

Analisis Penggunaan *Waste Material* dari Tanah Galian di Lahan Itera dan Zeolit sebagai Bahan Campuran Beton

Received 6th November 2021
Accepted 27th December 2021
Published 31st December 2021

Open Access

Ahmad Yudi^{*a}, Lavizon Naim^a, Siska Apriwelni^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera, Lampung

*Koresponden E-mail: ahmad.yudi@si.itera.ac.id

Abstract: The Sumatra Institute of Technology is part of the state universities on the island of Sumatra with a lot of potential for growth with a land area of 285 hectares with varied contours. In the construction of buildings or other construction activities related to the process of extracting soil and filling the soil. The results of the excavation will be less useful if the type of backfill is not common, such as limestone in the top layer of ITERA's soil. The problem of soil types in ITERA land can be overcome using natural zeolite Lampung. Zeolite natural resources found in Lampung province have been investigated for their content and cation exchange ability (CEC). Testing on 30 samples with 10 variations and the percentage of waste material and zeolite material within 28 days. The average compressive strength results are 3.5%: 3.5% of 15.47 N/mm², 5.3%: 3.5% of 15.28 N/mm², 3.5%:5.3% of 19.06 N/mm², 5.3%:5.3% at 17.92 N/mm², 7.1%:5.3% at 17.55 N/mm², 5.3%:7.1% at 19.15 N/mm², 7.1%:7.1% of 19.24 N/mm², 8.8%:7.1% of 21.04 N/mm², 7.1%:8.8% of 18.59 N/mm², and 8.8%:8, 8% of 19.15 N/mm². From the results, it can be concluded that the use of zeolite material is effective when it reaches 7.1% and 8.8% and the use of ITERA waste material is limited to below 7.1% for increased compressive strength results.

Keywords: *waste material, zeolite, concrete mixes material*

Abstrak: Institut Teknologi Sumatera merupakan Institut negeri yang mempunyai potensial untuk dikembangkan di Daerah Sumatera dengan luas 285 hektar dengan berbagai kontur. Pada pembangunan gedung atau kegiatan infrastruktur lain yang berhubungan dengan proses galian dan penimbunan tanah. Hasil galian akan kurang menghasilkan manfaat jika tipe penimbunannya tidak biasa, seperti kapur pada lapisan atas tanah ITERA. Permasalahan jenis tanah pada tanah ITERA dapat diselesaikan dengan zeolit asli Lampung. Sumber zeolit alam yang terdapat di Lampung dipelajari untuk kandungan dan kapasitas tukar kation. Uji dilakukan pada 30 sampel uji dengan 10 varian dan persentase bahan sisa dan bahan zeolit dalam 28 hari. Hasil kuat tekan rerata adalah 3,5%: 3,5% dari 15,47 N/mm², 5,3%: 3,5% dari 15,28 N/mm², 3,5%: 5,3% dari 19,06 N/mm², 5,3%: 5,3% menjadi 17,92% menjadi: 7,3% 17,55 N/mm², 5,3%: 7,1% menjadi 19,15 N/mm², 7,1%: 7,1% dari 19,24 N/mm², 8,8%: 7,1% dari 21,04 N/mm², 7,1%: 8,8% dari 18,59 dari 8,59 N/mm² dan 8,98%:. Dari data itu bisa disimpulkan bahwa pemakaian zeolit akan lebih efektif bila mencapai 7,1% dan 8,8% dan penggunaan material limbah ITERA dibatasi kurang dari 7,1% untuk menghasilkan peningkatan kekuatan terhadap tekan.

Kata Kunci : *bahan campuran beton, zeolite, waste material,*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang bergelut dengan macam-macam pembangunan konstruksi. Saat tahun 2014, terdapat *project* pembangunan di Lampung yaitu Institut Teknologi Sumatera. ITERA merupakan perguruan tinggi negeri yang mempunyai nilai potensial untuk memajukan pulau Sumatera.

Sebagai salah satu institut teknologi terkemuka di Sumatera, institut negeri baru yang saat ini berusaha untuk berkembang dalam skala nasional dan internasional, ITERA telah berada dalam tahap pembangunan sejak didirikan pada 6 Oktober 2014.

ITERA mempunyai luas 285 hektar dengan kondisi kemiringan tanah dari terjal hingga berbukit. Dalam membangun dan membuka tapak baru, baik untuk

konstruksi sarana maupun untuk berbagai kegiatan pembangunan lainnya, berkaitan dengan penggalian (*cutting*) dan penimbunan tanah (*filling*).

Pekerjaan pemotongan dan penimbunan, atau biasa disebut dengan penggalian dan penimbunan, adalah salah satu metode penggalian yang melibatkan penggalian sejumlah tanah dan kemudian penimbunan kembali atau penimbunan dengan bahan lain..

Tanah yang digali dari sisa pembangunan ini adalah bahan limbah yang sudah tidak terpakai, pada akhirnya semakin banyak tanpa ada manfaat lebih, dari hal itu penulis berusaha memanfaatkan hal tersebut sebagai bahan yang bisa dijadikan inovasi.

Oleh karenanya penulis pada studi ini memakai potensi yang ada pada zeolite untuk menetralsir lumpur dan dengan harapan dapat meningkatkan kuat tekan beton yang akan dibuat dengan 10 varian benda uji dengan total 30 benda uji, disini penggunaan zeolite dan waste material digunakan bervariasi.

Tinjauan Literatur

Bahan Limbah

Secara umum, bahan limbah adalah bahan yang sudah habis nilai gunanya atau estetikanya. Limbah material pembangunan adalah limbah material yang dihasilkan selama pekerjaan pembangunan, renovasi, atau bongkaran yang tidak lagi ada manfaat, nilai, atau tidak diperlukan pemilikinya dan dapat didapatkan secara langsung atau tidak langsung [1].

Al-Moghany [2] mengemukakan bahwa material sisa bisa didefinisikan dengan bahan dari bagian alami bumi, diproses di lokasi untuk kemudian dipakai antar lokasi. Dengan pilihan yang berbeda yang mungkin terjadi antara lain karena kerusakan, kelebihan, kurang penggunaan, kurang pas dengan acuan.

Zeolite

Zeolite adalah aluminosilikat hidrasi melalui struktur kristal kosong yang terdapat ion logam dan partikel air. Karena ion logam dan partikel air bisa bergerak bebas, ion berubah dan dehidrasi reversibel terjadi tanpa mengubah bentuknya (Cooney dan Xi, 1994). Zeolit terdiri dari $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$ tetrahedra, yang saling berhubungan oleh empat anion

oksigen dan tersebar di sekitar ion Si^{4+} dan Al^{3+} . Zeolit memiliki struktur tiga dimensi dengan ukuran molekul 3-4 dan mikro[3].

Berdasarkan Laju pembentukannya, zeolite dibagi 2 bagian, antara lain zeolite alam dan zeolite sintesis. Menurut besarnya pori, zeolite dibedakan jadi 3 bagian, yaitu: zeolite pori kecil, zeolite pori sedang dan zeolite pori besar. Zeolite mempunyai struktur yang kosong dan umumnya rongga-rongga tersebut mengandung air kationik yang bervariasi dan memiliki ukuran pori yang tetap (Pandiangan, 2006).

Penggunaan zeolit dalam penelitian ini disebabkan oleh prevalensi zeolit sebagai karakteristik mineral senyawa seperti semen, dan banyak ditemukan di wilayah Indonesia, termasuk Jawa Barat dan Jawa Timur, salah satunya di Provinsi Lampung. Menemukan. **Gambar 1** menunjukkan dua wilayah pertambangan zeolit di Lampung yang telah dan akan beroperasi.



Gambar 1. 2 Lokasi Potensi Zeolite di Lampung

Metode

Metode eksperimental adalah metode yang digunakan pada studi ini. Tujuan dari studi ini adalah mengetahui pengaruh perlakuan penggantian pada subjek penelitian. Alat disiapkan dengan menambah bahan limbah, seperti pada campuran beton. Masing-masing dari 30 benda uji dan 10 varian beton dilakukan uji kuat tekannya selama 28 hari untuk mencapai kuat tekan desain 20 - 25 MPa.

Persiapan Beton

1) Pengumpulan data

Data penelitian didapat dari media berupa buku atau literatur, dokumen, jurnal, baik yang diterbitkan maupun yang belum dimodifikasi. Data ini kami gunakan sebagai data tambahan dalam kegiatan penelitian kami, baik dalam melakukan survei lapangan maupun dalam memecahkan

masalah yang muncul selama penyelidikan. Data sekunder menunjukkan citra medan awal.

2) Pengambilan bahan limbah dan *zeolite*

Material limbah diperoleh dari tanah galian di *site* ITERA dan zeolitnya sendiri dikumpulkan dari daerah Lampung.

3) Desain Campuran

Proyek pencampuran mengacu pada SNI 03 - 2834 - 2000, yang mengatur mengenai cara untuk membuat campuran beton standar. Sebuah variabel independen digunakan untuk menggantikan pasir.

4) Penelitian Laboratorium

Dilakukan di lab. struktur meliputi produksi sampel beton, uji kuat tekan sampel beton dan uji daya serap. Selama pembuatan cetakan, komposisi campuran bahan semen. Bahan dicampur dan dicampur dalam mixer dengan sampel uji.

5) Analisis data dan kesimpulan

Segala sesuatu yang dilaksanakan selama serta setelah pembangunan fasilitas pengujian dan hasil yang dianalisis selama pembangunan fasilitas pengujian dan kemudian ditarik kesimpulan.

Prosedur Pembuatan Beton

1) Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan antara lain:

1. Semen

Semen *portland* berguna sebagai perekat untuk campuran mortar. Semen yang dipakai ialah Semen Padang Tipe I (*Portland Composite Cement*) yang diperoleh dalam keadaan baik di lokasi konstruksi, dalam satuan 50 kg/zak.



Gambar 2. Semen

2. Agregat Kasar

Material yang dipakai ialah kerikil Sumber Batu Berkah di Lampung Selatan. Ukuran yang digunakan tidak melebihi 20 mm.



Gambar 3. Batu Split

3. Agregat Halus

Pada material ini ialah pasir Gunung Sugih Lampung Tengah.



Gambar 4. Agregat Halus

4. Zeolit

Zeolit yang dipergunakan dari Lampung bersumber dari areal pertambangan CV. Minatama



Gambar 5. Zeolit

5. Bahan Limbah

Limbah yang digunakan berasal dari area galian kompleks ITERA.



Gambar 6. Waste Material

2) Alat

Pada penelitian ini alat alat yang digunakan antara lain:

1. Satu Set Saringan

Dipergunakan buat memilih gradasi agregat, sebagai akibatnya bisa menentukan modulus kehalusan agregat.

2. Timbangan

Timbangan yang dipakai ialah timbangan digital menggunakan kapasitas 30 kg dan tingkat telitinya 0,1 gram.

3. Piknometer

Dipergunakan buat pemeriksaan berat jenis kering muka, kering, jenuh, dan absorpsi agregat halus.

4. Bejana Silinder

Pada uji berat volume agregat digunakan bejana silinder sebagai wadah dan tongkat pemadat untuk memadatkan agregat.

5. Oven

Dipergunakan buat memanaskan agregat dan menghilangkan air pada agregat. oven juga menjadi pendukung yang digunakan untuk uji penyerapan air pada agregat.

6. Cetakan

Dalam hal ini digunakan cetakan silinder beton sebagai wadah adonan beton dimensi tinggi 150 mm dengan diameter 300 mm.

7. Concrete Mixer

Dipergunakan untuk mempermudah saat mengaduk antar bahan penyusun beton, digerakkan menggunakan bantuan listrik, berkapasitas 0,125 m³ dengan 20-30 putaran per menit.

8. Vibrator

Adonan beton yang dimasukkan kedalam cetakan lalu di getarkan dengan alat ini, agar adonan memadat pada cetakan dan tidak menimbulkan celah udara.

9. Kerucut Abrams

Wadah atau cetakan untuk melakukan uji slump beton dipergunakan buat mengukur kelacakan atau workability adukan.

10. Compression Testing Machine

Alat yang dipakai untuk uji nilai kuat tekan, berbobot 150 ton dan memiliki akurasi 0,5 ton. Kecepatan pemuatan adalah 0,14 - 0,34 MPa/detik.

11. Gelas Ukur

Volume tidak melebihi 1 liter untuk mengukur volume dari air.

12. Alat Bantu

Alat ini dipakai untuk preparasi sampel antara lain ialah sendok semen, mistar, tongkat pemadat, *container*, dll.

Langkah-langkah Pembuatan Beton

1. Penimbangan Bahan

Penimbangan material untuk produksi beton dilakukan dengan komposisi hasil perhitungan desain campuran.

2. Pencampuran Beton

Komponen untuk produksi beton dicampurkan pada keadaan kering muka. Kemudian lanjutkan untuk menambahkan air yang diperlukan.

3. Uji Slump

Luaran dari uji *slump* ialah buat mendapatkan konsistensi (ketebalan campuran) dalam campuran beton segar. Tes bekerja dengan menempatkan kerucut Abrams di atas pelat baja. Campuran beton ditempatkan pada kerucut lalu memasukkan adonan beton sampai memenuhi 1/3 dari tinggi kerucut kemudian ditumbuk 25 kali dengan batang besi. Kemudian tuang kembali massa beton hingga memenuhi 2/3 dari tinggi kerucut, masukkan kembali 25 kali dengan batang besi, masukkan kembali beton sampai kerucut terisi penuh, tusuk kembali 25 kali dengan batang besi. Gunakan sendok semen untuk meratakan permukaan cetakan. Angkat cetakan kemudian ukur beda ketinggian kerucut dan campuran beton.

4. Mencetak Adonan Beton

Tempatkan campuran beton pada cetakan yang sudah dipersiapkan dengan silinder atau balok. Proses pemasukan campuran pada cetakan dilakukan menjadi 3 lapis dengan 1/3 cetakan menggunakan cara mengompresi cetakan 25 kali dengan batang besi untuk tiap lapisnya.

5. Pemasakan Beton

- Pemampatan menggunakan vibrator berupa batang getar yang ditempatkan dalam campuran beton selama beberapa waktu.
- Pemasakan luar dengan menggetarkan cetakan beton dengan tangan atau dengan mengetuk bagian luar cetakan beton dengan palu karet.

Pengujian Pembuatan Beton

Campuran beton tersebut kemudian dituangkan pada cetakan silinder dimensi 150 mm x 300 mm. Permukaan sampel atas dan bawah harus rata. Curing dikerjakan sampai umur 28 hari. sampel tersebut kemudian dikeluarkan dari cetakan.

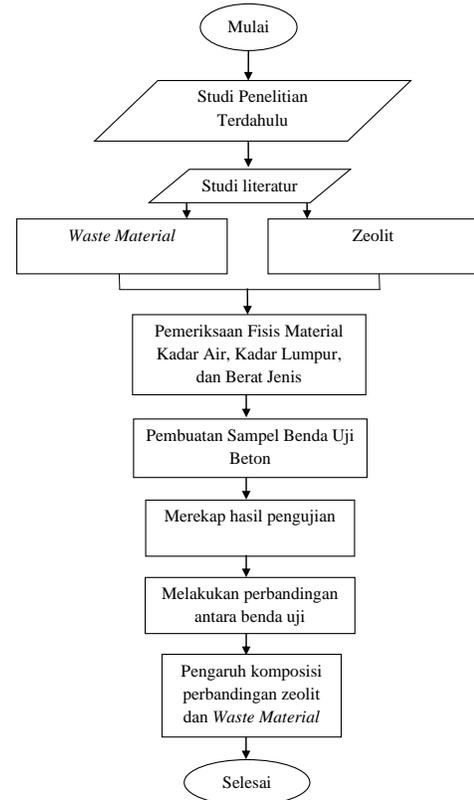
Uji kuat tekan dilaksanakan dengan sampel uji berbentuk silinder beton selama 28 hari. Sampel beton ditimbang sebelum memulai uji kuat tekan. Kemudian tutup lebih lanjut bagian sisi atas dan sisi bawah benda uji menggunakan belerang. Tujuan dari tumpuan tersebut adalah untuk membuat rata permukaan sampel beton agar kuat tekan yang didapatkan optimal.

Kekuatan beton pada benda uji Tekan diuji pada mesin kompresi sesuai ASTM C39 / C39M-01. Letakkan sampel silinder di tengah alat CTM dan jalankan mesin sesuai laju kenaikan beban antara 2-4 kg/cm²/detik. Pengukuran beban harus dilakukan jika beton pecah (dalam kN). *Output* nilai kuat tekan terlihat pada jarum mesin menunjukkan nilai paling tinggi. *Compressive Strength* didapat dari menggunakan persamaan berikut:

$$F_c' : \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan	:	
F_c'	:	<i>Compressive Strength</i> (N/mm ²)
P	:	Tekanan Mesin Uji (N)
A	:	Luas Permukaan sampel (mm ²)

Diagram Alir



Gambar 7. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Diskusi

Standar SK SNI T-15-1990-03 [4] digunakan untuk menghitung rencana campuran beton, dari mana diperoleh kebutuhan material per 1m³ yaitu:

- Air = 1,4 Liter
- Semen = 2,4 Kilogram
- Split = 5,96 Kilogram
- Pasir : 4,875 Kilogram

Saat merancang campuran beton desain, digunakan dokumen SK SNI T-15-1990-03 [6] tentang metode persiapan rencana pencampuran beton normal sebagai bahan referensi. Dalam studi ini, tanah ITERA dan tanah pengisi zeolit digunakan untuk menggantikan bahan tambahan halus (pasir) untuk kehalusan yang sebanding. Berikut beberapa variasi untuk menentukan desain campuran silinder, yaitu:

Tabel 1. Kebutuhan Material Variasi S1 – S5

Material	Berat (kg)				
	S1	S2	S3	S4	S5
Semen	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Air	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Tanah Timbunan	0,172	0,172	0,258	0,258	0,258
Zeolite	0,172	0,258	0,172	0,258	0,344
Pasir	4,531	4,445	4,445	4,359	4,273
Split	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96

Keterangan :

S1 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (3,5% : 3,5%)

S2 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 3,5%)

S3 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (3,5% : 5,3%)

S4 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 5,3%)

S5 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 5,3%)

Tabel 2. Kebutuhan Material Variasi S6 – S10

Material	Berat (kg)				
	S6	S7	S8	S9	S10
Semen	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Air	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Tanah Timbunan	0,344	0,344	0,344	0,43	0,43
Zeolite	0,258	0,344	0,43	0,344	0,43
Pasir	4,273	4,187	4,101	4,101	4,015
Split	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96

Keterangan :

S6 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 7,1%)

S7 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 7,1%)

S8 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (8,8% : 7,1%)

S9 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 8,8%)

S10 = Variasi Tanah Timbunan dan Zeolite (8,8% : 8,8%)

Hasil Pengujian

Ditinjau dari uji sampel sebanyak 30 silinder, terdapat 10 varian dan persentase penurunan, dan dengan bahan zeolite yang berbeda dalam waktu 28 hari, dengan cara untuk mencapai kuat tekan yang terjadi pada saat sampel uji *crack*.

Tabel 1. Tanah Timbunan dan Zeolite (3,5% : 3,5%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	11.92	260	14.72
2	11.84	270	15.57
3	12.01	285	16.13
Kuat Tekan Rerata		15.47	

Tabel 2. Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 3,5%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	11.86	250	14.15
2	11.72	270	15.29
3	12.02	290	16.41
Kuat Tekan Rerata		15.28	

Tabel 3. Tanah Timbunan dan Zeolite (3,5% : 5,3%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	11.83	320	18.11
2	11.64	340	19.25
3	12.01	350	19.81
Kuat Tekan Rerata		19.06	

Tabel 4. Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 5,3%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.01	290	16.41
2	11.96	325	18.4
3	12.04	335	18.96
Kuat Tekan Rerata		17.92	

Tabel 5. Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 5,3%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.02	295	16.7
2	11.88	310	17.55
3	12.01	325	18.4
Kuat Tekan Rerata		17.55	

Tabel 6. Tanah Timbunan dan Zeolite (5,3% : 7,1%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.04	320	18.11
2	12.12	340	19.25
3	12.06	355	20.09
Kuat Tekan Rerata		19.15	

Tabel 7. Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 7,1%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.03	325	18.4
2	11.92	345	19.53
3	12.07	350	19.81
Kuat Tekan Rerata		19.24	

Tabel 8. Tanah Timbunan dan Zeolite (8,8% : 7,1%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.02	360	20.38
2	11.94	275	21.3
3	12.06	380	25.1
Kuat Tekan Rerata		21.04	

Tabel 9. Tanah Timbunan dan Zeolite (7,1% : 8,8%)

No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	11.87	310	17.55
2	11.64	330	18.68
3	11.98	345	19.53
Kuat Tekan Rerata			18.59

Tabel 10. Tanah Timbunan dan Zeolite (8,8% : 8,8%)

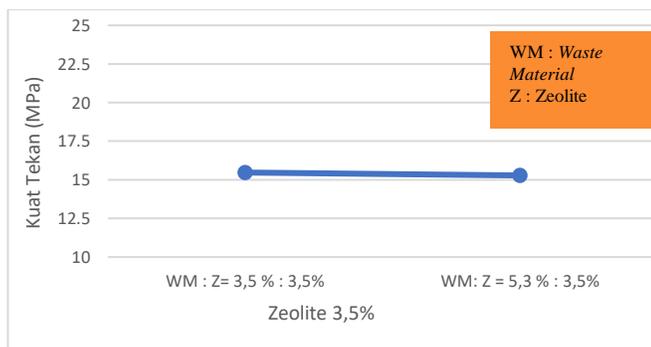
No	Berat Silinder Beton (kg)	Kuat Tekan	
		kN	N/mm ²
1	12.02	325	18.4
2	11.8	340	19.25
3	12.09	350	19.81
Kuat Tekan Rerata			19.15

Hasil Uji Statistik

Penarikan suatu kesimpulan berdasarkan dari hasil studi adalah salah satu *output* yang diharapkan pada penelitian ini, metode penarikan kesimpulan didapat dari hasil uji *statistic* di lapangan atau laboratorium. Dibawah ini gambar hubungan *waste material* dan *zeolite* serta pengaruhnya terhadap kuat tekan.

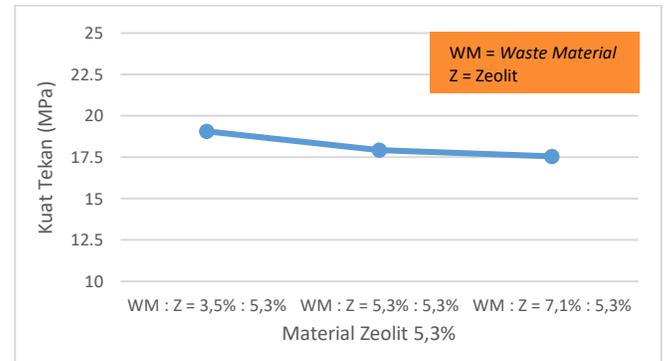
1. Pengaruh dari *Waste Material*

Sampel 1 dan 2 mempunyai persentase zeolite yang sama yaitu 3,5% namun terdapat peningkatan persentase pada *waste material* dari variasi 1 ke variasi 2. keduanya dibandingkan karena mempunyai variable yang sama dalam menentukan pengaruh *waste material* terhadap kuat tekan. Gambar dibawah ini menunjukkan hasil kuat tekan dari 3 sampel pada variasi 1 dan variasi 2. Nilai Kuat Tekan Beton yang ditampilkan adalah nilai kuat tekan beton yang sudah direrata untuk setiap variasinya.

**Gambar 8.** Pengaruh *Waste Material* pada Kuat Tekan Beton dengan tinjauan Material Zeolite 3,5%

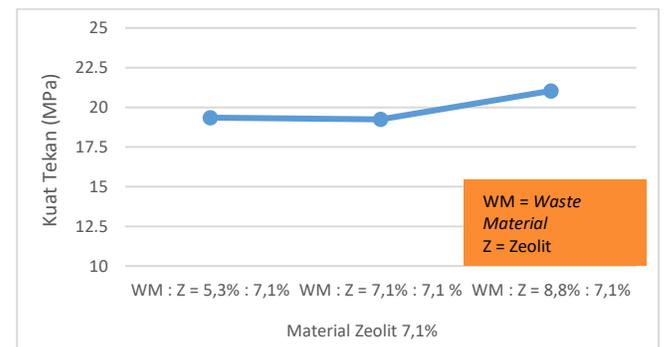
Dari **Gambar 8** diketahui terjadi penurunan kuat tekan beton variasi 1 ke variasi 2 dengan nilai 15,47 MPa dan 15,28 MPa, hal ini terjadi diakibatkan dengan bertambahnya persentase *waste material* 3,5% ke 5,3%.

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *waste material* antara lain variasi 3, variasi 4 dan variasi 5. Ketiga variasi ini memiliki variable tetap zeolite sebesar 5,3% dan terjadi kenaikan persentase *waste material* dari variasi 3 ke variasi 5. Berikut hasilnya ditampilkan dalam gambar grafik.

**Gambar 9.** Dampak *waste material* Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Zeolite 5,3%

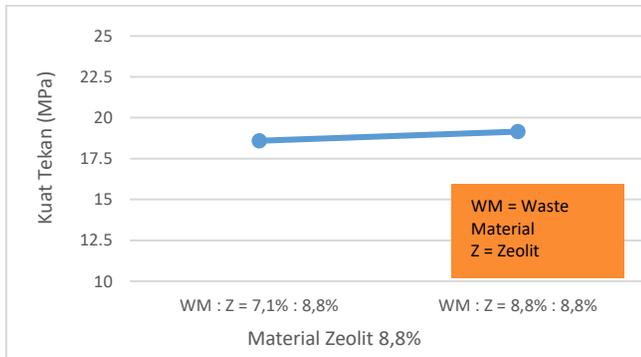
Terdapat penurunan kuat tekan dari 19,06 MPa ke 17,92 MPa ke 17,55 MPa, hasil ini divisualkan pada gambar 9, penurunan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *waste material* yaitu dari persentase 3,5% ke 5,3% ke 7,1%.

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *waste material* antara lain variasi 6, variasi 7 dan variasi 8. Ketiga variasi ini memiliki variable tetap zeolite sebesar 7,1% dan terjadi kenaikan persentase *waste material* dari variasi 6 ke variasi 8. Berikut hasilnya.

**Gambar 10.** Dampak *waste material* Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Zeolite 7,1%

Terdapat kenaikan nilai kuat tekan dari 19,15 MPa ke 19,24 MPa ke 21,04 MPa, hasil ini divisualkan pada **Gambar 10**, penurunan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *waste material* yaitu dari persentase 5,3%, 7,1%, dan 8,8%.

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *waste material* antara lain variasi 9 ke variasi 10. Kedua variasi ini memiliki variable tetap zeolite sebesar 8,8% dan terjadi kenaikan persentase *waste material* dari variasi 9 ke variasi 10. Berikut hasilnya ditampilkan dalam gambar grafik.



Gambar 11. Dampak *waste material* Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Zeolite 8,8%

Terdapat kenaikan nilai kuat tekan dari 18,59 MPa ke 19,15 MPa, hasil ini divisualkan pada **Gambar 11**, penurunan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *waste material* yaitu dari persentase 7,1%, dan 8,8%.

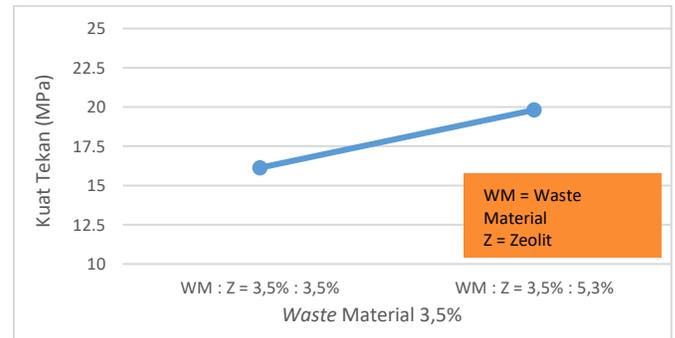
2. Pengaruh Material Zeolit

Sampel 1 dan 3 mempunyai persentase *waste material* yang sama yaitu 3,5% namun terdapat peningkatan persentase pada *waste material* dari variasi 1 ke variasi 3. keduanya dibandingkan karena mempunyai variable yang sama dalam menentukan pengaruh zeolite terhadap kuat tekan. Gambar dibawah ini menunjukkan hasil kuat tekan dari 2 sampel pada variasi 1 dan variasi 3. Nilai Kuat Tekan Beton yang ditampilkan ialah kuat beton yang sudah direrata untuk setiap variasinya.

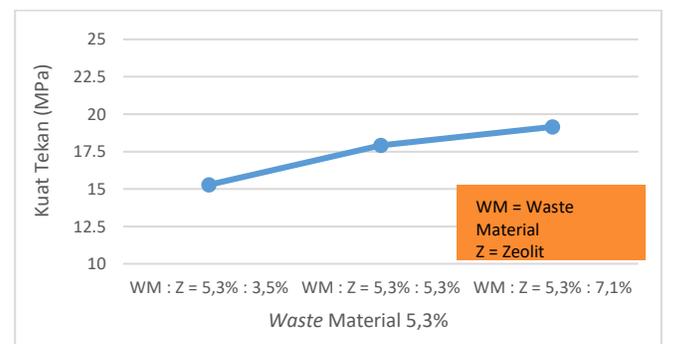
Dari **Gambar 12** diketahui terjadi kenaikan kuat tekan beton variasi 1 ke variasi 3 dengan nilai 15,47 MPa dan 19,06 MPa, hal ini terjadi diakibatkan dengan bertambahnya persentase *zeolite* 3,5% ke 5,3%.

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *zeolite* antara lain variasi 2, variasi 4 dan variasi 6. Ketiga variasi ini memiliki variable tetap *waste material* sebesar 5,3% dan terjadi kenaikan persentase *zeolite* dari

variasi 2 ke variasi 4 lalu ke variasi 6. Berikut hasilnya ditampilkan dalam gambar grafik.

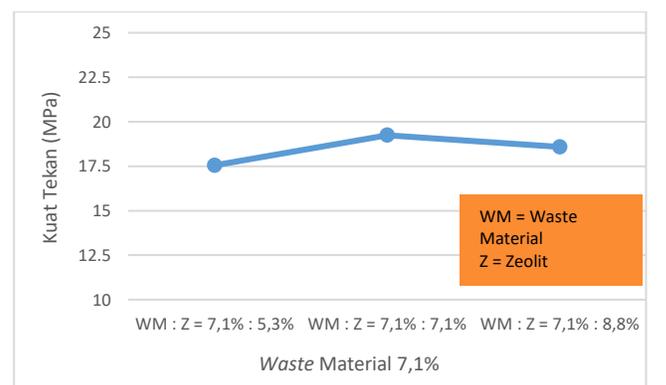


Gambar 12. Dampak Zeolite Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Waste Material 3,5%



Gambar 13. Dampak Zeolite Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Waste Material 5,3%

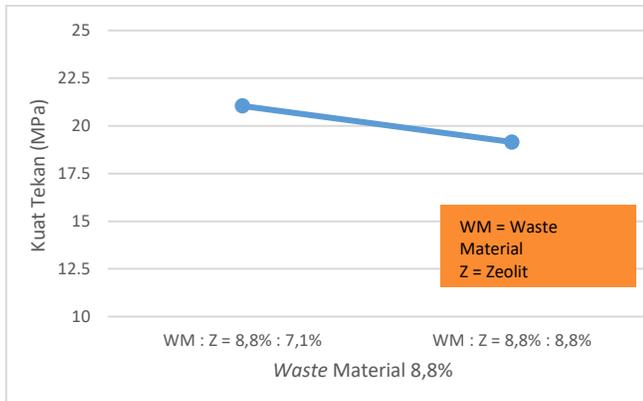
Terdapat kenaikan nilai kuat tekan dari 15,28 MPa; 17,92 MPa; 19,15 MPa, hasil ini divisualkan pada **Gambar 13**, kenaikan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *zeolite* yaitu dari persentase 3,5%, 5,3%, dan 7,1%.



Gambar 14. Dampak Zeolite Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Waste Material 7,1%

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *zeolite* antara lain variasi 5, variasi 7 dan variasi 9. Ketiga variasi ini memiliki variable tetap *waste material* sebesar 7,1% dan terjadi kenaikan persentase *zeolite* dari variasi 5 ke variasi 7 lalu ke variasi 9. Berikut hasilnya ditampilkan dalam gambar grafik.

Terdapat fluktuasi nilai kuat tekan dari 17,55 MPa, 19,24 MPa ke 18,59 MPa, hasil ini divisualkan pada **Gambar 14**, kenaikan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *zeolite* yaitu dari persentase 5,3%, 7,1%, dan 8,8%.



Gambar 15. Dampak Zeolite Terhadap Kuat Tekan Dilihat Dari Waste Material 8,8%

Variasi lain dapat dijadikan acuan untuk mengetahui pengaruh *zeolite* antara lain variasi 8 ke variasi 10. Kedua variasi ini memiliki variable tetap *waste material* sebesar 8,8% dan terjadi kenaikan persentase *waste material* dari variasi 8 ke variasi 10. Berikut hasilnya ditampilkan dalam **Gambar 15**.

Terdapat indikasi penurunan nilai kuat tekan dari 21,04 MPa ke 19,15 MPa, hasil ini divisualkan pada **Gambar 15**, penurunan juga terjadi akibat dari kenaikan persentase *zeolite* yaitu dari persentase 7,1% dan 8,8%.

Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini antara lain:

1. Pemakaian bahan *zeolite* terlihat efektif apabila kadarnya sudah mencapai persentase 7,1% dan 8,8%.
2. Untuk kuat tekan beton yang meningkat, pemakaian *waste material* lebih baik dibatasi dibawah 7,1% pada campuran beton.

Konflik Kepentingan

Tak tersedia kepentingan konflik yang ditampilkan.

Ucapan Terimakasih

Terima Kasih disampaikan pada Hibah Peneliiian ITERA dengan No. Kontrak B/352/IT9.C1/PT.01.03/2019.

Daftar Pustaka

- [1] Thoengsal, James. 2018. Analysis of the Risk Index Due to Construction and Environmental Aspects. Makassar. Multi-Technique
- [2] Al-Moghany, S. S. 2006. Managing and Minimizing Construction Waste in Gaza Strip. The Islamic University of Gaza. Gaza.
- [3] Pandiangan, M, Nainggolan, N. 2006. Increase of Catharanthin Content in Callus Culture of *Catharantus roseus* by Administration of Naphthalene Acetic Acid. Journal of Life vol 13 (3): 90-94.
- [4] Anonymous. 1990. SK SNI T-15-1990-03. Procedure for Making Normal Concrete Mixture Plans, Department of Public Works, Foundation for the Investigation of Building Problems, Bandung.
- [5] Anonymous. 1991. SK SNI T-1991-03. Procedure for Calculation of Concrete Structures for Buildings, Department of Public Works, Foundation for the Research Institute for Building Problems, Bandung.
- [6] Anonymous. 2012. SNI 7656; 2012. Procedure for Selection of Mixtures for Normal Concrete, Heavy Concrete and Mass Concrete, National Standardization Agency, Jakarta.
- [7] Yudi, Ahmad. 2018. Optimization of the use of waste from excavated soil in the ITERA field as a mixture of printed bricks. South Lampung (ID): Sumatra Institute of Technology.