

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN PENYUSUN PENGGANTI PADA BETON

As'at Pujiyanto¹, Restu Faizah¹, Acep Widiyanto¹, Tri Ananda Putra¹, Hakas Prayuda¹ dan Fadhila Firdausa²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, email: pujiyantoasat@umy.ac.id

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, email: fadhilafirdausa@polsri.ac.id

Abstrak: Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan baik di dunia maupun di Indonesia. Bahan penyusun beton yang terdiri dari semen, air, agregat halus dan agregat kasar sangat mudah diperoleh. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah bangunan sebagai material recycle yang dapat dimanfaatkan sebagai material penyusun beton. Bata ringan merupakan salah satu material yang digunakan untuk mengisi dinding sebagai komponen non-struktural. Limbah bata ringan yang sudah tidak digunakan dimanfaatkan kembali sebagai bahan tambah penyusun beton. Pada penelitian ini terdiri dari dua pemeriksaan utama yaitu limbah bata ringan sebagai agregat kasar dengan variasi ukuran maksimal agregat yaitu 16 mm, 22,4 mm dan 25 mm. sedangkan pemeriksaan kedua yaitu limbah bata ringan sebagai pengganti semen dengan variasi campuran sebesar 5%, 10% dan 15% dan berat binder. Pengujian sifat beton yang dilakukan terdiri dari slump test dan kuat tekan. Slump test digunakan untuk memeriksa workability beton segar sedangkan kuat tekan digunakan untuk memeriksa kapasitas tekannya. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah konstruksi secara optimal dan dapat digunakan kembali sebagai material penyusun beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agregat kasar limbah bata ringan dengan variasi ukuran maksimal 16 mm memperoleh kuat tekan tertinggi. Sedangkan pada pemanfaatan limbah bata ringan sebagai material pengganti semen menghasilkan kuat tekan tertinggi dengan variasi 5%.

Kata-kata kunci: limbah bata ringan, agregat kasar, kuat tekan, recycle materials

Abstract: Concrete is one of the most widely used construction materials both in the world and in Indonesia. Concrete constituent materials consisting of cement, water, fine aggregate and coarse aggregate are very easy to obtain. In this study, using building waste as a recycle material that can be used as a concrete constituent material. Lightweight brick is one of the materials used to fill walls as a non-structural component. Light brick waste that is no longer used is reused as an added material for making concrete. This study consisted of two main examinations, namely lightweight brick waste as coarse aggregate with a maximum size variation of 16 mm, 22.4 mm and 25 mm. while the second examination was light brick waste as a substitute for cement with a mixture variation of 5%, 10% and 15% and the weight of the binder. The test of concrete properties consisted of slump test and compressive strength. Slump test is used to check the workability of fresh concrete while the compressive strength is used to check its compressive capacity. Through this research, it is hoped that construction waste can be utilized optimally and can be reused as a concrete constituent material. The results showed that the coarse aggregate of lightweight brick waste with a maximum size variation of 16 mm obtained the highest compressive strength. While the use of lightweight brick waste as a cement substitute material produces the highest compressive strength with a variation of 5%.

Keywords: lightweight brick waste, coarse aggregate, compressive strength, recycle materials

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material komposit yang tersusun atas campuran semen, air, agregat kasar dan agregat halus. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak diminati karena bahan utama yang digunakan sangat mudah ditemukan di berbagai daerah serta harganya yang relative terjangkau. Beton juga dikenal sebagai salah satu material yang durable, artinya dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. Pada

sisi yang berbeda, beton juga memiliki beberapa kelemahan. Berdasarkan bahan penyusunnya, semen merupakan komponen utama sebagai material pembuatan beton. Semen merupakan bahan perekat yang menyebabkan semua material menjadi satu kesatuan yang solid. Namun demikian, proses manufaktur semen sangat dikenal sebagai salah satu penyebab polusi udara yang cukup tinggi. Proses pengolahan beton termasuk manufaktur beton diperkirakan melepas 8% karbon dioksida ke atmosfer pada tahun 2019 (Wesseling dan Vooren, 2016). Danish dkk. (2019) menjelaskan apabila beton merupakan sebuah negara, beton merupakan negara ketiga tertinggi didunia berkontribusi melepaskan emisi karbon ke atmosfer. Tentunya permasalahan ini membutuhkan solusi dan inovasi sehingga dapat mengurangi karbon dioksida yang dihasilkan pada manufaktur beton.

Pada umumnya, sebuah konstruksi sipil terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian struktur yang berfungsi untuk menahan beban dan bagian non-struktur yang memiliki fungsi khusus sesuai kebutuhannya. Selain itu, konstruksi sipil juga memiliki masa layan yang terbatas sehingga setelah melewati masa layannya, konstruksi perlu dievaluasi hingga akhirnya diruntuhkan. Tentunya hasil dari proses tersebut meninggalkan limbah yang cukup banyak dan tidak digunakan kembali. Salah satu limbah yang paling banyak yang tidak dimanfaatkan kembali berupa limbah pasangan dinding pada konstruksi gedung. Pasangan dinding biasanya menggunakan material dari susunan bata merah, bata beton dan bata ringan. Beberapa tahun terakhir, bata ringan sangat banyak digunakan sebagai penyusun dinding karena sifatnya yang ringan serta ukurannya yang lebih fleksibel. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah bata ringan sebagai salah satu penyusun beton. Pemanfaatan limbah ini dibagi menjadi dua bagian utama yaitu sebagai agregat kasar serta sebagai pengganti semen. Bata ringan pada umumnya diproduksi menggunakan campuran pasir kwarsa, semen, kapur, air, gypsum dan aluminium pasta.

Pemanfaatan limbah bata ringan sebagai material pengganti agregat pada beton memang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Kurniawan dkk (2020) melakukan penelitian mengenai uji kuat tekan dan absorpsi pada beton ringan dengan penambahan limbah bata ringan dan bubuk talek. Limbah bata ringan digunakan sebagai material pengganti pasir mampu meningkatkan kuat tekan beton akan tetapi meningkatkan nilai absorpsi pada beton. Susanto dkk (2020) juga melakukan kajian mengenai beton ringan dengan menggunakan semen slag dan limbah bata ringan sebagai agregat kasar. Hasil menunjukkan bahwa berat jenis beton dengan kadar limbah yang tinggi lebih rendah dari beton dengan menggunakan agregat kasar normal serta kuat tekan yang diperoleh berkisar 6,16 MPa sampai 13,82 MPa.

Pada penelitian ini akan melakukan pengujian kuat tekan terhadap beton dengan memanfaatkan limbah bata ringan sebagai agregat kasar dan sebagai material pengganti semen. Selain pengujian kuat tekan, uji slump juga dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas beton segar dengan menggunakan recycle material. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah bata ringan sebagai material pengganti dalam pembuatan beton. Dengan demikian, apabila limbah bata ringan digunakan sebagai pengganti semen, maka penggunaan semen akan berkurang sehingga dapat mengurangi polusi udara dan pelepasan karbon dioksida. Selain itu, apabila lim-

bah bata ringan dapat digunakan sebagai agregat kasar diharapkan mampu mengurangi pertambangan batu alam sehingga dapat menjaga kondisi alam dengan lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua bagian utama yaitu menggunakan material limbah batu bata sebagai pengganti semen (PS) dan sebagai agregat kasar (PA). Pada bagian limbah batu bata sebagai pengganti semen, terlebih dahulu limbah diolah menjadi serbuk yang lebih halus dengan ukuran lolos saringan nomor 200. Variasi yang digunakan yaitu 5% (PS5), 10% (PS10), dan 15% (PS15) terhadap berat binder. Agregat kasar yang digunakan pada bagian limbah sebagai pengganti semen merupakan agregat normal. Sementara pada pengujian kedua dengan pengaruh variasi ukuran agregat kasar menggunakan limbah bata ringan. Variasi yang digunakan adalah agregat kasar dengan ukuran maksimal 16 mm (PA16), 22,4 mm (PA22,4), dan 25 mm (PA25). Adapun proporsi campuran untuk masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel 1. Perhitungan perencanaan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode SNI 03-2834-2002 (BSN, 2002).

Material lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar yang terdiri dari agregat normal yang berasal dari Clereng, Yogyakarta dan Agregat limbah bata ringan. Selain itu, agregat halus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Gunung Merapi, Yogyakarta. Pada Tabel 2 menunjukkan hasil sifat mekanik masing-masing agregat yang digunakan. Beberapa peneliti terdahulu juga telah ditemukan menggunakan agregat halus dan agregat kasar dari Yogyakarta (Prayuda dan Pujiyanto, 2018; Pujiyanto, dkk., 2019; dan Pratiwi, dkk., 2016). Semen yang digunakan pada penelitian ini berupa semen Portland Tipe 1 berdasarkan ASTM C150 (ASTM, 2020).

Tabel 1. Proporsi Campuran Beton untuk 1m³

Kode Spesimen	Material (kg/m ³)					
	Semen	Air	Agregat Kasar	Agregat Halus	Limbah pengganti semen	Limbah pengganti agregat kasar
PS5	388,77	203,71	1094,04	699,81	20,46	-
PS10	368,31	203,71	1094,04	699,81	40,92	-
PS15	347,85	203,71	1094,04	699,81	61,38	-
PA16	409,23	203,71	-	699,81	-	1094,04
PA22,4	409,23	203,71	-	699,81	-	1094,04
PA25	409,23	203,71	-	699,81	-	1094,04

Tabel 2. Sifat Mekanik Agregat Halus dan Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar (Normal)	Agregat Kasar (Limbah Bata)
Kadar Air (%)	6,04	0,67	5,63
Berat Jenis	2,70	2,69	1,05
Penyerapan Air (%)	1,60	1,13	55,90
Berat Satuan (g/cm ³)	1,54	1,49	0,91
Kadar Lumpur (%)	1,20	0,12	0,05
Keausan (%)	-	19,76	25,66

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tiga jenis yaitu pengujian slump yang bertujuan untuk mengetahui sifat beton segar dan tingkat workability nya. Sedangkan pada beton yang sudah mengeras dilakukan pengujian kuat tekan dan pengujian berat satuan. Benda uji untuk pengujian kuat tekan berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 03-1970-2008 (BSN, 2008) tentang metode pengujian kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 3,7 dan 28 hari. Metode curing yang digunakan yaitu water curing selama waktu tunggu pengujian. Hasil kuat tekan dan berat satuan merupakan hasil rata-rata dari tiga benda uji.

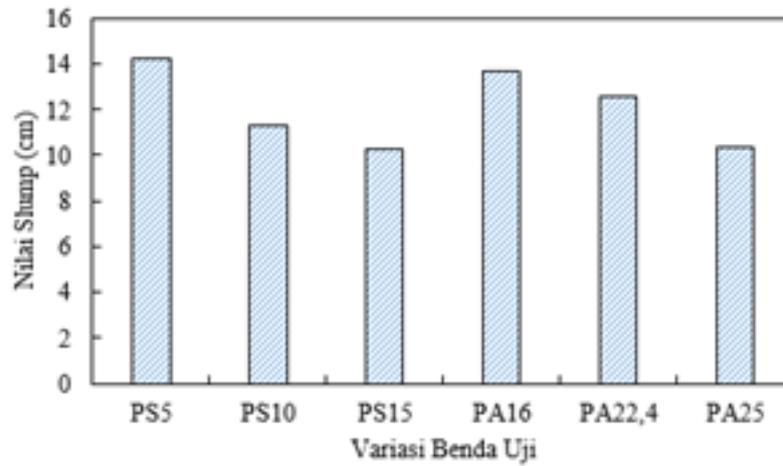
3. HASIL

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui sifat beton segar dengan variasi limbah bata sebagai pengganti semen maupun pengganti agregat kasar. Gambar 1 merupakan hasil pengujian slump pada masing-masing variasi. Pada jenis pengujian limbah bata ringan sebagai pengganti semen terlihat bahwa semakin bertambah jumlah limbah menunjukkan nilai slump semakin berkurang.

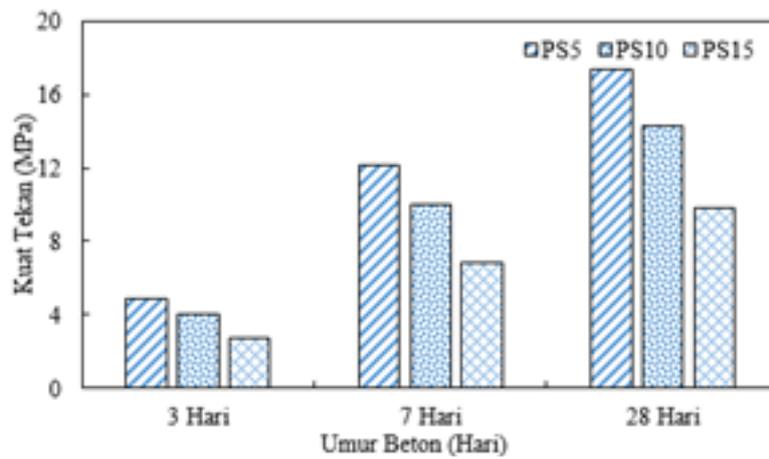
Hasil pengujian kuat tekan pada variasi limbah betons ebagai pengganti semen dapat ditemukan pada Gambar 2. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 3, 7 dan 28 hari. Pada seluruh umur pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambah komposisi limbah bata ringan sebagai pengganti semen, maka kuat tekan yang dihasilkan juga semakin berkurang.

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 3, 7 dan 28 hari untuk variasi limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar. Hasil menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh jauh lebih rendah dibandingkan variasi limbah bata ringan sebagai pengganti semen. Semakin bertambah ukuran agregat kasar menunjukkan kuat tekan semakin berkurang, meskipun kuat tekan yang dihasilkan antar variasi tidak berbeda signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa benda uji dengan variasi ukuran maksimal agregat 16 cm selalu memperoleh kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya.

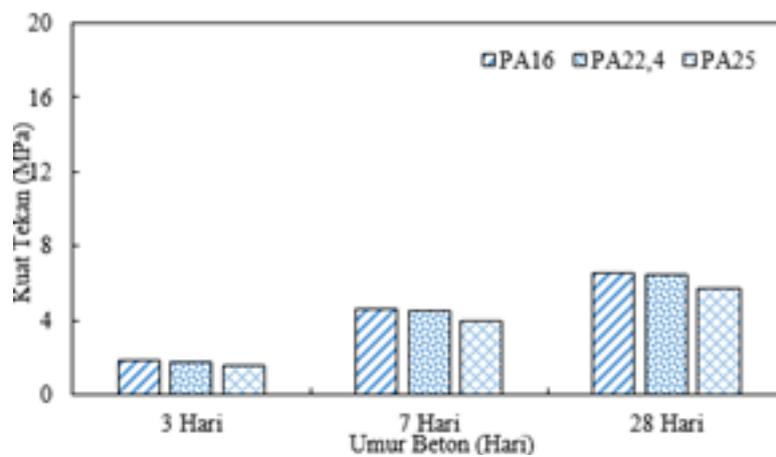
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah bata ringan lebih efektif apabila digunakan sebagai pengganti semen dibandingkan dengan pengganti agregat kasar. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apabila ingin menggunakan limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar secara parsial. Pengujian lainnya yang dilakukan adalah pemeriksaan berat satuan dengan hasil yang terlihat pada Gambar 4. Hasil pengujian berat satuan pada pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti semen berkisar antara 2350 sampai 2420 kg/m³ sedangkan dengan pemanfaatan limbah sebagai pengganti agregat kasar memperoleh berat satuan sebesar 1500 sampai 1600 kg/m³.



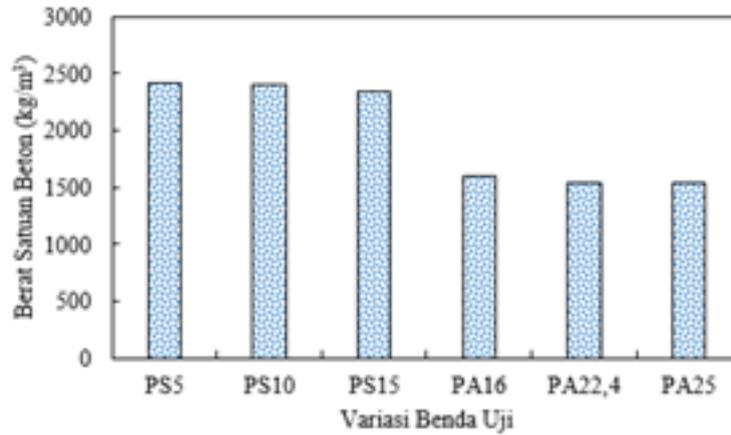
Gambar 1. Nilai Slump Masing-Masing Variasi



Gambar 2. Kuat Tekan Beton dengan Limbah Bata Ringan sebagai Pengganti Semen



Gambar 3. Kuat Tekan Beton dengan Limbah Bata Ringan sebagai Pengganti Agregat Kasar



Gambar 4. Berat Satuan Beton dengan Pemanfaatan Limbah Bata Ringan

4. PEMBAHASAN

Dari hasil Gambar 1 merupakan hasil pengujian slump pada masing-masing variasi. Pada jenis pengujian limbah bata ringan sebagai pengganti semen terlihat bahwa semakin bertambah jumlah limbah menunjukkan nilai slump semakin berkurang. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah bata ringan sebagai pengganti semen akan mengurangi workabilitas beton segar. Pada specimen PS5 menghasilkan nilai slump sebesar 14,27 cm, PS10 memperoleh nilai slump 11,33 cm dan PS15 menghasilkan nilai slump 10,30 cm. pengurangan nilai slump diindikasikan karena limbah serbuk bata ringan menyerap air. Ketika proses pengecoran sedang berlangsung, sehingga hal kebutuhan air menjadi semakin berkurang.

Pada pengujian slump untuk limbah sebagai pengganti agregat kasar menunjukkan bahwa PA16 memperoleh nilai slump sebesar 13,65 cm, sedangkan pada PA22,4 menghasilkan nilai slump sebesar 12,55 cm dan pada PA25 menghasilkan nilai slump sebesar 10,34 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambah ukuran agregat yang digunakan, maka nilai slump yang digunakan juga semakin berkurang. Semakin bertambahnya dimensi agregat menyebabkan permukaan agregat juga semakin luas. Pada pengujian sifat mekanik agregat kasar menunjukkan bahwa nilai penyerapan air pada agregat limbah bata ringan cukup tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran agregat maka semakin banyak air yang diserap oleh agregat limbah bata ringan pada saat proses pengecoran. Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi agregat kasar sebelum dilakukan pengecoran. Agregat kasar hendaknya sudah dalam kondisi kering jenuh permukaan secara keseluruhan sehingga tidak terjadi penyerapan air oleh agregat pada saat pengecoran.

Pada Gambar 2 Hasil pengujian kuat tekan pada variasi limbah betons sebagai pengganti semen. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 3, 7 dan 28 hari. Pada seluruh umur pengujian menunjukkan bahwa semakin bertambah komposisi limbah bata ringan sebagai pengganti semen, maka kuat tekan yang dihasilkan juga semakin berkurang.

Pada saat beton berumur 28 hari, variasi 5% (PS5) pengganti semen memperoleh kuat tekan sebesar 17,32 MPa, variasi 10% (PS10) menghasilkan kuat tekan sebesar 14,30 MPa, dan variasi 15% (PS15) memperoleh kuat tekan sebesar 9,82 MPa. Penurunan kuat tekan ini disebabkan berbedanya sifat antara semen dan limbah bata ringan. Semen akan bereaksi langsung dengan air dan mengeras selama setting time. Sedangkan limbah bata ringan bersifat possolan sehingga tidak langsung bereaksi dengan air atau tidak mengeras apabila langsung dicampurkan dengan air. Oleh sebab itu disimpulkan bahwa semakin bertambah jumlah limbah maka kuat tekan akan semakin rendah.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 3, 7 dan 28 hari untuk variasi limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar. Hasil menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh jauh lebih rendah dibandingkan variasi limbah bata ringan sebagai pengganti semen. Semakin bertambah ukuran agregat kasar menunjukkan kuat tekan semakin berkurang, meskipun kuat tekan yang dihasilkan antar variasi tidak berbeda signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa benda uji dengan variasi ukuran maksimal agregat 16 cm selalu memperoleh kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan variasi lainnya. Pada saat beton berumur 28 hari, variasi ukuran agregat maksimal 16 mm (PA16) memperoleh kuat tekan 6,55 MPa, sedangkan pada variasi ukuran maksimal agregat 22,4 mm (PA22,4) memperoleh kuat tekan sebesar 6,43 MPa, dan untuk variasi ukuran agregat maksimal 25 mm (PA25) memperoleh kuat tekan 5,72 MPa. Semakin besar ukuran agregat yang digunakan, maka pori yang dihasilkan pada beton juga semakin banyak karena lebih banyak area yang tidak terisi oleh pasta akibat dari besarnya ukuran agregat. Oleh sebab itu, kuat tekan yang dihasilkan juga akan semakin berkurang dibandingkan dengan benda uji yang menggunakan ukuran agregat yang lebih kecil.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah bata ringan lebih efektif apabila digunakan sebagai pengganti semen dibandingkan dengan pengganti agregat kasar. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apabila ingin menggunakan limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar secara parsial. Pengujian lainnya yang dilakukan adalah pemeriksaan berat satuan dengan hasil yang terlihat pada Gambar 4. Hasil pengujian berat satuan pada pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti semen berkisar antara 2350 sampai 2420 kg/m³ sedangkan dengan pemanfaatan limbah sebagai pengganti agregat kasar memperoleh berat satuan sebesar 1500 sampai 1600 kg/m³. Pemanfaatan limbah sebagai pengganti agregat kasar diindikasikan bahwa beton yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai beton ringan sedangkan pada pemanfaatan limbah sebagai pengganti semen, beton masih dikategorikan termasuk beton normal.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti semen dan agregat kasar maka dapat disimpulkan sebagai berikut:
a. Pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar maupun sebagai pengganti semen menyebabkan nilai workabilitas pada beton segarse semakin berkurang, namun demikian

- an pada penelitian ini masih memperoleh nilai slump yang cukup baik untuk beton normal.
- b. Pada pemanfaatan limbah sebagai pengganti semen menunjukkan bahwa semakin bertambah proporsi limbah maka kuat tekan yang dihasilkan semakin berkurang.
- c. Pada variasi ukuran agregat kasar limbah bata ringan menunjukkan bahwa semakin bertambahnya besar ukuran agregat, maka kuat tekan yang dihasilkan semakin berkurang namun tidak terlalu signifikan.
- d. Pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti semen lebih efektif dibandingkan sebagai pengganti agregat kasar karena kuat tekan yang dihasilkan lebih tinggi.
- e. Hasil pengujian berat satuan menunjukkan pemanfaatan limbah bata ringan sebagai pengganti agregat kasar dikategorikan sebagai beton ringan, sedangkan pemanfaatan limbah sebagai pengganti semen dikategorikan beton normal.

5. DAFTAR RUJUKAN

- ASTM International. (2020). C150/C150M-16: Standard Specification for Portland Cement, West Conshohocken, United States. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2002. SNI: 03-2834-2002: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2008. SNI: 03-1970-2008: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Jakarta, Indonesia.
- Danish, A., Salim, M. U., & Ahmed, T. (2019). Trends and Developments in Green Cement "A Sustainable Approach". *Sustainable Structures and Materials*, 2(1), 45-60.
- Kurniawan, K. D., Ridwan, A., & Cahyo, Y. (2020). Uji Tekan dan Arbsorpsi Pada Beton Ringan dengan Penambahan Limbah Bata Ringan dan Bubuk Talek. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil*, 3(1), 1-11.
- Pratiwi, S., Prayuda, H., & Saleh, F. (2016). Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Firbe Optic dan Pecahan KAcA. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 19(1), 55-67.
- Prayuda, H., & Pujiyanto, A. (2018). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi dan Agregat Kali Progo. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(1), 1-10.
- Pujiyanto, A., Prayuda, H., Zega, B. A., & Afriandini, B. (2019). Kuat Tekan Beton dan Nilai Penyerapan dengan Variasi Perawatan Perendaman Air Laut dan Air Sungai. *Semesta Teknika*, 22(2), 112-122.
- Susanto, A., Naibaho, P. R. T., & Puro, S. (2020). Kajian Beton Ringan Menggunakan Semen Slag dan Limbah Bata Ringan Sebagai Agregat Kasar. *Jurnal Pilar Profesi*, 1(1).
- Wesseling, J. H., & Vooren, A. V. D. (2016). Lock-in of Mature Innovation Systems, the Transformation Toward Clean Concrete in the Netherland. Center for Innovation Research and Competence the Learning Economy. Lund University.