

KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON *RECYCLE* TERHADAP BETON NORMAL

Leily Fatmawati ¹⁾, Supriyadi ¹⁾, Dianita Ratna Kusumastuti ¹⁾, Lilik Satriyadi ¹⁾, Yusetiyowati ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275
Email: leily.fatmawati@polines.ac.id

ABSTRAK

Limbah banyak didapat di Indonesia, baik limbah dari industri maupun non industri. Dengan semakin menimbunnya limbah, akan menimbulkan permasalahan, terutama masalah pencemaran lingkungan. Dari permasalahan ini, perlu diambil solusi bagaimana memanfaatkan limbah-limbah tersebut. Penelitian ini memanfaatkan limbah beton untuk digunakan menjadi beton daur ulang (*Recycled Concrete*). Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah beton sebagai agregat kasar (pengganti split/ kerikil) pada campuran beton. Di samping itu, dengan penggunaan limbah beton ini akan dianalisis kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Limbah beton yang digunakan dari Politeknik Negeri Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Dengan membuat benda uji Beton Silinder yang berjumlah 24 (dua puluh empat), dengan rincian 12 benda uji beton normal (untuk uji tekan dan uji tarik belah) dan 12 benda uji beton daur ulang (untuk uji tekan dan uji tarik belah). Dari hasil pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton diperoleh : Kuat Tekan Beton Normal rata-rata = 21.48 N/mm², Kuat Tekan Beton Recycle rata-rata = 24.32 N/mm², Kuat Tarik Belah Beton Normal rata-rata = 7.29 N/mm², Kuat Tarik Belah Beton Recycle rata-rata = 7.57 N/mm², sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat limbah beton dapat sebagai agregat pengganti split untuk beton.

Kata kunci: Limbah beton, beton recycle, beton normal.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Limbah industri maupun non industri banyak didapat di Indonesia. Dengan semakin menimbunnya limbah, akan menimbulkan permasalahan, terutama masalah pencemaran lingkungan. Dari permasalahan ini, perlu diambil solusi bagaimana memanfaatkan limbah-limbah tersebut. Peneliti memanfaatkan salah-satu limbah yaitu limbah beton, untuk digunakan sebagai pengganti agregat kasar (split / kerikil) dalam campuran beton.

Saat ini, limbah beton sering digunakan sebagai timbunan / urugan atau terkadang limbah tersebut dibuang begitu saja tanpa memperhatikan dampak yang ditimbulkan, khususnya pencemaran lingkungan. Agar limbah

beton ini tidak sia-sia, maka peneliti ingin memanfaatkan limbah ini sebagai agregat pengganti Split / kerikil dalam campuran beton. Pada penelitian ini yang digunakan adalah limbah beton yang digunakan berasal dari benda uji tekan beton (benda uji beton bekas uji tekan) di Laboratorium.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi dengan tujuan agar dapat dilakukan penelitian yang efektif dan tidak menyimpang jauh dari pokok permasalahan yang diinginkan.

Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini, dibatasi pada: a) Bahan baku untuk campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini, dari: Limbah beton (sebagai agregat kasar untuk beton *recycle*), Agregat: Pasir dari Muntilan

dan batu pecah dari Puduk Payung, Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah dari Semen Portland dan limbah asetilen, Air, dari sumur artesis Politeknik Negeri Semarang. b) Perencanaan campuran *Job Mix Design* (JMD) di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang, untuk campuran beton normal dan beton daur ulang dengan mutu beton sama, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2002. c) Uji propertis agregat, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2002. d) Uji sifat mekanik beton yaitu uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah beton pada umur 28 hari, mengacu pada SNI 2002.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk: a) Memanfaatkan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar (split / kerikil) dalam campuran beton. b) Mengkaji perilaku campuran beton yang menggunakan agregat kasar dari limbah beton yang dibuat sesuai dengan SNI 2002. c) Memberi gambaran sejauh mana pengaruh penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar terhadap sifat mekanik beton dari campuran beton normal dan beton daur ulang.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh suatu hasil penelitian yang dapat memberikan masukan kepada penanggung jawab pembina jalan / gedung dan semua pihak yang terkait dengan pekerjaan beton, terutama pemanfaatan limbah beton dalam campuran beton sehingga limbah tersebut tidak sia-sia karena dibuang dan menambah nilai manfaatnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Menurut Febri, dkk (2017) Beton merupakan material komposit yang

tersusun dari agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah jika diperlukan, yang mengalami proses kimiawi oleh air.

Karakteristik Beton

Menurut Istimawan Dipohusodo (1999) Beton merupakan bahan konstruksi yang didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan yang bersifat getas. Nilai kuat tarik beton sangat kecil, berkisar antara 10% - 15% saja dari nilai kuat tekannya. Sehingga untuk menambah kuat tarik beton dapat dilakukan dengan diberi tulangan yang mampu menahan gaya tarik.

Nilai kekuatan tekan dari beton (SK SNI M-10-1991-03) diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) yang dibebani dengan gaya tekan sampai benda uji hancur.

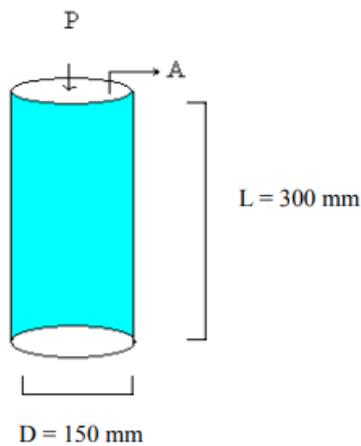
Kekuatan Tekan Beton

Menurut Istimawan Dipohusodo (1999) Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10 - 65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan antara 17 – 30 MPa, sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar antara 30 – 45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan khusus, beton *ready mix* mampu mencapai nilai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tekan tinggi tersebut umumnya

dilaksanakan dengan pengawasan ketat laboratorium.

$$\text{Kuat tekan beton } f'_c = \frac{P}{A} \text{ (N/mm}^2 \text{ = MPa)}$$

Keterangan : P = beban maksimum (N)
A = luas benda uji (mm²)



Gambar 1. Kuat tekan beton

Kekuatan Tarik

Menurut Chu Kia Wang, dkk (1986) Kekuatan beton dalam tarik adalah juga sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Nilai kuat tarik beton berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekannya.

Kekuatan tarik biasanya ditentukan dengan menggunakan percobaan pembebanan silinder (*the split cylinder*) menurut ASTM C496 [37] dimana silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan tekan diletakkan pada sisinya diatas mesin uji dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter disepanjang benda uji. Benda uji akan terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.

METODE PENELITIAN

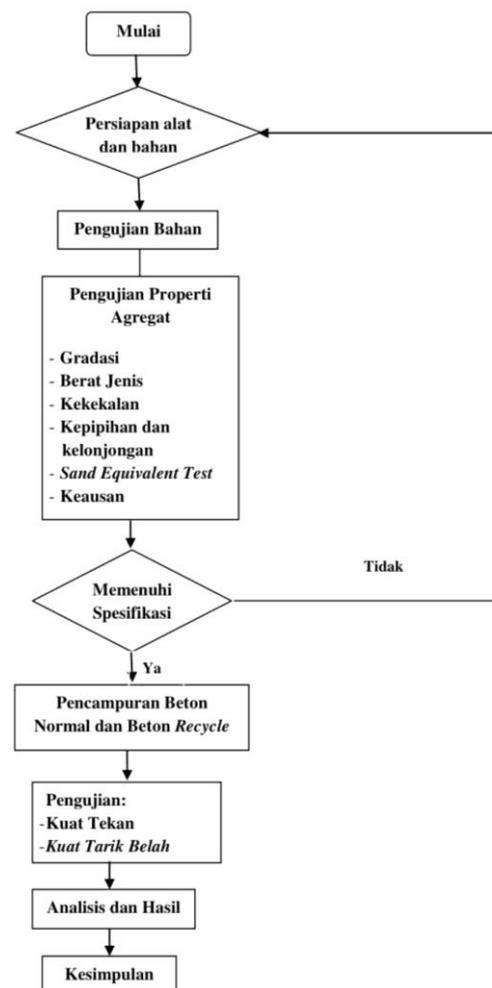
Penelitian dilakukan di laboratorium jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang, dengan menggunakan metode pengujian

eksperimen berdasarkan pada pedoman perencanaan campuran beton sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 2002.

Hal-hal yang perlu dipersiapkan dalam proses perencanaan campuran beton *recycle*, adalah melakukan pengujian terhadap agregat meliputi: Gradasi, Berat Jenis, Kekekalan (*Sulfate Soundness Test*), Bentuk butiran (*Particle Shape*), Sand Equivalent Test, dan Keausan (*Los Angeles Abrasion*).

Selanjutnya untuk mempersiapkan bahan, yaitu menyaring agregat untuk kebutuhan perencanaan campuran rencana (*Job Mix Design*) dan membuat benda uji untuk diuji Tekan dan uji Tarik Belah.

Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart penelitian

Jenis campuran beton dengan mutu f_c 20 terlebih dahulu dibuat *Job Mix Design* (JMD), baik untuk beton normal maupun beton *recycle*. Benda uji yang dibuat adalah dua tipe, yaitu beton normal dan beton *recycle* dengan mutu beton sama. Perkiraan jumlah benda uji pada penelitian ini dibuat 2 tipe benda uji, yaitu 12 benda uji beton normal dan 12 benda uji beton *recycle* (masing-masing pengujian 6 benda uji).

Tabel 1.

Data Pengujian Mix Design Beton

Mix Design Beton

LABORATORIUM UJI BAHAN BANGUNAN JURUSAN TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI SEMARANG

Jl. Prof. Sudarto, 511, Tawang Pulo No. 1519/1525 Semarang 50132
Telp. (061) 747147, 746620 (Hunting) / Fax. 472796
http://www.pnptn.ac.id/Departemen/Departemen-Struktur

MIX DESIGN BETON
SNI 03 - 2834 - 1993

Tanggal Design : 7 Oktober 2016 No. Job : 01
Tanggal uji : 18 Nopember 2016 Proyek : Penelitian Swadana 2016
Dikerjakan oleh : M. Bagin S., A.Md. Lokasi : Semarang
Dibimbing oleh : Leily Estunawati, ST., MT. Pelaksana : Leily dan Bagin

No	URAIAN	Tabel / Grafik Perhitungan	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	20 MPa pada 28 hari bagian cacat 5 persen ($d=1.64$)
2	Standar Deviasi rencana	Butir 4.2.3.1.1(2)MPa atau tanpa data 7 Mpa
3	Nilai tambah (Margin)	Tabel 1	
4	Kekuatan tekan rata-rata yang di targetkan	Butir 4.2.3.1.2) $(k = 1.64) \cdot 1.64 \times 7 = 11.48$ Mpa Butir 4.2.3.1.3) $20 + 11.48 = 31.48$ Mpa	
5	Jenis semen	Ditetapkan	PU ex Gresik
6	Jenis agregat : kasar	Alamir Bt. Pecah mesin ex Kaligung, Kab. Tegal	
7	Jenis agregat : halus	Alamir Bt. Pecah mesin ex Kaligung, Kab. Tegal	
7	Faktor air semen bebas	Tabel 2 Grafik 1 atau 2	0.55 (ambil yang terendah)
8	Faktor air semen maksimum	Butir 4.2.3.2.2)	0.60
9	Slump	Butir 4.2.3.3	Slump : 50 - 75 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Butir 4.2.3.4	185 kg/m ³
12	Jumlah semen	Butir 4.2.3.5	11 : 8 atau 7
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	325.0 kg/m ³ (dipakai, bila lebih besar dari 12, lalu hitung 15)
14	Jumlah semen minimum	Butir 4.2.3.2	
15	Faktor air semen yang disesuaikan	Tabel 4.5.6	
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Dierah gradasi susunan butir 2
17	Susunan butir agregat kasar atau gabungan	Grafik 7.8.9 atau Tabel 7	
18	Persen agregat halus	Grafik 10,11,12	38 %
19	Berat jenis relatif, agregat jenuh air permukaan kering	Grafik 13 s/d 15 atau perhitungan	2.63 diketahui / dianggap
20	Berat jenis beton	Grafik 16	2,400.0 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	$20 \cdot (12 + 11)$	2,400.316,16 - 185 = 1,878.64 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18×20	38 % x 1,878.64 = 713.88 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1,878.64 - 713.88 = 1,164.75 kg/m ³

Proporsi	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)-sod	Bt. Pecah (kg)-sod
Campuran tiap m ³ :	336.36	185.00	713.88	1,164.75

Koreksi Kandungan Air

1. Semen = 336.36 kg
= 185 - (4.12 - 3.80) 713.88 / 100 + (1.33 - 1.27) 1.164.75 / 100
= 182.02 kg

3. Pasir = 713.88 + (4.12 - 3.80) 713.88 / 100 = 716.16 kg
4. Batu Pecah = 1,164.75 - (1.33 - 1.27) 1.164.75 / 100 = 1,165.45 kg

Campuran Tiap Campuran UJI. 4 Kubus Volume = 0.01485 M³ (plus 10%)

1. Semen = 0.01485 x 336.36 = 4.995 kg
2. Air = 0.01485 x 182.02 = 2.703 kg
3. Pasir = 0.01485 x 716.16 = 10.635 kg
4. Batu Pecah = 0.01485 x 1,165.45 = 17.307 kg

Campuran Pelaksanaan Tiap m³ dilapangan

1. Semen = 336.36 : 1,250 = 0.269 m³
2. Air = 185.00 : 1,000 = 0.185 m³
3. Pasir = 713.88 : 1,410 = 0.506 m³
4. Batu Pecah = 1,164.75 : 1,420 = 0.820 m³

Perbandingan dalam volume

1. Semen = 0.269 : 0.269 = 1.00
2. Pasir = 0.506 : 0.269 = 1.88
3. Batu Pecah = 0.820 : 0.269 = 3.05

Dari tabel data *mix design* beton di atas, campuran Semen, Air, Pasir dan

Kerikil untuk mutu beton 20 MPa adalah sebagai berikut (1 m³ beton):

1. Semen : 0,269 m³
2. Air : 0,185 m³
3. Pasir : 0,506 m³
4. Kerikil : 0,820 m³

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Tekan Beton Normal dan Beton Recycle

Tabel 2.

Kuat tekan beton rata-rata

NO	KODE	TANGGAL COR	TANGGAL UJI	UMUR (HARI)	BERAT (gram)	UKURAN B. UJI (cm)	BERAT ISI (kg/m ³)	GAYA TEKAN (KN)	KUAT TEKAN (N/mm ²)	Konversi 28 Hari (N/mm ²)	KET
1	N-JMD-CC01	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	15 30	2388.89	331.33	18.75	21.31	
2	N-JMD-CC02	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	15 30	2415.09	340.4	19.26	21.89	
3	N-JMD-CC03	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	15 30	2415.09	330.4	18.71	21.26	
Kuat Tekan Rata-rata Konversi 28 Hari (N/mm ²)											
1	R-JMD-CC01	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	15 30	2333.33	472.65	26.75	26.75	
2	R-JMD-CC02	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	15 30	2387.76	431.57	24.42	24.42	
3	R-JMD-CC03	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	15 30	2387.76	385.26	21.8	21.8	
Kuat Tekan Rata-rata Konversi 28 Hari (N/mm ²)											
24.32											

Dari Tabel di atas bahwa kuat tekan beton rata-rata di atas rencana (20 MPa), yaitu 21,48 MPa dan 24.32 MPa.



Gambar 3. Grafik uji tekan beton normal dan beton *recycle*

Keterangan grafik:

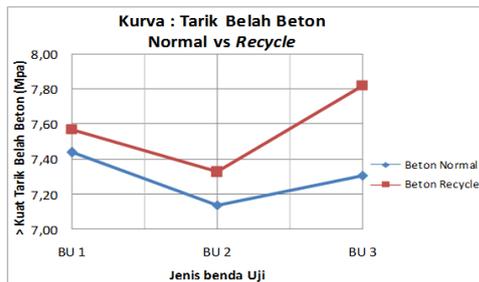
Kuat Tekan Beton Normal rata-rata setelah diuji adalah 21.48 N/mm². sedangkan Kuat Tekan Beton *Recycle* rata-rata adalah 24.32 N/mm².

Tabel 3.

Uji tarik belah beton normal dan beton recycle

NO	KODE	TANGGAL COR	TANGGAL UJI	UMUR (HARI)	BERAT (gram)	UKURAN B. UJI (mm)	BERAT ISI (kg/m ³)	GAYA TEKAN (KN)	GAYA TEKAN (N)	KUAT TARIK BELAH (N/mm ²)	Konversi 28 Hari (N/mm ²)	KET
1	N-JMD-CT01	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	150 300	2388.89	156.3	147300	6.55	7.44	
2	N-JMD-CT02	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	150 300	2388.89	141.31	141310	6.28	7.14	
3	N-JMD-CT03	04-11-2016	18-11-2016	14	12900	150 300	2388.89	144.66	144660	6.43	7.31	
Kuat Tarik Belah Rata-rata Konversi 28 Hari (N/mm ²)												
7.29												
1	R-JMD-CT01	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	150 300	2407.69	170.29	170290	7.57	7.57	
2	R-JMD-CT02	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	150 300	2407.69	164.87	164870	7.33	7.33	
3	R-JMD-CT03	11-10-2016	18-11-2016	28	11900	150 300	2407.69	175.99	175990	7.82	7.82	
Kuat Tarik Belah Rata-rata Konversi 28 Hari (N/mm ²)												
7.57												

Dari Tabel di atas bahwa kuat tarik beton rata-rata adalah 7.29 MPa dan 7.57 MPa.



Gambar 5. Grafik Uji Tarik Belah Beton Normal dan Beton *Recycle*

Keterangan grafik:

Kuat Tarik Belah Beton Normal rata-rata = 7.29 N/mm² dan Kuat Tarik Belah Beton *Recycle* rata-rata = 7.57 N/mm².

Pembahasan

Dari hasil pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton diperoleh :

1. Kuat Tekan Beton Normal rata-rata= 21.48 N/mm²
2. Kuat Tekan Beton *Recycle* rata-rata= 24.32 N/mm²
3. Kuat Tarik Belah Beton Normal rata-rata= 7.29 N/mm²
4. Kuat Tarik Belah Beton *Recycle* rata-rata= 7.57 N/mm².

Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 20 MPa, sedangkan dari pengujian diperoleh kuat tekan beton rata-rata 21,48 MPa dan 24,32 MPa. Dari hasil pengujian tersebut, kuat tekan beton yang diuji di atas kuat beton rencana sehingga beton dengan agregat *recycle* bias digunakan sebagai bahan konstruksi.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuat Tekan Beton Normal rata-rata < Kuat Tekan Beton *Recycle* rata-rata
2. Kuat Tarik Belah Beton Normal rata-rata < Kuat Tarik Belah Beton *Recycle* rata-rata
3. Agregat limbah beton mempunyai kekuatan / kekerasan lebih baik dibanding dengan agregat pecah / split
4. Agregat limbah beton dapat digunakan sebagai agregat pengganti split untuk beton.
5. Dengan penggunaan agregat limbah beton, harga beton menjadi ekonomis namun kekuatan juga tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T15-1991-03*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Nugroho, Febri Satrio, dkk. 2017. *Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Polimer Termodifikasi Alami Amylum Serta Bahan Tambah Madu*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata

Wang, Chu Kia. 1986. *Desain Beton Bertulang*, Jilid 1, Edisi Keempat, Jakarta: Penerbit Erlangga.