

Pengaruh Limbah Beton Mutu Tinggi Sebagai Alternatif Campuran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Nama Penulis

Teguh Santoso¹, Januar Sasongko².

^{1,2}Universitas Yudharta, Pasuruan, Indonesia,
¹teguhsanth@gmail.com, ²januar@yudharta.ac.id

ABSTRACT

This study aims to evaluate the use of high-strength concrete waste (HSCW) as a coarse aggregate replacement and its effect on the compressive strength of concrete with a target strength of 32 MPa. Cylindrical specimens measuring 15 cm in diameter and 30 cm in height were used. HSCW was used in varying proportions: 25%, 50%, 75%, and 100%, with conventional concrete as the control. Each variation included nine specimens. The research employed an experimental approach. Results show that HSCW affects compressive strength. The control concrete reached 39.63 MPa. At 25% HSCW, strength increased to 40.73 MPa (2.78% gain), but declined at higher levels: 50% (40.19 MPa), 75% (36.66 MPa), and 100% (35.63 MPa), indicating a significant reduction at higher replacement rates.

Keywords: 32 Mpa Concrete, High-Strength Concrete Waste, Compressive Strength, Mixing Material, Coarse Aggregate.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan limbah beton mutu tinggi sebagai campuran agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan mutu 32 Mpa. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Beton dengan limbah beton mutu tinggi (LBMT) sebagai campuran agregat kasar dengan variasi 25%, 50%, 75%, dan 100% serta beton konvensional sebagai kontrol (beton pembanding) dengan jumlah benda uji sebanyak 9 buah per variasi. Dalam penelitian ini menggunakan konteks pendekatan eksperimen. Berdasarkan hasil analisa data, limbah beton mutu tinggi (LBMT) berpengaruh pada kuat tekan beton yang dibuktikan dengan kuat tekan beton normal sebesar 39,63 MPa, kemudian untuk penambahan LBMT pada variasi 25% (40,73 MPa) mengalami kenaikan sebesar 2,78%. Kemudian pada variasi 50% (40,19 MPa) kemudian pada variasi 75% (36,66 MPa) dan penambahan variasi 100% (35,63 Mpa) beton mengalami penurunan kuat tekan secara signifikan.

Kata kunci: Beton 32 Mpa, Limbah Beton Mutu Tinggi, Kuat Tekan, Bahan Campuran, Agregat kasar

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia karena sifatnya yang kuat, tahan lama, dan ekonomis (Neville, 2010). Seiring perkembangan teknologi material, berbagai inovasi dilakukan dalam pengembangan komponen penyusun beton, termasuk dalam pemanfaatan material alternatif yang ramah lingkungan. Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikaji adalah penggunaan limbah padat sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran

beton, dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam serta menekan dampak lingkungan akibat kegiatan konstruksi (Yahya & Boussabaine, 2004). Agregat kasar merupakan komponen utama dalam beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan penentu kekuatan mekanik beton, dengan proporsi mencapai $\pm 70\%$ dari volume total beton (Kosmatka et al., 2002). Agregat kasar dapat berasal dari sumber alami maupun hasil industri, seperti batu pecah dari pabrik pemecah batu. Namun, penambangan agregat secara masif menimbulkan permasalahan lingkungan, seperti kerusakan ekosistem dan degradasi lahan (Meyer, 2009). Oleh karena itu, pemanfaatan limbah beton hasil pembongkaran konstruksi sebagai alternatif agregat menjadi solusi yang semakin relevan dalam konteks pembangunan berkelanjutan. Limbah beton mutu tinggi (LBMT) yang dihasilkan dari industri beton atau proyek pembongkaran, memiliki sifat fisik dan mekanik yang relatif baik, seperti kekerasan, keausan, dan kekakuan, serta kandungan kimia yang serupa dengan agregat alami (Poon et al., 2004). Menurut Hardjasaputra dan Ciputera (2008), penggunaan agregat kasar dari limbah beton dapat menghasilkan kuat tekan beton sebesar 84%–86% dari beton konvensional, sehingga potensial untuk dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian atau seluruh agregat kasar dalam pembuatan beton struktural. Salah satu parameter utama dalam menilai mutu beton adalah kuat tekan, yaitu kemampuan beton menahan beban aksial tanpa mengalami kerusakan (SNI 03-1974-1990). Kuat tekan dipengaruhi oleh komposisi campuran, kualitas material penyusun, rasio air-semen, dan metode pengerasan. Beton mutu 32 MPa atau setara K-400 sering digunakan dalam berbagai proyek konstruksi karena menawarkan kekuatan dan durabilitas yang baik, meskipun memiliki kelemahan dari segi biaya dan bobot (ACI Committee 211, 2002). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah beton mutu tinggi sebagai pengganti sebagian atau seluruh agregat kasar terhadap kuat tekan beton mutu 32 MPa. Metode yang digunakan adalah pendekatan eksperimental, dengan variasi LBMT sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap agregat kasar. Sampel beton diuji kuat tekannya pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi praktis dan akademis bagi insinyur, kontraktor, serta peneliti dalam mengembangkan material beton yang lebih ramah lingkungan dan efisien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan eksperimen yang dilakukan di laboratorium PT. Wijaya Karya Beton Pasuruan pada tahun 2024. Penelitian ini menggunakan peraturan SNI, ASTM (American Society for Testing of Materials) serta ACI (American Concrete Institute). Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer (pemeriksaan sifat fisis agregat, pengujian sifat beton segar dan beton keras) dan sekunder (kajian pustaka). Pada penelitian ini, *mix design* mengacu pada SNI 2834-2000 [9] dan SNI 2847-2013 [10]. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat halus berasal dari Lumajang, agregat kasar menggunakan batu pecah berukuran 5-10 mm serta 10-20 mm yang berasal dari tambang lokal paserpan-Pasuruan, semen menggunakan semen Indonesia tipe PCC serta limbah beton mutu

tinggi yang didapatkan dari limbah pabrik PT Wijaya karya Beton Pasuruan. Dalam penelitian ini dilakukan uji kuat tekan beton berbentuk silinder pada umur 7, 14, dan 28 hari.

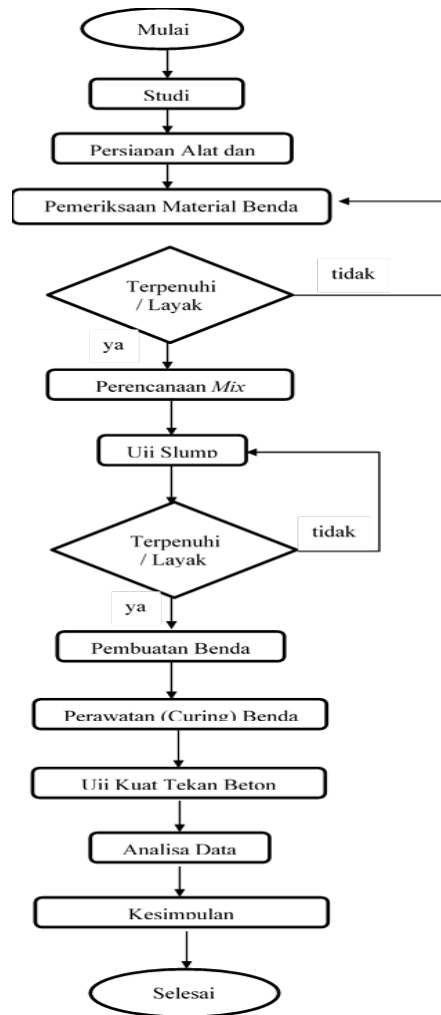
Pada penelitian ini mutu beton yang direncanakan yaitu 32 MPa, terdapat 5 variasi (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%) dengan 9 buah benda uji setiap variasinya. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm.

Tabel 1. Variasi Benda Uji

Variasi	Komposisi LBMT	Jumlah benda uji
I	0% (tanpa campuran)	9
II	25% (campuran LBMT)	9
III	50% (campuran LBMT)	9
IV	75% (campuran LBMT)	9
V	16% (campuran LBMT)	9

Material beton dicampur menjadi satu dengan mesin molen secara bertahap dimulai dengan memasukkan agregat kasar, agregat halus, semen, air dan diakhiri dengan penambahan limbah beton mutu tinggi sesuai dengan yang direncanakan. Setelah semua material tercampur rata, pasta beton dikeluarkan dari mesin molen kemudian di uji slump. Setelah nilai slump diketahui, pasta beton dimasukkan ke dalam cetakan dan diamkan selama 24 jam.

Berikut bagan alir penelitian yang menjadi acuan berjalannya penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Agregat

Hasil Uji Agregat Halus

Tabel 2. Hasil Uji Agregat Halus

Parameter	Hasil	
Kadar air asli	6,5	(%)
Kadar air SSD	0,24	(%)
Berat isi gembur	1720	(Kg/m ³)
Berat isi padat	1810	(Kg/m ³)

Analisa saringan	Zona 2	
Berat jenis	2,73	
Absorbsi	0,30	(%)
Kadar lumpur	1,52	(%)

Hasil Uji Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil Uji Agregat Kasar

Parameter	Agregat 5-10 mm	Agregat 10-20 mm	
Kadar air asli	2,58	0,36	(%)
Kadar air SSD	1,99	1,14	(%)
Berat isi gembur	1,420	1,450	(Kg/m ³)
Berat isi padat	1,810	1,580	(Kg/m ³)
Analisa saringan	5-10 mm	10-30 mm	
Berat jenis	2,63	2,70	
Absorbsi	2,43	1,25	(%)

Hasil Uji Limbah Beton Mutu Tinggi

Tabel 4. Hasil Uji Agregat Kasar

Parameter	LBMT 5-10 mm	LBMT 10-20 mm	
Kadar air asli	1,43	1,36	(%)
Kadar air SSD	1,99	1,43	(%)
Berat isi gembur	1,420	1,450	(Kg/m ³)
Berat isi padat	1,810	1,580	(Kg/m ³)
Analisa saringan	5-10 mm	10-30 mm	
Berat jenis	2,43	2,30	
Absorbsi	3,53	2,21	(%)

2. Mix Design

Untuk mendapatkan komposisi campuran beton, pada penelitian ini menggunakan acuan SNI 2834-2000 dan SNI 2847-2013. Dengan mutu rencana 32 MPa, maka dihasilkan komposisi per 9 benda uji (sampel) setiap variasi, sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Agregat Kasar

Variasi	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar 5-10 mm (Kg)	Agregat Kasar 10-20 mm (Kg)	Semen (Kg)	LBMT0 5/10 (Kg)	LBM T10/20 (kg)	Air (L)
LBMT 0%	39,92	13,14	21,44	17,79	-	-	9,75
LBMT 25%	39,92	9,86	16,08	17,79	3,28	5,36	9,75
LBMT 50%	39,92	6,57	10,72	17,79	6,57	10,72	9,75
LBMT 75%	39,92	3,28	5,36	17,79	9,86	16,08	9,75
LBMT 100	39,92	-	-	17,79	13,14	21,44	9,75

3. Slump Test

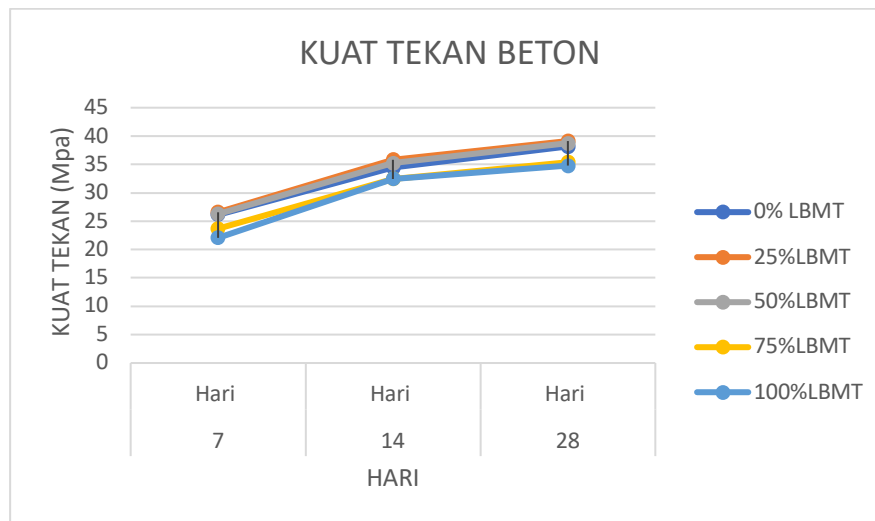
Tabel 6. Hasil Uji Slump

Variasi	Hasil	
LBMT 0%	11	cm
LBMT 25%	10	cm
LBMT 50%	10	cm
LBMT 75%	11	cm
LBMT 100%	10,5	Cm

4. Kuat Tekan Beton

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Persentase Campuran	7 Hari (kN)	14 Hari (kN)	28 Hari (kN)
0% LBMT	461,5	608,7	674,5
25% LBMT	469,5	633,5	691
50% LBMT	464	622,2	684,7
75% LBMT	418,4	573,2	618,8
100% LBMT	389,8	573,2	594,8



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton

Dapat dilihat dari hasil analisa perhitungan tabel dan grafik di atas diperoleh setelah uji coba untuk variasi pertama dengan penambahan limbah beton mutu tinggi sebanyak 25% didapat kenaikan sebesar 2,78 %, sedangkan pada variasi 50% mengalami kenaikan hanya 1,41%, 75% mengalami penurunan sebesar -7,49% dan pada variasi 100% mengalami penurunan sebesar 10,09% Jadi, dapat disimpulkan bahwa untuk tingkat persentase limbah beton mutu tinggi sebagai campuran agregat kasar yang optimal sebanyak 25% dengan kenaikan sebesar 2,78%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari, didapatkan nilai kuat tekan rata-rata beton normal (0% LBMT) sebesar 39,63 MPa, untuk variasi campuran limbah beton mutu tinggi 25% sebesar 40,73 MPa, variasi campuran limbah beton mutu tinggi 50% sebesar 40,19 MPa, variasi campuran limbah beton mutu tinggi 75% sebesar 36,66 Mpa dan variasi campuran limbah beton mutu tinggi 100% sebesar 35,63 MPa. Pada beton dengan campuran limbah beton mutu tinggi 25% mengalami peningkatan kuat tekan beton sebanyak 2,78%, kemudian pada variasi limbah beton mutu tinggi 50% mengalami kenaikan juga sebanyak 1,41% dan pada variasi 75% mengalami penurunan sebanyak 7,49% serta variasi 100% mengalami penurunan sebesar 10,09%. Dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah beton mutu tinggi sebagai alternatif agregat kasar berpengaruh terhadap kuat tekan beton serta campuran limbah beton mutu tinggi yang efektif sebesar 25% dengan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari sebesar 40,73 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2002). ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Farmington Hills, MI: ACI.
- American Concrete Institute. (2011). ACI 318-11: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. Farmington Hills, MI: ACI.
- ASTM International. (2001). ASTM C39/C39M-01: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. West Conshohocken, PA: ASTM.
- ASTM International. (2006). ASTM C136/C136M-06: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. West Conshohocken, PA: ASTM.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). SNI 03-2417-1991: Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 03-4142-1996: Agregat halus dan kasar untuk beton. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara perhitungan kebutuhan bahan untuk beton normal. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 2847-2013: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: BSN.
- Hardjasaputra, H., & Ciputera, M. (2008). Pemanfaatan limbah beton sebagai agregat kasar daur ulang pada campuran beton. *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Kristen Maranatha.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2002). *Design and Control of Concrete Mixtures* (14th ed.). Skokie, IL: Portland Cement Association.
- Meyer, C. (2009). The greening of the concrete industry. *Cement and Concrete Composites*, 31(8), 601–605.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2008.12.010>
- Neville, A. M. (2010). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Poon, C. S., Kou, S. C., & Lam, L. (2004). Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks. *Construction and Building Materials*, 16(5), 281–289.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2002.12.001>
- Yahya, K., & Boussabaine, A. H. (2004). Quantifying environmental impacts of construction waste using the hierarchical process. *International Journal of Project Management*, 22(4), 297–306.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2003.04.001>