

MODIFIKASI BALOK BETON KOMPOSIT TULANGAN BAMBU PROFIL DARI LILITAN KAWAT BENDRAT GUNA MENINGKATKAN DAKTILITAS DAN EFISIENSI BIAYA UNTUK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Marsudi, Martono, Nursetiaji Pamungkas, Suroso, Dianita Ratna Kusumastuti

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang

Abstract

Iron concrete is a product of mine whose existence will someday run out. To overcome these problem, as an alternative to the use of molten tried bamboo cheap and high-power, In this study, bamboo is used as a substitute for reinforcement in concrete beams is simple. All the beams were cast bamboo beam bendrat wire windings. In the end it will be known how much Ability beam modification with reinforcement of bamboo which is entwined with wire petung bendrat in resisting bending style. From the test results strong urge concrete cubes can be deduced that the average compressive strength of concrete is 232 kg / cm² means that the average quality of the concrete is to have K-232, higher than the plan that is the quality of K-225). Results of testing the tensile strength of concrete steel \square 6 mm obtained an average value of 15 kN, whereas for the reinforcement of babu petung ridden with iron bendrat obtained average value of 12 kN. The test results of concrete beam flexural strength of bamboo modification with reinforcement wire windings obtained an average of 17 kN test results, testing was stopped after concrete blocks have cracks, which addressed the collapse attractiveness of bamboo reinforcement wire coil bendrat. While the testing of concrete beams of concrete steel reinforcement \square 6 mm discontinued after the compressive strength reaches an average of 46 kN, because in this condition the beams have crack.

Keywords: *concrete beams, reinforcing bamboo, flexural strength.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya alam yang tidak seimbang, menimbulkan hal-hal menarik untuk dapat diteliti. Bahan-bahan yang unggul mendapatkan prioritas utama dalam penerapannya sebagai bahan bangunan, sehingga mengakibatkan ketersediaannya menjadi terbatas dan mahal. Bambu sebagai salah satu bahan bangunan relatif jarang digunakan dibanding dengan bahan bangunan lainnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain mudah diserang serangga, mudah terbakar, finishing dan nilai estetikanya kurang diminati. Namun terdapat beberapa kelebihan yang tidak dapat diabaikan antara lain kuat tarik yang cukup tinggi, pertumbuhannya cepat dan mudah dibudidayakan. Sedangkan beton sebagai bahan bangunan juga telah lama dikenal. Beton memiliki beberapa kelebihan antara lain kuat desaknya tinggi mudah dibentuk, perawatannya mudah dan dapat dibuat komposit

Anatomi dan sifat fisika bambu

Sifat dari batang bambu ditentukan oleh struktur anatominya. Batang bambu terdiri atas nodia dan

internodia. Pada internodia, sel-sel berorientasi pada arah aksial, sedangkan pada nodia sel-sel melintang pada tiap sambungannya. Bagian luar batang dibentuk oleh dua lapisan sel epidermis, bagian dalamnya lebih tebal dan sangat tinggi kadar lignin-nya. Permukaan sel yang paling luar dilindungi oleh lapisan selaput berupa lapisan lilin. Disamping itu, bagian dalam batang terdiri dari sel-sel *sclerencyma*. Perbedaan anatomi ini akan mempengaruhi kekuatan bambu sesuai dengan jenisnya masing-masing

Bambu sebagai salah satu komponen bahan bangunan, sangat rentan terhadap perubahan bentuk/deformasi. Perubahan ini antara lain disebabkan oleh temperatur dan kelembaban.

Sehingga mengakibatkan terjadinya sifat kembang dan susut pada bambu. Beberapa peneliti telah melakukan pengukuran kadar air bambu apus, ori, petung. Spesimen diambil dari pangkal, tengah dan ujung. Pengujian kembang susut bambu yang dilaksanakan adalah kembang susut volume tulangan keseluruhan, yang merupakan kombinasi antara kembang susut radial dan tangensial. Kondisi tersebut dianggap

sebagai keadaan yang mendekati aplikasi bambu sebagai tulangan beton.

Bambu sebagai pengganti tulangan besi

Kekuatan bambu sebagai bahankonstruksi khususnya sebagai tulangan pengganti besi beton di dalam beton bertulang, telah dibuktikan dalam berbagai macam riset ilmiah maupun empiris, antara lain :

1. Surjokusumo dan Nugroho (1993) menyatakan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton bertulang.
2. Morisco (1999) menyelidiki bahwa bambu dapat digunakan sebagai pengganti baja tulangan dan mempunyai kekuatan tarik yang tinggi mendekati kekuatan baja struktur.
3. Jansen (2000) melakukan penelitian perbandingan penggunaan bambu dan baja sebagai tulangan di dalam balok beton. Hasilnya cukup memuaskan, yaitu momen lentur pada balok beton bertulang bambu adalah 78 % jika dibandingkan balok dengan tulangan baja.
4. Pathurrahman dan Kusuma (2003) bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana
5. Khosrow Gavami (2004), tulangan bambu dapat menggantikan tulangan baja secara memuaskan dan telah diaplikasikan di dalam beberapa konstruksi bangunan
6. Khare (2005) bambu direkomendasikan untuk dipakai sebagai pengganti tulangan, terlebih di negara yang material baja sangat terbatas dan penggunaan beton tanpa tulangan biasa digunakan

Beton

Pada perencanaan lentur balok beton bertulang, penampang balok dapat direncanakan bertulangan kurang, lebih dan seimbang yang akan mengakibatkan keruntuhan tarik, keruntuhan tekan dan keruntuhan seimbang. Secara teoritis sangat mudah melihat perbedaan dari ketiga jenis perencanaan tersebut, yaitu hanya dengan membatasi nilai rasio tulangan tarik terhadap nilai rasio tulangan seimbang.

Perencanaan Dimensi Balok

Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002 (tabel 8, hal 63) dengan bentang balok yang diambil 1 m maka direncanakan dimensi balok sebagai berikut :

- 1) tebal balok (h) :

$$h \geq \frac{L}{16}$$

$$h \geq \frac{1000 \text{ mm}}{16}$$

$$h \geq 62,5 \text{ mm}$$

Ambil $h = 150 \text{ mm}$.

- 2) Lebar balok (b)

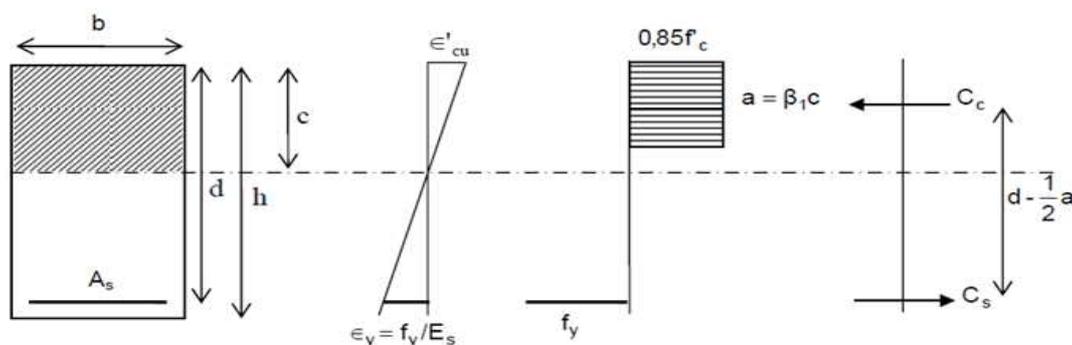
$$3) \frac{1}{2} h \leq b \leq \frac{2}{3} h$$

$$\frac{1}{2} \cdot 150 \text{ mm} \leq b \leq \frac{2}{3} \cdot 150 \text{ mm}$$

$$75 \text{ mm} \leq b \leq 100 \text{ mm}$$

Perencanaan Tulangan

Pada Gambar 1 berturut-turut disajikan sebuah penampang melintang beton dengan tulangan lentur tunggal, diagram regangan dan diagram tegangan. Diagram regangan tersebut berdasarkan $\epsilon'_{cu} = 0,3\%$ dan tegangan tarik baja $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$.



Gambar 1. Penampang diagram regangan dan tegangan dalam keadaan seimbang

Diagram ini menyatakan bahwa regangan tekan beton dan batas leleh baja yang disyaratkan tercapai bersamaan.

Persyaratan Kekuatan Lentur

Menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002, persyaratan kekuatan lentur adalah :

$$\phi M_n \geq M_u \dots\dots\dots (1)$$

dimana ϕ untuk lentur murni adalah 0,8.

Persyaratan di atas dapat juga dituliskan

$$M_u \leq \phi M_n \dots\dots\dots (2)$$

Dengan persyaratan perencanaan $M_u \leq \phi M_n$, dapat diselesaikan permasalahan analisa dan perencanaan balok lentur beton bertulangan tunggal.

Batasan Nilai Rasio Tulangan Minimum

Pertambahan tegangan baja tiba-tiba dapat mengakibatkan baja mendadak putus. Untuk mencegahnya, penampang beton bertulang yang dibebani lentur harus diberi sejumlah tulangan minimum tertentu. Ini dapat dinyatakan dengan “nilai rasio tulangan minimum” ρ_{min} . Nilai rasio tulangan minimum ini harus dipilih sedemikian rupa sehingga, terdapat perbedaan yang kecil antara momen lentur yang dapat ditahan oleh penampang yang tak retak dan momen lentur yang dapat ditahan oleh penampang yang retak.

Nilai ρ_{min} menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002 adalah :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (3)$$

Jenis Keruntuhan Lentur berdasarkan Rasio Tulangan

Menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002, pada perencanaan lentur balok beton bertulang, ada tiga jenis keruntuhan yang dapat terjadi, yaitu keruntuhan tarik, keruntuhan seimbang dan keruntuhan tekan.

a. Keruntuhan Tarik

Keruntuhan tarik adalah keruntuhan yang terjadi akibat tegangan baja telah mencapai f_y terlebih dahulu sebelum beton hancur (mencapai M_u). Atau dengan kata lain baja leleh terlebih dahulu sebelum beton hancur. Keruntuhan tarik ini disebut juga keruntuhan “*under reinforced*”. Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan tarik ini terjadi bila :

$$\rho < \rho_b \dots\dots\dots (4)$$

Pada perencanaan lentur beton bertulang, jenis keruntuhan tarik ini dipilih supaya tidak terjadi keruntuhan yang tiba-tiba.

b. Keruntuhan Seimbang

Keruntuhan seimbang adalah keruntuhan terjadi akibat tegangan baja telah mencapai f_y bersamaan dengan beton hancur (mencapai M_u). Atau dengan kata lain baja leleh bersamaan dengan beton hancur. Keruntuhan tarik ini disebut juga keruntuhan “*balanced*”. Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan seimbang ini terjadi bila :

$$\rho = \rho_b \dots\dots\dots (5)$$

c. Keruntuhan Tekan

Keruntuhan tekan adalah keruntuhan yang terjadi akibat beton hancur terlebih dahulu (mencapai M_u) sebelum tegangan baja mencapai f_y . Atau dengan kata lain beton hancur sebelum baja leleh. Keruntuhan tekan ini disebut juga keruntuhan “*over reinforced*”.

Pada perencanaan tulangan lentur balok beton bertulang, keruntuhan tekan ini terjadi bila :

$$\rho > \rho_b \dots\dots\dots (6)$$

Tulangan Lentur Balok

Persyaratan kekuatan lentur adalah :

$$\phi M_n \geq M_u \dots\dots\dots (7)$$

Dimana ϕ untuk lentur murni adalah 0,8.

Batasan nilai rasio tulangan minimum adalah :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Luas tulangan minimum ($A_s \text{ min}$) yang diambil :

$$A_{min} = \rho_{min} bd$$

Dari persamaan kesetimbangan menurut Gambar 2.d, diperoleh persamaan untuk menghitung besarnya momen nominal penampang seperti persamaan berikut :

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - c \cdot \frac{\beta_1}{2} \right) \dots\dots\dots (8)$$

Dengan :

$$c = \frac{A_s \cdot f_y}{(0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1)} \dots\dots\dots (9)$$

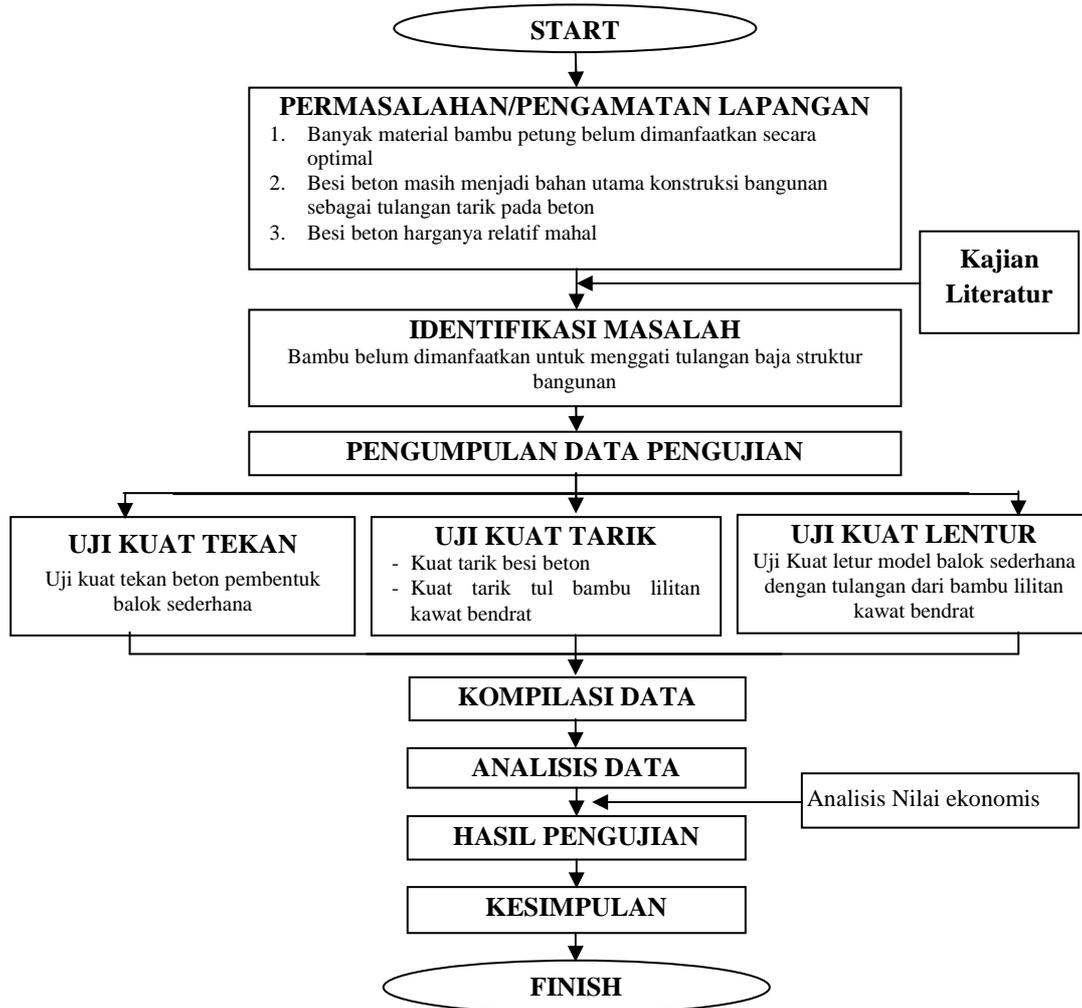
Besarnya Momen Ultimit yang menentukan untuk balok sederhana dengan beban terpusat sebesar P_u adalah :

$$M_u = \frac{P_u L}{4} \dots\dots\dots (10)$$

Sehingga :

$$P_u = \frac{M_u 4}{L}$$

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Bahan

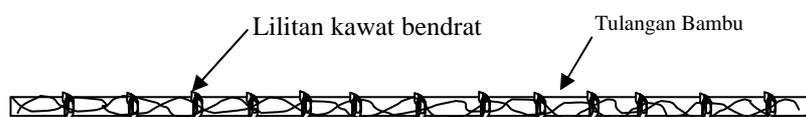
Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Semen Portland, Agregat halus (pasir), Agregat kasar (split) batu belah, Tulangan dari bambu petung dengan lilitan kawat bendrat, Besi beton $\varnothing 4$ mm dan $\varnothing 6$ mm, Air.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Ayakan agregat, Timbangan kodok, Gelas ukur, Cetakan benda uji kubus, Cetakan balok beton sederhana, Mesin uji tekan.

Pembuatan Tulangan Bambu

Sebagai tulangan digunakan bambu petung, bambu diambil bagian kulit dengan ketebalan 30% dari tebal total. Pengambilan bagian kulit dengan pertimbangan bahwa bagian ini relatif cukup padat sehingga sifat higroskopisnya rendah dan kurang memerlukan lapisan air. Dengan pertimbangan kembang susut bambu dapat berpengaruh terhadap kuat lekat antara bambu dengan beton, maka untuk mengantisipasinya dengan cara di lilit dengan kawat-kawat bendrat.



Gambar 3. Tulangan bambu dengan lilitan kawat

Mencetak Balok Beton

Beton setelah diaduk harus ditempatkan pada posisi yang ditentukan dan dipadatkan sebelum memulai pengaturan semen. Sebelum pencetakan beton dimulai, harus dipastikan cetakandipancang dengan kokoh pada posisinya, diminyaki, dibersihkan, dan dikeringkan dari air yang ada. Jika beton dicetak ditanah (mis. sloof), tanah haruslah rata, bersih dan mudah menguap, tetapi tanpa adanya air ketika beton dicetak. Plastik dapat digunakan untuk memastikan tanah bersih. Masukkan adukan ke sudut dan sepanjang pinggir cetakan dengan menggunakan sekop atau sendok semen.

- 1) Isi adukan beton ke dalam peralatan ukur (mis. ember dengan garis untuk pengukuran);
- 2) Buka penutup cetakan;
- 3) Atur cetakan pada posisi pengisian;
- 4) Tuang jumlah yang tepat adukan beton ke dalam cetakan (setiap kali menggunakan jumlah adukan semen yang sama akan diperoleh beton yang sama, baik ketebalan, kekuatan, maupun kualitasnya);
- 5) Tutup cetakan;
- 6) Atur pegangan pada posisi pemadatan. Jangan lupa menggunakan pengait
- 7) Angkat pegangan ke posisi awal (kanan atas), kemudian buka pengunci kait;
- 8) Buka penutup cetakan, tekan pegangan ke bawah hingga paving blok secara penuh keluar dari cetakan;
- 9) Buka penutup cetakan;
- 10) Lepaskan pegangan perlahan dan biarkan di lantai;
- 11) Secara perlahan, angkat cetakan bersama-sama dengan plat logam keluar dari cetakan, tempatkan tripleks di atas beton yang telah dicetak, secara perlahan putar 180 derajat (atas bawah);
- 12) Secara perlahan tempatkan produk di tempat penyimpanan yang teduh (tanpa sinar matahari langsung), dan biarkan selama 1 hari (setelah 1 hari perlu dilakukan perawatan selama lebih kurang seminggu);
- 13) Bersihkan cetakan (termasuk plat logam) dari sisa cetakan dan debu. Kadang-kadang cetakan perlu diberi minyak.
- 14) Tempatkan plat logam ke dalam tempat asalnya di dalam cetakan;

- 15) Atur kembali cetakan pada posisi pengisian dan ulangi langkah 3-12 untuk membuat paving blok berikutnya.

Ketika selesai bekerja, tutup cetakan dengan plastik kering atau sejenisnya, dan simpan peralatan dan bahan di tempat yang aman dan kering.

Cara Penelitian

Cara penelitian dibagi dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan, pengadukan, pencetakan, perawatan dan pengujian.

a. Tahap persiapan,

Secara rinci langkah-langkah persiapan perancangannya sebagai berikut :

1. Memperkirakan volume adukan
2. Memperkirakan kebutuhan air tiap m^3 beton.
3. Menghitung kebutuhan semen
4. dll.

b. Pengadukan,

Dalam penelitian ini untuk setiap macam bahan dibuat dalam satu adukan.

c. Pencetakan,

Bahan-bahan yang sudah dicampur lalu dictak dalam cetakan beton untuk nantinya didapatkan dimensi sesuai dengan ketentuan yang ada dan dipadatkan dengan cara yang lazim dilakukan.

d. Pengujian,

Benda uji diuji kekuatan tekannya setelah kering betul (umur benda uji 28 hari).

Analisa Hasil

Dari pengujian kuat tekan, nantinya dapat diketahui kekuatan desak beton dan kekuatan lentur balok beton sederhana, dengan menguji kuat lentur menggunakan alat uji tekan di laboratorium Material. Kemudian dari data yang ada dan kuat tekan yang diperoleh, selanjutnya dibuat kurva maupun prosentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini adalah semen portland jenis I yaitu semen yang digunakan untuk umum. Bahan pengikat ini tidak dilakukan analisis karena dianggap sudah memenuhi syarat Standar Industri Indonesia (SII).

Air

Air yang dipakai dalam pembuatan benda uji diambil dari air yang berasal dari PDAM yang berada di Laboratorium Bahan Politeknik Negeri Semarang. Kualitas air ini dianggap telah memenuhi persyaratan sebagai bahan pencampur semen dengan agregat, sehingga tidak perlu dilakukan analisis.

Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus berupa pasir muntlan yang diambil dari sungai Krasak yang berhulu pada Gunung Merapi. Agregat halus ini sudah umum digunakan sebagai agregat halus pada pembuatan beton dan merupakan agregat halus yang mempunyai kualitas baik.

Agregat Kasar (Split)

Agregat kasar (split) berupa batu pecah yang didapatkan dari daerah Pudukpayung Ungaran Kabupaten Semarang. Agregat kasar ini sudah umum digunakan sebagai agregat pengisi pada pembuatan beton dan merupakan agregat yang mempunyai kualitas baik.

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton menggunakan Job Mix Formula (JMF) dari hasil penelitian yang dilakukan oleh **Supriyadi, Kusdiyono dan Hery Ludiro dalam Jurnal Wahana Teknik Sipil Vol. 11, N0. 3 Hal. 123** untuk proporsi campuran beton dengan berbagai perbandingan bahan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Proporsi campuran K-225 :

Kuat Tekan (Kg/cm ²) umur 28 hari	Air	PC	Pasir	Split	
				1/2	3/4
225	0,71	1	1,14	0,89	1,37

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode	Umur (hari)	Ukuran 15x15x15	Berat (gram)	Kuat Tekan	
					Beban (N)	kg/cm ²
1	K-225-1	28	225	8100	529	235
2	K-225-2	28	225	8000	524	233
3	K-225-3	28	225	8200	518	229
Rata - rata				8100	515	232

Dari hasil pengujian kuat desak kubus beton dapat di tarik kesimpulan bahwa rata-rata kuat tekan beton adalah 232 kg/cm² ini berarti bahwa rata-rata beton tersebut mempunyai mutu K-232, lebih tinggi dari rencana yaitu mutu K-225).

Hasil pengujian Kuat Tarik

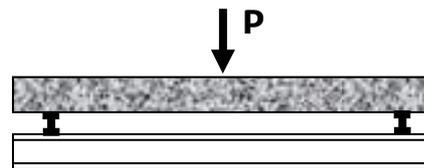
Berdasarkan benda uji yang dilakukukan uji tarik didapatkan hasil sebagai berikut : Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

Tabel 2. Hasil Uji Tarik Benda Uji

No	Jenis Benda Uji	σ max (kN)			Rata-rata
		15	15,5	15	
1.	Besi beton	15	15,5	15	15
2.	Bambu Petung lilitan kawat bendrat	12	12	11,5	12

Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

Sesuai dengan model balok benda uji, pengujian yang dialkukan adalah pengujian keruntuhan tarik. Peralatan yang digunakan adalah Alat Uji Tekan Beton Merk Ele yang berada di laboratorium Bahan Politeknik Negeri Semarang.



Gambar 4. Model Modifikasi Alat Tekan

Balok disusun sesuai dengan model modifikasi, dengan tongkat piston bagian atas alat tekan yang bergerak berfungsi sebagai beban terpusat P. Besi profil digunakan untuk menyesuaikan kondisi pengujian pada alat tekan balok modifikasi.

Tabel 3. Hasil pengujian Kuat Lentur Balok Beton

No.	Jenis Benda Uji	Berat (kg)	Rata-rata Beban (P) (kN)	Rata-rata
1.	Balok beton tulangan tarik bambu lilitan kawat bendrat	34.800	16,5	17
		35.000	16	
		34700	17,5	
2.	Balok beton tulangan tarik besi beton	35.200	47	46
		35400	45,5	
		35200	46	

Hasil pengujian kuat tekan balok beton dengan tulangan dari bambu didapatkan rata-rata hasil pengujian 17 kN, Pengujian dihentikan setelah balok beton mengalami keretakan, yang menunjukan adanya keruntuhan tarik dari tulangan bambu lilitan kawat bendrat. Sedangkan pada pengujian balok beton tulangan tarik dari besi beton \varnothing 6 mm kekuatan tekan mencapai rata-rata 46 kN.

Keretakan Beton

Keretakan beton menunjukkan keruntuhan tarik pada balok beton. Pada balok beton dengan tulangan tarik dari bambu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan tentang Modifikasi Balok Beton Komposit Tulangan Bambu Profil Dari Lilitan Kawat Bendrat Guna Meningkatkan Daktilitas Dan Efisiensi Biaya Untuk Konstruksi Bangunan Gedung, seperti diuraikan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- a. Balok beton komposit dengan tulangan dari bambu petung lilitan kawat bendrat dapat dijadikan material bahan bangunan pengganti besi beton.
- b. Secara visual tampak bahwa kondisi retak retak pada benda uji sama retak-retak arah vetikal.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Modifikasi Balok Beton Komposit ulangan Bambu Profil Dari Lilian Kawa Bendra Guna Meningkatkan Daktilitas Dan Efisiensi Biaya Unuk Konstruksi Bangunan Gedung masih sebatas experimental.
2. Untuk dapat lebih detail dalam penerapan hasil penelitian ini, sangat diperlukan suatu kajian yang mendalam secara ekonomi dengan membandingkan dengan hasil produksinya (nilai ekonomis) dari beton serat proporsi ini.

Acknowledgment

Penelitian diperlukan ketekunan, keseriusan untuk mencapai suatu hasil yang maksimal, disamping dana yang diperlukan tidak sedikit, namun kadang-kadang yang menjadi kendala dalam keberhasilan dan kelanjutan penelitian tersebut, untuk selanjutnya diterapkan untuk paa praktisi, akadmi dan masyarakat. Dalam penelitian ini atas nama tim peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini antara lain :

1. Pihak Polines yang telah membantu pendanaan penelitian ini.
2. UP2M yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini.
3. Kalab Material Jurusan Sipil Polines yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian
4. Bp. Sugiyono dan Bp. Tulus yang telah membantu pelaksanaan penelitian
5. Rekan-rekan yang telah banyak memberikan saran dan masukkan.

Akhir kata semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi para peneliti, praktisi dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian diperlukan ketekunan, keseriusan untuk mencapai suatu hasil yang maksimal, disamping dana yang diperlukan tidak sedikit, Dalam penelitian ini atas nama tim peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Polines yang telah membantu pendanaan, UP2M sebagai penyelenggara penelitian ini, kalab Material, Bp. Sugiyono dan Bp. Tulus yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan ekan-rekan yang telah banyak memberikan saran dan masukkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983. *Pengujian Bahan*, PEDC, Bandung
- Bappeda TK I. Jawa Tengah. 1997. *Pengembangan Sistem Pengolahan Tanah kapur/Gamping (CaO) Menjadi Gipsun Dengan Reaksi Penggaraman*.
- BPKM. 2000. *Modul Bahan Bangunan I*. Politeknik Negeri Semarang.
- D.F. Orchard (1979). *"Concrete Technology – Properties and Materials."* Applied Science Publishers Ltd, London.
- Marsudi, 2004. *Pemanfaatan Tanah Blangket Sebagai Bahan Utama Konstruksi Bangunan Irigasi Dan Pondasi Rumah Tinggal*, Wahana Teknik Sipil Semarang
- Marsudi, 2009, *Pengembangan Tanah Blangket Asal Desa Jatipohon Sebagai Bahan Pembuatan Batako Untuk Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (Pad) Kabupaten*

- Grobogan. Semarang. Penelitian Pengembangan
- Marsudi, 2010, Batako Tanah Blangket Dengan Bahan Tambah Portland Cement Proporsi 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15 dan 1 : 20. Semarang. Penelitian Terapan
- M.S. Shetty (1986). *"Concrete Technology – Theory and Practice."* S.Chand & Company Ltd, Ram Nagar New Delhi
- Nawy, Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar.* Terjemahan Ir. Bambang Suryanto, MSc. Bandung : PT. Eresco.
- Parhadi, dkk. 2005. *Hasil Pemeriksaan Agregat.* Penelitian. Dosen Muda
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBB) 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Departemen Pekerjaan Umum
- SKSNI T-15-1991-03. *"Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung"* Departemen Pekerjaan Umum
- Subakti, Aman, 1994. *Teknologi Beton Dalam Praktek.* Surabaya : ITS
- Sudibyo, Ir. 1993. *Teknik Bendungan.* Pradnya Paramitha. Jakarta
- Supriyadi, Kusdiyono dan Heri Ludiro, 2006. *Model Penentuan Proporsi Campuran Beton Secara Lengkap.* Wahana Teknik Sipil. Vol. 11, No. 3. Hal. 115-125.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton.* Nafiri. Yogyakarta.