

Pengujian Peningkatan Kapasitas Lentur dengan Penambahan Dimensi pada Sisi Bawah dan Atas Balok Beton Bertulang

Samsuardi BATUBARA^{1*}, Martius GINTING¹, Francois SIREGAR¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Santo Thomas, email: samsuardi_btbr@yahoo.com

Sejarah artikel

Diserahkan: 23 Agustus 2021
Dalam bentuk revisi: 23 September 2021

Diterima: 28 September 2021
Tersedia online: 30 September 2021

Abstract

This research aims to test the flexural capacity increase of a reinforced concrete beam after increasing the dimensions of the beam on the bottom and top sides. We used 3 specimens of reinforced concrete beams with a dimension of 150 mm x 200 mm, span of 3000 mm. The first specimen was unreinforced, the second was reinforced by adding dimensions to the bottom side, and the third was reinforced by adding dimensions to the top side. With the addition of dimensions of 150 mm x 100 mm with a span of 3000 mm, the dimensions of the reinforcement test specimen become 150 mm x 300 mm with a span of 3000 mm. For the unreinforced specimen, the load was applied with a hydraulic jack in the middle of the span and was loaded until the test specimen fails. Meanwhile, for the reinforced test specimen, the load was applied in two stages. The test results show that for the specimen with the addition of dimensions on the bottom side of the reinforced concrete beam, the flexural capacity increased by 211.84%. Meanwhile, for the specimen with the addition of dimensions on the upper side, the flexural capacity increased by 192,98% against the specimen without reinforcement. Based on the increase in flexure, it can be concluded that the addition of dimensions on the bottom side of the beam and on the bottom side of the reinforced concrete beam is safe to do.

Keywords: reinforced concrete beams, flexural capacity, reinforcement, beam dimensions

Abstrak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besar peningkatan kapasitas lentur pada balok beton bertulang yang diperkuat dengan menambah dimensi balok pada sisi bawah dan sisi atasnya. Kami menggunakan 3 buah benda uji balok beton bertulang dengan dimensi 150 mm x 200 mm bentang 3000 mm. Benda uji pertama adalah tanpa perkuatan, yang kedua adalah diperkuat dengan menambah dimensi pada sisi bawah, dan yang ketiga adalah diperkuat dengan menambah dimensi pada sisi atas. Dengan penambahan dimensi sebesar 150 mm x 100 mm bentang 3000 mm, dimensi benda uji perkuatan menjadi 150 mm x 300 mm bentang 3000 mm. Pemberian beban untuk benda uji tanpa perkuatan dilakukan dengan jack hidraulic pada tengah bentang dan dibebani hingga benda uji runtuh. Sementara, untuk benda uji dengan perkuatan pemberian beban dilakukan dengan dua tahap. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk benda uji dengan penambahan dimensi pada sisi bawah balok beton bertulang, kapasitas lentur meningkat sebesar 211,84 %. Sedangkan, untuk benda uji dengan penambahan dimensi pada sisi atas kapasitas lentur meningkat sebesar 192,98 % terhadap benda uji tanpa perkuatan. Berdasarkan peningkatan lentur tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan dimensi pada sisi bawah balok maupun pada sisi bawah balok beton bertulang aman untuk dilakukan.

Kata kunci: balok beton bertulang, kapasitas lentur, perkuatan, dimensi balok

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia konstruksi semakin pesat seiring kemajuan teknologi, berdiri bangunan-bangunan tinggi dengan bentang lebar diakibatkan oleh terbatas dan mahalnya lahan. Disamping perkembangan dunia konstruksi yang begitu pesat, perbaikan & perkuatan struktur juga marak ditemui. Perbaikan dan perkuatan umumnya diawali dengan melakukan *assessment* terhadap struktur bangunan guna memetakan kerusakannya (Melchers, 2001). Perbaikan dan perkuatan struktur dilakukan akibat beberapa hal antara lain :

- Kesalahan pada saat pelaksanaan
Kesalahan pada saat pelaksanaan sering terjadi misalnya mutu beton yang tidak sesuai dengan mutu rencana.
- Kesalahan perencanaan
Kesalahan perencanaan bisa pada saat input beban – beban yang bekerja atau kesalahan dalam penggambaran struktur.
- Perubahan fungsi
Fungsi rumah toko menjadi kantor atau penambahan jumlah tingkat misalnya dari 3 tingkat menjadi 4 atau 5 tingkat
- Penambahan beban kerja yang tidak direncanakan pada saat perencanaan.
Penambahan beban kerja yang tidak direncanakan marak kita temui pada pembangunan *mini tower* telekomunikasi pada *roof top* berupa *mini tower* atau *pole* seperti Gambar 1.



Gambar 1. Pembangunan Mini Tower Pada Roof Top (troynoya.com)

Kerusakan struktur dapat terjadi pada fase konstruksi maupun pasca konstruksi. Faktor yang umumnya muncul di pasca konstruksi adalah seperti: persoalan pelepasan bekisting, mengenai curing, dan juga tentang beban tambahan (Saputra, dkk., 2014). Ada beberapa metode dan material perkuatan yang umum dilakukan:

- a. Memperpendek bentang, yakni memperpendek bentang dengan memberi *support* atau kolom dari beton atau baja, sehingga kemampuan dalam memikul gaya yang bekerja struktur meningkat.
- b. Perkuatan dengan pelat baja, dimana yang dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas lentur dan geser balok dengan menempel pelat baja pada sisi bawah atau atas balok beton.
- c. Perkuatan *fiber reinforced polimer*, yang mana belakangan ini umum dilakukan. Prinsipnya sama dengan perkuatan pelat baja.
- d. Memperbesar dimensi, baik balok ataupun kolom eksisting, yakni dengan metode konvensional dengan menambah tulangan dan cor atau dengan menggunakan material yang bisa memadat sendiri.

Pemilihan metode tentu sangat dipengaruhi oleh biaya dan kemudahan pelaksanaan, sesuai prinsip teknik sipil aman dan ekonomis. Pengujian peningkatan kapasitas lentur sebenarnya sudah banyak dilakukan peneliti sebelumnya dengan material dan metode yang berbeda.

Pengujian yang dilakukan antara lain seperti peningkatan kapasitas lentur dengan perkuatan pelat baja (Hutauruk, 2012), dengan perkuatan FRP (Sihombing, 2012), dengan penambahan tulangan menggunakan perekat *Epoxy* (Iswari, 2004), dan penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) berlapis banyak (Sumargo & Ruslan, 2014). Selain itu, diketahui bahwa penambahan dimensi untuk tujuan perkuatan yang dilakukan dengan metode *jacketing* cukup efektif untuk meningkatkan kapasitas balok (Sudarsana, dkk., 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode pelaksanaan yang mudah dengan biaya yang relatif murah untuk peningkatan kapasitas lentur yang dimaksud.

2. Beton Bertulang

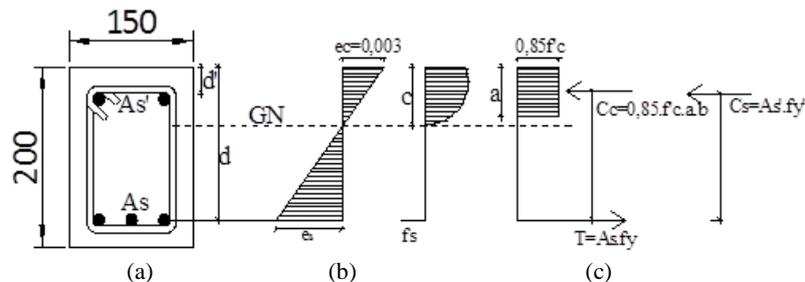
Kuat Lentur Balok Persegi

Beton bertulang adalah kombinasi beton dengan tulangan baja, dimana kedua elemen tersebut bekerja bersama untuk memikul beban. Tulangan baja pada prinsipnya memberikan karakteristik kuat tarik yang tidak ada pada beton. Selain itu, tulangan baja juga dapat memikul beban tekan, yang dapat dilihat aplikasinya di elemen kolom beton (Setiawan, 2016; SNI 2847, 2013).

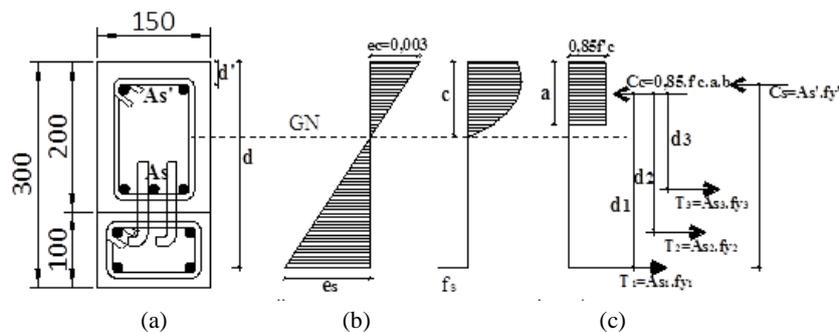
Bila suatu penampang beton bertulang yang dibebani lentur murni dianalisis, pertama-tama perlu dipakai sejumlah kriteria agar penampang itu mempunyai probabilitas keruntuhan yang layak pada keadaan batas hancur. Penampang yang dianalisis mempunyai pengaruh yang sangat besar pada suatu prosedur atau anggapan dasar tertentu yang disepakati mempunyai ada probabilitas keruntuhan yang tertentu pula (Vis & Kusuma, 1993).

Anggapan-anggapan yang digunakan dalam menganalisis beton bertulang yang diberi beban lentur murni adalah (Vis & Kusuma, 1993):

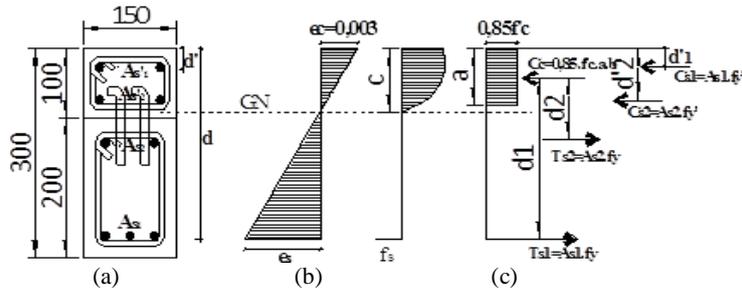
- Beton tidak dapat menerima gaya tarik karena beton tidak mempunyai kekuatan tarik.
- Perubahan bentuk tanpa berupa pertambahan panjang dan diperpendekkan (regangan tarik dan tekan) pada serat-serat penampang, berbanding lurus dengan jarak tiap serat kesumbu netral. Ini merupakan kriteria yang kita kenal, yaitu penampang bidang datar akan tetap berupa bidang datar.



Gambar 2. Diagram tegangan tanpa perkuatan (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja



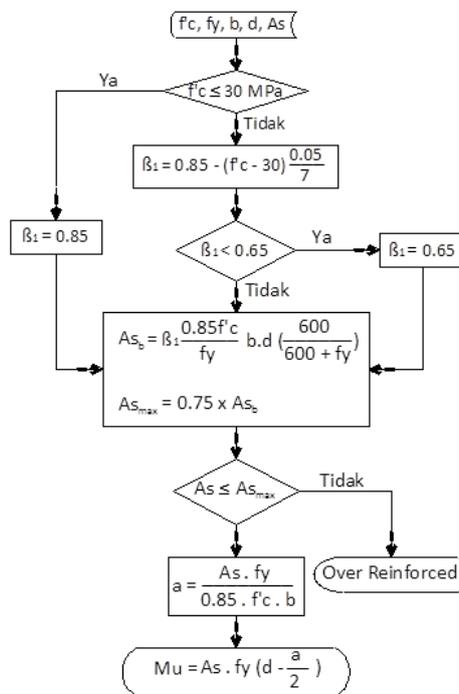
Gambar 3. Diagram tegangan dengan perkuatan sisi bawah balok (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja



Gambar 4. Diagram tegangan dengan perkuatan sisi atas balok (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja

Hubungan antara tegangan (σ) dan regangan (ϵ) dapat dinyatakan secara skematis. Untuk tujuan penyederhanaan, Whitney (1942) telah mengusulkan bentuk persegi panjang sebagai distribusi tegangan tekan beton ekivalen seperti ditunjukkan Gambar 2.

Adapun *flow chart* untuk menghitung momen nominal dan kapasitas penampang secara teoritis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 *Flow Chart* Perhitungan Kapasitas Lentur

Lendutan

Lendutan yang terjadi akibat beban kerja adalah hal yang sangat penting dari struktur beton bertulang. Lentur yang bekerja harus direncanakan sedemikian rupa sehingga struktur mempunyai kekakuan untuk membatasi lendutan yang terjadi, sehingga lendutan yang terjadi tidak lebih besar dari lendutan izin. Sehubungan dengan lendutan tersebut maka besar lendutan yang terjadi sangat dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang terjadi. Bila bentang panjang, maka lendutan akan besar. Untuk memperkecil lendutan biasanya diantisipasi dengan memperbesar kekakuan penampang (EI).

Secara mekanika, hubungan lendutan (v), kekakuan penampang (EI) dan momen lentur (M) adalah:

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \frac{M}{EI} \tag{1}$$

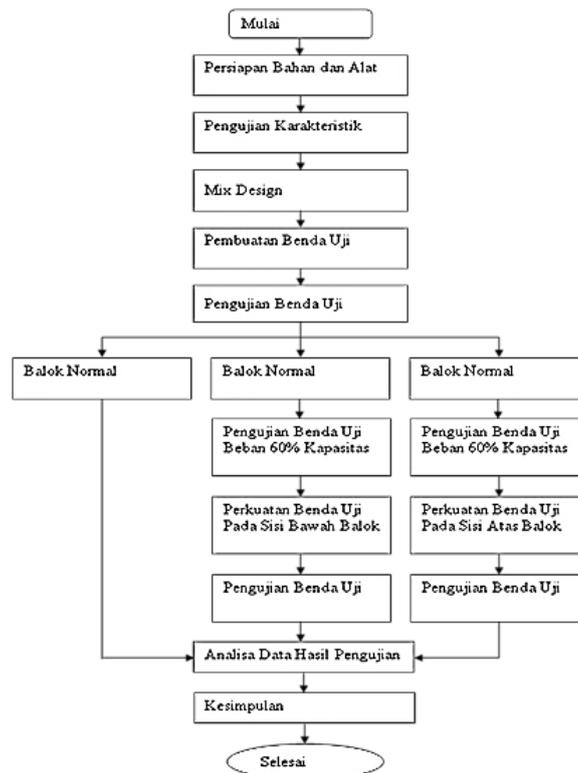
Dengan persamaan differensial diatas, dapat dicari nilai lendutan di tengah bentang. Lendutan untuk balok yang ditumpu oleh tumpuan sederhana dengan beban terpusat di tengah bentang adalah:

$$\delta = U_{max} = \frac{PL^3}{48EI} \tag{2}$$

Pada dasarnya untuk menghindari keruntuhan, lendutan yang terjadi dibatasi oleh lendutan ijin maksimum, yaitu tidak boleh lebih besar dari L/240.

3. Metodologi

Adapun *flow chart* penelitian ini disajikan sebagai berikut:



Gambar 6 *Flow Chart* Penelitian

Mutu Material dan Peralatan Pengujian

Beton yang digunakan adalah *site mix*. Berdasarkan hasil pengujian, mutu beton adalah $f_c' = 22,76$ MPa dan mutu tulangan Ø8 untuk sengkang $f_y = 570,77$ MPa, dan D13 untuk tulangan longitudinal $f_y = 471,66$ MPa, shear connector dengan D13 $f_y = 471,66$ MPa. Jumlah sampel benda uji adalah 3 (tiga) buah dengan dimensi 150/200 mm dengan bentang 3000 mm.

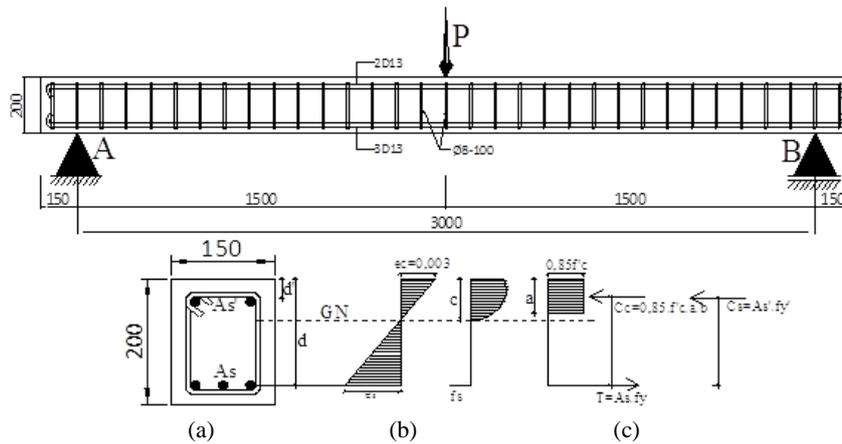
Adapun peralatan utama untuk penelitian antara lain :

- a) *Loading Frame*, digunakan sebagai perletakan balok untuk uji lentur balok.
- b) *Hydraulic Jack*, digunakan sebagai pemberi beban pada benda uji balok.
- c) *Dial*, digunakan untuk membaca penurunan yang terjadi.

Pengujian Benda Uji (28 hari)

Pengujian Benda Uji Tanpa Perkuatan

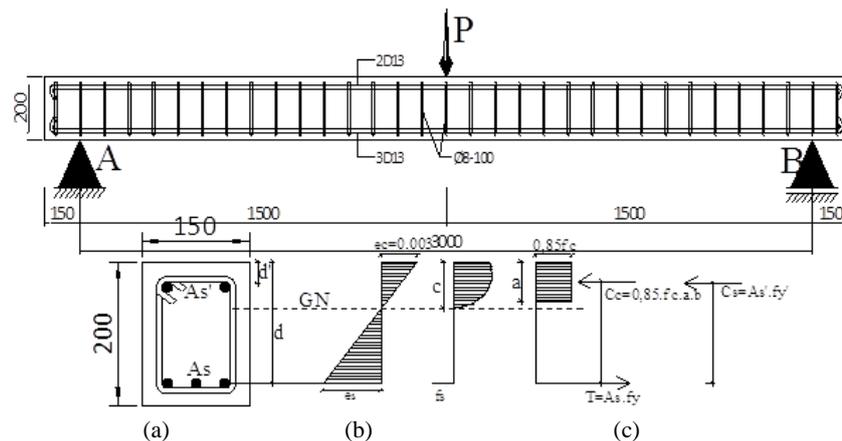
Benda uji tanpa perkuatan di beri beban dengan bantuan *jack hydraulic*. Pemberian beban dimulai dari beban kecil dan perlahan-lahan dinaikkan hingga benda uji runtuh.



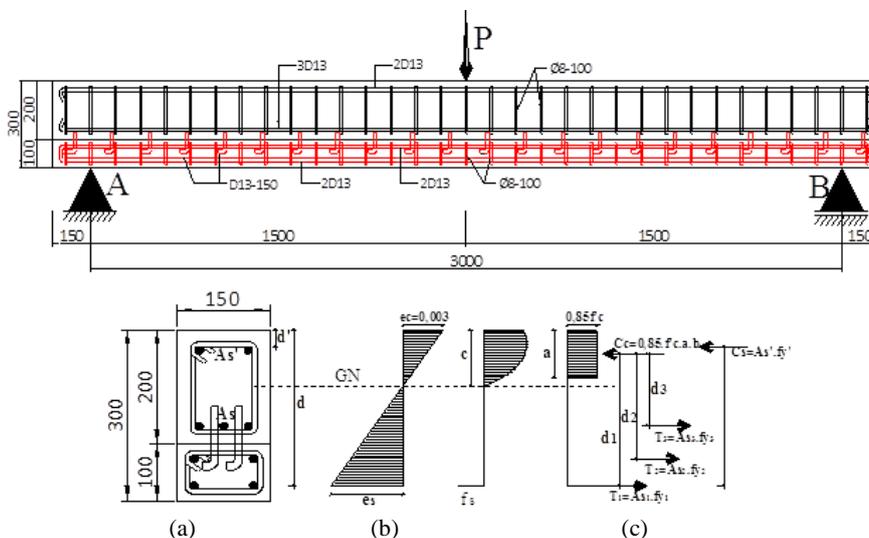
Gambar 7. Benda uji tanpa perkuatan (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja

Benda Uji Perkuatan Sisi Bawah Balok

Benda uji kedua dengan dimensi sama dengan tanpa perkuatan dibebani hingga 60% beban rencana, pemberian beban sebesar 60% dimaksudkan untuk mengkondisikan benda uji telah dibebani sebelum diperkuat selanjutnya benda uji diperkuat pada sisi bawah, setelah perkuatan berumur 28 hari dilakukan pengujian kembali hingga benda uji runtuh.



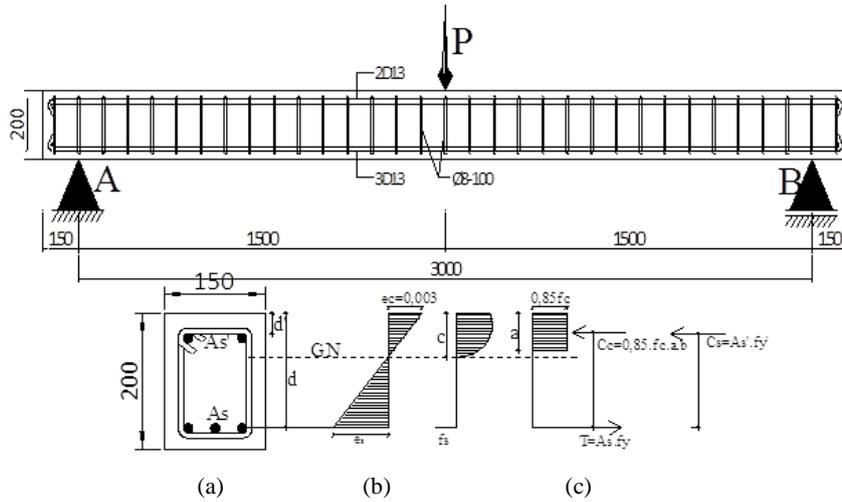
Gambar 8. Benda uji dibebani 60% beban rencana kemudian diperkuat pada sisi bawah (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja



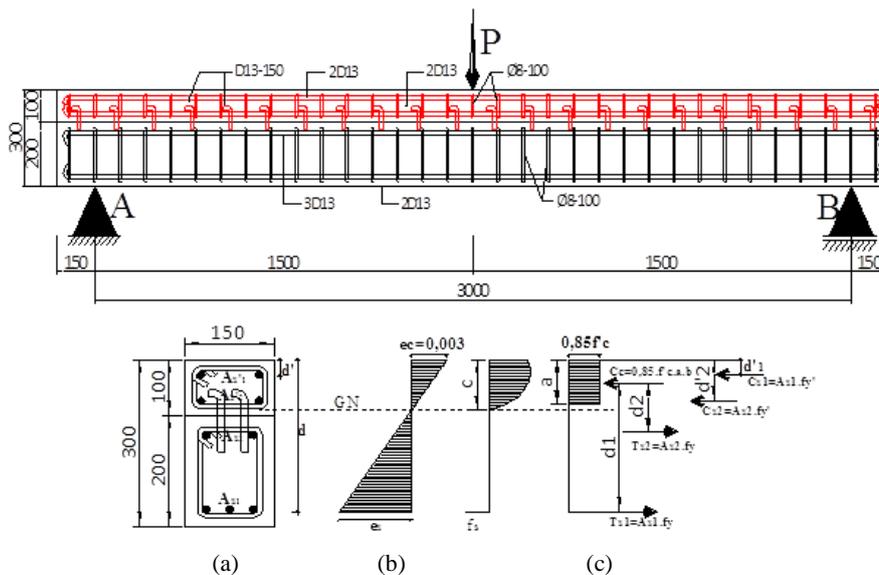
Gambar 9. Benda uji perkuatan pada sisi bawah balok (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja

Benda Uji Perkuatan Sisi Atas Balok

Benda uji ketiga dengan dimensi sama dengan tanpa perkuatan dibebani hingga 60% beban rencana, pemberian beban sebesar 60% dimaksudkan untuk mengkondisikan benda uji telah dibebani sebelum diperkuat selanjutnya benda uji diperkuat pada sisi atas, setelah perkuatan berumur 28 hari dilakukan pengujian kembali hingga benda uji runtuh.



Gambar 10. Benda uji dibebani 60% beban rencana kemudian diperkuat pada sisi atas balok (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja



Gambar 11. Benda uji Perkuatan pada sisi atas (a) penampang potongan; (b) diagram regangan kuat batas; (c) kopel momen beton-baja



Gambar 12. Set-up pengujian benda uji

4. Hasil dan Pembahasan

Kapasitas Lentur Teoritis

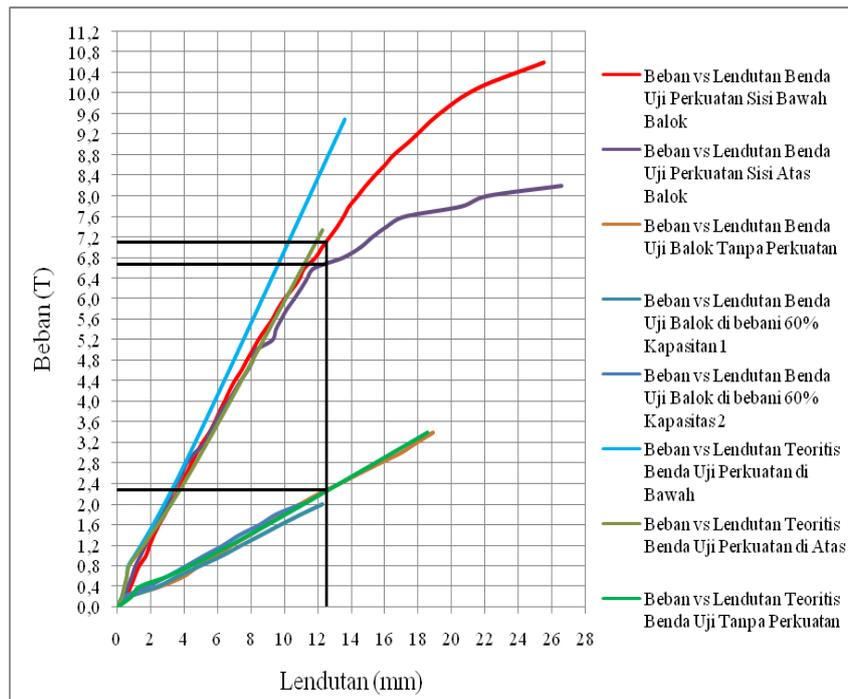
Berdasarkan perhitungan teoritis diperoleh kapasitas lentur seperti Tabel 1.

Tabel 1 Kapasitas Lentur Secara Teoritis

No.	Dimensi (mm)	Potongan	Tulangan	Kapasitas Penampang P (ton)	Lendutan (mm)	Keterangan
1	150 / 200		2D13 Ø8-100 3D13	2,25	12,50	Balok Normal
2	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 D13-150	8,68	12,45	Balok Normal Diperkuat Pada Sisi Bawah
3	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 D13-150	7,22	12,11	Balok Normal Diperkuat Pada Sisi Atas

Hasil Pengujian

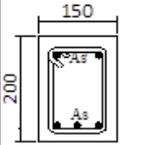
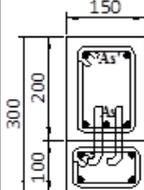
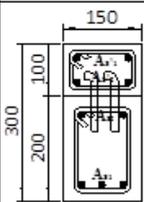
Pengujian lentur diperoleh berupa beban, lendutan dan retak. Pemberian beban dilakukan dengan jack hidraulic pada tengah bentang dan lendutan yang terjadi pada tengah bentang yang dibaca pada dial pembacaan penurunan. Adapun grafik hubungan beban terhadap penurunan dapat dilihat pada Grafik 1.



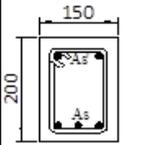
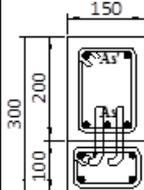
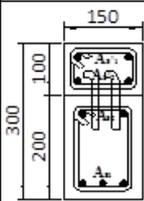
Gambar 13. Hubungan beban-lendutan secara teoritis dan hasil pengujian untuk balok normal, pembebanan 60% dari kapasitas rencana, perkuatan pada sisi bawah, perkuatan pada sisi atas

Sementara itu, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kapasitas Lentur

No.	Dimensi (mm)	Potongan	Tulangan	Hasil Pengujian, P ultimate (ton)	Hasil Pengujian, P ijin (ton)	Lendutan Ijin (mm)
1	150 / 200		2D13 Ø8-100 3D13	3,40	2,28	12,50
2	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 Ø8-100 2D13 D13-150	10,60	7,11	12,50
3	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 Ø8-100 2D13 D13-150	8,20	6,68	12,50

Tabel 3. Kapasitas lentur berdasarkan teoritis dan hasil pengujian

No.	Dimensi (mm)	Potongan	Tulangan	Kapasitas Penampang Teoritis, P ijin (ton)	Kapasitas Penampang Pengujian, P ijin (ton)	Lendutan Ijin (mm)
1	150 / 200		2D13 Ø8-100 3D13	2,25	2,28	12,50
2	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 Ø8-100 2D13 D13-150	8,68	7,11	12,50
3	150 / 200 + 150 / 100		2D13 Ø8-100 3D13 2D13 Ø8-100 2D13 D13-150	7,22	6,68	12,50

Berdasarkan Tabel 3, kapasitas lentur secara teoritis dan pengujian untuk benda uji tanpa perkuatan relatif sama. Sedangkan, untuk benda uji perkuatan pada sisi bawah dan sisi atas kapasitas lentur secara teoritis lebih besar dibandingkan hasil penelitian. Perbedaan diakibatkan adanya *slip* pada pertemuan beton lama dengan beton perkuatan, hal tersebut diakibatkan oleh *shear connector* yang tidak bekerja sempurna. Foto dokumentasi dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 14. Foto pengujian benda uji

Diskusi dan Pembahasan

Kapasitas penampang teoritis dibandingkan hasil pengujian relatif sama, peningkatan kapasitas lentur perkuatan pada sisi bawah meningkat sebesar 211,84 % sementara untuk perkuatan pada sisi atas meningkat 192,98 %. Hasil penelitian ini senada dengan yang penelitian yang pernah dilakukan Hutaeruk (2012) dimana perkuatan dilakukan pada sisi bawah dengan benda uji dimensi 200x300 mm dan panjang 3000mm. Perkuatan menggunakan pelat baja dengan dimensi lebar 200 tebal 3 mm dan panjang 2400 mm. Diperoleh peningkatan sebesar 77,78%. Selanjutnya, penelitian lain adalah Sumargo & Ruslan (2014) dengan dimensi benda uji 100/150 mm panjang 750 mm. Peningkatan kemampuan beton dalam menerima beban bertambah secara linier hingga CFRP lapis 3 dan berkurang kembali pada lapis 4 dan 5. Perbandingan kekuatan terhadap beton normal adalah CFRP 1 lapis 133%, CFRP 2 lapis 166%, CFRP 3 lapis 200%, CFRP 4 lapis 166% dan CFRP 5 lapis 183%. Peningkatan kapasitas lentur penambahan dimensi balok, penambahan pelat baja maupun penggunaan CFRP sangat signifikan. Dengan demikian, perlakuan ini aman untuk dilakukan.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa penampang secara teoritis dan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Peningkatan kapasitas lentur benda uji balok normal terhadap benda uji balok diperkuat pada sisi bawah pada lendutan izin sebesar 12,5 mm, berdasarkan hasil pengujian meningkat sebesar 211,84 %.
- Peningkatan kapasitas lentur benda uji balok normal terhadap benda uji diperkuat pada sisi atas balok pada lendutan izin sebesar 12,5 mm, berdasarkan hasil pengujian meningkat sebesar 192,98 %.
- Perkuatan balok baik pada sisi bawah maupun pada sisi atas aman untuk dilakukan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan bahwa untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, perlu kiranya penambahan balok uji sebagai syarat statistik untuk mengambil kesimpulan. *Jack hydraulic* sebagai alat pengujian beban, diharapkan memiliki kapasitas/kemampuan skala pembacaan beban yang lebih detail dan alat yang lebih canggih.

6. Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847-2013: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*.
- Hutaeruk, K. (2012). *Peningkatan Kapasitas lentur dengan Perkuatan Pelat Baja* [Skripsi]. Universitas Katolik Santo Thomas.
- Iswari, A. Y. D. (2004). *Perkuatan Lentur Balok Tampang Persegi dengan Penambahan Tulangan Menggunakan Perkat Epoxy* [Tesis]. Universitas Gadjah Mada.
- Melchers, R. E. (2001). Assessment of existing structures—Approaches and research needs. *Journal of Structural Engineering*, 127(4), 406–411.
- Saputra, A. G., Taran, R., Sudjarwo, P., & Buntoro, J. (2014). Identifikasi Penyebab Kerusakan Pada

- Beton Dan Pencegahannya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 3(2).
- Setiawan, A. (2016). *Perancangan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847: 2013*. Penerbit Erlangga.
- Sihombing, B. (2012). *Peningkatan Kapasitas Lentur Dengan Perkuatan FRP* [Skripsi]. Universitas Katolik Santo Thomas.
- Sudarsana, I. K., Sugupta, D. P. G., & Kochiana, I. K. G. (2010). Efektivitas Jacketing Method Menggunakan Self Compacting Concrete (SCC) Untuk Perkuatan Balok T Beton Bertulang. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)*, 139–147.
- Sumargo, S., & Ruslan, U. (2014). Kapasitas Penggunaan Carbon Fiber Reinforced Polymer (Cfrp) Berlapis Banyak Terhadap Perkuatan Lentur Struktur Balok Beton Bertulang. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 5, 126–133.
- Vis, W. C., & Kusuma, G. H. (1993). *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Seri Beton I*. Penerbit Erlangga.
- Whitney, C. S. (1942). Plastic theory of reinforced concrete design. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 107(1), 251–282.

JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL

**Analisis Geometri Bangunan terhadap Kinerja Seismik Menggunakan
Direct Displacement Based Design Method**

*Andi Susilo KARTIKO, Indra KOMARA, Yanisfa SEPTIARSILIA, Dita Kamarul FITRIA,
Heri ISTIONO, & Dewi PERTIWI*

Pemanfaatan Recycled Concrete Aggregate Pada Beton Porous

Hidayat ZEN, Gusneli YANTI, & Shanti Wahyuni MEGASARI

**Pengujian Peningkatan Kapasitas Lentur dengan Penambahan Dimensi pada
Sisi Bawah dan Atas Balok Beton Bertulang**

Samsuardi BATUBARA, Martius GINTING, & Francois SIREGAR

**Studi Stabilitas Lereng Clay Shale di Kalimantan dengan Menggunakan
Metode Kesetimbangan Batas dan Pendekatan Probabilistik dan Deterministik**

Ignatius Tommy PRATAMA

**Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Kinerja Jalan dan Biaya Tundaan Lalu Lintas
Koridor Jalan GOR Mustika Kabupaten Blora**

Hartono Guntur RISTIYANTO & Salma MFIRDAUS

**Kinerja Moda Bus Trans Mebidang Trayek Lubuk Pakam-Pusat Pasar Medan
di Masa Pandemi Covid-19**

Oloan SITO HANG, Reynaldo SIAHAAN, & Arnoldus Yansen Berkat LAIA

**Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Pembesian dan Bekisting Saat
Jam Kerja Normal dan Lembur Menggunakan Metode Productivity Rating**

Caroline Maretha SUJANA & Raka Aditya HAKIM

**Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja pada Proyek
Pembangunan Jalan Tol Ruas Binjai-Langsa Seksi Binjai-Pangkalan Brandan**

Yolanda Ayu DAMAYANTI & Mizanuddin SITOMPUL



Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas berisi artikel-artikel ilmiah yang meliputi kajian di bidang teknik khususnya Teknik Sipil, seperti matematika teknik, mekanika teknik, analisis struktur, konstruksi baja, konstruksi beton, konstruksi kayu, konstruksi gelas, mekanika tanah, teknik pondasi, hidrologi, hidrolika, bangunan air, manajemen konstruksi, dinamika struktur, *earthquake engineering*, sistem dan rekayasa transportasi, ilmu ukur tanah, struktur bangunan sipil, rekayasa jalan raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait dengan bidang-bidang tersebut.

Terbit dalam 2 (dua) kali setahun yaitu pada bulan April dan September

Penasihat :

Prof. Dr. Drs. Sihol Situngkir, MBA. (Rektor Universitas Katolik Santo Thomas)

Ketua Penyunting (Editor in Chief) :

Ir. Oloan Sitohang, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Manajer Penyunting (Managing Editor):

Reynaldo, S.T., M.Eng. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Anggota Penyunting (Editorial Board):

Dr.-Ing. Sofyan S.T, M.T. (Universitas Malikussaleh)

Ir. Martius Ginting, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Samsuardi Batubara, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)

Dr. Janner Simarmata (Universitas Negeri Medan)

Mitra Bestari (Peer Reviewer):

Dr.Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. (Universitas Lampung, Indonesia)

Ir. Binsar Silitonga, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Budi Hasiholan, S.T., M.T., Ph.D (Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

Ir. Charles Sitindaon, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Erica Elice Uy (De La Salle University, Philippines)

Dr. Ernesto Silitonga, S.T, D.E.A. (Universitas Negeri Medan, Indonesia)

Prof. Dr-Ing. Johannes Tarigan (Universitas Sumatera Utara, Indonesia)

Linda Prasetyorini (Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia)

Dr.Eng. Mia Wimala (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Dr.Eng. Minson Simatupang (Universitas Halu Oleo, Indonesia)

Dr. Mochamad Raditya Pradana (Keppel Marine and Deepwater Technology, Singapura)

Dr. Ir. Shirley Susanne Lumeno, S.T., M.T. (Universitas Negeri Manado, Indonesia)

Dr. Senot Sangadji (Universitas Sebelas Maret, Indonesia)

Ir. Simon Dertha, M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia)

Dr. Thi Nguyễn Cao (Tien Giang University, Viet Nam)

Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D, (Guest Vol.4.No.2) (Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia)

Ilustrator Sampul:

Yulianto, ST., M.Eng

Penerbit & Alamat Redaksi:

Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479-F Tanjung Sari, Medan 20132

Telp. (061) 8210161 Fax : (061) 8213269

email : unika.sipil@yahoo.com

Konten

REKAYASA STRUKTUR	hal.
Analisis Geometri Bangunan terhadap Kinerja Seismik Menggunakan <i>Direct Displacement Based Design Method</i>	73-84
<i>Andi Susilo KARTIKO, Indra KOMARA, Yanisfa SEPTIARSILIA, Dita Kamarul FITRIA, Heri ISTIONO, & Dewi PERTIWI</i>	
Pemanfaatan <i>Recycled Concrete Aggregate</i> Pada Beton <i>Porous</i>	85-90
<i>Hidayat ZEN, Gusneli YANTI, & Shanti Wahyuni MEGASARI</i>	
Pengujian Peningkatan Kapasitas Lentur dengan Penambahan Dimensi pada Sisi Bawah dan Atas Balok Beton Bertulang	91-101
<i>Samsuardi BATUBARA, Martius GINTING, & Francois SIREGAR</i>	
REKAYASA GEOTEKNIK	
Studi Stabilitas Lereng <i>Clay Shale</i> di Kalimantan dengan Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas dan Pendekatan Probabilistik dan Deterministik	103-113
<i>Ignatius Tommy PRATAMA</i>	
REKAYASA TRANSPORTASI	
Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Kinerja Jalan dan Biaya Tundaan Lalu Lintas Koridor Jalan GOR Mustika Kabupaten Blora	115-129
<i>Hartono Guntur RISTIYANTO & Salma M FIRDAUS</i>	
Kinerja Moda Bus Trans Mebidang Trayek Lubuk Pakam-Pusat Pasar Medan di Masa Pandemi Covid-19	131-143
<i>Oloan SITOANG, Reynaldo SIAHAAN, & Arnoldus Yansen Berkat LAIA</i>	
MANAJEMEN KONSTRUKSI	
Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja Pembesian dan Bekisting Saat Jam Kerja Normal dan Lembur Menggunakan Metode <i>Productivity Rating</i>	145-152
<i>Caroline Maretha SUJANA & Raka Aditya HAKIM</i>	
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Binjai-Langsa Seksi Binjai-Pangkalan Brandan	153-163
<i>Yolanda Ayu DAMAYANTI & Mizanuddin SITOMPUL</i>	

Pengantar Redaksi

Puji dan syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karuniaNYA kami dapat menyelesaikan penerbitan Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) Volume 4 Nomor 2, di bulan September tahun 2021 ini. Jurnal ini fokus pada beragam subbidang dalam Teknik Sipil antara lain Rekayasa Struktur, Rekayasa Geoteknik, Rekayasa Transportasi, Teknik Sumber Daya Air, dan Manajemen Konstruksi. Namun, tidak menutup kesempatan bagi subbidang lainnya yang berkaitan dengan keilmuan Teknik Sipil.

Satu hal yang patut disyukuri pula adalah semakin terkendalinya kondisi pandemi COVID-19 di Indonesia. Hal ini turut menjadi angin segar pendorong bagi kita untuk meningkatkan semangat meneliti dan berkontribusi pada bidang keilmuan kita. Pada edisi ini, kami menerima banyak artikel dengan topik yang menarik. Ada 8 *peer-reviewed* artikel yang terbit di Volume 4 Nomor 2 ini, yang mana terdiri atas 3 (tiga) artikel dalam topik Rekayasa Struktur, 1 (satu) artikel dalam topik Rekayasa Geoteknik, 2 (dua) artikel dalam topik Rekayasa Transportasi, 2 (dua) artikel dalam topik Manajemen Konstruksi.

Seiring dengan semakin tingginya tuntutan kualitas publikasi ilmiah oleh pemerintah, pada edisi ini tim editorial berusaha meningkatkan kualitas *review* dan penyuntingan dengan harapan semakin baik pula kapasitas kita bersama, dan kualitas artikel ilmiah yang kita terbitkan. Dewan redaksi menyampaikan apresiasi tinggi kepada para penulis yang tulisannya diterbitkan pada volume ini, atas kerja samanya merespon komentar dan rekomendasi dari tim editorial dan mitra bestari. Kami menyadari bahwa butuh dedikasi dan investasi waktu untuk menghasilkan karya tulis yang baik dan bermanfaat. Terkhusus, kami bersyukur atas para mitra bestari yang tidak pernah lelah dalam menyambut permintaan kami dengan penuh dedikasi.

Sebagai penutup, harapan kami adalah semoga jurnal ini dapat menjadi media ilmiah yang bermanfaat dan informatif bagi rekan-rekan dan praktisi bidang ketekniksipilan di Indonesia. Salam hangat dan Salam sehat.

Medan, September 2021

Tim Editorial



JURNAL REKAYASA KONSTRUKSI MEKANIKA SIPIL
| Volume 4 | Nomor 2 | September 2021 |

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas
ejournal.ust.ac.id/index.php/JRKMS



9 772614 570002



GARUDA
GARBA RUJUKAN DIGITAL



ISJDNeo

