ISBN : 978-602-1643-13-6

PROCEEDING SEMINAR NASIONAL

BUKU I

Bidang 1 : Biodiversitas Tropis dan Bioprospeksi

Bidang 2 : Pengelolaan Wilayah Kelautan, Pesisir dan Pedalaman

Bidang 7 : Penunjang (Ilmu Murni)

PERCEPATAN DESA BERDIKARI MELALUI PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN INOVASI TEKNOLOGI

PURWOKERTO 20 - 21 NOPEMBER 2014

Penyelenggara:
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Jenderal Soedirman
Kerjasama dengan
PERHEPI Komda Purwokerto

Prosiding Seminar Nasional

Editor/Mitra Bestari
Prof. Ir. Totok Agung D.H., M.P., Ph.D. (Unsoed, Purwokerto)
Prof. Dr. Erizal Jamal (Litbang Kementan RI, Jakarta)
Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Mulyaartha, M.S. (Unram, Mataram)
Prof. Dr. Ir. Hasanuddin, M.S. (Unsyiah, Banda Aceh)
Dr. Ir. Edy Prasetyo, M.S. (Undip, Semarang)
Dr. Drs. Dwi Nugroho Wibowo, M.S. (Unsoed, Purwokerto)

PENYELARAS TIAP BIDANG

Bidang 1. Biodiversitas Tropis dan Bioprospeksi

1. Dr. rer.nat. W. Lestari, M.Sc.
2. Dr. Agus Nuryanto, S.Si., M.Si.
3. Dra. P Maria Hendrati, M.Si.

Bidang 2. Pengelolaan Wilayah Kelautan, Pesisir dan Pedalaman

1. Dr. Tjahjo Winanto, S.P, M.Si.
2. Dr. Hamdan Syakuri, S.Pi., M.Si.

Bidang 3. Pangan, Gizi dan Kesehatan

1. Prof. Dr. Rifda Naufalin, SP., M.Si.
2. Karseno, SP., M.P., Ph.D.
3. Dr. Agr.sc. Condro Wibowo, S.TP., M.Sc.
4. Agnes Fitria Widiyanto, S.KM., M.Sc.
5. Friska Citra Agustia, S.TP., M.Sc.

Bidang 4. Energi Baru dan Terbarukan

1. Dr. Suroso, S.T., M.Eng.
2. Nastain, S.T., M.Si.
3. Ari Asnani, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Bidang 5. Kewirausahaan, Koperasi dan UMKM

1. Istiqomah, S.E., M.Sc., Ph.D.
2. Ir. Endro Yuwono, M.S.
3. Ratna Satriani, S.P., M.Sc.

Bidang 6. Rekayasa Sosial dan Pengembangan Pedesaan

1. Dr. Ir. Sc.Agr. Yusuf Subagyo, M.P.
2. Ir. Supartoto, MSc.Agr.
3. Akmad Rizkul Karim, S.P.MSc
4. Altri Mulyani, S.P., M.Sc.
5. Taufik Budhi Pramono, S.Pi. M.Si

Bidang 7. Bidang Penunjang (Ilmu Murni)

1. Dr. Ing. R. Wahyu Widanarto, S.Si., M.Si.
2. Drs. Budi Pratikno, M.Stat.Sci., Ph.D.
3. Dr. Dra. Idha Sihwaningrum, M.Sc. St.

KAPASITAS BEBAN BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN METODE *NEAR SURFACE MOUNTED* MENGGUNAKAN BAMBU PETUNG

Oleh

Yanuar Haryanto[1], Nanang Gunawan Wariyatno[1], Gathot Heri Sudibyo[1], dan Sanidhya Nika Purnomo[1]

[1]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman, Jl.Mayjen Sungkono KM 5 Blater Purbalingga
email korespondensi: yanuar_haryanto@yahoo.com

ABSTRAK

Penambahan beban yang melebihi kapasitas elemen strukturnya merupakan salah satu contoh penyebab kegagalan struktur pada suatu bangunan. Agar tidak terjadi kegagalan struktur maka perlu dilakukan perkuatan pada elemen struktur beton bertulang untuk meningkatkan kapasitas elemennya. Salah satu metode perkuatan yang dapat digunakan adalah metode NSM (*Near Surface Mounted*) yaitu dengan pemasangan beberapa material di bagian permukaan beton tanpa perlu adanya penambahan dimensi. Pada kajian ini dilakukan perkuatan metode NSM (*Near Surface Mounted*) menggunakan bambu petung dengan parameter tinjauan meliputi kapasitas beban dan tipe keruntuhan yang terjadi. Kajian dilakukan terhadap 3 tipe benda uji, masing-masing adalah balok tanpa perkuatan sebagai balok kontrol (BK), balok perkuatan NSM (*Near Surface Mounted*) menggunakan tulangan bambu tanpa perlakuan khusus (BP1), dan balok perkuatan metode NSM (*Near Surface Mounted*) menggunakan tulangan bambu dengan perlakuan khusus (BP2). Hasil kajian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kapasitas beban dengan rasio sebesar 1,39 dan 1,13 masing-masing untuk benda uji BP1 dan BP2 terhadap benda uji BK dengan tipe keruntuhan yang terjadi dapat dikategorikan keruntuhan lentur.

Kata kunci: *perkuatan, near surface mounted, bambu, kapasitas beban*

ABSTRACT

The addition of a load that exceeds the capacity of the structure elements is one example of the failure of a building structure. To avoid failure of the structure is necessary to do the strengthening of reinforced concrete structural elements to increase the capacity of its elements. One of the method of strengthening that can be used is the method of NSM (Near Surface Mounted) which is carried out with the installation some of the material at the concrete's surface with no need for additional dimensions. Strengthening in this study is performed using a dendrocalamus asper bamboo as a method of *NSM (Near Surface Mounted) with parameter study is conducted on the load capacity and the type of collapse that occurred. Study conducted on 3 types of specimen, beams without strengthening as a control beam (BK*), *NSM (Near Surface Mounted) strengthened beam using bamboo reinforcement with no special treatment (BP1), and NSM (Near Surface Mounted) strengthened beam using bamboo reinforcement with special treatment (*BP *2*). *Result show that the load capacity of BP1 and BP2 specimens increase by ratios of 1.39 and 1.13*

to the BK specimen, respectively, with the type of collapse that occurred can be categorized flexural collapse.

Keywords: strengthening, near surface mounted, bamboo, load capacity

PENDAHULUAN

Fungsi bangunan gedung adalah bentuk kegiatan manusia dalam bangunan gedung, baik kegiatan hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial dan budaya, maupun kegiatan khusus. Berdasarkan pasal 8 UU No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung, disebutkan bahwa setiap pembangunan bangunan gedung wajib memenuhi persyaratan administratif bangunan gedung yang meliputi persyaratan status hak atas tanah, status kepemilikan bangunan gedung, dan izin mendirikan bangunan. Ketentuan lebih lanjut mengenai Izin Mendirikan Bangunan (IMB) diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksana Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Pedoman Teknis IMB dan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 32 Tahun 2010 Tentang Pedoman Pemberian IMB.

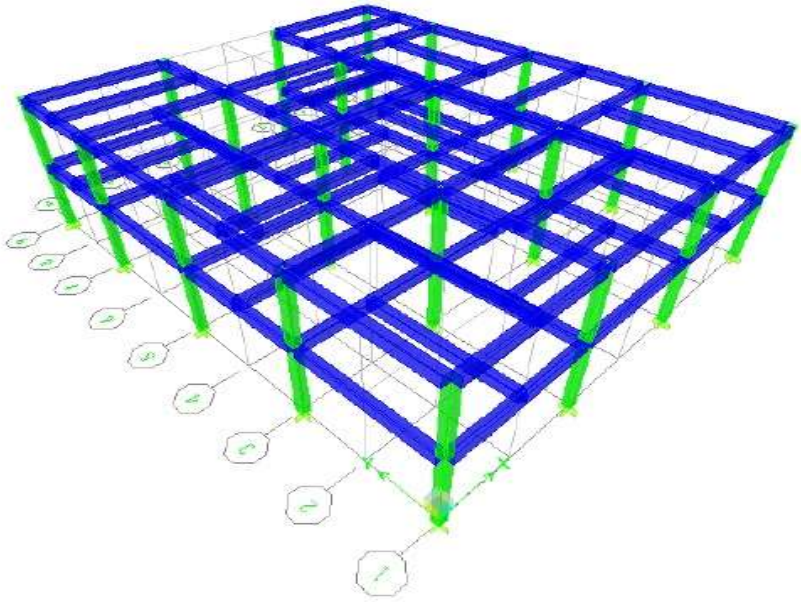
Izin Mendirikan Bangunan (IMB) merupakan perizinan yang diberikan oleh pemerintah daerah, kecuali untuk bangunan gedung fungsi khusus oleh pemerintah, diberikan kepada pemilik bangunan gedung untuk membangun baru, mengubah, memperluas, mengurangi, dan/atau merawat bangunan gedung sesuai dengan persyaratan administrasi dan persyaratan teknis. Pedoman ini berlaku untuk pemerintah daerah sebagai perwujudan tertib penyelenggaraan bangunan gedung, menjamin keandalan teknis bangunan gedung, dan kepastian hukum. Dalam hal apabila terjadi renovasi terhadap suatu bangunan gedung rumah selama renovasi yang dilakukan tersebut tidak mengubah secara total bangunan dan juga tidak merubah bentuk pondasi dari bangunan tersebut, maka tidak perlu ditetapkan IMB yang baru. Pemilik yang sudah memenuhi administrasi dalam perizinan ubah fungsi bangunan akan mendapatkan Sertifikat Layak Fungsi (SLF). Sertifikat Layak Fungsi (SLF) adalah sertifikat yang diberikan oleh Pemerintah Daerah terhadap bangunan gdung yang telah dibangun dan telah memenuhi persyaratan kelaikan fungsi bangunan berdasar hasil pemeriksaan kelaikan fungsi bangunan gedung sebagai syarat untuk dapat dimanfaatkan sehingga diharapkan bangunan yang akan dialih fungsikan layak dipakai serta terhindar dari peristiwa kegagalan struktur.

Menurut Undang-Undang No.18 tahun 1999 dan Peraturan Pemerintah No. 29 tahun 2000, definisi Kegagalan Bangunan secara umum adalah merupakan keadaan bangunan yang tidak berfungsi, baik secara keseluruhan maupun sebagian dari segi teknis, manfaat, keselamatan dan kesehatan kerja dan/atau keselamatan umum, sebagai akibat kesalahan penyedia jasa dan atau pengguna jasa setelah penyerahan akhir pekerjaan konstruksi. Kegagalan bangunan dari segi tanggung jawab dapat dikenakan kepada institusi maupun orang perseorangan, yang melibatkan keempat unsur yang terkait yaitu: (1) menurut Undang-Undang No. 18 tahun 1999, pasal 26, ketiga unsur utama proyek yaitu: Perencana, Pengawas dan Kontraktor (pembangun). (2) menurut pasal 27, jika disebabkan karena kesalahan pengguna jasa/bangunan dalam pengelolaan dan menyebabkan kerugian pihak lain, maka pengguna jasa/bangunan wajib bertanggung-jawab dan dikenai ganti rugi.

Contoh kasus kegagalan struktur antara lain pada bangunan Skyline Plaza, Bailey's Crossroads (2 Maret 1973). Bangunan ini adalah suatu kompleks bangunan yang besar di Virginia, Amerika Serikat. Kompleks ini terdiri atas delapan apartemen, enam tower perkantoran, sebuah hotel, dan pusat perbelanjaan. Insiden terjadi pada suatu tower apartemen dan garasi parkir yang mengakibatkan 14 orang tewas dan melukai 34 orang. Penyebab dari keruntuhan ini adalah pada pembongkaran bekisting penyangga lantai 23 yang tidak benar yang mengakibatkan peningkatan gaya geser sekitar kolom. Bangunan ini hancur secara keseluruhan karena keruntuhan satu lantai teratas. Kolom mengalami kelebihan tegangan sehingga terjadi keruntuhan pada seluruh lantai 23. Keruntuhan tersebut menyebabkan lantai 22 kelebihan beban sehingga menyebabkan keruntuhan lantai 22, begitu seterusnya hingga ke lantai dasar. Hal tersebut membuktikan bahwa kegagalan struktur dapat berakibat fatal, tidak hanya dari dari segi materi tetapi juga terhadap keselamatan jiwa penggunanya (Delatte, 2009).

Kegagalan struktur pada suatu bangunan juga dapat diakibatkan oleh penambahan beban yang melebihi kapasitas elemen strukturnya akibat adanya alih fungsi bangunan. Sebagai contoh adalah bangunan yang tadinya difungsikan sebagai ruko (rumah toko) seperti dapat dilihat pada Gambar 1 yang kemudian dialihkan menjadi gedung pertemuan sehingga terjadi penambahan beban hidup rencana pada struktur bangunan tersebut. Akibat beban yang berlebih dapat menyebabkan runtuhnya struktur bangunan karena kapasitas struktur desain awal tidak dapat menahan beban yang melampaui beban desain *exsisting*. Untuk menanggulangi kegagalan struktur yang mungkin terjadi dapat dilakukan perkuatan

untuk meningkatkan kapasitas struktur agar beban yang bertambah ataupun kelebihan beban yang ada dapat ditahan.



Gambar 1. Struktur gedung *existing* sebelum alih fungsi

Dalam kasus alih fungsi bangunan perlu dilakukan analisis ulang pada elemen struktur yang diberi perkuatan. Pada elemen struktur balok beton bertulang, perkuatan dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan metode *Near Surface Mounted (NSM).* Metode *Near Surface Mounted (NSM)* merupakan teknik perkuatan yang dilakukan dengan pemasangan beberapa material di bagian permukaan elemen balok beton bertulang. Perkuatan ini memiliki banyak keuntungan potensial karena dapat memperbaiki dan meningkatkan kuat lentur balok beton bertulang tanpa perlu adanya penambahan dimensi. Menurut Burke (2008) perkuatan elemen struktur balok beton bertulang dengan metode NSM menjadi lebih luas diakui karena efisiensi, efektifitas, dan kemudahan dalam aplikasinya. Ciobanu dkk (2012) menambahkan keunggulan perkuatan metode NSM antara lain berkurangnya risiko lepasnya material perkuatan *(debonding)* serta adanya proteksi yang lebih baik terhadap kemungkinan kerusakan akibat serangan lingkungan luar.

Bambu merupakan sumber bahan bangunan yang dapat diperbaharui dan banyak tersedia di Indonesia. Dari sekitar 1.250 jenis bambu di dunia, 140 jenis atau 11%-nya adalah spesies asli Indonesia. Bambu mempunyai bentuk tidak prismatik, ukuran diameter serta jarak ruas tidak seragam sepanjang batang, sehingga hal itu menjadikan bambu sangat unik dan artistik, tetapi aplikasi bambu sebagai batang struktural menjadi sulit. Sebagai

bahan bangunan, sifat fisika bambu yang perlu diketahui adalah sifat kembang susut dan kadar air bambu agar komponen bangunan dapat didesain sedemikian sehingga tidak mengalami perubahan bentuk yang berlebihan sebagai akibat perubahan temperatur atau kelembaban. Kadar air bambu dipengaruhi oleh umur serta tempat tumbuhnya. Sedangkan kembang susut diperhitungkan terhadap volume kering udara, karena keadaan tersebut dianggap sebagai keadaan yang mendekati aplikasi bambu di lapangan (Morisco, 2007).

Bambu petung mempunyai nama botani *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne. Bambu petung dapat tumbuh mencapai tinggi 20-30 m dengan warna coklat tua. Tempat tumbuhnya mulai dataran rendah hingga ketinggian 2000 m dan dapat tumbuh di semua jenis tanah. Namun, bambu petung paling baik jika ditanam di tanah yang berdrainase baik, batang dapat mencapai panjang 10-14 m, panjang ruas berkisar antara 40–60 cm, dengan diameter 6–15 cm dan tebal dinding 10–15 mm (Morisco, 2007). Pemanenannya dapat dimulai setelah tanaman berumur 3 tahun, puncak produksi mulai umur 5-6 tahun. Rebung dari jenis ini adalah rebung yang terbaik dengan rasanya yang manis dapat dibuat untuk sayuran. Batangnya digunakan untuk bahan bangunan (perumahan dan jembatan), peralatan memasak, bahkan juga untuk penampung air. Di Kabupaten Ngada NTT, jenis bambu ini banyak digunakan untuk konstruksi rumah, atap dengan disusun tumpang-tindih, dan dinding dengan cara dipecah dibuat plupuh.

METODE

a. Bahan dan Peralatan

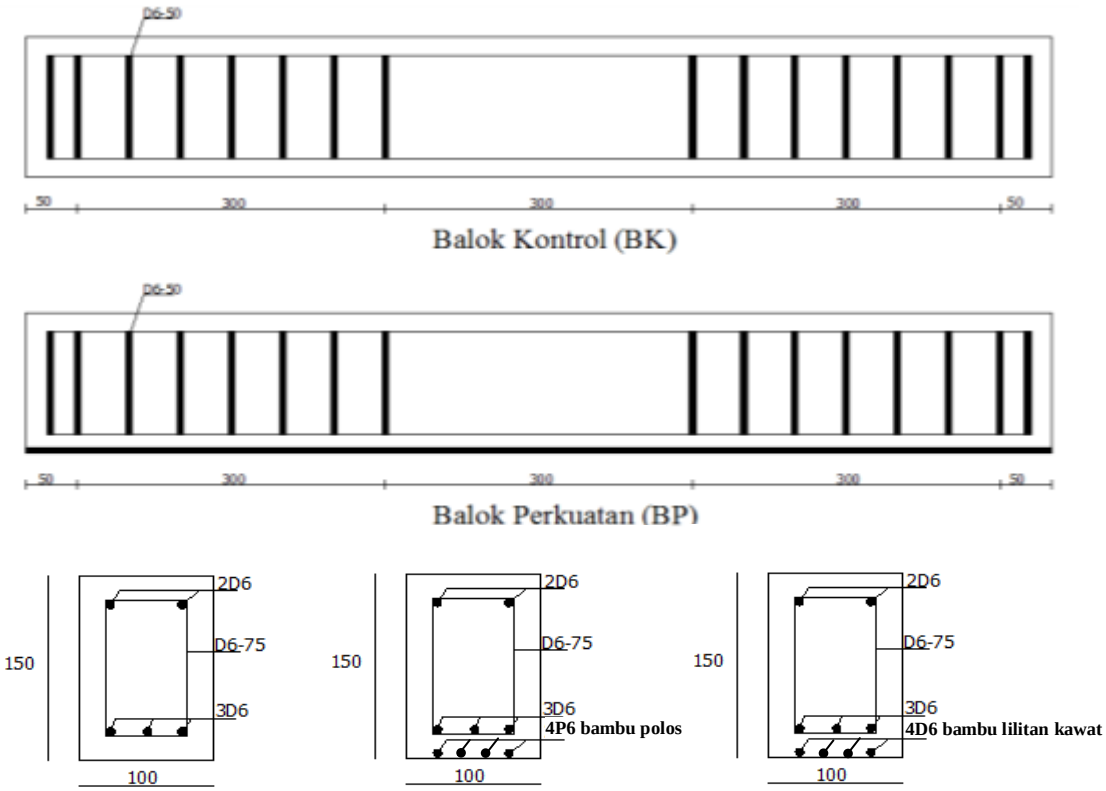
Bahan utama yang digunakan berupa bahan penyusun benda uji balok beton bertulang meliputi agregat kasar, agregat halus, semen, air, tulangan baja, dan tulangan bambu petung. Proses pembebanan dan pengambilan data dari benda uji menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM).*

b. Benda Uji

Terdapat 3 tipe benda uji balok beton bertulang masing-masing adalah balok tanpa perkuatan sebagai balok kontrol (BK), balok perkuatan NSM (*Near Surface Mounted*) menggunakan tulangan bambu tanpa perlakuan khusus (BP1), dan balok perkuatan metode NSM (*Near Surface Mounted*) menggunakan tulangan bambu dengan perlakuan khusus diberi lilitan kawat (BP2). Spesifikasi benda uji disajikan pada Tabel 1 sedangkan penampang benda uji dan *setup* pengujian dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 1. Spesifikasi benda uji

KODE	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Tul. Utama		Tul. Geser	*NSM* (Bawah)
				Atas	Bawah		
BK	900	100	150	2P6	3P6	P6-50	-
BP 1	900	100	150	2P6	3P6	P6-50	4P6
BP 2	900	100	150	2P6	3P6	P6-50	4D6



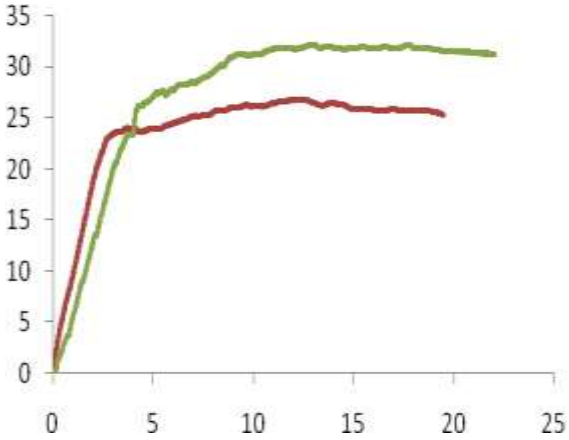
Gambar 2. Penampang benda uji

Gambar 3. *Setup* pengujian

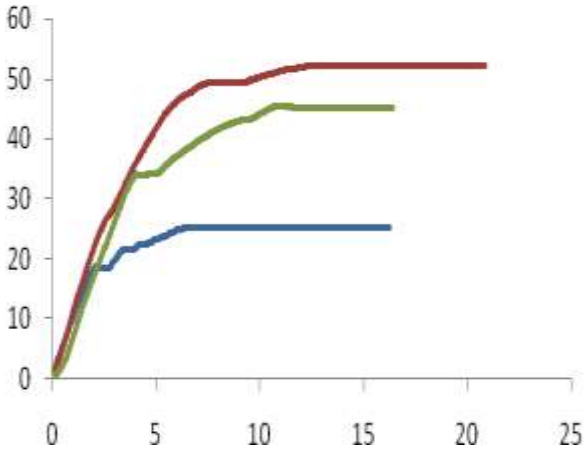
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kapasitas Beban

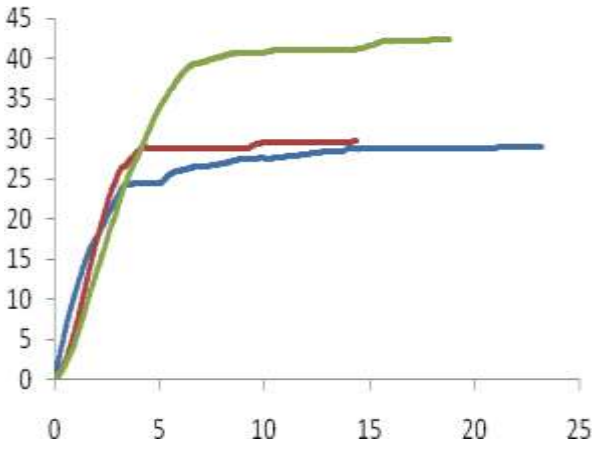
Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui kapasitas benda uji dengan hubungan beban-lendutan dapat dilihat pada Gambar 4.



a. Balok kontrol (BK)



c. Balok perkuatan 1 (BP1)



b. Balok perkuatan 2 (BP2)

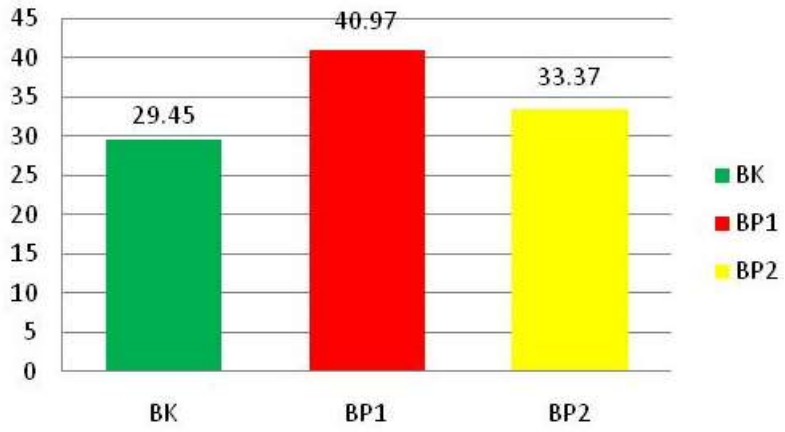
Gambar 4. Hubungan beban-lendutan balok benda uji

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa kapasitas beban untuk balok perkuatan 1 (BP1) dan balok perkuatan 2 (BP2) mengalami peningkatan terhadap balok kontrol (BK). Rasio peningkatan yang terjadi untuk balok perkuatan 1 (BP1) dan balok perkuatan 2 (BP2) masing-masing sebesar 1,39 dan 1,13. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perkuatan metode *Near Surface Mounted (NSM)* dengan tulangan bambu petung berdiameter 6 mm mampu meningkatkan kapasitas beban. Namun demikian lilitan kawat pada balok perkuatan 2 (BP2) menyebabkan terdapat rongga pada bidang perkuatan yang

menjadikannya keropos sehingga hasil kapasitas beban balok perkuatan 2 (BP2) lebih rendah dibandingkan balok perkuatan 1 (BP1). Kapasitas beban benda uji disajikan pada Tabel 2 sedangkan perbandingan kapasitas beban benda uji dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Kapasitas beban benda uji

Benda Uji		**Kapasitas Beban (kN)**	**Rata-Rata Kapasitas Beban (kN)**	**Rasio**
BK	BK1	26,8	29,45	-
	BK2	32,1		
BP1	BP1-1	25,3	40,97	1,39
	BP1-2	52,1		
	BP1-3	45,5		
BP2	BP2-1	28,5	33,37	1,13
	BP2-2	29,4		
	BP2-3	42,2		



Gambar 5. Perbandingan kapasitas beban benda uji

b. Pola Retak dan Tipe Keruntuhan

Retak pertama pada balok kontrol 1 (BK1) terjadi pada saat beban mencapai 14 kN pada daerah lentur murni dengan lendutan yang terjadi sebesar 1,48 mm. Sedangkan pada balok kontrol 2 (BK2) retak pertama terjadi pada saat beban mencapai 12,5 kN dengan lendutan sebesar 1,96 mm. Seiring dengan peningkatan beban yang terjadi, retakan pada benda uji makin melebar dan berkembang menuju ke serat atas. Pola retak dan tipe keruntuhan balok kontrok dapat dilihat Gambar 6.

a. Balok kontrol 1 (BK1)

b. Balok kontrol 2 (BK2)

Gambar 6. Pola retak dan tipe keruntuhan balok kontrol (BK)

Retakan pertama pada balok perkuatan tipe 1 (BP1-1, BP1-2, BP1-3) masing-masing sebesar 19,7 kN; 27,1 kN; dan 29,2 kN dengan lendutan yang terjadi pada masing-masing balok sebesar 2,975 mm; 2,672 mm dan 3,319 mm. Sedangkan pada balok perkuatan tipe 2 (BP2-1, BP2-2, BP2-3) retakan pertama terjadi pada saat masing-masing beban mencapai 16,2 kN; 26,7 kN; dan 28 kN dengan lendutan sebesar 1,66 mm; 3,361 mm; dan 3,987 mm. Pola retak dan tipe keruntuhan balok perkuatan 1 (BP1) dan balok perkuatan 2 (BP2) dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

b. Balok Perkuatan 1-1 (BP1-1)

a. Balok perkuatan 1-2 (BP1-2)

c. Balok perkuatan 1-3 (BP1-3)

Gambar 7. Pola retak dan tipe keruntuhan balok perkuatan 1 (BP1)

c. Balok perkuatan 2-1 (BP2-1)

b. Balok perkuatan 2-2 (BP2-2)

a. Balok perkuatan 2-3 (BP2-3)

Gambar 8. Pola retak dan tipe keruntuhan balok perkuatan 2 (BP2)

KESIMPULAN

1. Kapasitas beban balok perkuatan 1 (BP1) menunjukkan peningkatan dengan rasio sebesar 1,39 terhadap balok kontrol (BK).
2. Kapasitas beban balok perkuatan 2 (BP2) menunjukkan peningkatan dengan rasio sebesar 1,13 terhadap balok kontrol (BK).
3. Lilitan kawat pada balok perkuatan 2 (BP2) menyebabkan terdapat rongga pada bidang perkuatan yang menjadikannya keropos sehingga kapasitas beban balok perkuatan 2 (BP2) lebih rendah dibandingkan balok perkuatan 1 (BP1).
4. Tipe keruntuhan yang terjadi pada seluruh benda uji adalah keruntuhan lentur dengan kerusakan pada serat tarik terluar yang mulai terjadi pada saat mendekati beban maksimum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman yang telah

mendanai penelitian ini, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu khususnya mahasiswa yang terlibat langsung: Devi Sabatini dan Velika Mustika N.O.

DAFTAR PUSTAKA

Burke, P. J., 2008, *Low and High Temperature Performance of Near Surface Mounted FRP Strengthened Concrete Slabs*, Tesis, Queen's University, Ontario, Canada

Ciobanu, P., Taranu, N., Popoae, S., dan Banu, D., 2012, *Structural Response Of Reinforced Concrete Beams Strengthened In Flexure With Near Surface Mounted Fibre Reinforced Polymer Reinforcement Experimental Setup*, Buletinul Institutului Politehnic Din Iasi, Universitatea Tehnica "Gheorghe Asachi" Din Iasi

Delatte, N. J., 2009, *Beyond failure: Forensic Case Studies for Civil Engineers*, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia, (144-149)

Morisco, 2007, http://www.moriscobamboo.com/artikel_02.html diakses tanggal 10 November 2013

Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 32 Tahun 2010 Tentang Pedoman Pemberian IMB

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Pedoman Teknis IMB

Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksana Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002

Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 2000 Tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi

Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung

Undang-Undang No. 18 Tahun 1999 Tentang Jasa Konstruksi