

PEMANFAATAN LIMBAH BETON TIDAK TERLINDUNGI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR DAN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH SEMEN

Muhammad Zahir Saki, 21116090

Ahmad Yudi, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan
Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera
Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Lampung
Selatan 35365
e-mail : zyahirzakialvian@gmail.com

Abstract *Concrete left in the open field will pile into unprotected concrete waste because it is influenced by rainfall, sunlight and humidity so that it can cause buildup of garbage in the surrounding area, in this study utilizing unprotected concrete waste into material for new concrete mixes, in this way can reduce the accumulation of waste and reduce the use of natural materials which will eventually become scarce when used continuously. This study uses unprotected concrete waste as a substitute for coarse aggregate and zeolite as a cement enhancer. This unprotected concrete waste was obtained from the Material Technology practicum and zeolite was obtained from CV.Minatama taken from South Lampung. This study uses variation of unprotected concrete waste against coarse aggregate is 0%, 25%, and 50% while the variation for the percentage of zeolite as cement added is 0%, 10%, and 15%. The quality of the plan for the 25 MPa research at 28 days by taking 5 variations of the use of unprotected concrete and zeolite waste with a total of 15 cylindrical concrete samples of 15 cm in size and 30 cm in height. Testing the compressive strength of concrete produced using CTM (Compression Testing Machine). The results showed an average compressive strength with a variation of the mixture Lb 0%: Zi 0%, Lb 25%: Zi 10%, Lb 50%: Zi 10%, Lb 25%: Zi 15%, and Lb 50%: Zi 15% for 28-day concrete age respectively are 26,021 MPa, 25,078 MPa, 23,381 MPa, 22,438 MPa, and 22,061 MPa. The conclusion of this research is the maximum composition for the use of concrete, which is 25% unprotected concrete waste and 10% zeolite.*

Keywords : *Concrete waste, CTM, Cylinders, Zeolite*

Abstrak : Beton yang dibiarkan dilapangan terbuka akan menumpuk menjadi limbah beton yang tidak terlindungi karena dipengaruhi oleh faktor hujan, sinar matahari dan kelembapan sehingga dapat menimbulkan penumpukan sampah didaerah sekitar maka dalam penelitian ini memanfaatkan limbah beton tak terlindungi menjadi bahan untuk campuran beton baru, dengan cara tersebut dapat mengurangi penumpukan sampah serta mengurangi penggunaan material alam yang lama – kelamaan akan menjadi langka ketika pemakaian yang terus – menerus. Penelitian ini menggunakan limbah beton tak terlindungi sebagai bahan pengganti agregat kasar dan zeolite sebagai penambah semen. Limbah beton tak terlindungi ini didapatkan dari praktikum Teknologi Bahan dan *zeolite* didapatkan dari CV.Minatama yang diambil dari lampung selatan. Penelitian ini menggunakan variasi limbah beton tak terlindungi terhadap agregat kasar adalah 0 %, 25 %, dan 50 % sedangkan variasi untuk persentase *zeolite* sebagai bahan tambah semen adalah 0 %, 10 %, dan 15 %. Mutu rencana pada penelitian 25 Mpa pada umur 28 hari dengan mengambil 5 variasi penggunaan limbah beton tak terlindungi dan *zeolite* dengan total 15 sampel beton silinder ukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*). Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan rata – rata dengan variasi campuran Lb 0% : Zi 0%, Lb 25% : Zi 10%, Lb 50% : Zi 10%, Lb 25% : Zi 15%, dan Lb 50% : Zi 15% untuk umur beton 28 hari secara berturut – turut adalah 26,021 Mpa, 25,078 Mpa, 23,381Mpa, 22,438 Mpa, dan 22,061 Mpa. Simpulan penelitian ini adalah komposisi paling maksimal untuk pemanfaatan beton yaitu sebesar 25 % limbah beton tak terlindungi dan *zeolite* 10 %.

Kata kunci : CTM, Limbah Beton Tidak Terlindungi, Silinder, *Zeolite*

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan struktur dari bangunan yang seluruh bangunan yang ada di muka bumi menggunakan beton sebagai bahan dasarnya. Beton itu sendiri merupakan campuran dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen dan juga air, tetapi untuk beberapa beton tertentu ada pula yang ditambahkan bahan campuran tambahan (*admixture*). Dengan adanya variasi campuran bahan tersebut maka akan menghasilkan mutu beton yang berbeda – beda pula.

Pemilihan dalam bahan – bahan pembuatan beton sangatlah penting itu dikarenakan agar mutu beton sesuai dengan yang kita inginkan. Namun sekarang ini dengan meningkatnya laju pembangunan di Indonesia bahan baku dalam pembuatan beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus, semen menjadi terbatas, sehingga bahan baku dalam pembuatan beton menjadi langka. Banyak penelitian yang dilakukan dalam mengganti material penyusun beton dengan material lain contohnya penggunaan materi limbah konstruksi.

Andi yusra, Lissa opirina, dan Irwansyah (2019) mengkaji pengaruh substitusi agregat buatan (beton daur ulang) terhadap kuat tekan beton normal. Pada penelitian tersebut persentase penggunaan 0 % agregat daur ulang, 25 % agregat daur ulang, 50 % agregat daur ulang, 75 % agregat daur ulang, dan 100 % agregat daur ulang dari berat agregat kasar. Total jumlah benda uji yaitu 15 buah berbentuk silinder ($\varnothing 15$ cm, T = 30 cm) dengan beberapa presentase tersebut. Hasil pengujian kuat tekan optimum diperoleh pada penggunaan agregat ulang 50 % yaitu sebesar 26,799 Mpa.

Praktikum teknologi bahan pada prodi teknik sipil di lingkungan akademik pada Institut Teknologi Sumatera menghasilkan sampel - sampel benda uji

beton yang berbentuk silinder dan kubus yang setelah diuji kekuatan tekannya akan menjadi limbah beton yang terbuang begitu saja, yang akan menumpuk makin banyak dari tahun ke tahun. Limbah beton yang dikumpulkan dalam tempat pembuangan limbah dibiarkan begitu saja. Hal ini menyebabkan limbah beton menjadi tidak terlindungi dikarenakan dipengaruhi oleh sinar matahari, hujan, suhu dan bahkan akan menimbulkan permasalahan tersendiri bagi lingkungan. Pembuangan limbah memerlukan biaya dan tempat pembuangan. Dalam penelitian ini pemanfaatan limbah beton yang tidak terlindungi yang akan menjadi pengganti agregat kasar pada pembuatan beton kembali akan dapat mengurangi limbah beton itu sendiri agar dapat mengurangi tumpukan limbah beton akibat dari hasil praktikum. Penyimpanan limbah beton tidak terlindungi ini memiliki masa penyimpanan kurang lebih 2 bulan dari selesai pengujian sampai dilakukannya pembuatan beton baru.

Pemanfaatan limbah beton tersebut memiliki kekurangan yaitu menurunnya mutu beton diakibatkan karena adanya porositas yang terjadi didalam beton sangat tinggi. Salah satu cara yang mampu menutupi rongga atau pori diantara partikel adalah dengan menambahkan *filler*. Sumber daya alternative yaitu *zeolite* mempunyai senyawa yang sama dengan semen. Senyawa tersebut adalah silika, sehingga *zeolite* dapat berperan sebagai penambah bahan dari semen untuk menutupi kekurangan pada pemanfaatan limbah beton tersebut.

Zeolite

Zeolite merupakan mikrosilika yang dapat digunakan sebagai bahan pozzolan, karena *zeolite* mengandung banyak silika yang dapat meningkatkan kekuatan beton. Mineral *zeolite* merupakan bahan tambang yang banyak tersedia di alam (Ariwibowo, 2011)

Dalam penggunaan bahan tambah harus dilakukan dengan takaran dosis atau kadar yang tepat sehingga pengaruh penambahan dapat mencapai hasil yang maksimum pada beton, karena penggunaan bahan tambahan yang berlebihan malah akan mengakibatkan penurunan kualitas beton. Maka dari itu dengan adanya penambahan mineral *zeolite* kedalam campuran adukan beton, disamping berfungsi sebagai bahan *pozzolan* juga diharapkan menjadi *filler* yang mampu mengisi rongga – rongga atau pori – pori pada beton (Ariwibowo, 2011).

Secara empiris, rumus molekul *Zeolite* adalah $M_{x/n} \cdot (AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_y \cdot xH_2O$ komposisi kimia dari *zeolite* dapat dilihat pada tabel 2.2. berikut (Anonim, dikutip dari sheebee 2008)

Limbah Beton

Jumlah sampah konstruksi demikian besar sehingga menjadi perhatian dunia untuk menjaga sumber alam dan mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Salah satu upaya dalam mengurangi banyaknya penggunaan sumber daya alam untuk material beton adalah dengan memanfaatkan beton bekas (daur ulang) untuk digunakan kembali dalam pembuatan beton baru sebagai agregat kasar. Pemanfaatan beton bekas (daur ulang) tersebut memiliki kekurangan yaitu menurunnya mutu beton diakibatkan karena adanya porositas yang terjadi didalam beton sangat tinggi. Salah satu cara yang mampu menutupi rongga atau pori diantara partikel adalah dengan menambahkan *filler* (Rohman, cahyono. 2013).

Suharwanto (2004) melakukan studi eksperimen dimana agregat daur ulang mengandung mortal sebesar 25% hingga 45% untuk agregat kasar, dan 70% hingga 100% untuk agregat halus. Kemudian mortal tersebut mengakibatkan berat jenis agregat menjadi lebih kecil, lebih poros

atau berpori, sehingga kekerasannya berkurang, bidang semu (*interface*) yang bertambah, dan unsur – unsur kimia agresif (seperti Na_2SO_4 dan $MgSO_4$) lebih mudah masuk dan merusak. Berdasarkan hasil penelitian Marastuti, et, Al., (2014) bahwa partikel agregat kasar daur ulang yang diproduksi dengan menggunakan pemecah batu (*stone crusher*) mempunyai bentuk gradasi yang baik, namun memiliki absorsi yang tinggi dan berat jenis yang rendah dibandingkan dengan agregat alam.

Menurut Hardjasaputra dan Ciputera (2008) kekuatan beton yang hasil dengan menggunakan agregat kasar limbah beton adalah sebesar 84% - 86% dari kuat tekan beton yang direncanakan.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji pengaruh suatu perilaku terhadap objek penelitian. Benda uji yang dibuat dengan menambahkan Limba Beton dan *Zeolit* sebagai campuran adukan beton. Masing-masing 15 buah benda uji dan 5 variasi beton yang diuji kuat tekan pada umur 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan dengan rencana 25 Mpa. Bentuk benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat tekan beton yaitu berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah pengujian bahan seperti, agregat halus, agregat kasar, *zeolit*, limbah beton dan kuat tekan beton. Sementara itu, penelitian ini menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM) digunakan untuk menguji kuat tekan beton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan sifat fisik pasir meliputi kadar lumpur 0,613%, Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*) 4,09 gr/cm³, *Bulk Specific Gravity* Kondisi Kering 3,6 gr/cm³, *Bulk Specific Gravity* Kondisi SSD 3,78 gr/cm³, Persentase Penyerapan

(Absorbtion) 2,7%, dan Modulus Halus 2,6

Hasil pengujian terhadap agregat kasar atau batu pecah yang dilaksanakan dalam penelitian ini meliputi pengujian Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*) 2,72 gr/cm³, *Bulk Specific Gravity* Kondisi Kering 2,54 gr/cm³, *Bulk Specific Gravity* Kondisi SSD 2,61 gr/cm³, Persentase Penyerapan (*Absorbtion*) 2,72%, dan Modulus Halus 7,94

Zeolite diperoleh dari hasil tambang yang dikelolah oleh CV.Minatama Lampung, zeolite yang hasil penambangan tersebut selanjutnya dilakukan penyaringan atau pengayakan dengan menggunakan saringan No.10.

Selanjutnya limbah beton tersebut dilakukan penghancuran dengan menggunakan palu, adapun cara penghancuran beton tersebut dengan ketinggian 15-20 cm dari permukaan limbah beton, kekuatan yang dikelurkan pada saat penghancuran beton tidak terlalu besar agar pecahan limbah beton yang didapat kan tidak terlalu kecil dan sesuai dengan ukuran agregat kasar pecah.

Tabel 1. komposisi Campuran beton

sampel	Material (Kg)					
	semen	air	ag. Kasar	ag. Halus	zeolit	limbah beton
(Lb = 0%) : (Zi = 0%)	6.159	2.617	15.429	8.308	0	0
(Lb = 25%) : (Zi = 10%)	6.159	2.617	11.571	8.308	0.616	3.857
(Lb = 50%) : (Zi = 10%)	6.159	2.617	7.714	8.308	0.616	7.714
(Lb = 25%) : (Zi = 15%)	6.159	2.617	11.571	8.308	0.923	3.857
(Lb = 50%) : (Zi = 15%)	6.159	2.617	7.714	8.308	0.923	7.714

Komposisi benda uji

Perencanaan campuran adukan beton menggunakan standar Dinas Pekerjaan Umum SK SNI 03-2834- 2000, dari perhirungan tersebut maka didapatkan kebutuhan bahan per 1m³ yaitu :

- a. Air : 190 kg
- b. Semen : 447,059 kg
- c. Ag. Halus : 603,029 kg
- d. Ag. Kasar : 1119,912 kg

Dalam perencanaan campuran desain beton, SK SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal dijadikan sebagai bahan acuan. Limbah beton pada penelitian ini digunakan sabagai bahan pengganti dari kebutuhan agregat kasar dan *zeolite* digunakan sebagai bahan tambah pada semen. Berikut berbagai variasi penentuan desain campuran beton 3 buah silinder, yaitu

Uji kuat tekan beton

Hasil pengujian kuat tekan 15 buah sampel dengan 5 variasi dan presentase limbah beton serta material *zeolite* yang bermacam- macam dilakukan pengujian pada

saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM) untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

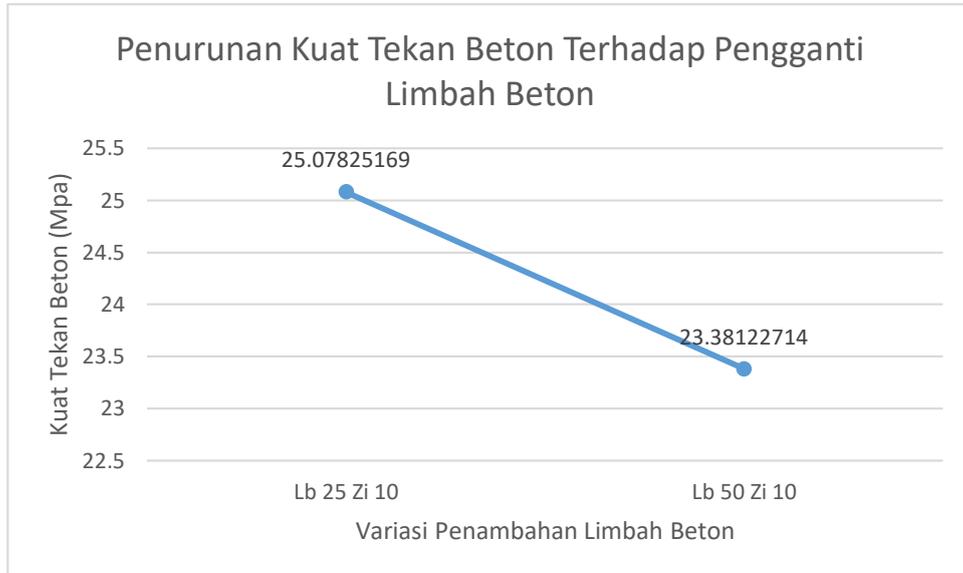
sampel	berat beton silinder (Kg)	Hasil uji kuat tekan		
		KN	Mpa	rata-rata
(Lb = 0%) : (Zi = 0%)	12.3	430	24,32	26,021
	12.16	475	26,869	
	12.12	475	26,869	
(Lb = 25%) : (Zi = 10%)	11.9	430	24,324	25,078
	11.82	495	28,001	
	12	405	22,078	
(Lb = 50%) : (Zi = 10%)	11.88	430	24,324	23,381
	11.9	375	21,213	
	11.88	435	24,607	
(Lb = 25%) : (Zi = 15%)	11.74	415	23,475	22,438
	11.76	400	22,627	
	11.82	375	21,213	
(Lb = 50%) : (Zi = 15%)	11.62	395	22,344	22,061
	11.66	380	21,496	
	11.66	395	22,344	

Hasil pengujian Dalam Bentuk Grafik

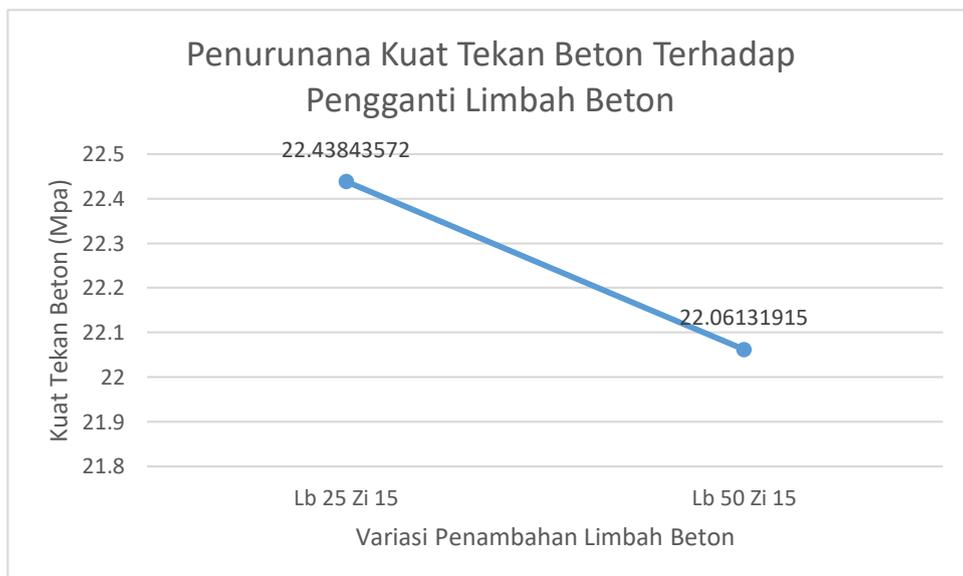
a. Pengaruh Limbah Beton

Untuk memperoleh pengaruh limbah beton maka diambil sampel variasi 2

dan sampel variasi 3 yang sama-sama memiliki persentase *zeolit* sebesar 10%. Pada grafik dibawah ini diperoleh kuat tekan persampel yang telah dirata-ratakan dari 3 sampel.



Gambar 1. Pengaruh Limbah Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ditinjau dari *Zeolit 10%*

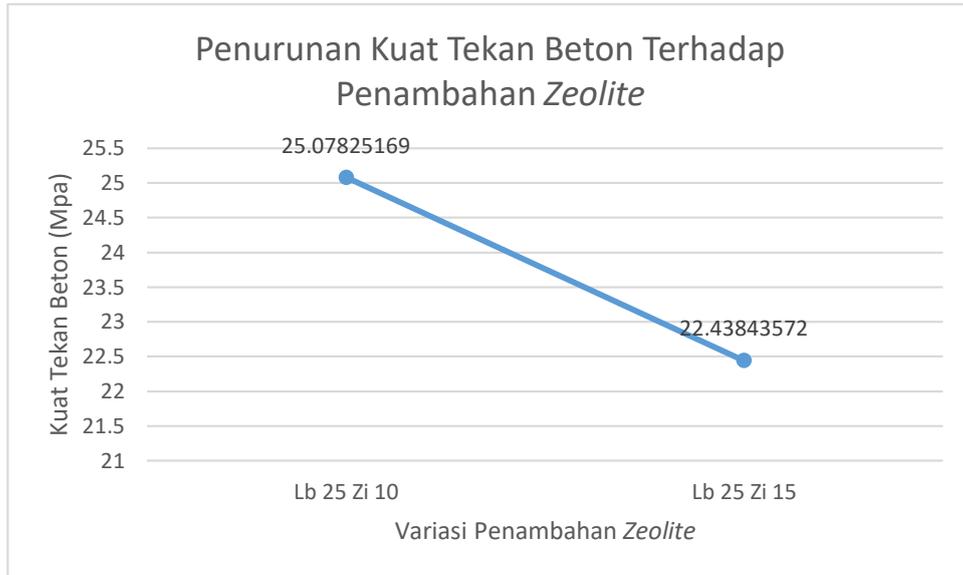


Gambar 2. Pengaruh Limbah Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ditinjau dari *Zeolit 15%*

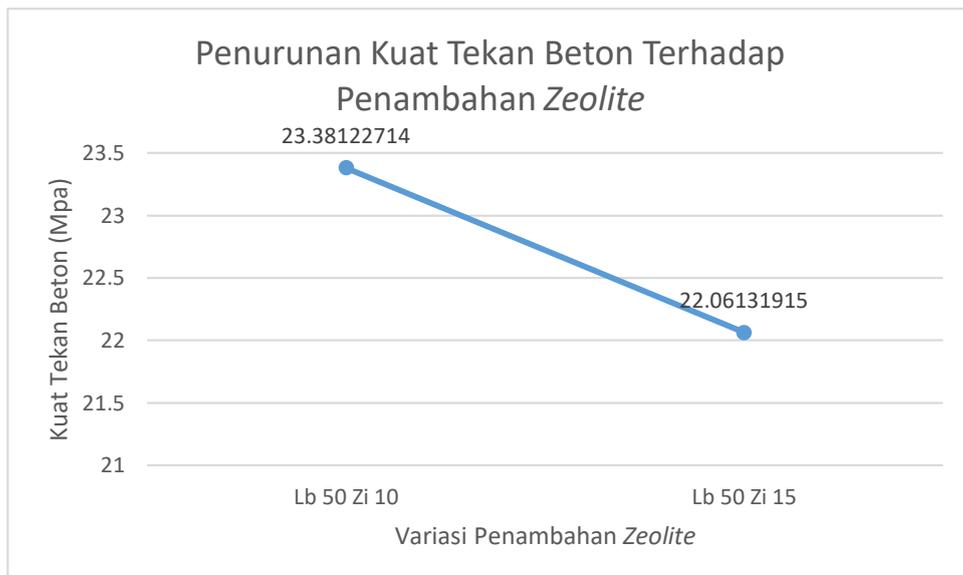
b. Pengaruh Zeolit

Untuk memperoleh pengaruh *zeolit* maka diambil sampel variasi 2 dan sampel variasi 4 yang sama-sama

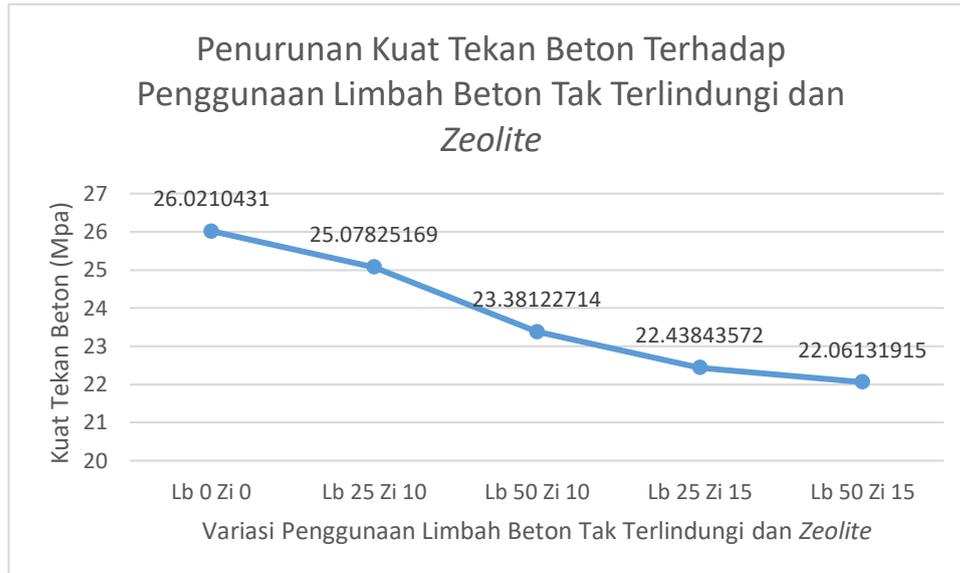
memiliki persentase limbah beton sebesar 25%. Pada grafik dibawah ini diperoleh kuat tekan persampel yang telah dirata-ratakan dari 3 sampel.



Gambar 3. Pengaruh Limbah Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ditinjau dari Limbah Beton 25%



Gambar 4. Pengaruh Limbah Beton Terhadap Kuat Tekan Beton ditinjau dari Limbah Beton 5



Gambar 5. Hasil Semua Uji Kuat Tekan Beton

Dapat dilihat pada grafik bahwa terjadi penurunan jika bahan penyusun beton yang normal di gantikan dengan bahan inovasi berupa limbah beton dan *zeolite*. Penurunan kuat tekan terjadi signifikan ketika presentase campuran zeolite diperbesar, hal tersebut terjadi karena bahan penambah zeolite terhadap semen banyak mengandung silica untuk pengikat, maka kebutuhan terhadap air harus diperhitungkan, dalam penelitian ini peneliti tidak memperhitungkan untuk penambahan jumlah air (fas) atau hanya menghitung kebutuhan air

berdasarkan SNI 03-2834-2000. Adapun terjadinya penurunan kuat tekan beton disebabkan oleh adanya pengaruh kandungan lain pada limbah beton yang digunakan dalam penelitian. Dalam penambahan zeolite terhadap semen harus memiliki takaran yang baik dikarenakan jumlah semen yang tidak cukup untuk mengikat partikel zeolite alam. Ukuran partikel zeolite juga berpengaruh terhadap kekerasan mortar, semakin besar ukuran partikel maka kekerasan mortar juga meningkat.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton yang berasal dari limbah beton tak terlindungi ini didapatkan kuat tekan pada masing – masing variasi limbah beton tak terlindungi dan *zeolite* yaitu : Lb 0 Zi 0; Lb 25 Zi 10; Lb 50 Zi 10; Lb 25 Zi 15; Lb 50 Zi 15 secara berturut – turut adalah 26,021 Mpa, 25,078 Mpa, 23,381Mpa, 22,438 Mpa, dan 22,061 Mpa.
2. Komposisi maksimum untuk pemanfaatan limbah beton yang terlindungi, sebagai berikut :
 - a. Kuat tekan maksimum diperoleh dengan variasi 25 % limbah beton tak terlindungi dan 10 % *zeolite* yaitu 25, 078 Mpa.
 - b. Pada penggunaan limbah beton tak terlindungi sebagai bahan pengganti agregat kasar memiliki kandungan persentase material *zeolite* 1,463 %, serbuk kaca 2,195 %, kaca pecah 3,542 %, dan *waste material* 1,453 %. Hal ini memungkinkan berpengaruh pada hasil yang dihasilkan pada saat pengujian kuat tekan beton tersebut.
 - c. Penurunan beton dengan penggunaan limbah beton tak terlindungi disebabkan adanya pengaruh terkenanya sinar matahari, hujan dan kelembapan suhu disekitar sehingga menyebabkan limbah beton memiliki banyak rongga – rongga akibat dari pelapukan.
3. Dari keseluruhan variasi didapatkan penurunan berturut – turut, hal ini memungkinkan adanya penambahan *zeolite* sebagai pengikat sehingga mengakibatkan terjadinya penambahan air pada campuran beton maka dengan adanya penambahan air menyebabkan beton tidak dapat memiliki yang dapat mendekati kuat tekan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Bari, Abdul. 2019. Pengaruh Variasi Penambahan Zeolit Terhadap Kuat Tekan Beton K-300. Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Muhammadiyah. Palembang.
- SNI 03-2834-2000. 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- Yusra, Andi. Lissa Opirina, dan Irwansyah. 2019. Pengaruh Substitusi Agregat Buatan (Beton Daur Ulang) Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar. Meulaboh.