

PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT KASAR BETON LIMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON NORMAL

Indra Kusumawardhana¹, Mochamad Teguh²

¹ Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 12511437@students.uui.ac.id

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: mteguh07@gmail.com

Abstrak: Limbah beton biasa ditemukan di beberapa tempat, antara lain: laboratorium pengujian beton, dan pembongkaran struktur bangunan gedung bertingkat, sehingga limbah beton tersebut semakin hari semakin menumpuk dan berpotensi mengganggu lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mendaur ulang menjadi agregat dalam campuran beton baru. Dari limbah beton tersebut dapat digunakan sebagai substitusi dari bahan campuran beton (agregat halus dan kasar) untuk pembuatan beton baru. Dalam penelitian ini, limbah beton digunakan sebagai bahan campuran agregat kasar, sedangkan agregat halus tidak digunakan. Agar dapat dimanfaatkan sebagai agregat kasar, limbah beton harus dihancurkan menggunakan alat pemecah batu, sehingga diperoleh hasil pecahan limbah beton sesuai dengan ukuran agregat yang dibutuhkan. Secara fisik agregat kasar limbah beton menyerupai agregat kasar alam, namun memiliki perbedaan karakteristik. Dalam penelitian ini, dibuat benda uji silinder beton normal sebagai kontrol kekuatan beton. Kuat tekan rencana dipakai 25 MPa dengan mengikuti standar beton normal (SNI 03-2834-2000). Untuk pembuatan benda uji silinder dengan substitusi agregat kasar limbah beton dipakai komposisi campuran setiap kelipatan 10% hingga maksimum 100%, sehingga jumlah total komposisi campuran sebanyak 10 variasi. Hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa substitusi agregat kasar dari limbah beton optimum terjadi pada variasi 40% dengan nilai kuat tekan rerata 31,85 MPa. Hal yang sama terjadi pada uji kuat tarik beton dengan nilai optimum ditemukan pada variasi campuran 40% dengan nilai kuat tarik rerata 3,87 MPa. Semakin banyak menggunakan agregat kasar dari limbah beton kekuatan beton mengalami penurunan. Batas pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah terjadi pada kisaran antara variasi 30% sampai 80% guna mencapai nilai kuat tekan rencana. Artinya, dibawah variasi 30% kuat tekan rencana tidak tercapai dan di atas 80% kuat tekan menurun.

Kata kunci: limbah beton, kuat tekan, kuat tarik

1. Pendahuluan

Limbah beton banyak terdapat di beberapa laboratorium pengujian beton dan hasil pembongkaran struktur bangunan gedung bertingkat, hingga sekarang masih menumpuk dikarenakan sulitnya mencari lokasi pembuangannya. Salah satu cara mengurangi penumpukan limbah beton tersebut adalah dengan cara di daur ulang sebagai agregat kasar dari campuran material beton.

Pemanfaatan limbah beton yang akan digunakan adalah beton silinder bekas dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam

Indonesia. Telah banyak penelitian yang dilakukan sebelumnya berkaitan dengan pengujian beton silinder. Limbah beton yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar dan agregat halus untuk campuran beton normal mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan agregat alam (Mulyati dan Arman, 2014). Berdasarkan hasil studi eksperimental, agregat daur ulang mengandung mortar sebesar 25-45% untuk agregat kasar, dan 70-100% untuk agregat halus. Di samping itu, pada agregat daur ulang juga terdapat retak mikro, dimana retak tersebut dapat ditimbulkan oleh tumbukan mesin pemecah batu (stone crusher) pada saat proses produksi

agregat daur ulang yang tidak dapat membelah daerah lempengan atau patahan pada agregat alam. (Bardosono dan Herbudiman, 2010). Oleh karena itu untuk mencapai hasil yang optimal harus dipilih suatu cara yang efisien dan ekonomis dilihat dari segi bahan, peralatan, dana dan metodologi.

Ditinjau dari segi ekonomis bahan dalam pembuatan beton silinder tanpa mengurangi kekuatan standar beton, maka dilakukan penelitian terkait dengan penggunaan campuran beton limbah sebagai bahan alternatif pengganti sebagian dari agregat kasar. Menurut (Hardjasaputra, 2008), penggunaan agregat kasar daur ulang menyebabkan pengurangan kuat tekan sebesar 10-15% dibanding penggunaan agregat kasar normal.

Apabila dikaji sifat-sifat fisik beton hampir sama dengan sifat fisik batuan. Dari persamaan tersebut, bahan hasil dari pecahan beton silinder dicoba sebagai alternatif pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton. Agregat daur ulang memiliki beberapa kualitas, sifat fisik dan kimia. Variabilitas kualitas ini mengakibatkan perbedaan sifat-sifat material beton yang dihasilkan dan cenderung menurunkan kuat tekan beton. (Soelarso, dkk. 2016).

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan diteliti potensi limbah beton silinder sebagai agregat pengganti sebagian hingga keseluruhan agregat kasar.

2. Metodologi Penelitian

a. Bahan

1. Semen PCC (*Portland Composite Cement*) merk Holcim,
2. Agregat halus diambil dari Kali Progo,
3. Agregat kasar diambil dari Clereng, Kali Progo,
4. Air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, dan
5. Limbah beton bekas penelitian Arya (2017) yang berjudul Pengaruh

Penambahan *Sika Fume* Terhadap Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* Yang Menggunakan *Superplasticizer Viscocrete 3115N* dengan hasil pengujian kuat tekan rerata 45 MPa.

b. Peralatan

1. Peralatan pengujian agregat: saringan/ayakan, timbangan, piknometer, tabung silinder, mesin penggetar, oven, dan mesin *Los Angles*.
2. Peralatan pembuatan benda uji: ember, nampan, gelas ukur, *concrete mixer*, cetakan silinder, sendok semen, martil karet, dan penggaris.
3. Peralatan pengujian benda uji: kerucut *Abrams*, besi penumbuk agregat, dan mesin uji desak.

c. Benda Uji

Benda uji dibuat dengan cetakan silinder beton yang mempunyai ukuran (30x15) cm. Berikut adalah Tabel 1 rincian campuran benda uji per 6 sampel.

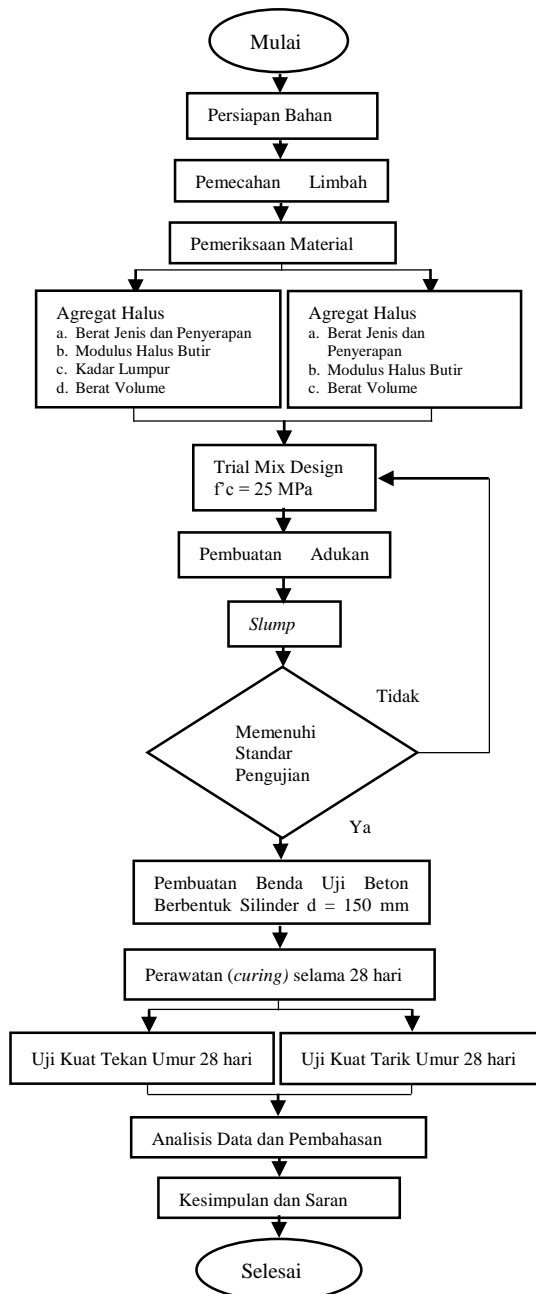
Tabel 1 Proporsi Campuran yang Digunakan per 6 Sampel

Variasi	PC (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)	Agregat Kasar Beton Limbah (kg)
SK	13,5	43,67	25,65	6,77	0,00
S10	13,5	39,30	25,65	6,77	4,37
S20	13,5	34,94	25,65	6,77	8,73
S30	13,5	30,57	25,65	6,77	13,10
S40	13,5	26,20	25,65	6,77	17,47
S50	13,5	21,84	25,65	6,77	21,83
S60	13,5	17,47	25,65	6,77	26,20
S70	13,5	13,10	25,65	6,77	30,57
S80	13,5	8,73	25,65	6,77	34,94
S90	13,5	4,37	25,65	6,77	39,30
S100	13,5	0,00	25,65	6,77	43,67

d. Pelaksanaan Penelitian

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

pembuatan dan perawatan benda uji, dan pengujian kuat tekan dan kuat tarik benda uji, digambarkan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1 Flowchart Tahap Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Karakteristik Limbah Beton

Limbah beton dihancurkan menggunakan alat *stone crusher* dan

mendapat hasil perhitungan MHB sebesar 7,144 untuk pengujian lolos saringan No.200. Agregat kasar limbah beton memiliki berat jenis curah 2,48 kg/m^3 , berat jenis SSD 2,58 kg/m^3 , berat jenis semu 2,76 kg/m^3 , dan penyerapan air sebesar 4,13%. Dari pengujian yang dihasilkan memenuhi syarat SNI 03-1968-1990 dengan BJ minimum 2,3 kg/m^3 dan penyerapan maksimum 5% jadi dapat digolongkan sebagai agregat normal dengan berat jenis antara 2,5 – 2,7 kg/m^3 . Pengujian material agregat kasar dari limbah beton dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Limbah Beton

No.	Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Rerata
1.	Berat Jenis Curah	2,48	2,48	2,48
2.	Berat Jenis SSD	2,57	2,59	2,58
3.	Berat Jenis Semu	2,74	2,78	2,76
4.	Penyerapan Air (%)	3,97	4,3	4,13

2. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Dari hasil pengujian material dasar pembentuk beton, dihitung perencanaan campuran beton dengan memakai metoda SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Hasil analisa rencana campuran beton diperoleh jumlah material per m^3 . Perhitungan jumlah campuran beton per m^3 dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Proporsi Campuran Beton Normal per m^3

Variasi	Pc (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (kg)
SK	425,5	1372,9	806,3	212,75

3. Pengujian Benda Uji

a. Pengujian *Slump*

Setiap pembuatan benda uji untuk masing-masing variasi dilakukan

pengujian *slump*. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat dalam Tabel 4 berikut:

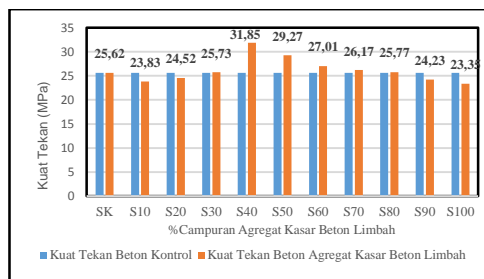
Tabel 4 Hasil Pengujian *Slump* Setiap Variasi

No.	Nama Sampel	<i>Slump</i> (mm)
1.	SK	150
2.	S10	140
3.	S20	120
4.	S30	120
5.	S40	130
6.	S50	100
7.	S60	110
8.	S70	140
9.	S80	130
10.	S90	130
11.	S100	120

Berdasarkan Tabel 4 di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai *slump* yang dihasilkan setiap variasinya berada di bawah nilai *slump* kontrol. Hal ini terjadi karena nilai penyerapan air dari agregat kasar limbah beton lebih besar $\pm 2x$ lipat dari nilai penyerapan air agregat kasar alam yaitu sebesar 4,13% untuk agregat kasar limbah beton dan 2,27% untuk agregat kasar alam. Semakin banyak penggunaan agregat kasar dari limbah beton semakin besar juga jumlah air yang diserap oleh adukan beton segar, sehingga menyebabkan nilai *slump* menurun.

b. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada setiap variasi campuran benda uji ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



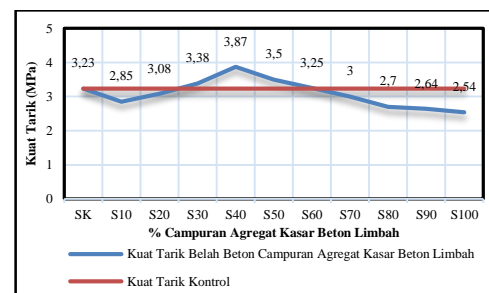
Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat disimpulkan bahwa substitusi sebagian agregat kasar alam dengan agregat kasar

limbah beton pada variasi campuran 10% sebesar 23,83 MPa dan 20% sebesar 24,52 MPa nilai kuat tekan kontrol tidak tercapai. Mulai dari variasi 30%-80% terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton yang signifikan terhadap kuat tekan beton kontrol. Terjadi penurunan nilai kuat tekan terhadap kontrol pada variasi campuran 90% dengan nilai kuat tekan sebesar 24,73 MPa dan pada variasi campuran 100% sebesar 23,35 MPa. Untuk nilai optimum yang dihasilkan terjadi pada variasi campuran 40% yaitu sebesar 31,85 MPa. Dari hasil pengujian menggunakan limbah beton, dapat dinyatakan bahwa penggunaan agregat kasar dari limbah beton mencapai nilai kuat tekan rencana beton normal yaitu 25 MPa.

c. Pengujian Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik beton pada ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat disimpulkan bahwa kuat tarik beton mengalami penurunan dan peningkatan terhadap nilai kuat tarik beton kontrol. Hasil maksimum pada campuran agregat kasar beton limbah untuk kuat tarik beton pada umur 28 hari ditemukan pada variasi 40% yaitu sebesar 3,87 MPa. Seluruh kuat tarik yang didapat dalam penelitian ini sesuai persyaratan kuat tarik beton yaitu antara 8% - 15% dari kuat tekan betonnya. Nilai kuat tarik beton paling mendekati kuat tarik beton kontrol ditemukan pada variasi 60% yaitu sebesar 3,25 MPa.

Setelah mendapatkan hasil dan analisis terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton, ditemukan persamaan kadar persentase campuran optimum pada kuat tekan dan kuat tarik belahnya yaitu pada variasi 40%. Nilai optimum pencampuran agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 40% yaitu sebesar 31,85 MPa dan kadar optimum pada kuat tarik belah beton juga terdapat pada variasi 40% yaitu sebesar 3,87 MPa. Dalam SNI 03-2847-2013 dijelaskan bahwa nilai kuat tarik belah memiliki hubungan dengan nilai kuat tekan beton.

4. Kesimpulan

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

- a. Penggunaan limbah beton sebagai bahan pengganti sebagian atau keseluruhan agregat kasar dengan nilai faktor air semen (FAS) tetap terbukti mempengaruhi nilai *slump* dan kekuatan beton. Ditunjukkan dengan hasil pengujian *slump*, kuat tekan dan tarik beton yang naik dan turun akibat penambahan agregat kasar limbah beton. Hal tersebut dipengaruhi oleh besarnya nilai penyerapan air pada agregat kasar limbah beton yang lebih besar daripada nilai penyerapan air agregat kasar alam yaitu sebesar 4,13% untuk agregat kasar limbah beton dan 2,27% untuk agregat kasar alam. Dengan nilai penyerapan air agregat kasar limbah beton yang besar akan menghasilkan nilai FAS kecil, nilai FAS kecil akan mempengaruhi nilai *slump* yang kecil juga, apabila nilai *slump* yang didapat kecil maka kualitas beton meningkat, sehingga kuat tekan akan terpenuhi.
- b. Nilai kuat tekan kontrol yang didapat sebesar 25,62 MPa dan nilai kuat tarik kontrol didapat sebesar 3,23 MPa. Batas maksimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat

kasar beton limbah untuk kuat tekan terdapat pada variasi 30% dengan nilai kuat tekan rerata sebesar 25,73 MPa dan pada variasi 80% dengan nilai kuat tekan rerata sebesar 25,77 MPa. Artinya, nilai kuat tekan beton sampai pada variasi 80% mampu mencapai nilai kuat tekan kontrol, di atas 80% maka nilai kuat tekan beton menurun. Sedangkan untuk batas maksimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar limbah beton untuk kuat tarik terdapat pada variasi 60% dengan hasil yang didapat sebesar 3,25 MPa. Artinya, diatas variasi campuran 60% nilai kuat tarik beton menurun dari kuat tarik kontrol yang dihasilkan.

- c. Persentase optimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 40% dengan nilai kuat tekan rerata 31,85 MPa. Begitu juga untuk pengujian kuat tarik beton persentase optimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah juga terdapat pada variasi 40% dengan nilai kuat tarik rerata sebesar 3,87 MPa.

5. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

- a. Pemecahan material beton limbah untuk agregat kasar lebih baik menggunakan alat stone crusher besar dengan ukuran pemecahan 20 mm sampai 40 mm untuk mendapatkan hasil agregat kasar beton limbah sesuai dengan SNI 03-1968-1990. Karena untuk pemecahan limbah beton menggunakan mesin mini stone crusher hasilnya kurang baik.
- b. Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan memperhitungkan biaya yang

- dibutuhkan dalam penghancuran material limbah beton hingga menjadi agregat kasar.
- c. Apabila hasil pengujian Modulus Halus Butir (MHB) agregat kasar terdapat permasalahan terkait hasil yang tidak memenuhi ketentuan batas bawah, maka perlu dilakukan penambahan agregat pada ukutan butiran yang tidak memenuhi tersebut.
 - d. Nilai optimum pencampuran agregat kasar alam dengan agregat kasar limbah beton ditemukan pada variasi 40%, untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba menggunakan bahan tambah zat kimia guna mendapatkan kekuatan beton dengan mutu yang lebih tinggi.
 - e. Pada pengujian analisis saringan agregat kasar dan agregat halus ditambahkan saringan No. 200 dengan besar lubang ayakan 0.075 mm agar hasil lebih baik dan sesuai dengan SNI 03-1968-1990.

Daftar Pustaka

- Arya 2017. Pengaruh Penambahan *Sika Fume* Terhadap Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* Yang Menggunakan *Superplasticizer Viscocrete 3115N*. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia 1990. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 03-1968-1990. Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2013, Persyaratan Struktural Untuk Bangunan Gedung. SNI 2847-2013. Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. SNI 03-2834-2000. Indonesia.
- Bardosono dan Herbudiman. 2010. Pemanfaatan Beton Daur Ulang

Sebagia Substitusi Agregat Kasar Pada Beton Mutu Tinggi. (Online). Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4). Sanur-Bali. (konteks.id/p/04-115.pdf. Diakses 4 Juni 2018).

Hardjasaputra dan Ciputera. 2008. Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Berkinerja Tinggi Grade 80. (Online). e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 2 /Juli2014/43. (matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/161. Diakses 14 September 2016).

Mulyati, dan Arman. 2014. Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Dan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. (Online). No.1. Jurnal Momentum. ISSN : 1693 - 752X. (<https://ejournal.itp.ac.id/index.php/momentum/article/view/197>. Diakses 26 September 2016).

Soelarso, Baehaki, dan Sidik. 2016. Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. (Online). Jurnal Fondasi, Volume 5 No.2. (<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/download/1254/1014>. Diakses 14 Maret 2018).