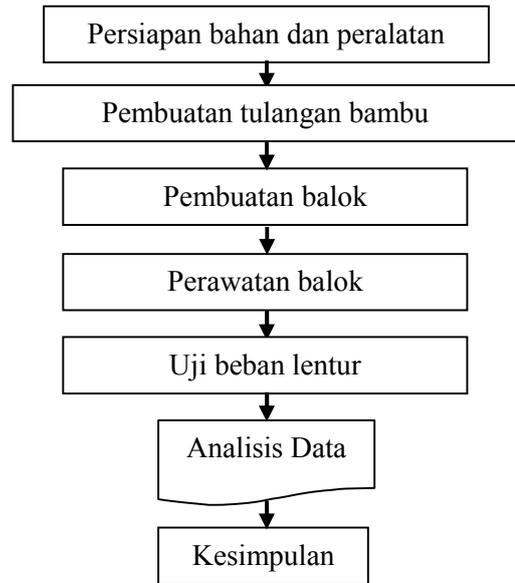
Gambar 3.4. Benda uji balok beton bertulang bambu

Kemudian dilakukan perawatan dengan merendam dalam air selama 50 hari, lalu dilakukan pengujian benda uji balok terhadap beban lentur dan kolom terhadap beban aksial, yang diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Pengujian beban lentur

Secara lengkap diagram bagan alir proses kegiatan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan perbandingan campuran 1 bagian semen, 2 bagian pasir dan 3 bagian koral (1:2:3) diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata 21,18 MPa, lebih besar dari 15 MPa. Dengan demikian kuat tekan beton yang dihasilkan dapat mencapai kuat tekan beton normal.

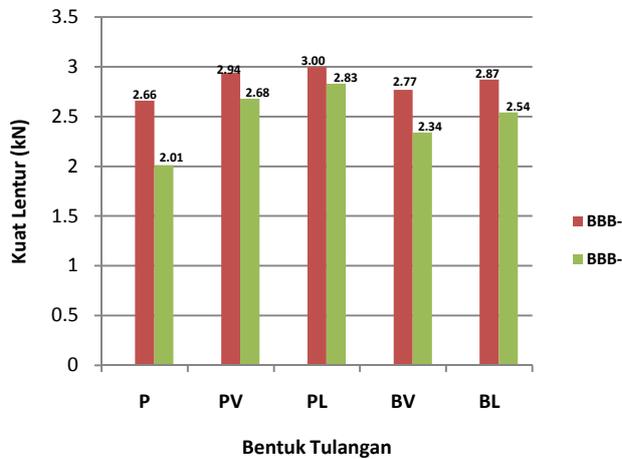
4.2 Kuat Lentur Balok

Hasil pengujian balok beton bertulang bambu petung (BBTBP) dan bambu wulung (BBTBW) dengan variasi tulangan pilinan (P), persegi dilapisi vernis (PV), persegi dengan lilitan kawat (PL), dan bulat dilapisi vernis (BV), bulat dengan lilitan kawat (BL) diperlihatkan dalam Tabel 4. Selanjutnya hasil analisis balok beton bertulang bambu terhadap tegangan lentur yang terjadi pada balok diperoleh hubungan antara bentuk tulangan dengan kuat lentur diperlihatkan pada Gambar 4.1.

Tabel 4. Hasil pengujian balok beton bertulang bambu

Jenis balok	Beban lentur (kN)
BBTBP-P	11,98
BBTBP-PV	13,25
BBTBP-PL	13,50
BBTBP-BV	12,46
BBTBP-BL	12,91
BBTBW-P	9,05

BBTBW-PV	12,06
BBTBW-PL	12,71
BBTBW-BV	10,55
BBTBW-BL	11,43



Gambar 4.1. Diagram hubungan bentuk tulangan dengan kuat lentur

Penggunaan tulangan bambu sebagai tulangan balok beton, tulangan dari bambu petung menghasilkan kuat lentur yang lebih tinggi 5,67% sampai 24,43% dibandingkan dengan tulangan dari bambu wulung. Bentuk tulangan bambu yang menghasilkan kuat lentur tertinggi adalah tulangan persegi dililit dengan kawat, yaitu sebesar 3,00 MPa untuk tulangan bambu petung, dan 2,83 MPa untuk tulangan bambu wulung. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa tulangan bambu petung lebih baik dari pada tulangan bambu wulung, bentuk tulangan persegi keempat sudutnya dapat melekat dengan kuat ke dalam beton, dan perlakuan tulangan bambu dililit dengan kawat dapat meningkatkan kuat lentur balok. Dari pengamatan yang dilakukan pada pengujian balok beton bertulang bambu, terlihat retak vertikal pada daerah tarik sekitar sepertiga bentang bagian tengah balok.

5. KESIMPULAN

Dari penggunaan tulangan bambu pada balok beton bertulang, dapat dinyatakan bahwa tulangan bambu memiliki banyak keunggulan, terutama dari segi pelaksanaan dan dapat menghemat biaya bangunan, karena bambu merupakan bahan alami yang mudah didapat. Balok beton dengan tulangan bambu bentuk persegi diberi lilitan dengan kawat memiliki kekuatan yang tinggi.

Kerusakan balok beton bertulang bambu secara umum merupakan kerusakan lentur. Dengan demikian tulangan bambu dengan perlakuan pengawetan, bentuk tulangan persegi dan diberi lilitan kawat dapat meningkatkan kinerja tulangan bambu pada balok beton bertulang bambu.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Dirjen Litabmas Kemenristek Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui Skim Penelitian Produk Terapan oleh DIPA Kopertis Wilayah X No.535/27.O10.4.2/PN/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, E., dan Saefudin, *Sifat Kembang-Susut dan Kadar Air Keseimbangan Bambu Tali Pada Berbagai Umur dan Tingkat Kekeringan*, Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol.24, No.3, Juni 2006: 241 – 250.
- Budi, A.S., *Beton Tulangan Bambu*, Harian Joglosemar, Minggu 29 Juli 2012.
- Ghavami, 2004, dalam Marsudi, dkk., *Modifikasi Balok Beton Tulangan Komposit Guna Meningkatkan Daktilitas Pada Konstruksi Bangunan Gedung*, Jurnal Teknis, Vol.9, No.2, Agustus 2014: 60 – 67.
- Habib M., 2016, *Kuat Lekat Tulangan Bambu Berulir Kawat Pada Campuran Beton Normal*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang
- Jansen, 2000, dalam Marsudi, dkk., *Modifikasi Balok Beton Tulangan Komposit Guna Meningkatkan Daktilitas Pada Konstruksi Bangunan Gedung*, Jurnal Teknis, Vol.9, No.2, Agustus 2014: 60 – 67.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Mulyati dan Arman, 2016, *Kuat Lekat Tulangan Bambu Pada Beton*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITP, Padang.
- Pathurahman, Fajrin, J, dan Kusuma, A.D., *Aplikasi Bambu Pilitan Sebagai Tulangan Balok Beton*, Civil Engineering Dimension, Vol.5, No.1, 39-44, Mach 2003.

- Pratidina, Y, 2011, *Kuat Lentur Balok Beton Tampang Persegi Dengan Tulangan Bambu Wulung*, Thesis S-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rocbman, A., *Peningkatan Kinerja Tulangan Bambu Pada Balok Beton Bertulang Dengan Cara Perbaikan Kuat Lekat*, Gelagar Jurnal Teknik, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol.16, No.1, April 2005.
- Sujokusumo, S, dan Nugroho, N., 1993, *Studi Penggunaan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Suroso, H, dan Widodo, A, 2011, *Analisis Bambu Walesan, Bambu Ampel dan Ranting Bambu Ampel Sebagai Tulangan Lentur Balok Beton Rumah Sederhana*, Jurnal Kompetensi Teknik, Semarang.
- Triwiyono, 2000, *Bambu Sebagai Tulangan Struktur Beton*, Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya di bidang Teknik Sipil, Yogyakarta:PAU-FT UGM.