

DAKTILITAS BALOK BETON MUTU TINGGI TANPA BAHAN KIMIA TAMBAHAN DENGAN DUA BUKAAN DI BADAN

Bambang Sabariman¹, Sutikno², Arie Wardhono³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil FT Unesa

Email: bambangSabariman@unesa.ac.id

ABSTRACT

Research Bambang et al. (2015) on the manufacture of high strength concrete (BMT) without additive materials and admixture showed the strength $f'c = 42.69$ MPa, categorize as BMT with $f'c > 40$ MPa (Yuswanto, SP & Pramudiyanto, 2015: 97). Recent research by Bambang et al. on a beam without opening showed the ductility of displacement of $\mu\Delta < 3.5$. The displacement ductility was categorized as limited ductility. Due to space limitations utility (architectural demand), it requires the use of the space efficiently. This lead to the use of opening on a beam as the electrical, water, air conditioner installations. Thus, this study will be performed on BMT with the opening. Several studies have been conducted on a beam with opening subjected by a concentrated load at midspan. This study will perform on BMT beam with two openings in the body and subjected to two concentrated loads between the two joint support-rollers. Beam are designed as a beam bending at under reinforced condition, i.e. beam bending without opening (BLU) and beam bending with opening (BLB). This study aims to obtain the ductility, crack pattern and failure of BMT beam with the opening. Based on the result, it showed that the failure of test object BLU and BLB are caused by the collapse of flexural bending, while the displacement ductility of all specimens achieved the limited ductility of $\mu\Delta < 3.5$.

Keywords: chemical, structural elements, ductile, high strength concrete, two openings.

ABSTRAK

Penelitian Bambang dkk. (2015) dalam pembuatan beton mutu tinggi (BMT) tanpa menggunakan bahan tambahan berupa bahan *additive* dan *admixture* (semuanya bahan kimia) mampu mencapai $f'c=42,69$ MPa, kuat tekan ini masuk dalam kategori BMT, karena $f'c > 40$ MPa (Yuswanto, S.P. & Pramudiyanto, 2015:97). Bambang dkk. juga menerapkannya pada balok utuh (tanpa lubang), hasil penelitiannya mencapai daktilitas *displacement* $\mu\Delta < 3,5$. Daktilitas *displacement* tersebut masuk dalam kategori daktilitas terbatas. Saat ini karena keterbatasan ruang utilitas (tuntutan arsitektur) menuntut pemakaian ruang yang efisien. Hal ini menyebabkan balok dibuat berlubang dengan maksud untuk dimanfaatkan sebagai tempat pemasangan instalasi listrik, instalasi air, dan instalasi *air conditioner*. Untuk itu penelitian akan melakukan eksperimen balok BMT berpenampang berlubang. Beberapa penelitian telah dilakukan pada balok berlubang dengan satu beban terpusat di tengah bentang, maka penelitian ini akan melakukan penelitian pada balok BMT dengan dua bukaan di badan dan diberi dua beban terpusat diantara dua tumpuan sendi-rol. Balok direncanakan sebagai balok lentur *under reinforced* yaitu balok lentur utuh (BLU) dan balok lentur berlubang (BLB). Penelitian ini bertujuan mendapatkan nilai daktilitas balok BMT berlubang, retakan dan keruntuhannya. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa benda uji BLU maupun BLB, keruntuhannya disebabkan oleh runtuh lentur dan ketercapaian daktilitas *displacement* semua benda uji mencapai daktilitas terbatas $\mu\Delta < 3,5$.

Kata kunci: bahan kimia, beton mutu tinggi, daktil, dua bukaan, elemen struktur.

PENDAHULUAN

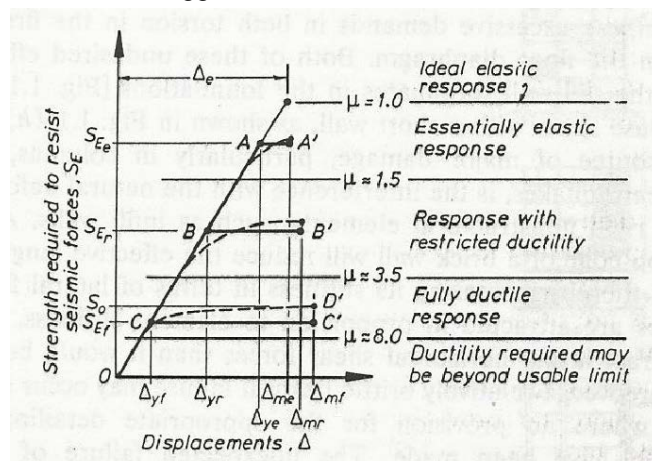
Pembuatan BMT saat ini masih mengandalkan bahan tambahan berupa bahan *additive* dan *admixture* (semuanya bahan kimia). Menurut Henny (2009) penggunaan bahan *admixture*

dan *additive* akan memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat yang diinginkan. Bahan *additive* mineral (Kurniawandy, dkk., 2011) yang bersifat *cementitious* yaitu berupa: Abu terbang (*fly ash*), *Pozzofume* (*super fly ash*), dan Mikrosilika (*silicafume*). *Admixture* (bahan kimia seperti sikafume, *viscocrete-10*

dan *plastiment-VZ*) secara umum memang untuk memperbaiki sifat-sifat beton yang diinginkan, misalnya untuk membuat BMT. Kuat tekan beton mutu tinggi (BMT) berkisar 40-80 MPa (Yuswanto, S.P. & Pramudiyanto, 2015:97).

Peraturan Tata Cara Perhitungan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi (SK SNI 03-6468-2000, Pd T-18-1999-03), masih mensyaratkan pemakaian bahan tambahan (*additive* dan *admixture*) dalam pembuatan BMT. Tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Ali (Tesis, 2009) justru menyebutkan bahwa untuk mendapatkan BMT bisa ditambah bahan *additive* atau *admixture*, artinya boleh tidak memakai bahan tambahan. Penelitian Sutikno, dkk. (2013) tentang BMT mencoba tidak menggunakan

bahan tambahan *additive* maupun *admixture*, hasilnya menunjukkan kuat tekan rata-ratanya telah mencapai $f'c = 40,2$ MPa (Metode DOE), $f'c = 43$ MPa (Metode ACI), $f'c = 43,5$ MPa (Metode IS), atau rata-ratanya mencapai $f'c = 42,23$ MPa. Penelitian tersebut hanya terfokus pada kuat tekan BMT saja belum meneliti aplikasinya pada elemen struktur. Penelitian elemen struktur balok utuh BMT agregat lokal tanpa bahan kimia tambahan telah dilakukan Bambang, dkk (2015), hasil mencapai $f'c = 42,69$ MPa (masuk kategori BMT). Bambang juga menerapkannya pada balok utuh (tanpa lubang), hasil penelitiannya telah mencapai daktilitas *displacement* sebesar $\mu_{\Delta} < 3,5$. Daktilitas *displacement* tersebut masuk dalam kategori daktilitas terbatas (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Hubungan kekuatan dan daktilitas (Paulay & Priestley, 1992:26)

Melihat hasil penelitian Bambang, dkk. (2015) tersebut menimbulkan pertanyaan bagaimana jika diaplikasikan pada balok berlubang? Dimana diketahui akibat keterbatasan ruang utilitas (tuntutan arsitektur) menuntut pemakaian ruang yang efisien. Hal ini menyebabkan balok dibuat berlubang dengan tujuan untuk dimanfaatkan sebagai tempat pemasangan instalasi listrik, instalasi air, dan instalasi *air conditioner*. Hasil penelitian Mangantar (Tesis, 2004) pada balok berlubang yang menerima momen lentur murni, hasilnya tidak jauh berbeda dengan balok utuh. Begitu pula penelitian Lisantono, A., dan Wigroho, H.Y. (2006) mengenai pengaruh lokasi bukaan ganda terhadap kapasitas lentur dan geser balok beton bertulang menghasilkan beban maksimum pada BO3 sebesar 2.599,74 kg sama dengan balok tanpa bukaan sebesar 2.599,74 kg. Penelitian tersebut masih meneliti

kekuatan balok berlubang dengan pola pembebanan menggunakan satu titik gaya di tengah bentang serta belum mengamati tingkat daktilitas balok berlubang, maka penelitian ini akan menindaklanjuti penelitian tersebut.

Penelitian ini akan meneliti daktilitas balok BMT berlubang tanpa menggunakan bahan *additive* dengan pola pembebanan dua beban terpusat atau dengan kata lain akan meneliti perilaku lentur balok berlubang BMT tanpa menggunakan *additive* maupun *admixture*. Benda uji balok tersebut adalah sebagai berikut: Balok dengan dua bukaan dipenampang memanjangnya dan dibebani dua beban terpusat diantara dua tumpuan sendi-rol. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ketercapaian daktilitas kurvatur balok BMT berlubang ganda dimana BMT tersebut tidak menggunakan bahan *admixture* dan *additive*.

METODE

Pembuatan BMT dalam penelitian ini langsung menggunakan agregat lokal (Krasak Yogyakarta) tanpa bahan *additive* dan *admixture*. Agregat ini sebelumnya diteliti apakah memenuhi syarat teknis BMT, jika memenuhi syarat BMT, maka agregat tersebut dipakai dalam penelitian ini (tanpa harus mencari agregat diluar daerah Yogyakarta). Agregat tersebut diteliti gradasinya, dilakukan proporsi gradasi yg sesuai dgn gradasi BMT, dibuat *mix design* untuk BMT, dibuat adonan beton, pembuatan silinder beton, selanjutnya dibuat elemen struktur balok beton mutu tinggi berpenampang memanjang utuh dan berlubang. Silinder beton dites untuk mendapatkan kuat tekan BMT sedang balok BMT dites untuk mendapatkan tingkat daktilitas struktur.

Tahapan penelitian sebagai berikut:

Penelitian dilaksanakan di Lab. PSIT/PAU UGM Yogyakarta mulai Bulan Maret 2016 dan berakhir Bulan Juli 2016, dengan membuat: (a). Silinder beton sebanyak 3 buah, silinder ini kemudian diuji tekan untuk mendapatkan nilai f'_c beton, gambar dan *set up* benda uji silinder BMT lihat Gambar 6. (b). Sebuah Balok Lentur Berlubang (BLB) beton mutu tinggi yang bertumpu pada dua perletakan, ukuran lubang di badan balok (txpxl) = (80x200x400) mm, sebagai pembanding dibuat sebuah Balok Lentur Utuh (BLU) beton mutu tinggi yang juga bertumpu pada dua perletakan (sendi dan rol), penulangan balok lihat Gambar 7, 8 dan Gambar 9. Gambar 11 menunjukkan *set up* benda uji BLU dan BLB di laboratorium. Balok ini kemudian diberi beban statis *monotonic*, tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai daktilitasnya. Beberapa teori dipakai untuk menganalisis hasil eksperimen.

Letak beban terpusat berada dirancang sejauh $a = 675$ mm sedang tinggi efektif balok $d = 267$ mm. Ukuran a dan d ini mengacu referensi Wang & Salmon (1994:127), dimana balok dirancang sebagai balok biasa dengan panjang sedang, dengan demikian rasio $a/d = 2,53$. Rasio ini berpengaruh pada keruntuhan balok,

karena rasio $a/d = 2,53$ maka diharapkan terjadi keruntuhan tarik diagonal (lihat Gambar 2).

Rotasi dan lendutan suatu elemen dapat dihitung dengan mengintegrasikan kurvatur sepanjang elemen. Bila kurvatur ditentukan sebagai rotasi per-unit panjang elemen (lihat Gambar 3), maka rotasi dan lendutan transversal di antara dua titik A dan B pada elemen dirumuskan sebagai berikut:

$$\theta_{AB} = \int_A^B \phi \cdot dx \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta_{AB} = \int_A^B x \cdot \phi \cdot dx \dots\dots\dots (2)$$

Perhitungan kurvatur hasil eksperimen digunakan rumus (3), rumus ini diturunkan berdasarkan Gambar 3, sedang pemasangan alat *Yokes* (lihat Gambar 4) mengikuti geometri dari rumus (3) berikut ini:

$$\phi = \frac{(\Delta_c + \Delta_t)}{(l \cdot h)} \dots\dots\dots (3)$$

ϕ = kurvatur, Δ_c = perubahan panjang LVDT sisi atas, Δ_t = perubahan panjang LVDT sisi bawah, l = jarak antara dua *Yokes* dan h = jarak antara LVDT sisi atas terhadap LVDT sisi bawah. Untuk menghitung rotasi sendi plastis inelastis digunakan rumus (Jack Moehle, 2015:226):

$$\phi_u = (\phi_u - \phi_y) \cdot l_p \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

ϕ_u = rotasi sendi plastis, ϕ_u = kurvatur pada ujung pasca-elastis, ϕ_y = kurvatur pada saat leleh pertama, l_p = panjang sendi plastis.

Sedang panjang sendi plastis dihitung berdasarkan rumus Sawyer (1964):

$$l_p = 0,25 \cdot d + 0,0075 \cdot z \dots\dots\dots (5)$$

dimana:

l_p = panjang sendi plastis, d = tinggi efektif balok dan z = jarak dari penampang kritis ke titik *contraflexure*.

Perhitungan prediksi kurvatur dan daktilitas kurvatur dihitung berdasarkan rumus berikut (Park & Paulay, 1975:201-202) dan diekspresikan pada Gambar 5:

$$\phi = \frac{\epsilon}{kd} \dots\dots\dots (6)$$

$$\mu_{\phi} = \frac{\phi_u}{\phi_y} \dots\dots\dots (7)$$

$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta u}{\Delta y} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

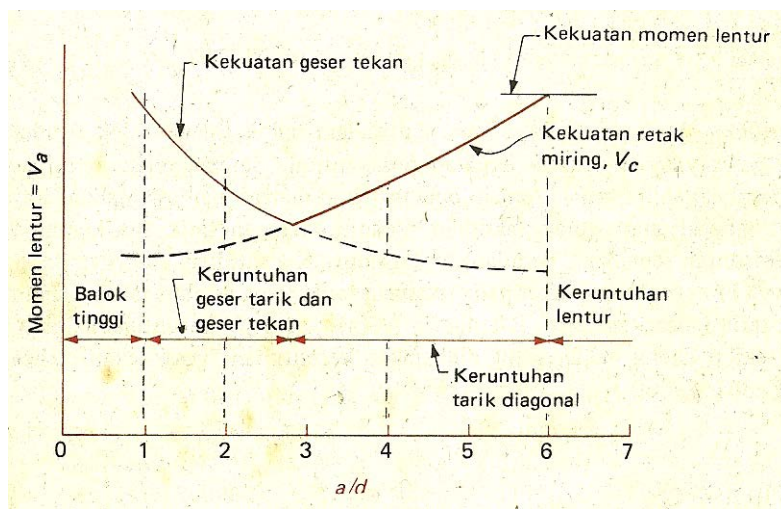
μ_{ϕ} = kurvatur daktail, ϕ_u = kurvatur pada ujung pasca-elastis, ϕ_y = kurvatur pada saat leleh pertama, ϵ_{cm} = regangan beton, k = konstanta dan d = tinggi efektif balok.

Dimana:

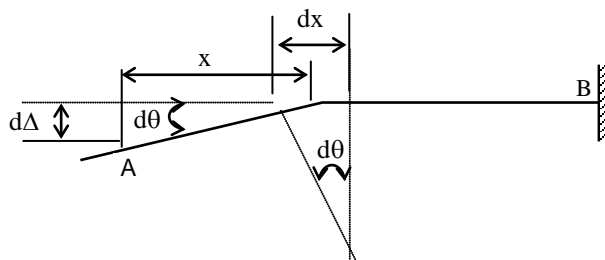
μ_{Δ} = daktilitas *displacement*, Δ_u = lendutan lateral pada ujung pasca-elastis, Δ_y = lendutan lateral pada saat leleh pertama.

Sebagai referensi tentang daktilitas *displacement* dapat dilihat Gambar 1.

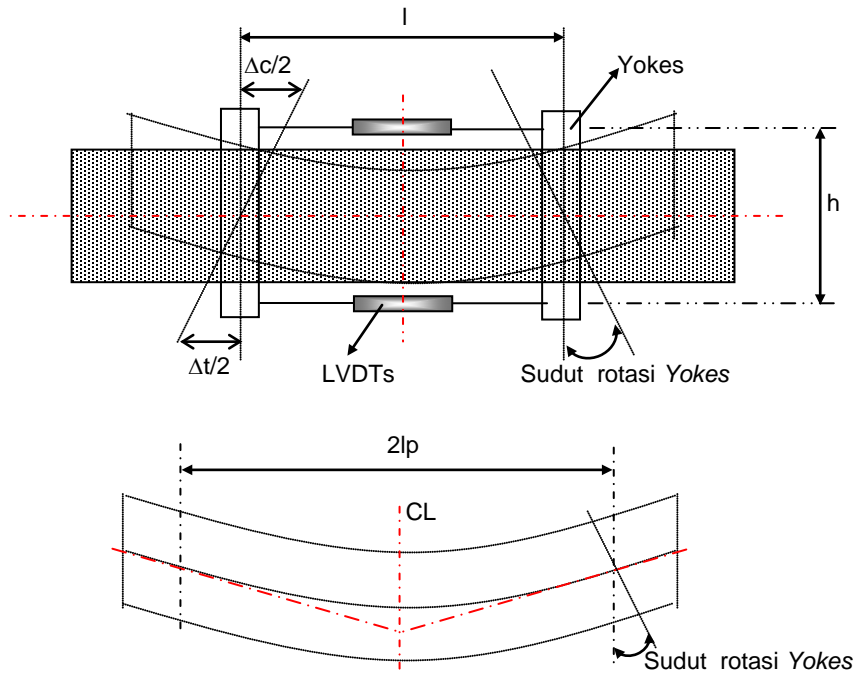
Sedang perhitungan daktilitas *displacement* berdasarkan rumus (Paulay & Priestley, 1992:139):



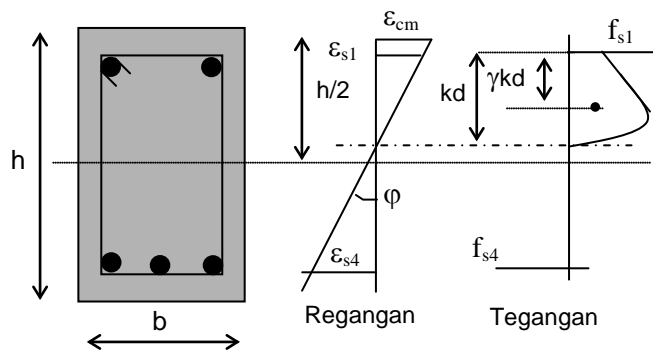
Gambar 2. Variasi kekuatan geser sesuai a/d untuk balok persegi (Wang & Salmon, 1994:127)



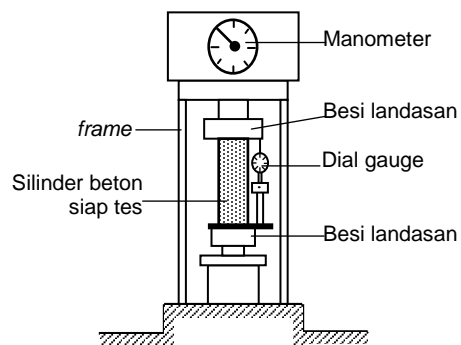
Gambar 3. Lendutan pada deformasi lentur suatu elemen



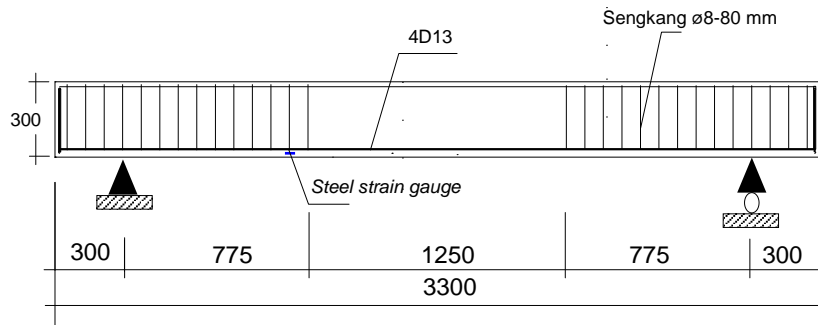
Gambar 4. Skema Pemasangan Alat Yokes



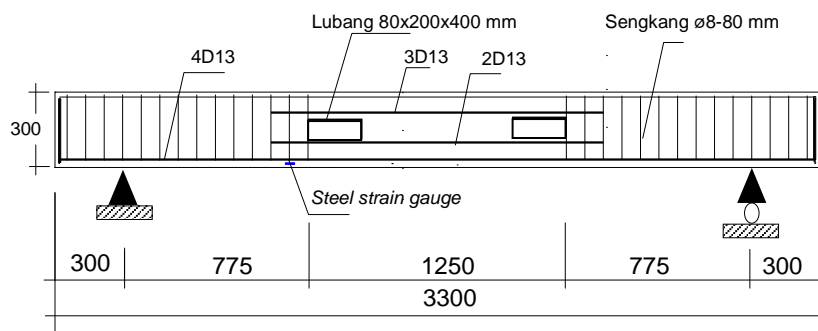
Gambar 5. Tegangan-regangan Penampang Balok



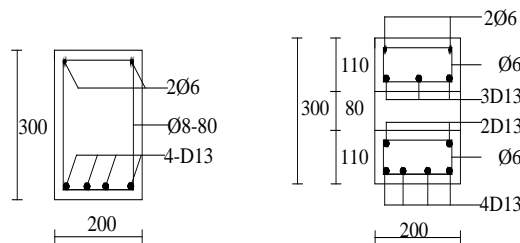
Gambar 6. Set up Benda Uji Silinder Beton



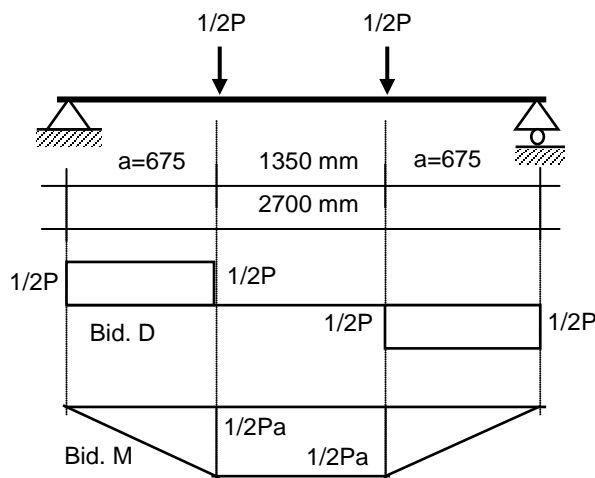
Gambar 7. Penulangan Balok Lentur Uneh (BLU)



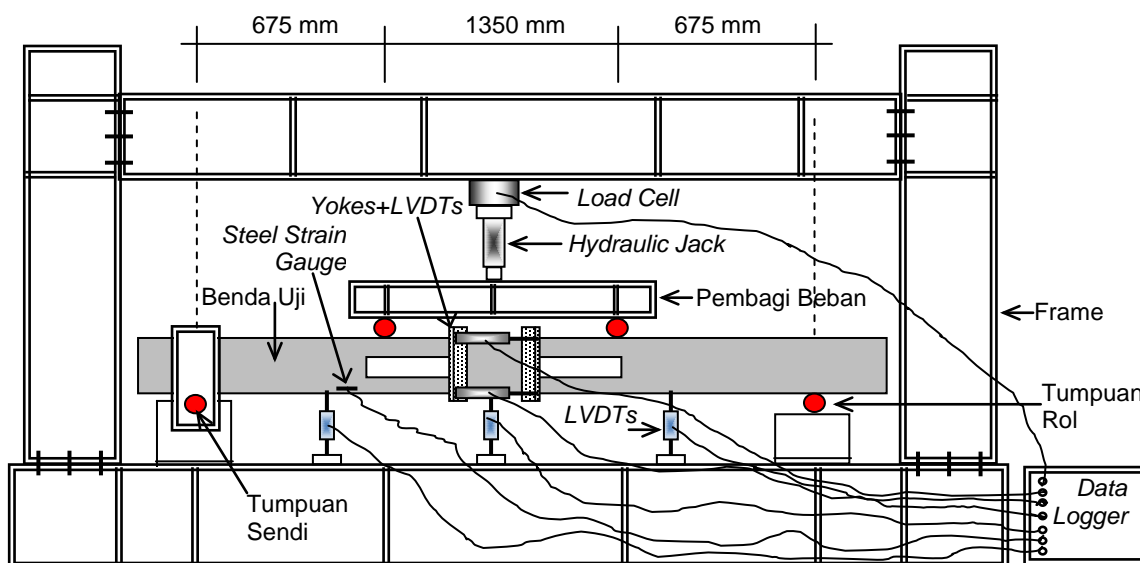
Gambar 8. Penulangan Balok Lentur Berlubang (BLB)



Gambar 9. Penampang Balok Uneh & Berlubang dengan $d = 267$ mm



Gambar 10. Model Pembebanan Balok



Gambar 11. Set up Pengujian Balok BMT di Laboratorium

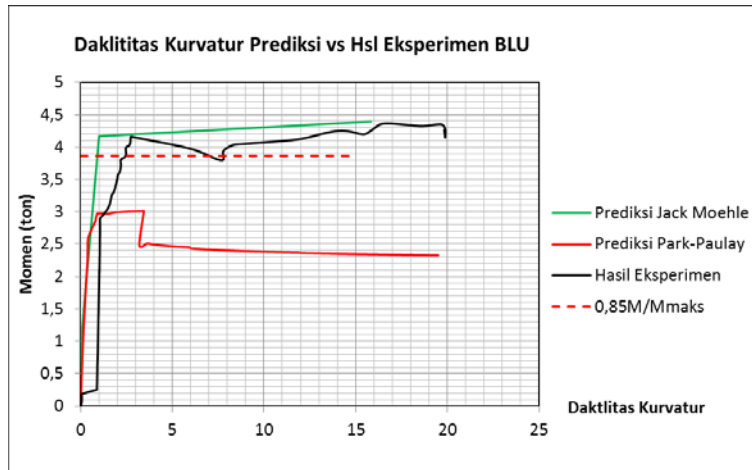
Teknik analisis data dilakukan untuk memberikan gambaran hasil eksperimen. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif secara numerik (hasil eksperimen laboratorium) kemudian dinarasikan secara deskriptif kualitatif. Dalam penelitian ini diadakan pendataan berupa data prediksi teoritis maupun data hasil percobaan benda uji. Analisis teoritis dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter yang relevan untuk memprediksikan perilaku benda uji yang berupa balok berpenampang utuh dan penampang yang berlubang, dengan membebani balok tersebut dengan beban mulai dari nol sampai mencapai kekuatan batasnya. Perilaku ini akan dibandingkan

dengan hasil eksperimen. Dari data logger didapat data beban (*load cell*), lendutan (*LVDTs - linier variable displacement transducers*), regangan baja (*steel strain gauge*), perputaran *Yokes*, pola retak dan pola runtuh. Data ini kemudian diolah sbb: (a). Dihitung dan dibuat grafik hubungan momen-daktilitas kurvatur ($M-\mu_\phi$), (b). Dihitung dan dibuat grafik hubungan momen-daktilitas *displacement* ($M/M_{maks}-\mu_\Delta$). Hasil point (a) dan (b) tersebut di atas dibandingkan dengan hasil analisis teoritis setelah itu dilakukan penarikan kesimpulan secara keseluruhan termasuk evaluasi pola retak dan pola runtuh balok BMT.

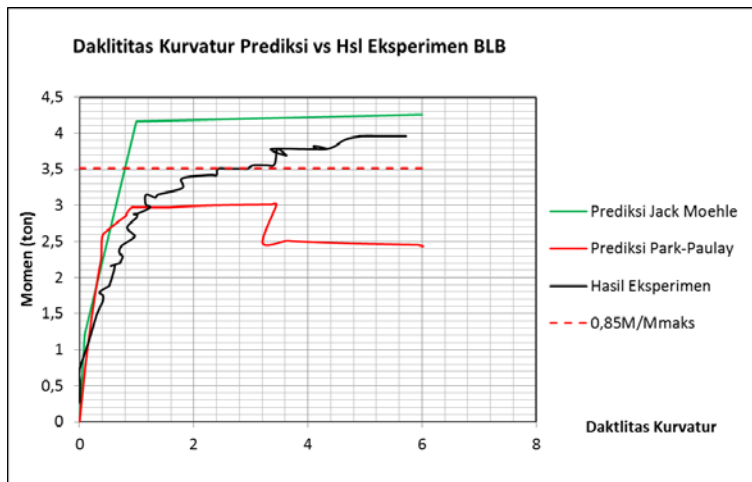
HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh silinder beton yang telah dibuat dilakukan perawatan selama 28 hari, setelah silinder beton berumur 28 hari kemudian diadakan test tekan untuk mendapatkan kuat tekan rata-rata. Kuat tekan ini diharapkan mewakili f'_c seluruh benda uji, hasilnya didapat kuat tekan rata-rata $f'_c = 42,69$ MPa. Hasil kuat tarik sengkang $\phi 8$ mm didapat $f_{yh} = 457,667$

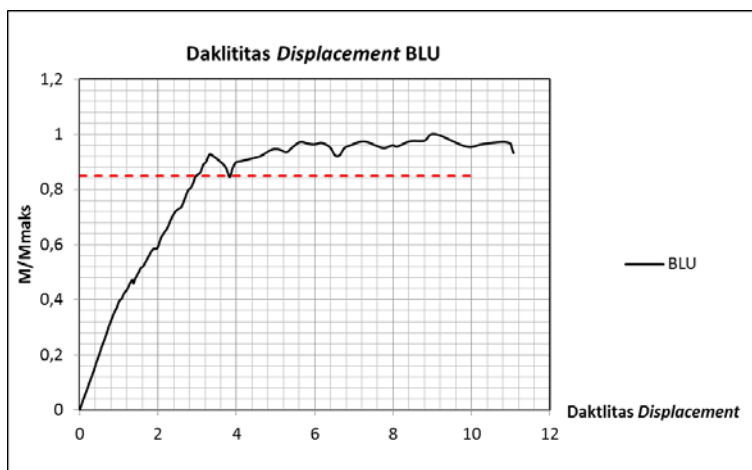
MPa, sedang kuat tarik tulangan memanjang D13 mm didapat $f_y = 385,733$ MPa. Begitu juga benda uji BLU dan BLB yang telah dicor dilakukan pula perawatan, setelah berumur 28 hari maka dilaksanakan pengujian di Lab. PSIT/PAU UGM Yogyakarta. Hasil pengujian benda uji BLU dan BLB dibuat grafik dan tabel sebagai berikut:



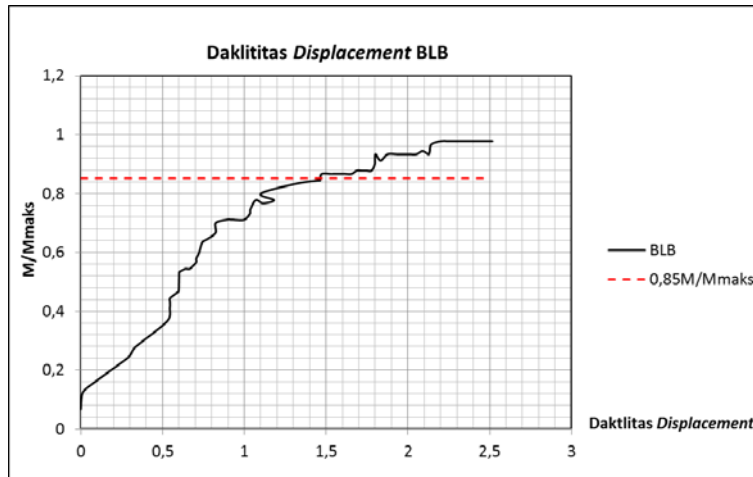
(a)



(b)



(c)



(d)

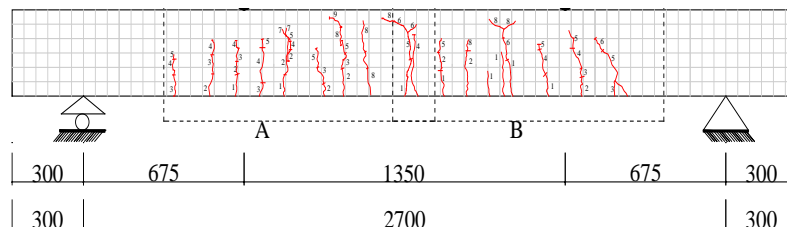
Gambar 12. Daktilitas Kurvatur dan Daktilitas *Displacement*

Tabel 1. Rekapitulasi Kekuatan Balok Uji

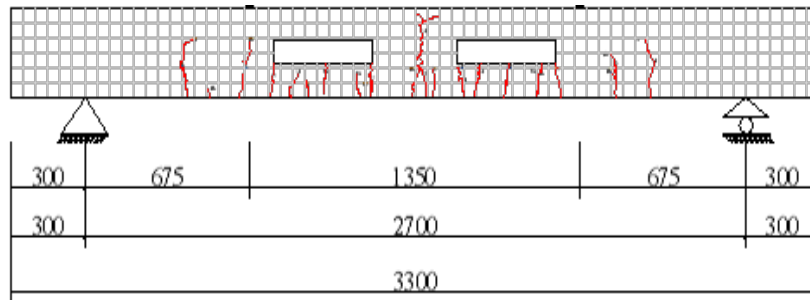
Benda uji	BLU	BBL
Retak Pertama	P=3,13 ton	P=2,20 ton
	M=2,11 t.m	M=1,49 t.m
Runtuh	P=6,282 ton	P=5,067 ton
	M=4,24 t.m	M=4,05 t.m
	Δ =39,82 mm	Δ = 30,54 mm
Leleh pertama	P = 2,616 ton	P=4,267 ton
	M=1,76 t.m	M=2,88 t.m.
Beban Maks	P _{maks-eksp} =6,64 ton	P _{maks-eksp} =6,00 ton
	P _{maks-pre} =6,279 ton	P _{maks-pre} =6,279 ton

Tabel 2. Rekapitulasi Daktilitas Balok Uji

Benda uji	Daktilitas Kurvatur saat 0,85 Maks (μ_{θ})	Daktilitas <i>Displacement</i> saat 0,85 Maks (μ_{Δ})
BLU	2.467	3.075
BBL	2,424	1,473



Gambar 13. Pola Retak Benda Uji BLU



Gambar 14. Pola Retak Benda Uji BBL



Gambar 15. Close up Pola Retak Benda Uji BLU



Gambar 16. Close up Pola Retak Benda Uji BLB

Dari balok uji yang diamati mendapatkan perbedaan antara balok BLU dan balok BLB (lihat Tabel 1 dan Tabel 2). Perbedaan yang unik terjadi pada P leleh pertama dan M leleh pertama dimana benda uji BLB justru lebih besar dari BLU, hal ini dapat dipahami karena ada penambahan tulangan pada daerah lubang. Sebaliknya nilai daktilitas benda uji BLU justru lebih besar dari benda uji BLB. Jika mengamati Gambar 12a, 12b, 12c dan 12d

terlihat bahwa kekakuan benda uji BLU lebih kaku dari benda uji BLB. Kekakuan ini mempengaruhi kemampuan layan (lendutan) masing-masing balok. Semua balok uji direncanakan sebagai balok biasa dengan panjang sedang, dengan rasio $a/d = 2,53$. Dengan rasio tersebut diharapkan balok akan runtuh terjadi runtuh tarik diagonal. Keretakan balok dengan rasio $a/d = 2,53$ biasanya diawali retak lentur vertikal disusul oleh retak lentur-

Daktilitas Balok Beton ... (Bambang/ hal 91-102)

geser miring. Kejadian retak miring seperti ini menyebabkan balok tidak sanggup mendistribusikan beban, seperti keadaan a/d yang lebih kecil dari 2,5. Terbentuknya retak miring mencerminkan kekuatan geser balok dengan istilah keruntuhan tarik diagonal (Wang & Salmon, 1994:129). Teori Wang & Salmon tersebut didasarkan pada percobaan balok tanpa tulangan geser.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (a). Pembuatan BMT dengan menggunakan agregat lokal tanpa bahan *additive* ternyata kuat tekannya masih dapat dicapai, dimana target semula adalah $f'c = 45$ MPa, dalam penelitian ini mencapai $f'c = 42,69$ MPa (termasuk kategori BMT). (b). Ketercapaian daktilitas *displacement* semua benda uji $\mu_{\Delta} < 3,5$

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ali Achmadi. 2009. Kajian Beton Mutu Tinggi menggunakan Slag sebagai Agregat Halus dan Agregat Kasar dengan Aplikasi Superplasticizer dan Silicafume. Tesis, Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- [2] Anonimous. 2000. Tata Cara Perhitungan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi, SK SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03). Bandung: Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan.
- [3] Bambang Sabariman, dkk. 2015. Pemanfaatan Agregat Lokal tanpa Bahan Kimia untuk Pembuatan Elemen Struktur Beton Mutu Tinggi yang Daktail. Laporan Penelitian PUPT Kemenristekdikti, SK Rektor Unesa No.122/UN38/HK/LT/2015.
- [4] Henny Lydiasari. 2009. Optimasi Penambahan *Admixture* Lsc309 Dan Rheomac®Sf100-Mb-Sf Pada Bmt. Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia ISSN No. 0854-3046 Volume 9 No 2 Desember 2009.

Balok uji BLU dan BLB telah diperkuat dengan tulangan geser disepanjang bentang gesernya disebelah kiri dan disebelah kanan kedua beban terpusat, sehingga retak miring tidak dominan terjadi pada balok BLU maupun balok BLB. Setelah terjadi retak lentur kedua balok, terus disusul oleh retak lentur susulan (tidak terjadi retak miring), artinya pada kedua balok tersebut keruntuhannya adalah runtuh lentur.

(termasuk kategori daktilitas terbatas). (c). Keruntuhan semua balok uji baik BLU maupun BLB adalah runtuh lentur, meskipun perencanaan awal balok direncanakan runtuh tarik diagonal, hal ini disebabkan balok telah diperkuat dengan tulangan geser disepanjang lengang gesernya.

- [5] Kurniawandy, Alex. dkk. 2011. Pengaruh Abu Terbang terhadap Karakteristik Mekanik BMT. Jurnal Ilmiah Sains Terapan Teknobiologi, ISSN 2087-5428, Volume II No 1: 55-59.
- [6] Lisantono, A., dan Wigroho, H.Y. 2006. Pengaruh Lokasi Bukaannya Ganda Terhadap Kapasitas Lentur dan Geser Balok Beton Bertulang. Jurnal Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Volume 6, Nomor 2, April, 105 – 115.
- [7] Mangantar Silalahi. 2004. Analisa dan Kajian Eksperimental Balok Beton Berlubang. Tesis Program Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, tidak dipublikasikan.
- [8] Moehle, Jack. 2015. Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings. New York: McGraw-Hill Education, pp. 230-235.
- [9] Park & Paulay. 1975. Reinforced Concrete Structures. New York: John Wiley & Sons Inc.

- [10] Paulay, T & Priestley, M.J.N. 1992. Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. New York: John Wiley & Sons Inc., pp. 26-139.
- [11] Sawyer HA (1964). Design of concrete frames for two failure states. Proc., Int. Symp. on the Flexural Mechanics of Reinforced Concrete, ASCE-ACI, 405–431.
- [12] Sutikno, Karyoto,. dan Nanik Estidarsani. 2013. Perencanaan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Open Source Conmixer V1.0-Vista. Surabaya: LPPM, Laporan Penelitian Dana BOPTN Unesa 2013, SK Rektor Unesa No.266/UN38/HK/IT/2013.
- [13] Yuswanto, S., P. & Pramudiyanto. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik Gunung Kelud Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal INERSIA, Vol. XI No.1, Mei 2015, hal. 95-104.
- [14] Wang & Salmon. 1994. Disain Beton Bertulang, Binsar Hariandja penterjemah. Jakarta: Erlangga.