

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Oleh:

Mulyati*, Arman A*

*Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Padang

Intisari

Limbah beton banyak terdapat di beberapa labor pengujian beton, terkadang sudah menumpuk karena sulitnya mencari lokasi sebagai tempat pembuangannya. Hal ini akan berdampak buruk terhadap pelestarian lingkungan. Proses daur ulang merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan limbah beton. Pada penelitian ini, digunakan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus untuk campuran beton baru sebagai pengganti batu pecah dan pasir. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengatasi pemborosan penggunaan material alam, dan juga dapat menghemat biaya dalam membuat campuran beton baru, terutama untuk pembangunan rumah masyarakat yang kurang mampu. Disamping itu secara tidak langsung sudah mendukung gerakan menuju green Concrete, khususnya untuk perlindungan dan pelestarian lingkungan.

Uji agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik limbah beton dengan menggunakan standar pengujian AASHTO 27, PB-0208-76, PB-0204-1976SK-SNI-M-1989-F, SNI-03-2417-1990/AASHTO 96-87. Benda uji dibuat berbentuk kubus dengan campuran adukan beton menggunakan split dan pasir sebagai pembanding, pecahan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus dengan komposisi 50%, 60%, 70%, dan 80%, serta semen PCC, dan air, dengan jumlah benda uji masing-masing 3 buah untuk umur pengujian 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam dalam air, pengujian benda uji dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Hasil pengujian karakteristik limbah beton menunjukkan hasil yang hampir sama dengan agregat alam. Hasil pengujian benda uji dengan menggunakan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus menunjukkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan dari kuat tekan beton rencana. Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada umur 28 hari dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada proporsi 60% dengan nilai kuat tekan 24,82 MPa, sedangkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus pada proporsi 80% dengan nilai kuat tekan 25,82 MPa.

Kata kunci: limbah beton, agregat, kuat tekan beton normal

1. Pendahuluan

Beton pada umumnya tersusun dari material penyusun utamanya, yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Beton paling banyak digunakan pada bidang konstruksi karena mempunyai beberapa keuntungan, antara lain harga relatif murah, bahan-bahannya mudah diperoleh, awet, dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

Nilai kuat tekan merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, dan kondisi perawatan pengerasannya (Dipohusodo, 1999).

Seiring dengan pelaksanaan pengecoran pada pelaksanaan konstruksi, perlu adanya pembutan benda uji untuk mengetahui kuat tekan beton rencana sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Aktifitas tersebut akan menghasilkan limbah-limbah beton yang akan terbuang begitu saja.

Pada penelitian ini limbah-limbah beton tersebut menjadi perhatian khusus, karena beton merupakan material yang dibentuk sebagian besar berasal dari material-material alam. Oleh karena itu dengan hanya membuang limbah-limbah beton begitu saja, berarti pemborosan penggunaan material alam yang sulit diperbaharui secara percuma.

Proses daur ulang menjadi suatu cara yang baik untuk memproses limbah-limbah beton tersebut, yaitu dengan cara menghancurkan menjadi agregat kasar dan agregat halus yang digunakan sebagai pengganti baru pecah dan pasir. Menurut Hardjasaputra dan Ciputera (2008) kekuatan beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar limbah beton adalah sebesar 84% - 86% dari kuat tekan beton yang direncanakan. Oleh karena itu perlu diketahui pengaruh penggunaan limbah beton sebagai pengganti sebagian atau lebih agregat kasar dan agregat halus terhadap kuat tekan beton. Sehubungan dengan hal tersebut dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan agregat kasar dan agregat halus dari limbah beton terhadap kuat tekan beton normal ($f_c' = 25$ MPa).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan

1. Agregat halus (Pasir) berasal dari Gunung Nago dan agregat kasar (split) berasal dari PT.Jaya Sentrikon Indonesia
2. Pecahan limbah beton untuk digunakan sebagai agregat kasar dan agregat halus.
3. Semen PCC dan air bersih.

2.2 Peralatan

1. Peralatan pengujian agregat: saringan/ayakan, timbangan, gelas ukur, tabung silinder, mesin penggetar, oven, dan mesin *Los Angeles*.
2. Peralatan pembuatan benda uji: ember dan napan, *concrete mixer*, cetakan kubus, sendok semen, palu karet, dan meteran.
3. Peralatan pengujian benda uji: kerucut *Abrams*, batang penumbuk dan mistar, *Universal Testing Machine (UTM)*.

2.3 Benda Uji

Benda uji dibuat dengan cetakan kubus yang mempunyai ukuran (15x15x15) cm.

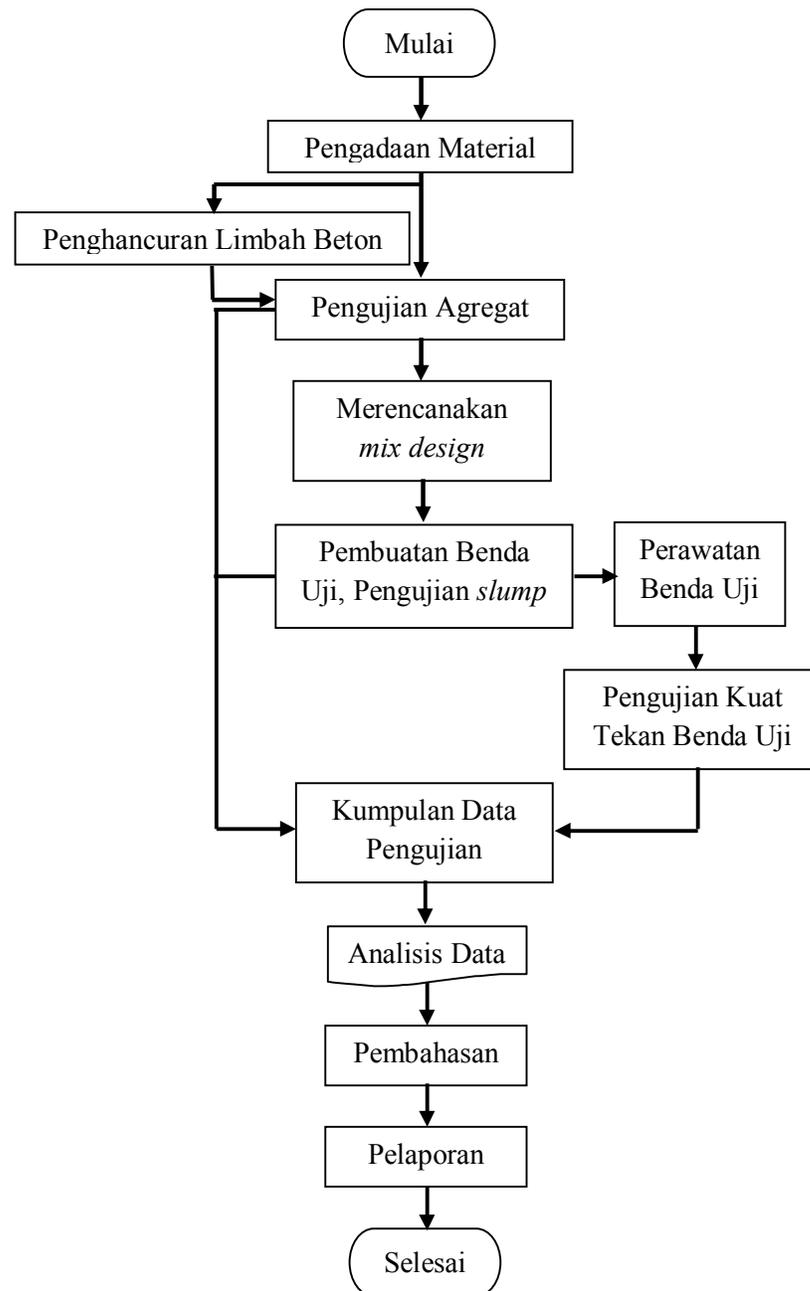
Tabel 1. Benda Uji

Proporsi Agregat	Umur Pengujian				Jumlah
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	
0%	3	3	3	3	12
Agregat Kasar Limbah Beton					
50%	3	3	3	3	12
60%	3	3	3	3	12
70%	3	3	3	3	12
80%	3	3	3	3	12
Agregat Halus Limbah Beton					
50%	3	3	3	3	12
60%	3	3	3	3	12
70%	3	3	3	3	12
80%	3	3	3	3	12
Total					108

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian ini dapat dibagi menjadi 5 (lima) tahapan, yaitu pengadaan material, pengujian agregat,

merencanakan *mix design* campuran beton, pembuatan dan perawatan benda uji, serta pengujian kuat tekan benda uji, dapat digambarkan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Pengujian Karakteristik Limbah Beton

Berdasarkan hasil pemeriksaan analisa saringan, diperoleh bahwa agregat kasar mempunyai gradasi yang baik pada campuran agregat kasar yang memenuhi spesifikasi gradasi sesuai standar AASHTO T 27, masuk

pada zona butiran 40 mm dengan modulus kehalusan 7,01, dan

agregat halus memenuhi spesifikasi gradasi sesuai standar AASHTO T 27, masuk pada zona II (pasir kasar) dengan modulus kehalusan 4,22. Pemeriksaan lolos saringan No.200 sebesar 4,48% untuk agregat kasar dan 4,88

untuk agregat halus, berarti agregat mempunyai kandungan lumpur di bawah batas maksimum 5% sesuai PB-0208-76. Agregat kasar memiliki berat jenis kering 2,33, berat jenis SSD 2,40, berat jenis apparent 2,50, dan penyerapan 2,77%, sedangkan agregat halus memiliki berat jenis kering 2,40, berat jenis SSD 2,51, berat jenis apparent 2,69, dan penyerapan 4,54% terlihat bahwa berat jenis pasir memenuhi SK-SNI-M-1989-F dengan BJ minimum 2,3 dan penyerapan air maksimum 5%, jadi dapat digolongkan sebagai agregat normal dengan berat jenis antara 2,5 – 2,7. Sand Equivalent mengetahui kadar lumpur dalam agregat halus sebesar 1,48% memenuhi syarat standar yang telah ditetapkan maksimum 3%. Kotoran organik didapatkan warna yang sesuai dengan warna nomor 1 pada tintometer, berada pada batas normal sesuai SNI-03-2816-1992. Berat isi agregat kasar sebesar 1,21, dan agregat halus sebesar 1,2, hal ini menunjukkan bahwa pasir memenuhi standar PB-0204-76 dengan standar minimum 1,2 gr/cm³. Keausan agregat dengan mesin Lon Angeles diperoleh sebesar 33,04%, memenuhi standar batas maksimum yang diizinkan 50% sesuai PB-0206-76.

3.2 Perencanaan Campuran (Trial Mix)

Dari hasil pengujian material dasar pembentuk beton, dihitung perencanaan Campuran beton dengan memakai metoda SK SNI T-15-1990-03 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Hasil analisa rancangan campuran beton diperoleh jumlah material untuk 1 m³.

Tabel 2. Jumlah Material Campuran Beton untuk 1 m³

Jenis Bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Split (kg)	
				1-2	½ -1
Campuran/m ³	360	211,18	599,92	935	228,66

Selanjutnya penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar adalah persentase terhadap split,

sedangkan agregat halus adalah perentase terhadap pasir.

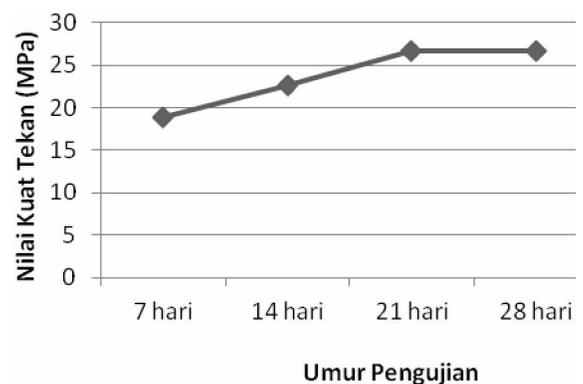
3.3 Pengujian Benda Uji

Setiap pembuatan benda uji untuk masing-masing komposisi campuran dilakukan pengujian slump. Hasil pengujian slump dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Slump Campuran Adukan Beton

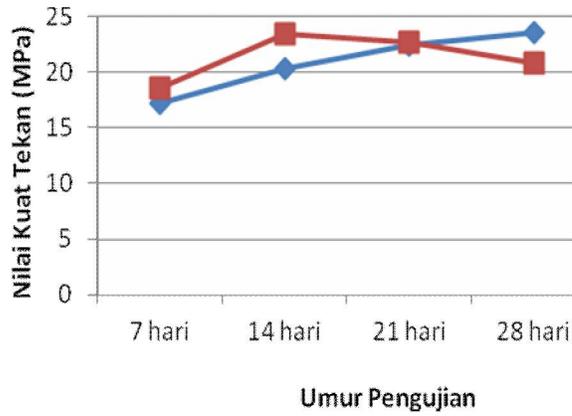
No	Proporsi Agregat	Nilai Slump(cm)
1.	0%	3,0
2.	50% Limbah Kasar	5,5
3.	60% Limbah Kasar	5,0
4.	70% Limbah Kasar	5,5
5.	80% Limbah Kasar	4,0
6.	50% Limbah Halus	4,0
7.	60% Limbah Halus	3,5
8.	70% Limbah Halus	3,0
9.	80% Limbah Halus	3,5

Hasil pengujian kuat tekan benda uji, ditunjukkan pada gambar berikut:

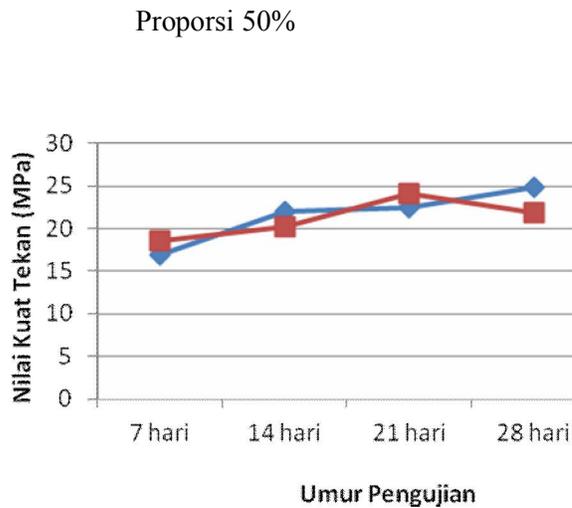


Gambar 2. Kurva Hubungan Umur-Kuat Tekan Beton

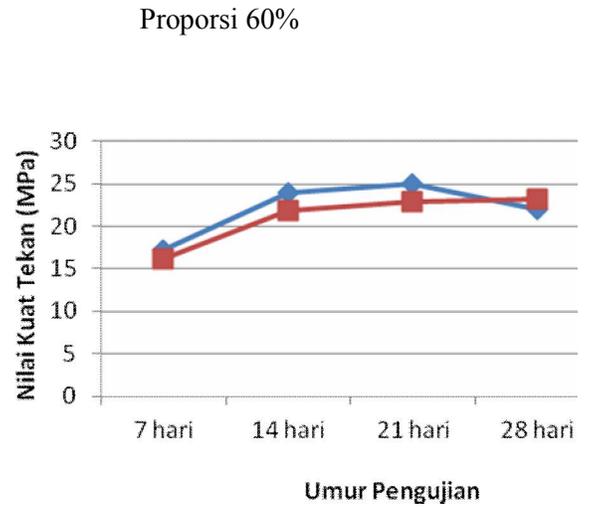
Proporsi 0%



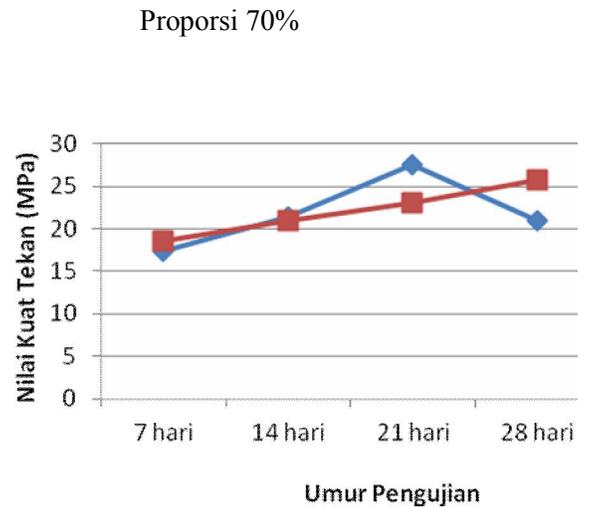
Gambar 3. Kurva Hubungan Umur-Kuat Tekan Beton



Gambar 4. Kurva Hubungan Umur-Kuat Tekan Beton



Gambar 5. Kurva Hubungan Umur-Kuat Tekan Beton



Gambar 6. Kurva Hubungan Umur-Kuat Tekan Beton

Proporsi 80%

Hubungan umur beton dengan nilai kuat tekan beton penggunaan agregat alam (split dan pasir) dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada setiap umur pengujian terjadi peningkatan nilai kuat tekan. Pada umur 7 hari ke umur 14 hari terjadi kenaikan sebesar 3,82 MPa, pada umur pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 3,98 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari terjadi kenaikan sebesar 0,05 MPa.

Hubungan umur beton dengan nilai kuat tekan beton penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus untuk proporsi 50% dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa untuk agregat limbah kasar pada setiap umur pengujian terjadi kenaikan nilai kuat tekan, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 3,02 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 2,19 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari terjadi kenaikan sebesar 1,09 MPa. Sedangkan untuk agregat limbah halus, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 4,82 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi penurunan sebesar 0,76 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari juga terjadi penurunan sebesar 1,90 MPa.

Hubungan umur beton dengan nilai kuat tekan beton penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus untuk proporsi 60% dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa untuk agregat limbah kasar pada setiap umur pengujian terjadi kenaikan nilai kuat tekan, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 5,23 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 0,32 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari terjadi kenaikan sebesar 2,41 MPa. Sedangkan untuk agregat limbah halus, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 1,61 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 3,87 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari juga terjadi penurunan sebesar 2,13 MPa.

Hubungan umur beton dengan nilai kuat tekan beton penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus untuk proporsi 70% dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa untuk agregat limbah kasar pada setiap umur pengujian terjadi kenaikan nilai kuat tekan, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 6,73 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 1,02 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari terjadi penurunan sebesar 2,97 MPa. Sedangkan untuk agregat limbah halus, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 5,68 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 1,01 MPa, dan pada umur 21

hari ke 28 hari juga terjadi kenaikan sebesar 0,44 MPa.

Hubungan umur beton dengan nilai kuat tekan beton penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus untuk proporsi 80% dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa untuk agregat limbah kasar pada setiap umur pengujian terjadi kenaikan nilai kuat tekan, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 2,42 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 6,21 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari terjadi penurunan sebesar 6,64 MPa. Sedangkan untuk agregat limbah halus, pada umur 7 hari ke 14 hari terjadi kenaikan sebesar 2,42 MPa, pada umur 14 hari ke 21 hari terjadi kenaikan sebesar 2,03 MPa, dan pada umur 21 hari ke 28 hari juga terjadi kenaikan sebesar 2,75 MPa.

Dari hasil pengujian menggunakan limbah beton, dapat dinyatakan bahwa penggunaan agregat limbah kasar terjadi kenaikan nilai kuat tekan sampai umur 28 hari untuk proporsi 50% dan 60%, namun terjadi penurunan kuat tekan dari umur 21 hari ke 28 hari untuk proporsi 70% dan 80%. Sedangkan penggunaan agregat limbah halus terjadi kenaikan kuat tekan sampai umur 28 hari untuk proporsi 70% dan 80%, namun terjadi penurunan kuat tekan 21 hari dan 28 hari untuk proporsi 50% dan penurunan kuat tekan dari umur 21 hari ke 28 hari untuk proporsi 60%.

Nilai kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari untuk penggunaan agregat alami adalah sebesar 26,71 MPa, sedangkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar nilai kuat tekan beton yang paling tinggi hanya 24,82 MPa untuk proporsi 60%, dan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus nilai kuat tekan beton yang paling tinggi adalah 25,82 MPa untuk proporsi 80%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perolehan data hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Limbah beton yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar dan agregat halus untuk campuran beton normal mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan agregat alam.
 - Penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus memperlihatkan perilaku nilai kuat tekan yang mendekati sama terhadap penggunaan agregat alam pada setiap peningkatan umur beton.
 - Nilai kuat tekan beton yang diperoleh dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar dan agregat halus menunjukkan nilai yang lebih rendah dari kuat tekan beton rencana.
 - Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar.
 - Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi pada umur 28 hari dari penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar pada proporsi 60% dengan nilai kuat tekan 24,82 MPa, sedangkan dari penggunaan limbah beton sebagai agregat halus pada proporsi 80% dengan nilai kuat tekan 25,82 MPa.
 - Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan, diantaranya mutu bahan yang digunakan, teknik pengerjaan pembuatan benda uji, kualitas cetakan yang digunakan, serta cara perawatan dan pelaksanaan pengujian benda uji.
- Dipohusodo, I., 1999, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Hardjasaputra, H., dan Ciputera, A., 2008, *Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton Baru*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan. Vol.5 No.1, Banten.
- Hardjasaputra, H., dan Ciputera, A., Susanto, F., 2008, *Pengaruh Penggunaan Limbah Konstruksi Sebagai Agregat Kasar dan Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton Daur Ulang*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan. Vol.5 No.2, Banten.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta
- Tjokrodimulyo, K., 2004, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta

Daftar Pustaka

- A.C.I, 1965, *Material and General Properties of Concrete*, Manual Concrete Practice, Part I : Detroit
- A.S.T.M, 1969, *Concrete and Mineral Agregates*, Standar Specification for Concrete Aggregates, Part 10.
- A.S.T.M, 1993, *Compressive Strength of Cylindrical Concrete*, Annual Book of ASTM Standards Vol.04.01, Phiadelphia