

Pengaruh Penggunaan Batu Pecah Jawa & Batu Pecah Madura Terhadap Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang

Taurina Jemmy Irwanto¹, Adi Wijaya²

¹Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madura

²Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madura

E-mail: jirone@gmail.com adiwijaya@gmail.com

ABSTRAK: Tolak ukur yang umum dari suatu beton adalah kuat tekan dan kuat lenturnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan dan lenturnya adalah ukuran agregat halus, semen dan agregat kasar yang sangat berpengaruh dalam kuat tekan dan lentur dari beton tersebut. Untuk itu penggunaan kerikil/batu pecah madura pada campuran beton struktur seperti halnya balok beton bertulang perlu diteliti untuk diketahui kekuatan balok beton bertulang dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm yang membandingkan penggunaan batu pecah jawa dan batu pecah madura menggunakan tulangan Ø8 mm dan tulangan sengkang Ø6 mm dan mutu beton K-250, jumlah sampel 12 buah dengan masing – masing 6 sampel campuran batu pecah Jawa dan 6 sampel lainnya campuran batu pecah Madura. Dari hasil pengujian didapat beberapa hasil diantaranya beban maksimum, dan kuat lentur yang terjadi saat diberikan pembebanan pada sampel balok, dari hasil pengujian balok beton dengan perbandingan batu pecah Jawa dan batu pecah Madura terjadinya beban maksimum (Pn) batu pecah jawa 75 kN dengan beban pada saat keruntuhan awal (Pcr) sebesar 34 kN dengan kuat lentur (Mn) mencapai 9057,478 kgcm, lebih besar dari batu pecah Madura yang hanya mencapai beban maksimum sebesar 69 kN dengan beban pada saat keruntuhan awal (Pcr) sebesar 34 kN dengan kuat lentur (Mn) mencapai 8931,093 kgcm, sehingga dalam penelitian ini balok dengan campuran batu pecah jawa lebih kuat menahan lentur dibandingkan dengan balok campuran batu pecah madura.

KEYWORDS : Agregat Kasar, Beban Maksimum, Keruntuhan Awal, Kuat Lentur

1. PENDAHULUAN

Pada masa-masa mendatang beton akan sangat dibutuhkan dikarenakan beton memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis konstruksi yang lain. Salah satu keunggulan beton yaitu biaya pembuatan beton yang relatif mudah diperoleh yaitu batu pecah, pasir, air dan semen, tanpa mengesampingkan mutu dan kekuatan beton. Dimana kekuatan beton tidak terlepas dari jenis dan gradasi bahannya. Agregat kasar dan halus yang digunakan di pulau madura didatangkan dari pulau jawa, sedangkan dari segi kuantitas kerikil Madura mempunyai potensi yang besar karena jumlahnya cukup banyak, mengingat sebagian dari pulau Madura terdiri dari bukit batu. Pemanfaatan batu pecah lokal pada campuran beton struktural seperti halnya balok beton bertulang perlu diketahui nilai keruntuhan awal (Pcr) pada saat retak pertama terjadi, beban maksimum (Pn) pada saat belok mengalami keruntuhan dan nilai momen maksimum (Mn) yang bisa dicapai oleh balok beton bertulang. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan di laboratorium terhadap balok beton bertulang dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm, mutu beton K250 yang diuji menggunakan loading frame dengan tumpuan di dua sisi seperempat bentang balok. Setelah pengamatan dilakukan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai momen lentur yang bisa dicapai untuk masing – masing balok beton yang menggunakan batu pecah jawa dan batu pecah madura.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas

Madura. Pada penelitian ini, pembuatan benda uji berupa balok beton dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm dengan menggunakan tulangan utama Ø8 mm dan tulangan sengkang Ø6 mm yang dibebani menggunakan loading frame selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap awal keruntuhan balok yang ditandai retakan pertama yang terjadi dan keruntuhan balok saat beban maksimum tercapai. Adapun jumlah benda uji dibuat berdasarkan hasil mix design beton normal K250 yang menggunakan batu pecah jawa dan batu pecah madura sebagai berikut :

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

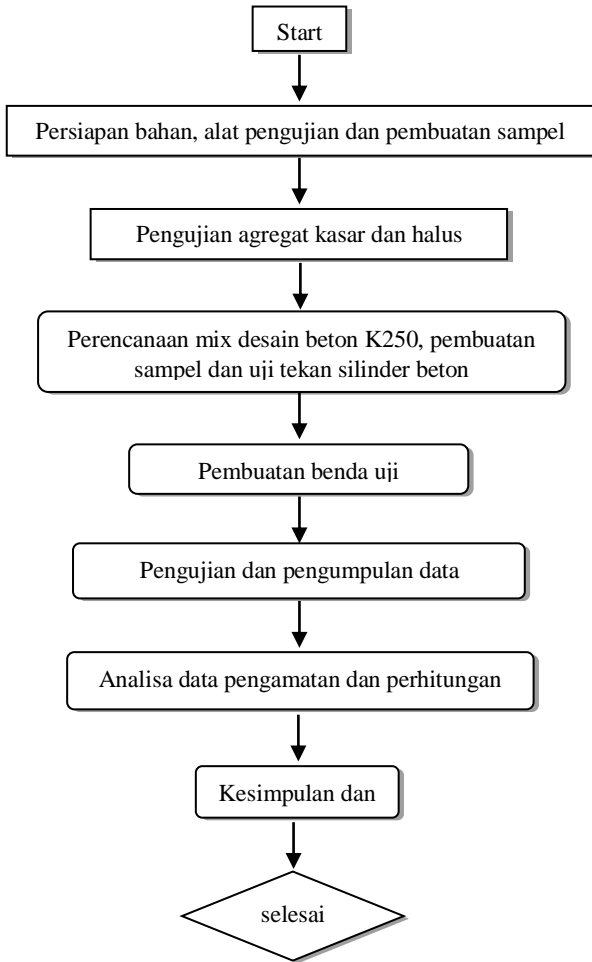
Mutu Beton	Jenis Agregat	Umur Beton	Jumlah Sampel	Jenis Pengujian
K-250	Madura	14	3	Kuat Lentur
		28	3	
K250	Jawa	14	3	Kuat Lentur
		28	3	

Prosedur Pengujian Kuat Lentur

1. Pelaksanaan uji kuat lentur mengacu pada pedoman pengujian *manual book* MBT. Benda uji diletakkan di atas dua buah tumpuan (*flexure*) dengan jarak antar tumpuan 11,5 cm. diantara tumpuan diberi beban pembagi, sehingga balok seolah-olah dibagi menjadi 3 bagian.
2. Proses selanjutnya dilakukan dengan jalan mengayun tuas pada *hydraulic concrete beam* secara konstan dengan kecepatan yang sama dan berulang-ulang hingga balok hancur.
3. Baca dan catat beban maksimum pada saat balok di uji sampai runtuh.

Diagram Alir Penelitian

Skema diagram alir yang dilakukan pada penelitian ini secara lengkap bisa dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Campuran Beton.

Beton merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air sebagai pengikatnya. Berdasarkan kebiasaan yang ada di lapangan campuran beton yang biasa digunakan 1Pc (Semen) : 2Psr (Pasir) : 3Kr (Kerikil). Menurut SNI 2002, Kebutuhan koefisien campuran per meter kubik adalah 336kg Pc : 0,54m³ Psr : 0,81m³ Kr. Sehingga dari kedua koefisien tersebut didapat sebuah campuran beton 336kg Pc : 672kg Psr : 1008kg Kr per meter kubiknya. Dari beberapa percobaan sebelumnya, untuk menghindari hilangnya beton pada waktu pengecoran diambil *Safety Factor* (SF) = 1,2. Akan tetapi dikarenakan 1,2 masih kebanyakan maka diputuskan mengambil nilai SF = 1,15 sehingga volume beton yang diaduk dikalikan dengan SF.

Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

Hasil pengujian kuat tekan beton silinder, menghasilkan kuat tekan maksimum adalah 25 Mpa, hasil selanjutnya dapat dilihat pada table berikut :

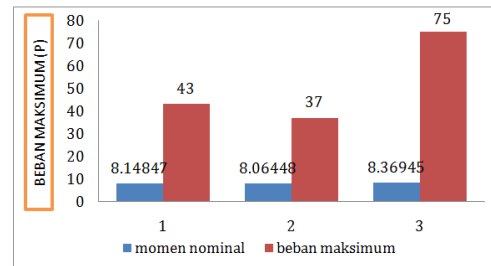
Tabel 2. Uji Kuat Tekan Silinder Beton

No	Jenis Batu	Umur	Berat (Kg)	P (KN)	Tegangan rata-rata fcr' (kg/cm ²)
1	Madura	7	12,380	288	249,9
2	Madura	7	12,250	278	
3	Madura	7	12,310	295	
1	Jawa	7	12,130	297	253,4
2	Jawa	7	12,330	286	
3	Jawa	7	12,320	290	

Dari tabel di atas dapat di lihat bahwa nilai kuat tekan silinder dari batu pecah Madura dan batu pecah Jawa, layak dan memenuhi untuk mutu beton K-250. Dimana untuk batu pecah Madura di dapat kuat tekan Rata-Rata : 249,9 KN, dan untuk batu pecah jawa didapat kuat tekan Rata-Rata : 253,4 KN.

Hasil Uji Kuat Lentur

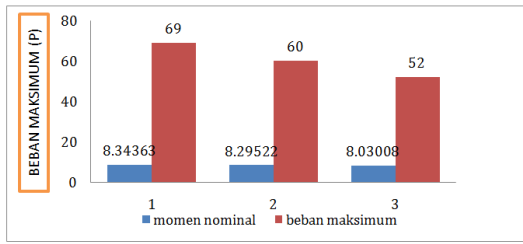
Hasil pengujian kuat lentur balok beton dengan batu pecah jawa dan batu pecah Madura. Pengujian kuat lentur akan mendapatkan besarnya lendutan dan beban yang di baca pada *hydraulic concrete beam*. Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat balok beton berumur 28 hari.



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Batu Pecah Jawa

1. Dari pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan campuran batu pecah Jawa sampel 1 dengan variasi umur beton 28 hari, Setelah balok mengalami lentur, keruntuhan kritis yaitu di beban 35KN, dan pada saat balok runtuh dibeban 43KN. Pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah Jawa sample 1 ini memiliki kuat lentur sebesar **8148,47** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan lentur.
2. Sampel 2 setelah balok mengalami momen lentur, keruntuhan kritis yang pertama dibeban 29KN, dan balok runtuh dibeban 37KN. Pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah Madura sampel 2 ini memiliki kuat lentur sebesar **8064,48** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan geser.
3. Sampel 3 setelah balok mengalami lentur, keruntuhan kritis pertama dengan beban 34 KN, balok runtuh dibeban 75KN, Pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah Madura sampel 3 ini memiliki

kuat lentur sebesar **8369,45** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan geser.



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Batu Pecah Madura

1. Pada kasus kuat lentur balok beton bertulang dengan campuran batu pecah Madura sampel 1 dengan variasi umur beton 28 hari, Setelah balok mengalami lentur, keruntuhan pertama atau runtuh kritis yaitu dengan beban 35KN, dan balok runtuh dibeban 69KN, pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah jawa sampel 1 ini memiliki kuat lentur sebesar **8343,63** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan lentur.
2. Sampel 2 setelah balok mengalami lentur, keruntuhan pertama atau runtuh kritis yaitu dibeban 35KN , dan balok runtuh dibeban 60KN, pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah jawa sampel 2 ini memiliki kuat lentur sebesar **8295,22** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan lentur.
3. Sampel 3 setelah balok mengalami lentur, keruntuhan pertama atau runtuh kritis dibeban 15KN, dan balok runtuh dibeban 35KN. pada balok beton bertulang dengan campuran batu pecah jawa sampel 3 ini memiliki kuat lentur sebesar **8030,08** Kg cm. Pada balok ini mengalami keruntuhan lentur.

Perbandingan Nilai Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Agregat Jawa dan Agregat Madura

Dari hasil uji loading frame terhadap model balok beton bertulang yang menggunakan agregat kasar jawa dan agregat kasar madura, diperoleh sebagai berikut ;

Tabel 3. Uji Kuat Tekan Silinder Beton

Benda Uji	Sampel	Beban (KN)	Kuat Lentur (Kg cm)	Jenis Keruntuhan
Madura 28 hari	1	69	8343,63	LENTUR
	2	60	8246,19	LENTUR
	3	52	8238,12	LENTUR
Jawa 28 hari	1	43	8148,47	LENTUR
	2	37	8064,48	GESER
	3	75	8369,45	GESER

Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa benda uji balok beton bertulang dengan campuran batu pecah madura umur 28 hari memiliki beban maksimum

mencapai 69 KN dengan kuat lentur 8343,63 Kg cm dari sample yang pertama, pada sampel kedua beban maksimum mengalami penurunan di dibandingkan sampel pertama yaitu mencapai 60 KN dengan kuat lentur 8246,19 Kg cm, dan pada sample selanjutnya yaitu sampel ke tiga terjadi beban maksimum sebesar 52 KN dengan kuat lentur 8238,12 Kg cm.

Untuk benda uji balok beton bertulang dengan campuran batu pecah jawa umur 28 hari memiliki beban maksimum mencapai 75 KN dengan kuat lentur 8369,45 Kg cm hal ini terjadi pada sampel ke tiga, di ikuti pada sample ke satu yang beban maksimumnya mencapai 43 KN dengan kuat lentur 8148,47 Kg cm, dan pada sampel tiga selanjutnya beban maksimumnya mencapai 37 KN dengan kuat lentur 8064,48 Kg cm.

Dari tabel diatas, didapat balok beton campuran batu pecah jawa memiliki beban maksimum sebesar 75 KN dengan kuat lentur 8369,45 Kg cm pada sampel balok ketiga dengan variasi umur 28 hari, dibandingkan dengan balok beton campuran batu pecah madura memiliki beban maksimum yang hanya mencapai 69 KN dengan kuat lentur 8343,63Kg cm. Hal ini disebabkan pada perhitungan momen nominal balok, balok beton campuran batu pecah jawa memiliki mutu beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan balok beton campuran batu pecah madura, dengan begitu mutu beton mempengaruhi kemampuan balok beton dalam menahan beban runtuh (Pn).

Analisa Perhitungan Keruntuhan Awal (Pcr) dan Beban Maksimum (Pn)

Selain pengamatan juga dilakukan analisa perhitungan untuk menentukan keruntuhan awal / beban kritis terjadi, dan beban maksimum disaat keruntuhan lentur terjadi didapat hasil perhitungan sebagai berikut ;

Tabel 4. Hasil perhitungan menentukan Pcr dan Pn

ANALISA PENAMPANG BALOK BETON BERTULANG BATU PECAH JAWA UMUR 28 HARI Penentuan Retak Awal (Pcr) Dan P Runtuh (Pn)		
Analisa	Satuan	Batu Pecah Jawa Umur 28 Hari
		1
f_c	Mpa	253.4
f_y	Mpa	240
A_s	cm ²	3.14
b	cm	15
h	cm	15
d	cm	11.5
w_c	kg/m ³	4245
E_s	Mpa	200000
$E_c = 0,043 \times w_c^{1.5} \times \sqrt{f_c}$	Mpa	189316.428
$n = E_s/E_c$		1.056
$y = \frac{(\frac{bh^2}{2}) + (n-1) \times A_s \times d}{bh + (n-1) \times A_s} =$	cm	7.503
$I_{gt} = \frac{bh^3}{12} + bh \times (y - \frac{h}{2})^2 + (n-1) \times A_s \times (d - y)^2 =$	cm ⁴	331.413
$y_t = 20 - y =$		12.497
$f_r = 0,85 \times 7,5 \sqrt{f_c} =$	Mpa	101.481
$M_{cr} = I_{gt} \times \frac{f_r}{y_t} =$	Kgcm	2691.241
$\rho_{akt} = \frac{A_s}{b \times d} =$		0.018
$\rho_b = \frac{0,85 \times f'c \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)} =$		0.545
$0,85 \times f'c \times b \times a = A_s \times f_y$		
$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'c \times b} =$	cm	0.233
momen Nominal Balok		
$M_n = A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2}) =$	Kg cm	9057.478
Beton Saat Terjadi Pada Retak Awal Balok		
$\frac{1}{2} P_{cr} = \frac{M_{cr}}{a}$	Kg	23075.89
$P_{cr} =$		
Beban Saat Balok Runtuh		
$\frac{1}{2} P_n = \frac{M_n}{a}$	Kg	77662.82
$P_n =$		

Perbandingan hasil perhitungan Pcr dan Pn antara balok beton bertulang yang menggunakan campuran beton dengan agregat kasar jawa dan agregat kasar madura , disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Perbandingan keruntuhan awal/beban kritis (Pcr) dan Keruntuhan Lentur/beban maksimum

Kode Sampel	Jenis Keruntuhan	Perhitungan	Pengamatan
Balok Madura	Keruntuhan Awal (Pcr)	23 KN	35 KN
	Balok Runtuh (Pn)	76 KN	69 KN
Balok Jawa	Keruntuhan Awal (Pcr)	23 KN	34 KN
	Balok Runtuh (Pn)	78 KN	75 KN

Dari tabel dapat dilihat secara keseluruhan bahwa dari segi kekuatan balok beton bertulang, perbandingan antara beban yang diterima oleh dua buah benda uji, untuk balok batu pecah madura dari hasil perhitungan nilai (Pcr) didapat 23 KN, dan untuk hasil pengamatan nilai (Pcr) didapat 35 KN, untuk nilai beban maksimum (Pn) hasil perhitungan didapat 76 KN, dan untuk hasil pengamatan didapat 69 KN lebih kecil dari hasil perhitungan. Untuk balok uji batu pecah jawa dari hasil perhitungan nilai (Pcr) didapat 23 KN, untuk hasil pengamatan didapat 34 KN lebih besar dari hasil perhitungan, untuk nilai beban maksimum (Pn) hasil perhitungan didapat 78 KN, dan untuk hasil pengamatan didapat 75 KN, untuk itu dari hasil perhitungan dan pengamatan beban yang diterima dari awal terjadinya keruntuhan (Pcr) sampai terjadinya beban maksimum (Pn) keruntuhan pada balok, dapat dilihat bahwa pada keruntuhan lentur beban maksimum didapat selisih yang signifikan antara perhitungan dan pengamatan dikarenakan pada keruntuhan lentur ini retak awal yang terjadi pada sangat halus sehingga mempengaruhi hasil pengamatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang kami lakukan selama di laboratorium Beton dengan campuran batu pecah Jawa ternyata memiliki beban maksimum lebih tinggi dari pada beton campuran batu pecah Madura, dengan batu pecah jawa yang mencapai beban maksimum 75KN dengan momen nominal (kuat lentur) 9057,478 Kg/cm, dari pada balok beton campuran batu pecah madura yang hanya mencapai beban maksimum 69KN dengan momen nominal (kuat lentur) 8931,093 Kg/cm, Hal ini terjadi pada umur 28 hari. Balok beton campuran batu pecah Jawa memiliki kuwalitas lebih tinggi menahan kuat lentur di bandingkan batu pecah Madura.

Daftar Pustaka

- Buku Peraturan SK. SNI. T – 15 – 1990 – 03. (1990)*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal*. Jakarta
- Peraturan American Society for Testing Materials (ASTM) C 33-93. (1993). *Standard Spesification for Concrete Aggregates*.
- Setyanegara, Evan & Stefanus, Adhitya S. *Kinerja Kuat Lentur Pada Balok Beton Dengan Pengekang Jaring – Jaring Nylon*.
- Cahyono, Bagus (2011). *Kajian kuat lentur beton kertas (papercrete) dengan bahan tambah serat nylon*.
- Fauzi, Ahmad (2013). *Pengaruh penggunaan batu pecah madura dan batu pecah jawa terhadap kuat tekan beton*.
- Supriyatna, Yatna. (2007). *Analisa kuat lentur pada beton K-300 Yang dicampur dengan tanah kohesif*.
- Irwanto, Taurina Jemmy (2006). *Pengaruh Penambahan fly ash Terhadap Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulang Tanpa Tulangan Geser Beragregate Pumice (batu apung)*.