

Analisis Kekuatan Lentur Balok Aplikasi Tulangan Komposit Dengan Perlakuan Bedamutu

(Analysis of Bending Strength of Application Composite Beam Reinforcement With Different Quality)

MARSUDI, MARTONO

ABSTRACT

Concrete has a very high compressive strength, while tensile strength only 10 % from compressive strength. Concrete as building materials have varying prices depending on the quality of the concrete. The use of different concrete quality is expected to reduce production costs with the same strength. Steel concrete is the product can not be update, whose existence will someday be exhausted. To overcome these problems, As a replacement alternative is the use of bamboo reinforcement with wire bendrat that cost cheaper and high strength. In this research steel concrete is replaced the bamboo reinforcement with give bendrat wire is used of a simple concrete beam reinforcement. All beams concrete are given bamboo reinforcement with wire bendrat. The final results of research will known how big and ability beam modification with reinforcement of bamboo petung with the wire bendrat in receive bending style. Slump test, the test result is 7 to 10 cm. From the test results strength urge concrete cubes can be deduced that the average compressive strength of concrete K-150 is 157 kg / cm² means that the average concrete has a quality K-157, higher than the planning the quality of (K-150) , then to the quality of concrete K-225, the average compressive strength of concrete have the quality of K-229, higher than the plan that is the quality of (K-225). Results of testing the tensile strength of concrete steel Ø 6 mm obtained an average value of 15 kN, whereas tes result for the reinforcement of bamboo petung profile that diprofil with bendrat obtained average value of 12 kN. Flexure testing result revealed that the quality of concrete beam strength of K-225 gained an average of 36.67 kN, while to the quality of K-150 in get strength 27 kN. The modification concrete beam different quality concrete with reinforcement bamboo petung reinforcement with is given bendrat wire is average test results research of 28.33 kN,while for testing concrete beam reinforced steel with different quality, the research result of flexure test give results 36.33 kN.

Keywords: concrete beams, reinforced bamboo petung, flexure strength

PENDAHULUAN

Sampai saat ini belum ada tatacara analisis, perencanaan dan penilaian kehandalan baku yang dapat dijadikan pedoman bagi para pelaku konstruksi. Usaha-usaha sudah banyak dilakukan oleh praktisi Industri maupun akademisi untuk mendapatkan suatu beton konstruksi yang andal meliputi efisiensi biaya produksi, kekuatan tarik (lentur) dan juga kemudahan dalam pelaksanaan (*workability*).Beton dibentuk oleh pengerasan

campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar dan kadang-kadang campuran tambahan (*admixture*) apabila diperlukan.Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen – air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan ketahanan terhadap tarik rendah, atau kira-kira kekuatan tariknya 0,1 kali kekuatan tekannya.Balok beton mempunyai daerah tarik

dan daerah tekan. Untuk daerah tarik akan ditahan dengan adanya besi beton yang sekaligus sebagai pembentuk balok beton. Sedangkan untuk daerah tekan akan diterima oleh balok beton itu sendiri.

Dengan melihat berbagaimacam fungsi dari beton maupun pembentuknya maka pada penelitian ini akan dicoba pembuatan balok beton dengan tulangan komposit yaitu tulangan bamboo dengan profil lilitan kawat bendrat serta mutu beton berbeda, yaitu pada daerah tarik akan digunakan mutu beton rendah yaitu K-150 sedangkan untuk daerah tekan menggunakan mutu beton rencana untuk konstruksi yaitu K-225. Dengan kondisi itulah maka nantinya akan dianalisis mengenai kuat lentur model balok tersebut, termasuk efisiensi penggunaan material bahan bangunan termasuk kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaannya (*workability*) (Marsudi 2010).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar dan kadang-kadang campuran tambahan (*admixture*) apabila diperlukan. Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen – air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, dan ketahanan terhadap tarik rendah, atau kira-kira kekuatan tariknya 0,1 kali kekuatan tekannya (E G. Nawy, 1990 : 4).

Istilah beton merupakan istilah yang tidak asing lagi bagi setiap orang, digunakan untuk menyatakan campuran antara semen, pasir, air dan kerikil yang mengeras menyerupai batu. Air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi rongga-rongga diantara butir-butir pasir dan kerikil (SNI T-15-1991-03 : 20). Beton sebagai bahan struktur perlu diketahui sifat-sifatnya. Ada dua hal utama yang dialami oleh beton yaitu kondisi tarik dan tekan. Kekuatan tarik beton sering kali diukur berdasarkan modulus tarik (*Modulus of rupture*) yaitu tegangan tarik lentur dari beton silinder 6 inchi. Nilai ini sedikit lebih

besar dari nilai kekuatan tarik sesungguhnya. Dari berbagai hasil percobaan terlihat bahwa kekuatan tarik beton sangat kecil dibandingkan kekuatan tekannya $\pm 10 \%$, sehingga dalam analisis atau desain kekuatan tarik beton diabaikan, dan beton dianggap hanya dapat menahan gaya tekan.

Beton sebagai bahan struktur perlu diketahui sifat-sifatnya, parameter utama yang paling penting adalah kuat tekannya. Secara praktis kuat tekan beton dapat menggambarkan sifat-sifat lain seperti kekedapan air, kekakuan, dan ketahanan terhadap pengaruh cuaca. Dengan demikian kekuatan tekan beton menjadi criteria dasar untuk menunjukkan kualitas beton secara umum. Sehingga mutu beton biasanya dianggap cukup hanya meninjau kuat tekannya saja. Gambir 1986, factor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah factor air semen, jumlah semen, umur beton, sifat agregat yang digunakan dalam pekerjaan beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus adalah agregat yang semua butir menembus ayakan 4,8 mm, sedangkan agregat kasar adalah yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan 4,8 mm (Subakti, 1994).

Kekuatan Tekan Beton

Salah satu cara untuk mengendalikan mutu beton adalah dengan menguji sampel atau benda uji. Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda karena beton merupakan material yang heterogen yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi dkk untuk proporsi campuran beton dengan berbagai pengujian kekuatan beton disini, nanti akan menggunakan *Mix Design* beton mutu K-150 dan K-225 , dengan proporsi campuran sebagai berikut :

TABEL. 1 Komposisi Campuran

Kuat Tekan (kg/cm ²) Umur 28 hr	Air	PC	Pasir	Split	
				½	1/4
150	0,91	1	1,52	1,18	1,82
225	0,76	1	1,24	0,96	1,48

TABEL 2. Hubungan umur dan kekuatan tekan beton

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen portland tipe I	0,46	0,70	0,88	0,96	1,0

Bambu

Bambu merupakan tanaman berumpun yang pertumbuhannya sangat cepat. Pada masa pertumbuhan, beberapa spesies dapat tumbuh hingga 1 meter per hari. Kebanyakan para ahli tumbuhan menemukannya dalam rumpun *Bambuseae* termasuk dalam keluarga rumpun (*Gramineae*). Menurut Sharma (1987), sekarang telah tercatat lebih dari 75 generasi dan 1250 spesies bambu di seluruh dunia. Penggunaan bambu sebagai elemen struktur memerlukan informasi yang tepat berkaitan dengan sifat fisika, mekanika dan mikro-strukturalnya. Sifat-sifat penting tersebut diperoleh melalui indifikasi, penyelidikan dan pengujian. Beberapa sifat yang berkaitan erat dengan hal tersebut, secara umum dapat diuraikan sebagai berikut :

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

Balok Beton

Beton merupakan material yang masih mendominasi pemakaian bahan konstruksi. Hal ini disebabkan bahan pembuat beton mudah dicari dan didapat, lebih murah dan lebih praktis dalam pengerjaan serta mampu memikul beban

yang cukup besar. Disamping itu, beton juga dapat dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat memperindah bentuk suatu bangunan. Balok sebagai elemen struktur yang sekarang dijumpai, dalam aplikasi di lapangan merupakan elemen yang cukup besar perannya dalam memikul beban, terutama untuk memikul beban lentur.

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. Tetapi sangat sulit membayangkan bentuk keruntuhan yang terjadi dari ketiga jenis perencanaan tersebut.

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)

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

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

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

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Bahan

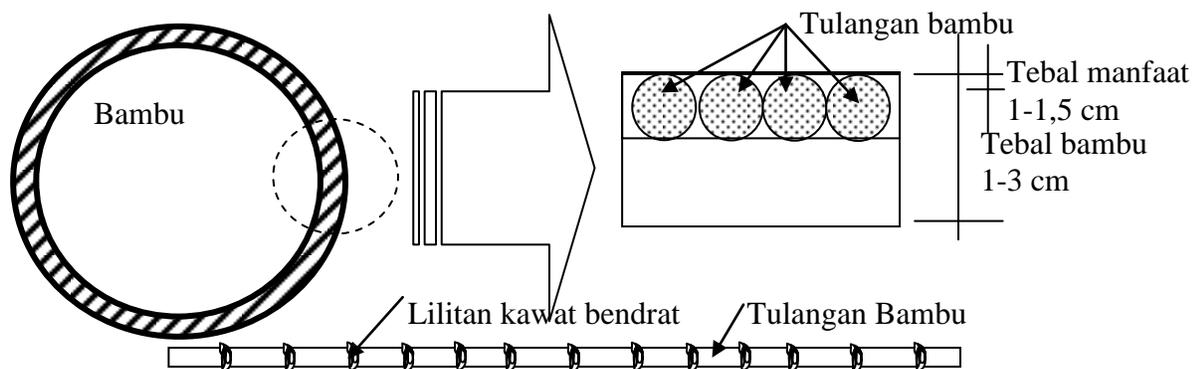
Semen Portland, Agregat halus (pasir), Agregat kasar (split) batu belah, Tulangan dari bambu petung profil dari lilitan kawat, Besi beton $\varnothing 4 \text{ mm}$ dan $\varnothing 6 \text{ mm}$, Air.

Alat

Ayakan agregat, Timbangan kodok, Gelas ukur, Cetakan balok beton sederhana, Mesin uji tekan,

Pembuatan Tulangan Bambu profil dari kawat bendrat

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 1. 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 cetakan dipancang dengan kokoh pada posisinya, diminyaki, dibersihkan, dan dikeringkan dari air yang ada. Jika beton dicetak di tanah (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.

Cara Penelitian

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

- a. Tahap persiapan,
- b. Pengadukan,
- c. Pencetakan,
- d. Pengujian.

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 ANALIS

Analisis Bahan yang Digunakan

1. 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).

2. 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.

3. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus berupa pasir muntulan 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.

4. Agregat kasar dari batu belah

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.

5. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton menggunakan Job Mix Formula (JMF) seperti Tabel 1.

Menurut SKSNI T-15-1991-03 : 24 bila tidak mungkin dilakukan percobaan nyata di laboratorium / lapangan, hubungan umur dan kekuatan tekan beton dengan semen jenis I dapat dikonversi menurut tabel 2.

Pelaksanaan Eksperimental

Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton direncanakan sedemikian rupa berdasarkan standar yang telah ditetapkan untuk mendapatkan komposisi komponen (unsur) beton basah dengan ketentuan kekuatan tekan karakteristik dan slump rencana. Pada penelitian ini digunakan mutu beton K-225.

Pembuatan Benda Uji

1. Pembuatan begesting

Begesting dibuat sesuai dengan pemodelan benda uji, yaitu dimensi balok 100 mm x 150 mm dengan panjang bentang balok 65 cm. Dimensi ini diambil menyesuaikan perhitungan dimensi balok uji. Setelah begesting balok dipersiapkan maka modifikasi tulangan beton dimasukkan kedalam cetakan balok. Posisi peletakkan tulangan ditandai, agar nantinya ketika proses pengujian tidak mengalami kesalahan.

2. Uji Slump

Uji slump dipergunakan untuk mengetahui kemudahan dalam penuangan adukan beton (*workability*). Sebelum dilakukan pencetakan beton menjadi benda uji dilakukan uji slump yang hasilnya menunjukkan dalam proses pengecoran tidak sulit dituang.



GAMBAR2. Pengujian Slump

3. Pembuatan Benda Uji Balok

Setelah campuran benda uji dipersiapkan maka campuran beton dituangkan ke dalam cetakan balok yang telah dipersiapkan. Campuran dituangkan 1/3 bagian pertama, kemudian ditusuk-tusuk agar tidak terjadi pemisahan agregat (*segregasi*). Kemudian dituangkan lagi 1/3 bagian kedua dan ditusuk-tusuk. Lalu dituangkan 1/3 bagian terakhir dan ditusuk-tusuk. Kemudian permukaan balok tersebut diratakan

Pengujian Beton

1. Uji Kuat Tekan

Setelah beton berumur 28 hari, maka benda uji berupa kubus beton yang telah dibuat dilakukan uji tekan. Peralatan yang digunakan adalah Alat Uji Tekan Beton Merk Ele yang berada di laboratorium Bahan Politeknik Negeri Semarang.

TABEL3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Umur Kode	Ukuran (hari)	Berat 15x15x15 (gram)	Kuat Tekan Beban (N)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
K-150-1	28	225	8100	343
K-150-2	28	225	8000	365
K-150-3	28	225	8100	355
Rata – rata			8100	354

TABEL4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Umur Kode	Ukuran (hari)	Berat 15x15x15 (gram)	Kuat Tekan Beban (N)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
K-225-1	28	225	8000	515
K-225-2	28	225	8100	510
K-225-3	28	225	8200	524
Rata – rata			8100	516

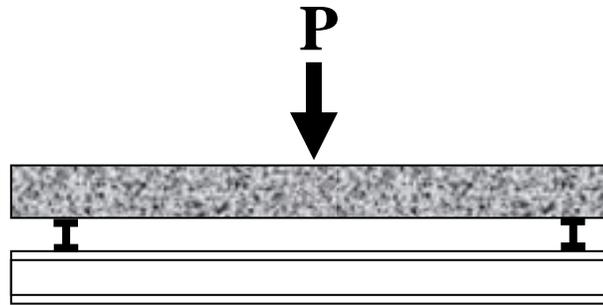
Dari hasil pengujian kuat desak kubus beton dapat di tarik kesimpulan bahwa rata-rata kuat tekan beton adalah 232 kg/cm² ini berarti bahwa rata-rata beton tersebut mempunyai mutu K-232, lebih tinggi dari rencana yaitu mutu K-225).

2. 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.

TABEL5. Hasil Uji Tarik Benda Uji

No	Jenis Benda Uji	σ max (kN)	Rata-rata
1	Besi beton \varnothing 6	15 5,5 15	15
2	Bambu Petung lilitan kawat bendrat	12 12 11,5	12



GAMBAR3. Model Modifikasi Alat Tekan

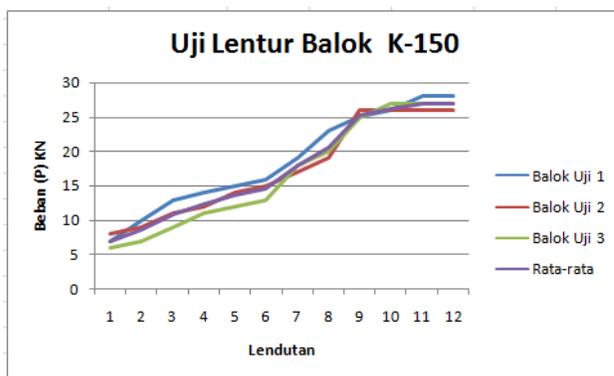
3. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

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

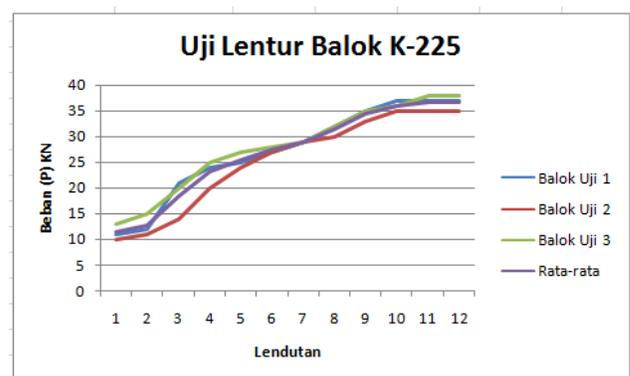
Balok disusun sesuai dengan model modifikasi, dengan tongkat piston bagian atas alat tekan yang bergerak berfungsi sebagai beban terpusat P. Besi profil digunakan untuk menyesuaikan kondisi pengujian pada alat tekan balok modifikasi.

TABEL6. Hasil pengujian Kuat Lentur Balok Beton

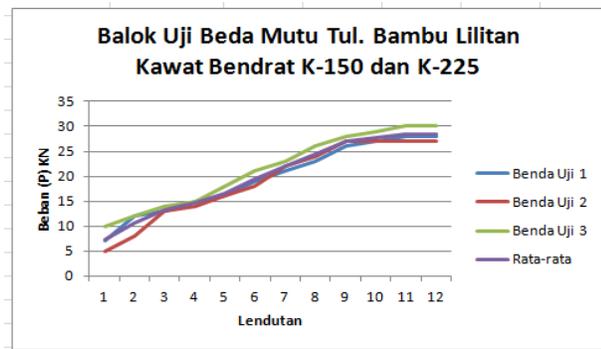
No.	Jenis Benda Uji	Berat (kg)	Rata-rata Beban (P) (kN)	Rata-rata
1.	Balok beton tulangan tarik besi beton (mutu K-150)	19.600	28	27
		21.100	26	
		20.700	27	
2.	Balok beton tulangan tarik besi beton (mutu K-225)	20.000	37	36,67
		21.500	35	
		21.900	38	
3.	Balok beton beda mutu K-150 dan K-225 tulanga tarik bambu petung profil lilitan kawat bendrat	20.200	28	28,33
		20.100	27	
		21.200	30	
4.	Balok beton beda mutu K-150 dan K-225 tulanga tarik besi beton	20.700	32	36,33
		21.500	37	
		21.600	40	



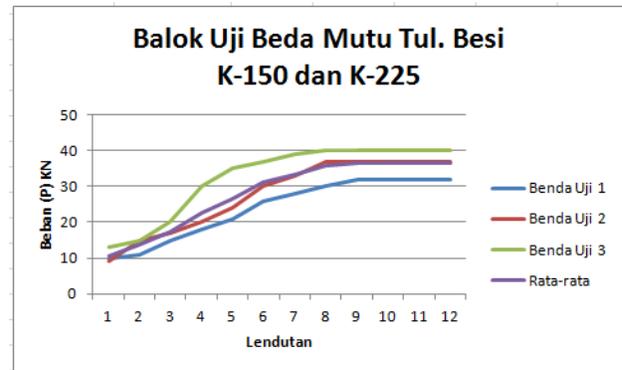
GAMBAR4. Uji Lentur Balok K-150



GAMBAR5. Uji Lentur Balok K-225



GAMBAR6. Uji Lentur Balok Beton Bada Mutu Tulangan Profil Kawat Bendrat



GAMBAR7. Uji Lentur Balok Beton Bada Mutu Tulangan Besi

Hasil pengujian kuat tekan balok beton tulangan tarik besi beton untuk mutu K-150 didapatkan hasil rata-rata kekuatan lentur 27 kN, untuk mutu K-225 didapatkan hasil rata-rata kekuatan lentur 36,67 kN, sedangkan balok beton beda mutu K-150 dan K-225 tulangan tarik bambu petung profil lilitan kawat bendrat didapatkan kekuatan lentur rata-rata 28,33 kN, kemudian untuk balok beton beda mutu K-150 dan K-225 tulangan tarik besi beton diperoleh kekuatan lentur rata-rata 36,33 kN. Pengujian dihentikan setelah balok beton mengalami keretakan, yang menunjukan adanya keruntuhan tarik dari tulangan besi beton maupun bambu profil lilitan kawat bendrat.

KESIMPULAN

Penelitian ini masih sebatas esperimental, dari hasil pembahasan dapat disimpulkan, bahwa modifikasi balok beton beda mutu masih mempunyai kuat lentur yang hampir sama dengan beton monolit, oleh karena itu maka balok beton beda mutu dapat dipergunakan sebagai balok struktur.

SARAN

Bagi penelitian selanjutnya, perlu untuk melakukan penelitian yang lebih spesifik agar penelitian dapat memperhitungkan hasil kekuatan yang dapat dijadikan standar pelaksanaan balok beton, sekaligus anggaran biayanya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada yang terhormat Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Polines atas fasilitas yang diberikan berupa dana Penelitian tahun 1 (pertama), juga kepada yang terhormat Kepala labortaorium Teknik Sipil Polines yang telah memberi kesempatan untuk melakukan analisis data penelitian, serta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan hingga selesainya penelitian ini. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Marsudi, 2010, Batako Tanah Blangket Dengan Bahan Tambah Portland Cement Proporsi 1 : 5, 1 : 10, 1 : 15 dan 1 : 20. Semarang. Penelitian Terapan
- Nawy, Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan Ir. Bambang Suryanto, MSc. Bandung : PT. Eresco.
- 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
- Supriyadi dkk, 2006. *Model Penentuan Proporsi Campuran Beton Secara Lengkap*. Wahana Teknik Sipil. Vol. 11, No. 3. Hal. 115-125.

PENULIS:

Marsudi

Politeknik Negeri Semarang, Jalan Prof. Sudarto
SH. Tembalang Semarang 50275

Email: mars_slg@yahoo.co.id

Martono

Politeknik Negeri Semarang, Jalan Prof. Sudarto
SH. Tembalang Semarang 50275

Email: .martonopolines1@gmail.com