

**RESPON SAMBUNGAN GROUTING PADA KUDA-KUDA BETON
KOMPOSIT TULANGAN BAMBU TERHADAP VARIASI BEBAN
VERTIKAL SIMETRIS DAN HORIZONTAL**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DYORIZKY IMADUDDIN ANGGARA PUTRA

NIM. 135060101111013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

**RESPON SAMBUNGAN GROUTING PADA KUDA-KUDA BETON KOMPOSIT TULANGAN BAMBU
TERHADAP VARIASI BEBAN VERTIKAL SIMETRIS DAN HORIZONTAL**
(*RESPONSE OF CONNECTOR GROUTING IN TRESTLE CONCRETE REINFORCING BAMBOO COMPOSITE
AGAINST VARIATION LOAD VERTICAL SYMMETRIC AND HORIZONTAL*)

Dyorizky Imaduddin Anggara Putra, Sri Murni Dewi, Lilya Susanti

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT.Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : dyorizkyimaduddin@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon sambungan cor grouting pada rangka kuda-kuda komposit beton bertulangan bambu yang dibebani secara vertikal simetris dan horizontal, mengetahui besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh sambungan kuda-kuda komposit beton bertulangan bambu dan mengetahui pola retak yang terjadi terhadap sambungan kuda-kuda komposit beton bertulangan. Benda uji dalam penelitian ini merupakan rangka kuda-kuda beton bertulangan bambu dengan agregat kasar batu bata yang dibuat sebanyak delapan buah kuda-kuda. Pengambilan data dilakukan dengan pengujian beton silinder dan pengujian benda uji yang dibagi menjadi 2 model pembebanan yaitu pengujian pembebanan secara vertikal simetris dan pembebanan secara horizontal. Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium, kuda-kuda sambungan grouting dengan pembebanan horizontal dapat menerima beban yang lebih besar dibandingkan sambungan grouting dengan pembebanan vertikal simetris. Hal ini dikarenakan, pada kuda-kuda sambungan grouting pembebanan vertikal simetris terjadi keruntuhan (*collapse*) di bagian sambungan pada saat pembebanan baru dimulai.

Kata Kunci : kuda-kuda, beton, tulangan bambu, batu bata, sambungan cor grouting

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the performance of the connection grouting in order to trestle concrete reinforcing composite bamboo loaded vertically symmetric and horizontal, knowing a large maximum load which can be held each connection of the chassis trestle concrete reinforcing composite bamboo and determine the effect of each connection from the trestle concrete reinforcing composite bamboo to the pattern of cracks that occur. The test object in this research was the framework trestle concrete reinforcing composite bamboo with coarse aggregate bricks made as many as eight trestle. Data collection was performed by testing concrete cylinders and test specimens were divided into two models, namely the imposition of load testing vertically symmetrical and horizontal loading. Based on the results of research in the laboratory, the trestle connection grouting with horizontal loading has maximum load greater than groating connection with vertically symmetrical loading. This was because, on the trestle grouting connections with vertically symmetrical happen collapse at the connection when loading begins.

Keyword : trestle, concrete, reinforcing bamboo, bricks, cast grouting connector

PENDAHULUAN

Kuda-kuda merupakan elemen struktural yang terus berkembang penggunaannya. Sebagai struktur rangka batang, tiap batang kuda-kuda mengalami kombinasi gaya tarik dan tekan. Kuda-kuda juga umumnya dibuat dari bahan kayu, baja ringan dan beton bertulang. Perkembangan kuda-kuda bermaterial beton bertulang sejak pertama kali digunakan telah mengalami banyak kemajuan. Beton bertulang merupakan material komposit yang terdiri dari beton dan tulangan baja yang ditanam di dalam beton. Sifat utama beton adalah sangat kuat didalam menahan beban tekan tetapi lemah di dalam menahan gaya tarik.

Beton bertulang yang sering digunakan dalam dunia konstruksi konvensional menggunakan tulangan baja yang relatif mahal dan berat. Baja memiliki peran sebagai pengisi kekurangan beton yang lemah terhadap tarik, namun masih banyak material selain baja yang bisa menggantikan peran baja tersebut. Bambu merupakan salah satu jenis material yang memiliki kuat tarik yang cukup tinggi dan dapat dijadikan alternatif perkuatan beton bertulang. Penelitian bambu sebagai alternatif baja tulangan sudah mulai banyak dilakukan dan terbukti tidak mengurangi fungsi beton bertulang menggunakan tulangan bambu yang dapat dijadikan konstruksi bangunan sipil.

Beton komposit yang menggunakan agregat limbah batu bata memiliki berat jenis yang lebih ringan dari beton yang menggunakan agregat kerikil. Beton komposit beragregat limbah batu bata memiliki berat jenis 2004,25 kg/m³. Dan berat jenis beton komposit beragregat kasar kerikil sebesar 2312,06 kg/m³. (Muhammad Hanif Insani, 2016)

Penggunaan beton komposit ini masih jarang ditemui, seperti penggunaan tulangan bambu dan batu bata sebagai bahan beton komposit. Namun, penggunaan beton komposit pada konstruksi atap khususnya kuda-kuda masih memiliki masalah yaitu pada berat kuda-kuda dan proses pelaksanaan konstruksinya pengangkutan beton dari pabrik pembuatan *precast* memiliki banyak aspek seperti dibutuhkannya alat berat dalam pemasangan, dan tingginya resiko kerusakan serta keutuhan dari kuda-kuda tersebut. Oleh sebab itu, sambungan kuda-kuda diperlukan untuk menjaga tingkat resiko kerusakan dan keutuhan kuda-kuda. Sambungan dua kuda-kuda atau lebih ini dibutuhkan untuk mempermudah pemasangan pada lapangan, salah satunya dengan menggunakan metode *grouting* untuk menyambung kuda-kuda tersebut, dengan harapan dapat mengurangi resiko kerusakan. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tulangan bambu dan limbah batu bata sebagai agregat kasar, serta menggunakan sambungan *grouting* kuda-kuda beton komposit ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Rangka Batang

Rangka batang adalah susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak

dapat berubah bentuk apabila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya. Setiap elemen tersebut secara khas dianggap tergabung pada titik hubung sendi. Batang-batang disusun sedemikian rupa sehingga semua beban dan reaksi hanya terjadi pada titik hubungan tersebut. Prinsip utama yang mendasari penggunaan rangka batang sebagai struktur pemikul beban adalah penyusunan elemen menjadi konfigurasi segitiga hingga menjadi bentuk stabil (Schodek, 1995).

Struktur Komposit

Struktur komposit adalah struktur yang tergabung dari beberapa bahan dasar yang bekerja sama membentuk sebuah kesatuan struktur dan sekaligus memenuhi kebutuhan lingkungan yang menjadi tugas utamanya. Sebagai gabungan dari beberapa bahan dasar maka struktur ini mengadopsi sifat bahan dasar dan juga interaksi antar bahan dasar, baik dalam segi fisik, kimia dan mekanika. Dengan penggabungan ini kekurangan pada satu bahan dasar ditutupi oleh kelebihan bahan dasar yang lain (Dewi, 2008).

Beton Bertulang

Berdasarkan SNI-2847-2002, beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja. Beton kuat terhadap tekan, tapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan untuk menahan gaya tarik untuk memikul beban-beban yang bekerja pada beton. (Nawy, 1990)

Batu-Bata

Berdasarkan SNI 15-2094-1991, SII-0021-78, batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang di peruntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Tulangan Bambu

Bambu dengan bentuk batang beruas-ruas merupakan bahan heterogen namun untuk keperluan desain diidealisasikan homogen, seperti kayu juga merupakan bahan getas, orthotropis, dan dianggap elastis linier. Sifat mekanika bambu sangat dipengaruhi oleh jenis, umur penebangan, kadar air kesetimbangan batang dan bagian batang seperti pangkal, tengah, ujung, ruas beban tekan, dan lentur. Kuat lentur bambu berkisar (12,83-66,3) MPa, modulus elastisitas berkisar (2,38-10,10) GPa, kuat tekan sejajar serat berkisar (19,33-58,43) MPa, kuat tarik sejajar arah serat berkisar (115,3-309,3) MPa, kuat geser berkisar (3,95-6,14) MPa, dan kuat belah berkisar (4,14-5,82) MPa. (Suseno, 2010)

Sambungan Pracetak

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat pengencang (baut dan las). Menurut SNI 03-1729-

2002, kuat rencana setiap komponen sambungan tidak boleh kurang dari beban terfaktor yang dihitung.

Bahan Grouting

Bahan grouting terbagi menjadi 2 yaitu bahan grouting halus dan bahan grouting kasar. Dimana kedua bahan tersebut memiliki perbedaan karakteristik. Bahan grout halus harus dibuat dengan agregat halus sesuai dengan Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen SK SNI S-02-1994-03'. Bahan grout kasar harus dibuat dengan agregat gabungan kasar dan halus sesuai dengan ASTM C-404.

METODE PENELITIAN

Benda uji dalam penelitian ini adalah kuda-kuda tipe G-V dan G-H. Kuda-kuda tipe G-V merupakan kuda-kuda komposit beton bertulang bambu sambungan cor grouting dengan pembebanan vertikal simetris dan kuda-kuda tipe G-H merupakan kuda-kuda komposit beton bertulang bambu sambungan cor grouting dengan pembebanan horizontal. Benda uji memiliki ukuran penampang (8 x 8) cm untuk setiap batang dengan panjang bentang struktur rangka kuda-kuda adalah 300 cm dan tinggi 105 cm.

Benda uji diberi beban tetap dan beban bergerak dimana beban tetap diberikan pada titik simpul atas sebagai pengganti beban penutup atap dan beban bergerak dipasang di kedua sisi kuda-kuda (dipasang simetris dan dipasang horizontal). Tumpuan dipasang pada kedua sisi kuda-kuda, tumpuan ini diharapkan berperilaku seperti tumpuan sendi-rol.



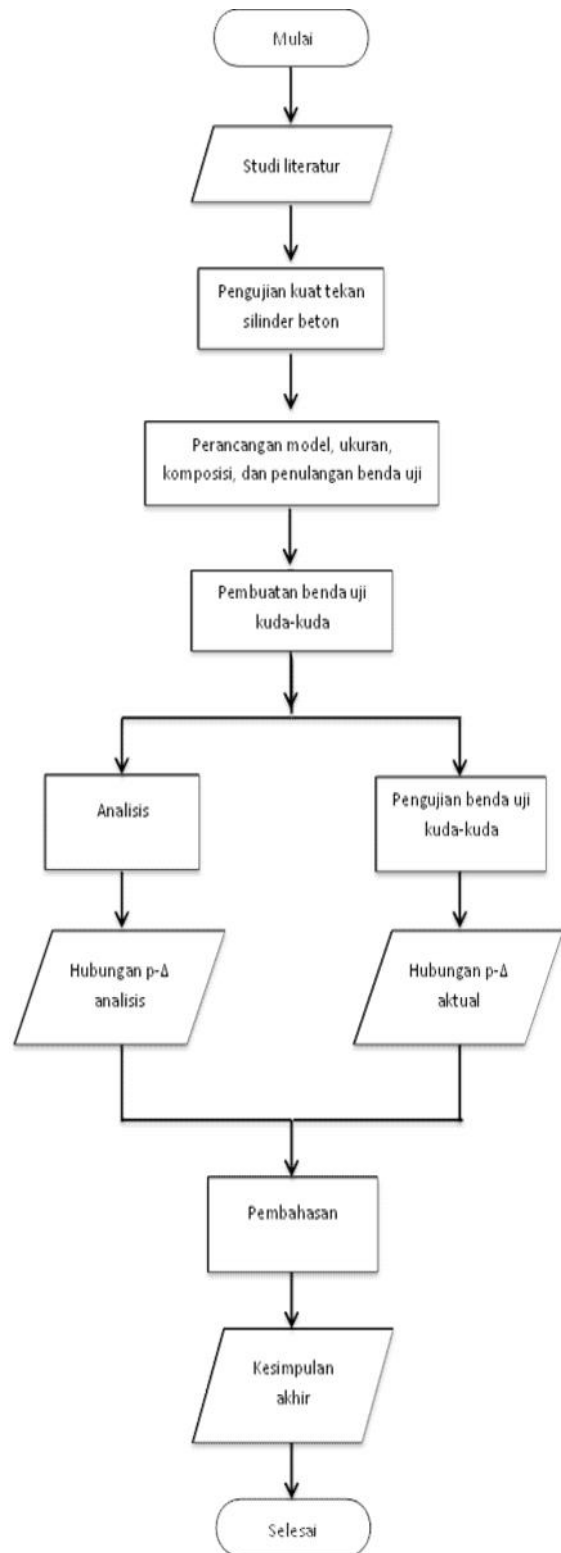
Gambar 1. Kuda-kuda Tipe G-V



Gambar 2. Kuda-kuda tipe G-H

Pengujian kedua tipe kuda-kuda beton bertulang bambu sebagai benda uji dalam penelitian ini akan dilakukan setelah sudah berumur 28 hari. Pengujian dilakukan untuk mencari beban maksimum dan penurunan yang terjadi, lalu pola retak yang terjadi

pada rangka kuda-kuda sambungan cor grouting akan dilihat dan dicatat perpindahannya hingga runtuh.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengujian utama adalah pembebanan terhadap kuda-kuda beton bertulangan bambu yang disambung dengan sambungan pelat-baut dan sambungan grouting. Sebelum melakukan pengujian utama, terlebih dahulu dilakukan pengujian bahan kuda-kuda meliputi pengujian agregat kasar, agregat halus, perencanaan *mix design*, dan uji tekan silinder beton.

Setelah dilakukan pengujian bahan diketahui untuk membuat sebuah kuda-kuda dengan volume $0,06164 \text{ m}^3$ dibutuhkan 24,3 kg semen, 25,95 kg air, 56,92 kg agregat halus (pasir), dan 35,38 kg agregat kasar (batu-bata).

Pembuatan silinder beton sesuai dengan *mix design* untuk mengetahui kekuatan beton yang akan digunakan untuk benda uji utama. Hasil uji kuat tekan yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Hasil uji Kuat Tekan Silinder Beton

Benda Uji	Berat	Berat Isi	Berat Isi Rata-Rata	P max	Kuat Tekan 7 hari	Kuat Tekan 28 hari	Kuat Tekan Rata-Rata
	kg	kg/m ³	kg/m ³	kN	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
1	10,45	1970,211		144	8,145	12,532	
2	10,50	1979,638	1967,069	103	5,826	8,963	10,791
3	10,35	1951,358		125	7,071	10,878	

Hasil Pengujian Pembebanan Kuda-Kuda Beton Bertulangan Bambu

Pengujian ini difokuskan untuk memperoleh beban maksimum yang dapat ditahan masing-masing kuda-kuda beton bertulangan bambu yang disambung dengan sambungan pelat-baut dan sambungan grouting, hubungan P- Δ dari titik tinjau yang telah ditentukan, dan pola retak yang terjadi setelah pembebanan.

Pengujian Pembebanan Vertikal Kuda-Kuda Beton Komposit Tulangan Bambu

Berat sendiri dari benda uji kuda-kuda beton tulangan bambu agregat batu-bata dengan sambungan Cor Grouting ditunjukkan dalam table 4.7. Selanjutnya dengan volume benda uji rangka kuda-kuda sebesar $0,06164 \text{ m}^3$ maka dapat diperoleh berat benda uji per satuan volume. Berat rata-rata untuk kuda-kuda beton tulangan bambu agregat batu-bata dengan sambungan Cor Grouting adalah sebesar 130,15 kg. Benda uji yang terberat adalah benda uji tipe G-V-1 yaitu sebesar 133,1 kg dan benda uji teringan adalah benda uji tipe G-V-2 yaitu sebesar 126,55 kg.

Tabel 2. Berat isi rata-rata benda uji tipe G-V

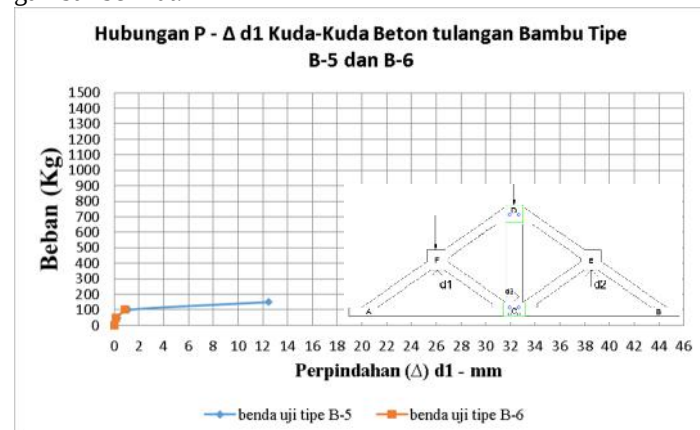
Benda Uji	No.	Jenis Pembebanan	Berat Benda Uji (kg)	Berat Rata-Rata (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat/Volume (kg/m ³)
Tipe G-V	1	Vertikal Simetris	133,10	130,15	0,06164	2111,454
	2	Vertikal Simetris	130			

Keterangan

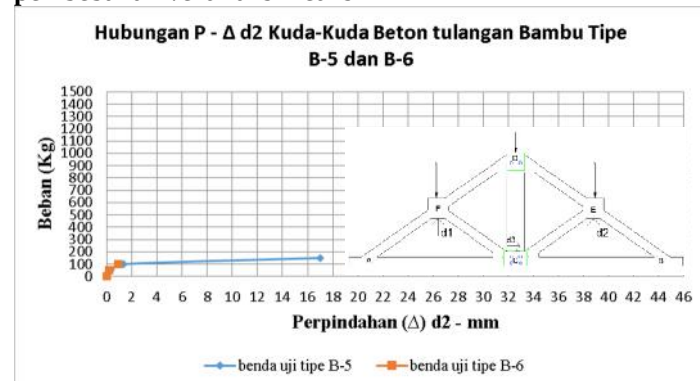
Tipe G-V : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Vertikal

Hubungan Beban dan Deformasi pada Kuda-Kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Pembebanan Vertikal Simetris

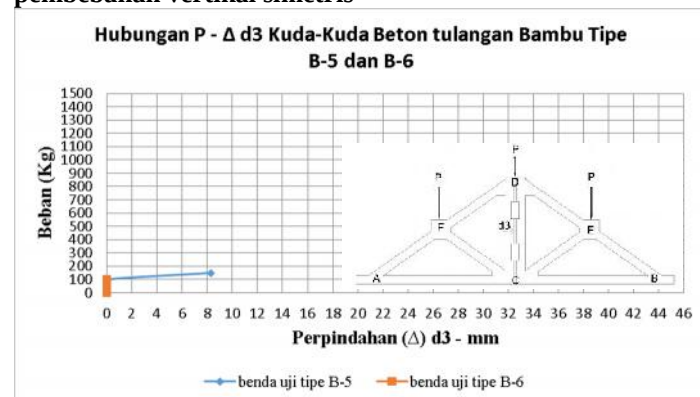
Berikut ini adalah hasil hubungan antara beban dengan perpindahan pada titik tinjau yang telah ditentukan. Pada masing-masing titik tinjau sudah ditempatkan LVDT (*linear Variable Differential Transformer*) yaitu alat untuk melihat perpindahan benda uji yang sedang diuji. Hasil dari masing-masing hubungan P- Δ dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Hubungan P- Δ d1 pada kuda-kuda pembebanan vertikal simetris



Gambar 5. Hubungan P- Δ d2 pada kuda-kuda pembebanan vertikal simetris



Gambar 6. Hubungan P- Δ d3 pada kuda-kuda pembebanan vertikal simetris

Keterangan

Tipe B-5 : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Vertikal Simetris No. Benda Uji 5 (G-V-1)

Tipe B-6 : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Vertikal Simetris No. Benda Uji 6 (G-V-2)

Pengujian Pembebanan Vertikal Kuda-Kuda Beton Komposit Tulangan Bambu

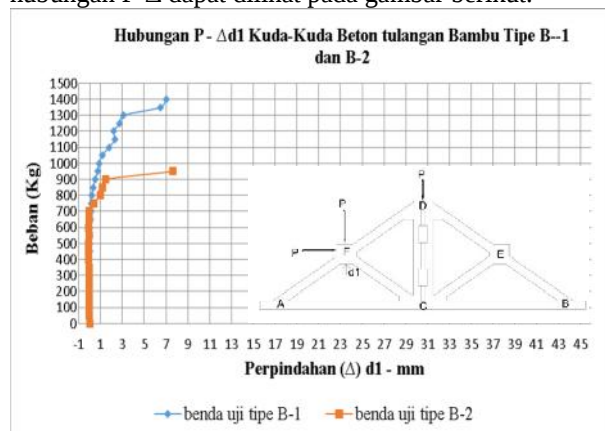
Berat rata-rata untuk kuda-kuda beton tulangan bambu agregat batu-bata dengan sambungan Cor Grouting adalah sebesar 130,252 kg. Benda uji yang terberat adalah benda uji tipe G-H-1 yaitu sebesar 131,3 kg dan benda uji teringan adalah benda uji tipe G-H-2 yaitu sebesar 129,55 kg.

Tabel 3. Berat isi rata-rata benda uji tipe G-H

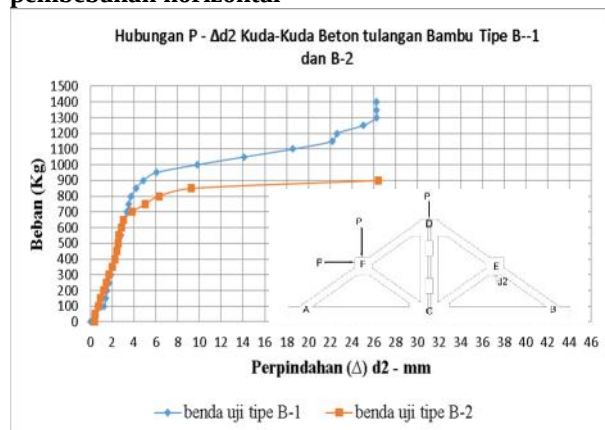
Benda Uji	No.	Jenis Pembebanan	Berat Benda Uji (kg)	Berat Rata-Rata (kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat/Volume (kg/m ³)
Tipe G-H	1	Horizontal	131,3	130,252	0,06164	2111,454
	2	Horizontal	129,55			

Hubungan Beban dan Deformasi pada Kuda-Kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Pembebanan Horizontal

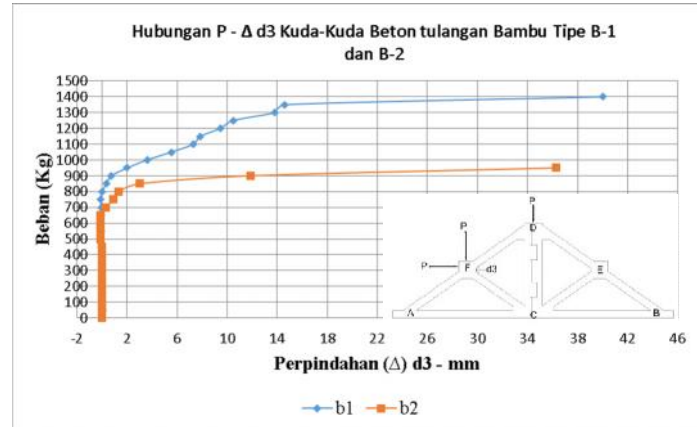
Berikut ini adalah hasil hubungan antara beban dengan perpindahan pada titik tinjau yang telah ditentukan. Pada masing-masing titik tinjau sudah ditempatkan LVDT (*linear Variable Differential Transformer*) yaitu alat untuk melihat perpindahan benda uji yang sedang diuji. Hasil dari masing-masing hubungan P- Δ dapat dilihat pada gambar berikut.



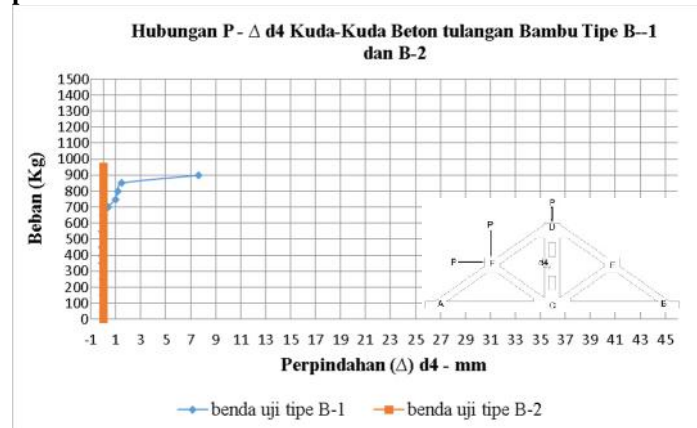
Gambar 7. Hubungan P- $\Delta d1$ pada kuda-kuda pembebanan horizontal



Gambar 8. Hubungan P- $\Delta d2$ pada kuda-kuda pembebanan horizontal



Gambar 9. Hubungan P- $\Delta d3$ pada kuda-kuda pembebanan horizontal



Gambar 10. Hubungan P- $\Delta d4$ pada kuda-kuda pembebanan horizontal

Keterangan

Tipe B-1 : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Horizontal No. Benda Uji 1 (G-H-1)

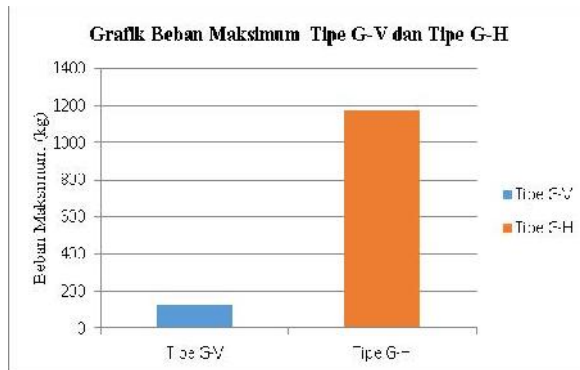
Tipe B-2 : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Horizontal No. Benda Uji 2 (G-H-2)

Respon Sambungan Grouting pada Kuda-Kuda Komposit Tulangan Bambu terhadap Beban Maksimum

Dalam penelitian ini, variasi pembebanan dibedakan menjadi 2 jenis pembebanan yaitu pembebanan secara vertikal simetris dan pembebanan secara horizontal. Kemampuan kuda-kuda tulangan bambu beton komposit tulangan bambu sambungan grouting pembebanan vertikal simetris dan horizontal dalam menahan beban maksimum dapat dilihat dalam Tabel 4.4 dan Gambar 4.11.

Tabel 4. Beban Maksimum Kuda-Kuda Sambungan Grouting

Benda Uji Ke	Tippe G-V (kg)	Tippe G-H (kg)
1	150	1400
2	100	950
Rata-rata	125	1175



Gambar 11. Grafik Beban Maksimum Rata-Rata
Keterangan:

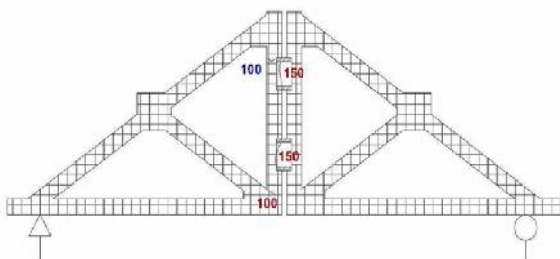
Tipe G-V : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan
Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Vertikal
Simetris Sambungan Grouting

Type G-H : Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan
Bambu Sambungan Grouting Pembebanan Horizontal
Sambungan Grouting

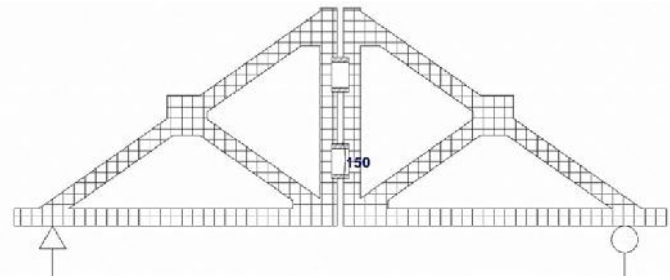
Dapat dilihat pada *Gambar 4.13* kuda-kuda tipe G-H lebih kuat dalam menahan beban dengan rata-rata beban maksimum 1175 kg dibandingkan dengan kuda-kuda tipe G-V dengan rata-rata beban maksimum 125 kg. Respon sambungan grouting lebih kuat menahan pada pembebanan horizontal daripada pembebanan vertikal simetris.

Respon Sambungan Grouting pada Kuda-Kuda Komposit Tulangan Bambu terhadap Pola Retak

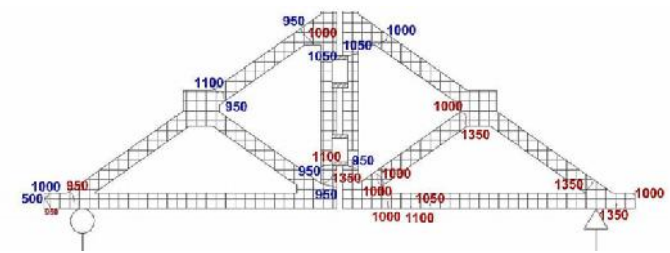
Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa terdapat retakan pada daerah sambungan antar segmen kuda-kuda tipe G-V. Sedangkan retakan kuda-kuda tipe G-H memiliki pola retak pada batang tarik yang kemudian diikuti oleh batang tekan. Berikut gambar-gambar pola retak yang terjadi pada pengujian kuda-kuda :



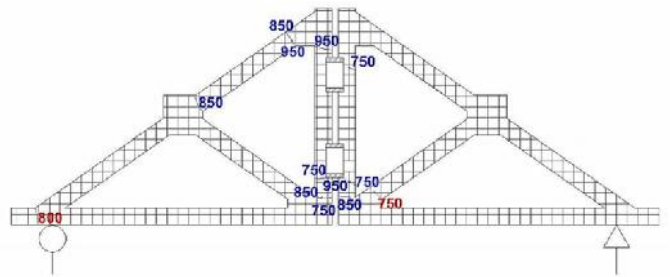
Gambar 12. Pola Retak Kuda-Kuda Komposit Sambungan Grouting Tipe B-5 Pembebanan Vertikal Simetris



Gambar 13. Pola Retak Kuda-Kuda Komposit Sambungan Grouting Tipe B-6 Pembebanan Vertikal Simetris



Gambar 14. Pola Retak Kuda-Kuda Komposit Sambungan Grouting Tipe B-1 Pembebanan Horizontal



Gambar 15. Pola Retak Kuda-Kuda Komposit Sambungan Grouting Tipe B-2 Pembebanan Horizontal

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kuda-kuda beton bertulangan bambu dengan variasi sambungan pelat-baut dan sambungan grouting serta variasi jenis pembebanannya, dapat disimpulkan bahwa: .

1. Untuk pembebanan vertikal simetris, keruntuhan terjadi pada beban bertambah rata-rata sebesar 150 kg di dua titik, sehingga beban total yang dapat ditahan ialah 300 kg. Total beban maksimum yang dapat ditahan antara beban vertikal simetris (300 kg). Tapi angka ini masih terbilang kecil dibandingkan dengan kuda-kuda tanpa sambungan dengan bentang 240 cm pada penelitian sebelumnya pada tahun 2013 (oleh Tedy Wonlele, Sri Murni Dewi dan Siti Nurlina) yang mampu menahan hingga total beban 6136 kg.
2. Untuk pengujian dengan beban horizontal keruntuhan terjadi pada beban bertambah dengan rata-rata sebesar 1175 kg. Benda uji tersebut mencapai batas elastis pada beban 700 kg. Beban maksimum yang mampu ditahan secara aktual dan teoritis memiliki perbedaan cukup jauh mencapai 78,40% dengan bebam

maksimum teoritis 5440,266 kg, hal ini menunjukkan bahwa banyak hal yang tidak dapat diperhitungkan pada perhitungan teoritis yang sebenarnya terjadi di keadaan aktual.

3. Pada variasi pembebanan vertikal simetris dan horizontal, keretakan terjadi relatif pada titik yang sama. Titik keretakan yang mengakibatkan keruntuhan pun terletak pada titik yang sama yaitu pada titik sambungan grouting. Pola keretakan ini berbeda dengan keretakan yang terjadi pada penelitian sebelumnya pada tahun 2013 (oleh Tedy Wonlele, Sri Murni Dewi dan Siti Nurlina) yang keruntuhan terjadi pada batang tarik dibagian bawah kuda-kuda.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM-Standards. (2004). *ASTM C 150 150 - 04 Standards Specification For Portland Cement*. West Conshohocken: ASTM International.
- Dewi, S. M. (2008). *Mekanika Struktur Komposit*. Malang: Bergie Media.
- Insani, M. H. (2016). Pengaruh Variasi Agregat Terhadap Kekuatan dan Berat Kuda-kuda Beton Komposit Tulang Bambu. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Nawy, E. G. (1990). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar (penerjemah: Bambang Suryoatmono)*. Bandung: PT Eresco.
- Schodek, D. L. (1995). *Struktur*. Diterjemahkan Oleh: Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc. Bandung: PT. Eresco.
- SK.SNI-M-14-1989-F. (1989). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia.
- SNI-03-2461-2002. (2002). *Spesifikasi Beton Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia.
- SNI-03-2847-2002 (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-15-2094-2004. (2004). *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standadisasi Nasional.
- SNI-03-6891-2002 (2002). *Spesifikasi Bahan Graut Untuk Pekerjaan Pasangan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Suseno, H. (2010). *Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil*. Malang: Bergie Media.
- Wonlele, Tedy, Sri Murni Dewi, dan Siti Nurlina, 2013 *Penerapan Bambu Sebagai Tulangan Dalam Struktur Rangka Batang Beton Bertulang*. Jurnal rekayasa sipil/ Volume 7-no.1