

Pengaruh Limbah Batu Bata Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Mutu Kuat Tekan Beton

Dewi Ayu Sofia¹, Putri Anabela Shafira², Haadi Kusumah³

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Sukabumi, Sukabumi 43132

E-mail: dewiayusofia@polteksmi.ac.id

E-mail: putrianabela.shafira@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi 43113

E-mail: haadikusumah@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pengerjaan proyek konstruksi bangunan, biasanya sering ditemukan limbah batu bata yang tidak dimanfaatkan kembali. Dengan adanya limbah tersebut maka aktivitas pembangunan seringkali terganggu. Oleh karena itu, limbah batu bata perlu dimanfaatkan dalam proses konstruksi agar tidak terbuang begitu saja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh limbah batu bata yang dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus pada proses pembuatan beton. Dalam penelitian ini terlebih dahulu dirancang *mix design* dengan mengacu pada SNI 03-2834-2004. Kemudian dilakukan pencampuran beton, pemeriksaan beton segar, pembuatan benda uji, dan pemeriksaan beton keras. Sampel beton dibuat sebanyak 30 buah dengan menggunakan cetakan kubus. Penggantian sebagian pasir dengan limbah batu bata dilakukan sebanyak 5 variasi, yakni dengan persentase bahan pengganti sebesar 0%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Setiap variasi berjumlah 3 sampel untuk dilakukan pengujian pada 14 hari dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai kuat tekan beton rata-rata pada BB 12% baik pada umur 14 hari maupun 28 hari. Dengan demikian, nilai persentase maksimal limbah batu bata yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir yaitu 9 %.

Kata Kunci

Limbah batu bata, kuat tekan beton, agregat halus, *mix design*, konstruksi

1. PENDAHULUAN

Batu bata merupakan salah satu material konstruksi pembangun dinding yang banyak digunakan. Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50%-60%, pasir sekitar 35%-50% dan air secukupnya [1]. Pada suatu proyek pembangunan sering ditemukan sisa batu bata yang tidak digunakan dan menjadi limbah. Limbah tersebut menumpuk sehingga mengganggu mobilitas dan estetika pada lokasi proyek. Untuk mengurangi limbah ini, solusi yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan kembali sisa batu bata sebagai material bahan konstruksi bangunan lain yang ramah lingkungan.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait pemanfaatan batu bata untuk mengganti bahan material konstruksi bangunan, khususnya beton telah dilakukan. Pada penelitian [2], batu bata dijadikan sebagai bahan pengganti agregat kasar dan agregat

halus. Hasilnya menunjukkan bahwa beton dengan penggantian agregat ini memiliki karakteristik yang mirip dengan beton agregat alami, dengan syarat persentase pengantiannya dibatasi masing-masing 25% dan 50% untuk agregat kasar dan halus. Selain itu, penelitian [3] juga memanfaatkan batu bata hancur untuk menggantikan agregat alami, dengan hasil batu bata dapat digunakan sebagai pengganti parsial agregat alami pada beton tanpa mengurangi sifat beton. Pada penelitian [4] dilakukan studi eksperimental dengan membandingkan pengaruh penggantian agregat kasar alami dengan agregat beton daur ulang serta batu bata daur ulang. Hasil percobaan menunjukkan bahwa beton dengan agregat kasar yang berasal dari beton daur ulang atau batu bata memiliki efektivitas untuk meningkatkan kuat tekan jika digunakan gradasi agregat yang optimal. Kemudian pada penelitian [5], limbah batu bata dimanfaatkan secara komprehensif sebagai agregat kasar, halus

dan bubuk/debu. Bubuk/debu batu bata yang halus dijadikan sebagai bahan pengganti semen. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa penggunaan agregat daur ulang dan debu yang terbuat dari batu bata tahan terhadap panas, hemat dari segi biaya dan berperan positif dari segi lingkungan. Selain dapat digunakan sebagai bahan pengganti pada pembuatan beton, batu bata juga dapat dimanfaatkan sebagai semen merah pada campuran mortar [6].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa limbah batu bata dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen dan agregat, baik kasar maupun halus pada pembuatan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah batu bata sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap mutu kuat tekan beton. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat pada penggunaan limbah batu bata yang hanya digunakan untuk mengganti agregat halus saja.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan untuk memperoleh tujuan akhir dari penelitian adalah sebagai berikut ini.

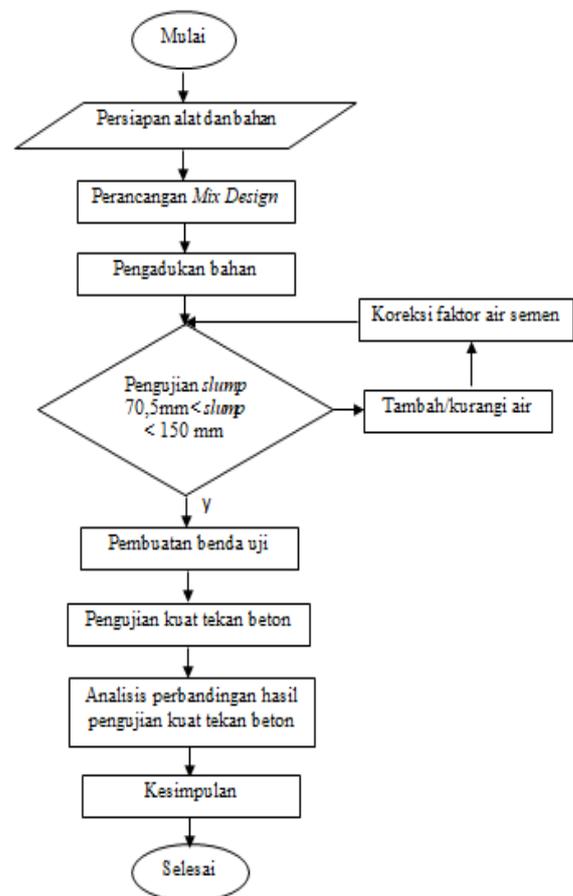
1. Melakukan persiapan alat dan bahan yang diperlukan pada saat proses penelitian. Alat yang digunakan antara lain sebagai berikut: cetakan kubus 15 cm x 15 cm, 1 set alat uji *slump*, alat pengaduk lengkap dengan alasnya, mesin tekan dan timbangan. Untuk bahan yang dibutuhkan antara lain agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir dan juga limbah batu bata yang telah dihaluskan), semen dan air.
2. Melakukan perancangan campuran beton (*mix design*).
3. Melakukan pengadukan bahan hasil perancangan *mix design*.
4. Melakukan pemeriksaan kualitas beton segar dengan pengujian *slump*. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan pada SNI-1972-1990.
5. Melakukan pembuatan atau pencetakan benda uji dari beton segar yang telah memenuhi nilai *slump* yang telah ditentukan sebelumnya. Benda uji yang dibuat terdiri dari beton normal dan beton dengan campuran batu bata.
6. Melakukan pemeriksaan kualitas beton keras dengan hanya menguji kuat tekan

beton saja, yang dikarenakan oleh keterbatasan alat. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990.

7. Membandingkan hasil pengujian kuat tekan beton pada berbagai benda uji. Adapun bagan alir penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

2.2 Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton (*mix design*) pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2834-2004. Adapun langkah-langkah perencanaan beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2004 adalah sebagai berikut ini:



Gambar 1. Tahapan penelitian

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur tertentu.
2. Menghitung standar deviasi yang diperoleh dari pengalaman di lapangan selama beton diproduksi. Adapun rumus standar deviasi adalah sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Dimana:

- s = deviasi standar,
 X_i = kuat tekan beton yang dapat dari masing masing benda uji,
 \bar{x} = kuat tekan beton rata-rata.
3. Menghitung nilai tambah (*margin*) dengan menggunakan rumus:

$$M = 1,64 \times s_r$$

Dimana:

M = nilai tambah,

1,64 = tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%,

s_r = deviasi standar rencana.

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan berdasarkan rumus berikut:

$$f_{cr} = f'_c + M$$

$$f_{cr} = f'_c + 1,64s_r$$

Dimana:

f_{cr} = kuat tekan yang ditargetkan,

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan.

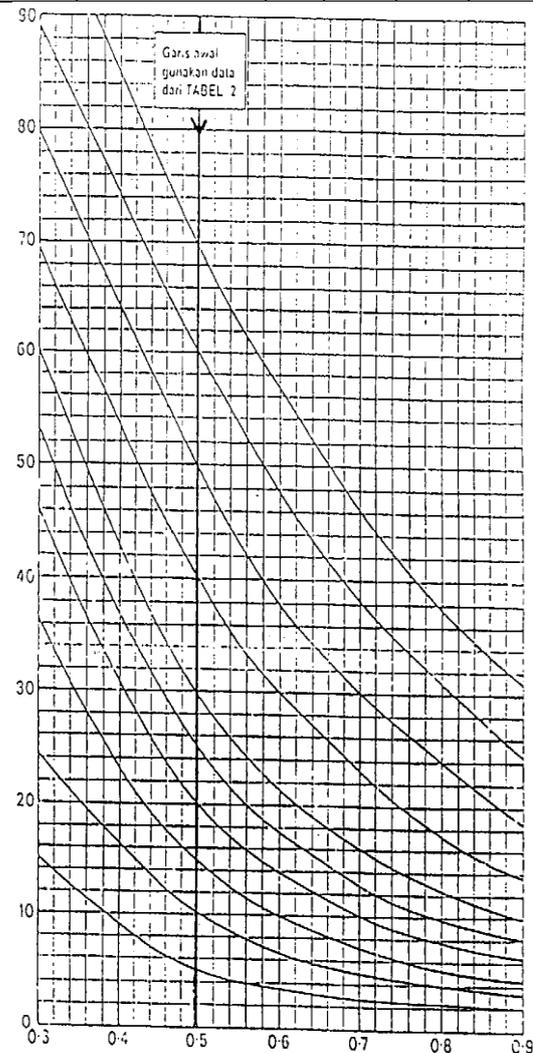
5. Menentukan jenis semen yang akan digunakan. Pada penelitian ini akan digunakan semen Tipe I. Berdasarkan ketentuan menurut SK SNI T-15-1990, semen Tipe I adalah semen yang dalam penggunaannya tidak secara khusus (pemakaian secara umum). Biasanya digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus. Agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan, seperti pasir atau koral dan dipecahkan.
7. Menentukan faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan berdasarkan pada hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen. Nilai tersebut diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Jika tidak tersedia data hasil penelitian, maka dapat dipergunakan Tabel 1 untuk memperkiraan kuat tekan beton sesuai umur berdasarkan jenis semen dan agregat kasar yang digunakan. Setelah itu, dengan menggunakan grafik pada Gambar 2, dapat ditarik hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air semen.

Tabel 1. Perkiraan kuat tekan beton (Mpa) dengan faktor air semen 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan Beton (MPa)			
		Umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, V	Alami (Krikil)	17	23	33	40
	Buatan (Batu Pecah)	19	27	37	45
III	Alami (Krikil)	21	28	38	44
	Buatan (Batu Pecah)	25	33	44	48

(2)

(3)



Gambar 2. Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder 150 mm x 150 mm x 150 mm)

8. Menentukan faktor air semen maksimum berdasarkan Tabel 2. Jika nilai faktor air semen yang telah ditentukan sebelumnya lebih kecil dari yang nilai faktor air maksimum, maka yang digunakan adalah yang terendah.
9. Menentukan nilai *slump* yang dikehendaki. Pada penelitian ini

ditentukan nilai slump antara 70,5 mm – 150 mm.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum. Agregat maksimum yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 mm.

Tabel 2. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum /m ³ Beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:	1. Keadaan keliling non-korosif	275 0,60
	2. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325 0,52
Beton di luar ruangan bangunan:	1. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 0,60
	2. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275 0,60
Beton masuk ke dalam tanah: Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55

11. Menentukan kadar air bebas berdasarkan komposisi agregat campuran dan dipisahkan antara agregat tak

dipecah/alami dengan dipecah. Adapun kadar air bebas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (4)$$

Dimana:

W_h = perkiraan jumlah air untuk agregat halus,

W_k = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar, yang ditentukan pada Tabel 3.

12. Menentukan jumlah atau kadar semen berdasarkan pembagian antara kadar air bebas dengan faktor air semen.

13. Menentukan persentase pasir berdasarkan grafik pada Gambar 3. Nilai persentase pada grafik diperoleh berdasarkan ukuran butir agregat maksimum, nilai *slump*, faktor air semen serta gradasi susunan butir.

14. Menentukan susunan butir agregat halus dan kasar berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Perkiraan kadar air bebas (kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton

<i>Slump</i> (mm)		0	10	30	60
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis Agregat	–	–	–	–
		10	30	60	180
10	Batu tak pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak pecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	150	175	190	205

Tabel 4. Batas-batas gradasi untuk agregat halus menurut *British Standard* (BS) [7]

Diameter Saringan	Persentase Berat yang Lolos Saringan			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
10 mm	100	100	100	100
4,8 mm	90-	90-	90-	95-

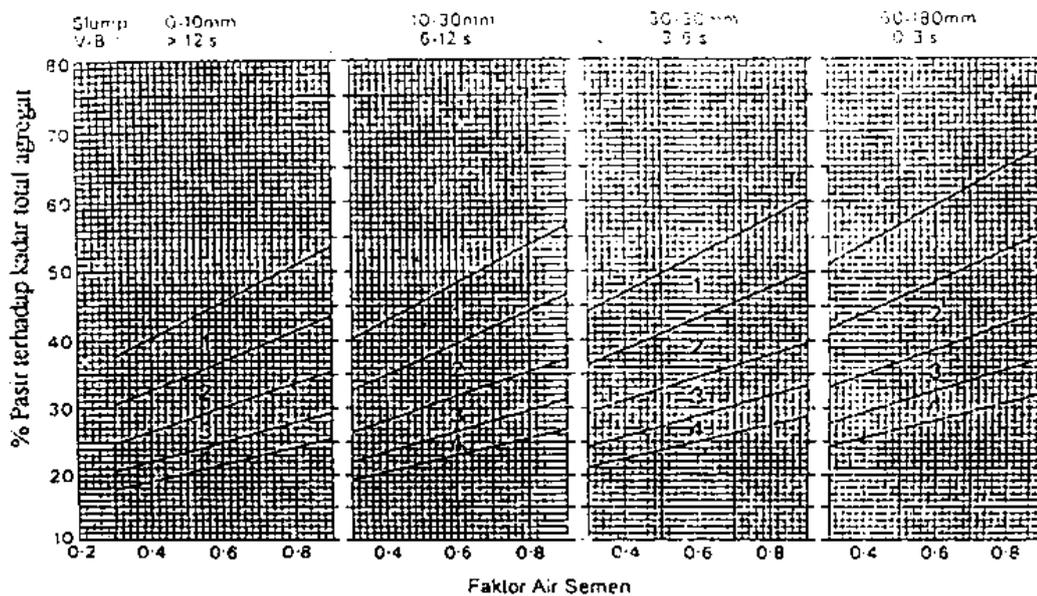
	100	100	100	100
2,4 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2 mm	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6 mm	15-34	35-39	60-79	80-100
0,3 mm	5-20	8-30	12-40	15-30
0,15 mm	0-10	0-10	0-10	0-15

15. Menentukan berat jenis relatif agregat yang diperoleh dari data hasil uji. Jika tidak tersedia, dapat dipakai nilai 2,5 untuk agregat tak dipecah dan 2,6 atau 2,7 untuk agregat dipecah. Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

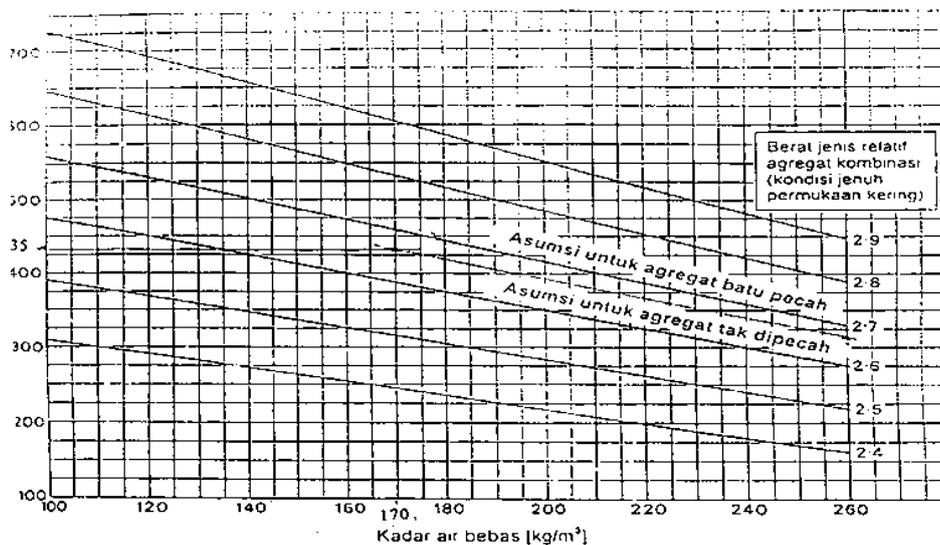
$$B_j \text{ camp} = \left(\frac{P}{100} \times B_j \text{ Agg. hls} \right) + \left(\frac{K}{100} \times B_j \text{ Agg. ksr} \right) \quad (5)$$

Dimana:
 $B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran,
 $B_j \text{ Agg. hls}$ = berat jenis agregat halus,
 $B_j \text{ Agg. ksr}$ = berat jenis agregat kasar,
 P = persentase agregat halus terhadap agregat campuran,
 K = persentase agregat kasar terhadap agregat campuran.

16. Menghitung berat isi beton berdasarkan grafik pada Gambar 4 yang merupakan hubungan antara kadar air bebas dan berat jenis relatif agregat gabungan.



Gambar 3. Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 4. Grafik perkiraan berat isi beton basah

17. Menghitung kadar agregat gabungan yang merupakan selisih antara berat jenis beton dengan jumlah kadar air semen dan kadar air bebas.
18. Menghitung kadar agregat halus yang merupakan perkalian antara persen pasir dengan agregat gabungan.
19. Menghitung kadar agregat kasar yang merupakan selisih antara kadar agregat gabungan dengan kadar agregat halus.
20. Menghitung koreksi proporsi campuran apabila agregat tidak dalam kondisi kering. Proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran tersebut paling sedikit dilakukan satu kali dalam sehari dan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (7)$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (8)$$

Tabel 5. Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar Untuk Beton Normal [7]

Kelas dan Mutu Beton	Bejana Rudeloff Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 2 mm (persen)		Mesin Los Angeles Maksimum bagian yang hancur menembus ayakan 1,7 mm (persen)
	Ukuran butir 19-30 (mm)	Ukuran butir 9,5-19 (mm)	
Kelas I Mutu B0 dan B1	30	32	50
Kelas II Mutu K-125 (fc'=10 MPa) Sampai K-255 (fc'=20 MPa)	22	24	40

Kelas III Mutu diatas K-255 (fc'=20 MPa)	14	16	27

Dimana:

B = jumlah air,

C = jumlah agregat halus,

D = jumlah agregat kasar,

C_a = absorpsi air pada agregat halus (%),

D_a = absorpsi agregat kasar (%),

C_k = kandungan air dalam agregat halus (%),

D_k = kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.3 Pengadukan/Pencampuran Bahan

Setelah perancangan *mix design* dilakukan, bahan yang dibutuhkan disiapkan, selanjutnya dilakukan proses pencampuran/pengadukan hingga homogen dan menghasilkan beton segar. Pada penelitian ini, pengadukan dilakukan dengan menggunakan tangan. Hal ini dikarenakan beton yang akan dibuat jumlahnya tidak banyak.

2.4 Pemeriksaan Beton Segar

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan, serta tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisah kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisah air dan semen dari adukan). Pengujian beton segar yang dilakukan pada penelitian ini, hanya uji *slump* saja. Tujuan dari uji *slump* ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kemudahan beton dikerjakan. Pengujian *slump* mengacu pada SNI-1972-1990.

2.5 Pembuatan Benda Uji

Beton yang telah lolos uji *slump* selanjutnya akan dicetak pada cetakan kubus yang telah diolesi oleh oli. Pada proses pencetakan ini dilakukan juga pemadatan dengan menggunakan tongkat baja untuk menghindari beton berongga. Benda uji yang telah selesai dibuat dibiarkan mengeras hingga 24 jam dalam suhu ruangan untuk kemudian dilakukan perawatan. Salah satu

perawatan beton dalam pengujian laboratorium adalah perendama. Maksud direndam adalah untuk perawatan menjaga kelembaban beton selama proses kimia pengikatan semen.

2.6 Pemeriksaan Beton Keras

Pemeriksaan kualitas beton keras diantaranya meliputi kuat tekan beton, modulus elastisitas, permeabilitas serta densitas. Namun dengan alasan ketersediaan alat dan untuk mengefisienkan waktu, maka pemeriksaan yang dilakukan hanya kuat tekan beton saja. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk membandingkan kuat tekan hasil pengujian dengan kuat tekan rencana yang sesuai dengan standarisasi, dan melakukan koreksi terhadap rancangan campuran. Pengujian kuat tekan beton ini mengacu pada SNI 03 – 1974 – 1990.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Campuran Beton

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan perancangan campuran beton. Hasil ini diperoleh sesuai dengan tahapan yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun hasil perhitungan campuran beton sesuai dengan metode SNI 03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada penelitian ini, sampel beton dibuat sebanyak 30 buah dengan menggunakan cetakan kubus ukuran panjang 150 mm, lebar 150 mm dan tinggi 150 mm. Penggantian sebagian pasir dengan limbah batu bata dilakukan sebanyak 5 variasi, yakni dengan persentase bahan pengganti sebesar 0%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Setiap variasi berjumlah 3 sampel untuk dilakukan pengujian pada 14 hari dan 28 hari.

Tabel 2. Hasil perhitungan campuran beton

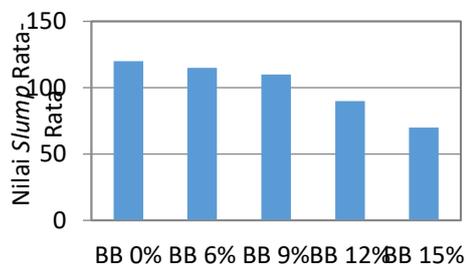
No	Uraian	Tabel/Grafik/Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan	30 Mpa pada 28 hari (benda uji kubus)
2	Deviasi Standar	Tidak ada	Tidak ada
3	Nilai tambah (margin)	Ditetapkan	12 Mpa
4	kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+3	$24,61+12 = 36,61$ Mpa
5	Jenis agregat : kasar	Ditetapkan	Batu pecah
	Halus	Ditetapkan	Alami
6	Faktor air semen bebas	Tabel 1, Gambar 2	0,5 (ambil nilai yang terkecil)
7	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60
8	<i>Slump</i>	Ditetapkan	<i>Slump</i> 70,5 – 150 mm
9	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
10	Kadar air bebas	Tabel 3	205 kg/mm ³
11	Kadar semen	11 : 7	410 kg/m ³
12	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	$205 : 0,5 = 410$ kg/m ³
13	Kadar semen minimum	Tabel 2	275 kg/m ³
14	Faktor air semen yang disesuaikan	Diabaikan	-
15	Susunan besar butir agregat halus	Tabel 4	Daerah gradasi susunan butir 2
16	Susunan besar butir agregat kasar	Tabel 5	Maksimum 20 mm
17	Persen agregat halus	Gambar 3	42%
18	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Rumus 5	2,56
19	Berat isi beton	Gambar 4	2325 kg/m ³

20	Kadar agregat gabungan	19-11-10	2325 – 410 – 205 = 1710 kg/m ³
21	Kadar agregat halus	20-17	1710x42% = 718,2 kg/m ³
22	Kadar agregat kasar	19-21	1710 – 718,2 = 991,8 kg/m ³
23	Proporsi campuran Tiap campuran uji m ³	Semen (Kg)	446
		Air (Kg/lt)	205
		Agregat Halus (Kg)	718,2
		Agregat Kasar (Kg)	991,8
24	Banyaknya bahan untuk setiap m ³	Semen (kg)	446
		Air (kg/lt)	225,869
		Agregat Halus (Kg)	719,349
		Agregat Kasar (Kg)	969,782

3.2 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut Abram, yakni kerucut terpancung dengan ukuran diameter bawah 20 cm, atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata *slump* campuran BB 0%, BB 6%, BB 9%, BB 12% dan BB 15% berturut-turut adalah 120 mm, 115 mm, 110 mm, 90 mm dan 70 mm. Dari hasil tersebut, didapatkan bahwa nilai *slump* semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin banyak campuran batu bata yang mengganti pasir maka semakin kental campuran betonnya. Oleh karena itu, beton dengan penggantian sebagian pasir dengan batu bata memiliki *workability* yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Namun begitu, nilai *slump* rata-rata untuk seluruh variasi masih memenuhi *slump* rencana yaitu 70,5 – 150 mm.

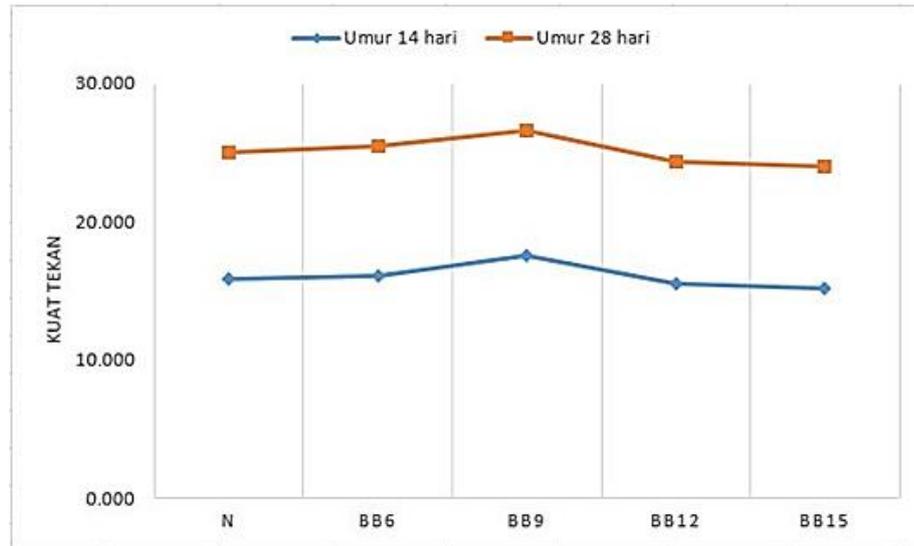


Gambar 5. Hasil rata-rata uji *slump*

3.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani gaya tekan tertentu. Kuat tekan mengidentifikasi mutu sebuah struktur dimana semakin tinggi mutu struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula kuat tekan yang dihasilkan. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai kuat tekan rata-rata beton pada umur 14 hari untuk BB 0%, BB 6%, BB 9%, BB 12% serta BB 15% berturut-turut sebesar 15862 N/mm², 16108 N/mm², 17584 N/mm², 15493 N/mm², serta 15124 N/mm². Pada umur 28 hari, diperoleh kuat tekan beton rata-rata untuk masing-masing variasi BB 0%, BB 6%, BB 9%, BB 12% serta BB 15% yaitu sebesar 24961 N/mm², 25453 N/mm², 26560 N/mm², 24347 N/mm² serta 23,978 N/mm². Dari Gambar 6, dapat terlihat bahwa nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan, namun menurun pada BB 12% baik pada umur 14 hari maupun 28 hari. Oleh karena itu, persentase material limbah batu bata sebagai pengganti sebagian pasir maksimal hanya dapat digunakan sebesar 9%. Hasil serupa juga terjadi pada penelitian sebelumnya [2]-[5], dimana penggantian agregat dengan batu bata harus dibatasi agar diperoleh mutu kuat tekan beton yang baik. Namun begitu, hasil pengujian masih memenuhi beton rencana yang disyaratkan yakni 24,61 Mpa dengan hasil maksimal pada BB 9% sebesar 26560 N/mm².



Gambar 6. Hasil pengujian rata-rata kuat tekan beton

4. KESIMPULAN

Analisis pengaruh limbah batu bata sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap mutu kuat tekan beton telah berhasil dilakukan pada penelitian ini. Pengujian nilai kuat tekan beton dilakukan pada umur 14 hari dan umur 28 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat kenaikan nilai kuat tekan beton rata-rata pada BB 12% baik pada umur 14 hari maupun 28 hari. Dengan demikian, nilai persentase maksimal limbah batu bata yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir yaitu 9 %. Dengan memanfaatkan limbah batu bata pada pembuatan beton, maka diharapkan dapat menghasilkan konstruksi yang lebih ramah lingkungan dengan kualitas yang tidak jauh berbeda. Penelitian lebih lanjut diperlukan terhadap penggantian sebagian agregat halus dengan batu bata agar didapat nilai persentase yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Suseno, "Bahan Bangunan untuk Teknik Sipil". Bargie Media, Malang.
- [2] F. Debieb, S. Kenai, "The Use of Coarse and Fine Crushed Bricks as Aggregate in Concrete". *Construction and Building Materials*, vol. 22, no. 5, pp. 886-893, May 2008.
- [3] P.B. Cachim, "Mechanical Properties of Brick Aggregate Concrete". *Construction and Building Materials*, vol. 23, no. 3, pp. 1292-1297, March 2009.
- [4] C. Zheng, C. Lou, G. Du, X. Li, Z. Liu, L. Li, "Mechanical Properties of Recycled Concrete with Demolished Concrete Aggregate and Clay Brick Aggregate". *Results in Physics*, vol. 9, pp. 1317-1322, June 2018.
- [5] A. A. Aliabdo, M.A. Elmoaty, H.H. Hasan, "Utilization of Crushed Clay Brick in Concrete Industry". *Alexandria Engineering Journal*, vol. 53, no. 1, pp. 151-168, March 2014.
- [6] S. Nurlina, T. Hidayat, H. Suseno, E.M. Karisma, "Pengaruh Penggunaa Limbah Batu Bata sebagai Semen Merah terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Mortar". *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 136-141, Juni 2014.
- [7] K. Tjokrodimulyo, "Teknologi Beton", Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta