

ANALISIS PENGGUNAAN ZEOLITE SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Gilang Devialdy^{1*}, Akhmad Suryadi², Agus Sugiarto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

gilangdevialdy@gmail.com¹, akhmad.suryadi@polinema.ac.id², agus.sugiarto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Zeolite merupakan salah satu mineral yang banyak dapat ditemukan di Indonesia. Selain dipergunakan untuk kepentingan komersil dan perawatan seperti untuk hewan peliharaan maupun akuarium, zeolite bisa diberdayakan untuk keperluan konstruksi. Tujuan skripsi ini adalah untuk membuat perbandingan maupun alternatif dari pembuatan beton dengan memanfaatkan limbah zeolite dengan variasi substitusi 0%; 7,5%; dan 12,5%. Data yang dibutuhkan adalah berupa hasil uji sifat fisik material dan juga kuat tekan beton. Perhitungan data untuk pengujian sifat fisik dan kuat tekan menggunakan Microsoft Excel 2019. Hasil dari penelitian ini adalah berupa perbandingan antara kuat tekan beton normal yang pasirnya disubstitusikan dengan beton normal yang Sebagian agregat halusnya diganti. Lalu berdasarkan data yang ada, kuat tekan beton untuk setiap variasi mengalami kenaikan untuk setiap harinya. Data yang didapat untuk masing-masing variasi pada umur 28 hari juga terjadi kenaikan antar variasi, untuk variasi 0% adalah 15,53 MPa, lalu kuat tekan naik pada variasi 7,5% menjadi 17,29 Mpa, dan mengalami kenaikan lagi pada variasi 12,5% menjadi 18,80 MPa. Dengan demikian kuat tekan yang paling tinggi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah dengan variasi 12,5%. Biaya bahan yang diperlukan dalam penelitian ini didapat untuk variasi 0% adalah Rp 62.188,55. Untuk variasi 7,5% Rp 66.539,43. Untuk variasi 12,5% Rp 68.895,94. Berarti dapat disimpulkan semakin banyak zeolite yang dipakai, maka semakin mahal pula kebutuhan bahan yang diperlukan.

Kata kunci: Kuat Tekan, Substitusi Pasir, Zeolite, Beton Normal

ABSTRACT

Zeolite is one of the minerals that can be found in Indonesia. In addition to being used for commercial purposes and maintenance such as for pets and aquariums, zeolite can be used for construction purposes. The purpose of this thesis is to make a comparison or alternative of making concrete by utilizing zeolite waste with 0%;7.5%;12.5% variant. The data that needed is in the form of test results of the physical properties of the material and also the compressive strength of concrete. Calculation of data for testing physical properties and compressive strength using Microsoft Excel 2019. The results of this study are in the form of a comparison between the compressive strength of normal concrete without material replaced with normal concrete with sand substitute. Then based on existing data, the compressive strength of concrete for each variation has increased every test. The compressive strength data that obtained for each variation at the age of 28 days has also increased, for 0% variant was 15.53 Mpa, and it increased for 7.5% variant was 17.29 MPa for 7.5% variation, and it increased too for 12.5% variant with 18.80 MPa. The conclusion based on this research is 12.5% variation has the highest compressive strength. Material cost that needed for this experiment for 0% variant was Rp 62,188.55. It was Rp 66,539.43 for 7.5% variant. For 12.5% variant was Rp 68,895.94. The conclusion is the time you add more zeolite to this experiment, the cost will be more expensive.

Keywords: Compressive Strength, Sand Substitute, Zeolite, Normal Concrete

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi sudah berkembang dengan pesat, salah satunya adalah penggunaan beton dalam bidang konstruksi yang terus mengalami

kenaikan seiring berjalannya dengan waktu. Hal tersebut juga mendorong adanya kebutuhan teknologi konstruksi yang akurat agar mendapatkan produk yang tepat dan ekonomis.

Menurut (Saputra, 2006) Zeolit adalah suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Mineral ini biasanya dijumpai mengisi celah-celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Dalam (Nurlela & Husnah, 2009) mengatakan bahwa banyak mineral zeolite yang berada di Indonesia dikarenakan Sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari gunung berapi yang banyak mengandung zeolite (Hidayat & Sutarno, 2013). Mineral zeolite sebenarnya banyak dikenal sejak jaman Romawi kuno, namun penggunaannya terbatas pada pemanfaatan bangunan, ornament, dan juga plester. Penambahan zeolit diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton dan dapat mengurangi pemuaian beton akibat reaksi kimia antara semen dan air.

Dari latar belakang diatas, zeolit memiliki potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengganti pasir pada beton. Dari penelitian ini, diharapkan diperoleh struktur beton yang kualitasnya setara atau lebih baik dibandingkan beton normal. Lalu, Beton yang menggunakan zeolit sebagai bahan pengganti sebagian pasir akan dibandingkan dengan beton normal yang menggunakan pasir secara keseluruhan, ditinjau dari kuat tekannya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan sisa yang awalnya bahannya di beli di Malang.

Produk sampel dari penelitian ini adalah berupa rancangan benda uji beton sebanyak 54 buah. Dengan campuran zeolit sebanyak 0%; 7,5%; 12,5% dari total berat pasir. Dan masing-masing sampelnya akan diuji kuat tekannya berdasarkan hari yang sudah ditentukan, yaitu pada hari ke 7, 14, 21, dan 28.

2. METODE

Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang dan juga di tempat tinggal peneliti yang berada di Apartemen Soekarno Hatta Kota Malang. Metode eksperimental merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan hasil atau data-data variable yang diteliti. Benda uji yang diteliti adalah beton normal dengan Pasir Zeolite sebagai pengganti Sebagian bahan pada campuran beton dengan variasi 0%; 7,5%; dan 12,5% dari berat pasir. Benda uji penelitian berbentuk silinder dengan jumlah masing-masing 12 Benda uji di setiap variasi. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Studi Literatur

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini pertama-tama harus mencari referensi berupa studi

literatur terdahulu dan juga standard dalam melakukan pengujian juga pembuatan benda uji.

Persiapan Material

Setelah mendapat studi literatur dan juga standard yang diperlukan, selanjutnya adalah melakukan persiapan material yang akan digunakan dalam pengujian juga pembuatan benda uji. Adapula material yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Semen
Semen yang digunakan pada campuran beton yaitu *Portland Cement* tipe 1 merek Semen Gresik.
- b. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pasir Cor Lumajang.
- c. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Batu Pecah Malang dengan ukuran maksimal 20mm.
- d. *Zeolite*
Zeolite yang dipakai dalam penelitian ini merupakan limbah yang sebelumnya diperoleh dari *Pet Shop* konvensional di Malang.
- e. Air
Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang.

Pengujian Sifat Fisik Agregat

Pengujian sifat fisik agregat ini dilakukan di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Pengujian menggunakan standar dari SNI sebagai berikut:

- a. Agregat Halus
 1. SNI 03 - 1971 – 1990
Standar penelitian untuk pengujian kadar air agregat halus.
 2. SNI 03 – 1968 – 1990
Standar penelitian untuk pengujian gradasi agregat halus.
 3. SNI 03 1970 – 1990
Standar penelitian untuk pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.
- b. Agregat Kasar
 1. SNI 03 – 1968 – 1990
Merupakan standar penelitian untuk pengujian gradasi kerikil
 2. SNI 1969 – 1990
Merupakan standar penelitian untuk pengujian berat jenis & penyerapan kerikil.
 3. SNI 03 – 1971 – 1990

- Merupakan standar penelitian untuk pengujian kadar air kerikil.
4. SNI 2417 – 2008
Merupakan standar penelitian untuk pengujian kekerasan kerikil.

Perancangan Kebutuhan Bahan Beton

a. Kebutuhan Bahan Variasi 0%

Kebutuhan bahan pada variasi 0% dengan kebutuhan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 7 hari, 3 benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 14 hari, 3 benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 21 hari, dan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 28 hari. Serta dilebihkan 3 sebagai cadangan untuk berjaga-jaga bila ada yang rusak. Dan diperkirakan lagi sebanyak sama dengan 3 buah benda uji untuk pengujian kadar udara.

Untuk mengetahui kebutuhan 1 silinder segala perhitungannya memacu pada mix design yang telah dijabarkan sebelumnya yang akan dikalikan dengan volume silinder. Volume Silinder yang akan digunakan sebagai penggunaan cetakan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \pi \times (0,075)^2 \times 0,3 \\ &= 0,00529 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Cara menghitung kebutuhan bahan untuk 1 silinder benda uji variasi 0%:

1. Semen = Kebutuhan Semen Maksimum x Volume Silinder
= 333,333 kg/m³ x 0,00529 m³
= 1,766 Kg
2. Pasir = Kadar Agregat Halus x Volume Silinder
= 675,60 Kg/m³ x 0,00529 m³
= 3,579 Kg
3. Kerikil = Kadar Agregat Kasar x Volume Silinder
= 1201,07 Kg/m³ x 0,00529 m³
= 6,364 Kg
4. Air = Kadar Air Bebas x Volume Silinder
= 190 Kg/m³ x 0,00529 m³
= 1,006 Kg

Tabel 1 Total Kebutuhan Bahan Variasi 0%

Kebutuhan Bahan Variasi 0%	
Material	Kebutuhan 18 benda uji (Kg)
Semen	31.792
Pasir	64.437
Kerikil	114.555
Air	18.121

Sumber: Perhitungan

b. Kebutuhan Bahan Variasi 7,5%

Kebutuhan bahan pada variasi 7,5% dengan kebutuhan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 7 hari, 3 benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 14 hari, 3 benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 21 hari, dan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 28 hari. Serta dilebihkan 3 sebagai cadangan untuk berjaga-jaga bila ada yang rusak. Dan diperkirakan lagi sebanyak sama dengan 3 buah benda uji untuk pengujian kadar udara. Untuk mengetahui kebutuhan 1 silinder segala perhitungannya memacu pada mix design yang telah dijabarkan sebelumnya yang akan dikalikan dengan volume silinder. Volume Silinder yang akan digunakan sebagai penggunaan cetakan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \pi \times (0,075)^2 \times 0,3 \\ &= 0,00529 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Cara menghitung kebutuhan bahan untuk 1 silinder benda uji variasi 7,5%:

1. Semen = Kebutuhan Semen Maksimum x Volume Silinder
= 333,333 kg/m³ x 0,00529 m³
= 1,766 Kg
2. Zeolite =(Kadar Agregat Halus x Volume Silinder) x 7,5%
= 3,579 Kg x 7,5%
= 0,268 Kg
3. Pasir =(Kadar Agregat Halus x Volume Silinder) – Kebutuhan Zeolite
= (675,60 Kg/m³ x 0,00529 m³) – 0,268 Kg
= 3,311 Kg
4. Kerikil = Kadar Agregat Kasar x Volume Silinder
= 1201,07 Kg/m³ x 0,00529 m³
= 6,364 Kg
5. Air = Kadar Air Bebas x Volume Silinder
= 190 Kg/m³ x 0,00529 m³
= 1,006 Kg

Tabel 2 Total Kebutuhan Bahan Variasi 7,5%
Kebutuhan Bahan Variasi 7,5%

Material	Kebutuhan 18 benda uji (Kg)
Semen	31.792
Pasir	59.604
Kerikil	114.555
Air	18.121
Zeolite	4.832

Sumber: Perhitungan

c. Kebutuhan Bahan Variasi 12,5%

Kebutuhan bahan pada variasi 12,5% dengan kebutuhan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 7 hari, 3

benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 14 hari, 3 benda uji silinder sebagai kuat tekan pada umur 21 hari, dan 3 benda uji silinder sebagai uji kuat tekan pada umur 28 hari. Serta dilebihkan 3 sebagai cadangan untuk berjaga-jaga bila ada yang rusak. Dan diperkirakan lagi sebanyak sama dengan 3 buah benda uji untuk pengujian kadar udara. Untuk mengetahui kebutuhan 1 silinder segala perhitungannya memacu pada mix design yang telah dijabarkan sebelumnya yang akan dikalikan dengan volume silinder. Volume Silinder yang akan digunakan sebagai penggunaan cetakan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= \pi \times (0,075)^2 \times 0,3 \\ &= 0,00529 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Cara menghitung kebutuhan bahan untuk 1 silinder benda uji variasi 12,5%:

1. Semen = Kebutuhan Semen Maksimum x Volume Silinder
 $= 333,333 \text{ kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3$
 $= 1,766 \text{ Kg}$
2. Zeolite =(Kadar Agregat Halus x Volume Silinder) x 12,5%
 $= 3,579 \text{ Kg} \times 12,5\%$
 $= 0,447 \text{ Kg}$
3. Pasir =(Kadar Agregat Halus x Volume Silinder) – Kebutuhan Zeolite
 $= (675,60 \text{ Kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3) - 0,447$
 Kg
 $= 3,132 \text{ Kg}$
4. Kerikil = Kadar Agregat Kasar x Volume Silinder
 $= 1201,07 \text{ Kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3$
 $= 6,364 \text{ Kg}$
5. Air = Kadar Air Bebas x Volume Silinder
 $= 190 \text{ Kg/m}^3 \times 0,00529 \text{ m}^3$
 $= 1,006 \text{ Kg}$

Tabel 3 Total Kebutuhan Bahan Variasi 12,5%
 Kebutuhan Bahan Variasi 12,5%

Material	Kebutuhan 18 benda uji (Kg)
Semen	31.792
Pasir	56.986
Kerikil	114.555
Air	18.121
Zeolite	7.450

Sumber: Perhitungan

Penimbangan Material

Setelah semua kebutuhan bahan telah dihitung dan telah diperoleh, selanjutnya adalah melakukan penimbangan terhadap material yang nantinya akan diolah menjadi beton normal. Untuk memudahkan proses pengangkutan masuk

mesin *mixer* disarankan untuk meletakkannya dalam beberapa wadah yang berbeda.



Gambar 1 Proses Penimbangan Material untuk Melakukan Pengecoran

Pencetakan Benda Uji

Dengan material yang telah diuji sebelumnya dan *mix design* yang telah direncanakan menandakan bahwa langkah selanjutnya adalah melakukan pencetakan benda uji, yaitu dengan memasukkan kerikil, pasir, dan bahan tambah (*zeolite*) satu persatu lalu memasukkan air sedikit demi sedikit hingga dirasa adonan sudah siap dituang. Lalu tuang beton segar ke dalam cetakan secara perlahan hingga penuh.



Gambar 2 Proses Pencetakan Benda Uji

Pengujian Beton Segar

a. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan dengan menuang beton segar ke kerucut *Abrams* sebanyak sepertiga bagian lalu menumbuknya sebanyak 2 kali tanpa terkena alas, dan terus mengulangnya hingga penuh. Lalu didiamkan selama 30 detik dan diangkat perlahan. Dalam penelitian ini *Slump* yang dirancang adalah setinggi 30-60 mm, dan baru bisa dilakukan step berikutnya jika tinggi beton segar yang telah diuji berada diantara angka itu. Namun, jika ukurannya tidak tercapai perlu ditinjau lagi dari *mix design* dan juga prosedur pelaksanaan pencetakan.

b. Pengujian Kadar Udara

Pengujian kadar udara dilakukan dengan menggunakan alat tersendiri. Pertama dengan memasukkan beton segar ke dalam wadah alat

tersebut sebanyak 1/3 bagian, menembuknya sebanyak 25 kali, dan mengulangnya sampai penuh. Lalu tutup wadah, memasukkan air dari satu katup dan memiringkannya, menutup katup secara bersamaan dan menekan tombol merah sampai jarum menunjukkan di angka 0, lalu tekan tombol hijau hingga berhenti bergerak.

c. Pengujian Berat Isi

Pengujian Berat isi dilakukan dengan menimbang mould kosong, menimbang mould yang berisi air, dan menimbang mould yang berisi beton segar. Cara mengisi beton segarnya adalah mengisinya menjadi 1/3 bagian, lalu menembuk sebanyak 25 kali, dan mengulangnya hingga penuh.

Pengujian Beton Keras

Pengujian Kuat Tekan Beton

Prosedur dalam melaksanakan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

- 1) Setelah didiamkan selama sehari, beton ditimbang dan ditandai beratnya.
- 2) Langkah selanjutnya adalah melapisi salah satu sisi permukaan beton (sisi alas) dengan belerang cair.
- 3) Melapisi oli pada cetakan, lalu menuang belerang ke cetakan dan meletakkan beton tersebut.
- 4) Menyalakan tombol ON.
- 5) Meletakkan benda uji pada alat.
- 6) Memutar tuas untuk mengunci benda uji
- 7) Menekan tombol untuk memulai pengujian.
- 8) Tunggu hingga angka pada monitor berhenti lalu matikan mesinnya dengan menekan tombol yang sama saat hendak menyalakan.
- 9) Catat hasil ... Kn yang berada pada monitor.



Gambar 3 Pengujian Kuat Tekan Beton

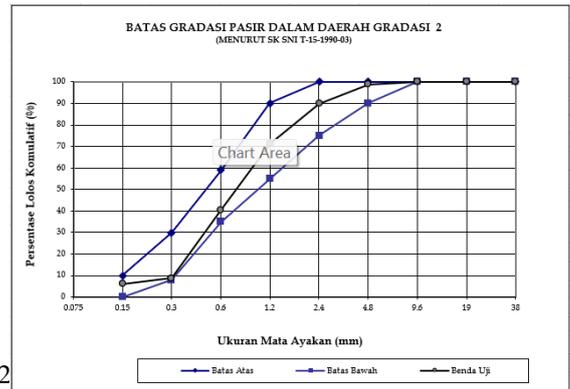
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

a. Agregat Halus

1. Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus pasir cor Lumajang berada pada Zona 2. Adapun angka

kehalusan atau nilai modulus halus butir pasir Lumajang berada pada 2,85%.



Agregat Halus adalah pada tabel dibawah berikut ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

PEMERIKSAAN	Benda Uji		Rerata
	I	II	
Berat Jenis Bulk / Kering Oven (<i>Oven Dry</i>) [gram]	2.660	2.652	2.656
Berat Jenis Permukaan Kering (JPK / SSD) [gram]	2.682	2.674	2.678
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) [gram]	2.721	2.711	2.716
Penyerapan [%]	0.847	0.819	0.833

Sumber: Perhitungan

3. Hasil Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air yang terdapat pada pasir diperlukan untuk memerhitungkan jumlah air yang terdapat atau dibutuhkan oleh agregat halus pada perencanaan pencampuran beton. Setelah diuji hasil kadar air pada pasir cor Lumajang adalah 1,19%.

4. Hasil Pengujian Kadar Organik

Hasil pengujian kadar organik pasir Lumajang diperiksa dengan NaOH dengan hasil perbandingan warna bening (Grid 1) yang menunjukkan bahwa pasir Lumajang tidak memiliki kadar organik yang dapat memengaruhi campuran beton.

b. Agregat Kasar

1. Hasil analisa gradasi kerikil Malang memiliki angka kehalusan yang didapat adalah 6,91 dan angka pengujian analisa gradasi kerikil memenuhi syarat karena memiliki angka kehalusan diantara 6,2 – 7,1.

Tabel 2 Hasil Analisa Agregat Kasar

No	Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Lolos Kumulatif
		Gram	% Kumulatif	

	f (%)				(%)
1	38,10	0.00	0.00	0.00	100.0
2	19,20	138.40	10.28	10.28	89.72
3	9,60	958.03	71.14	81.46	18.54
4	4,80	246.1	18.28	99.74	0.26
5	2,40	2.55	0.19	99.93	0.07
6	1,20	0.10	0.01	99.94	0.06
7	0,60	0.00	0.00	99.94	0.06
8	0,30	0.001	0.01	99.95	0.05
9	0,15	0.003	0.03	99.97	0.03
10	0,00 (Pan)	0.001	0.03	100.00	0.00
Jumlah	1346.50				
Angka Kehalusan					6,91

Sumber: Perhitungan

- Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut ini:

Tabel 3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

PEMERIKSAAN	Benda Uji		Rerata
	I	II	
Berat Jenis Bulk / Kering Oven (<i>Oven Dry</i>) [gram]	2.660	2.652	2.656
Berat Jenis Permukaan Kering (JPK / SSD) [gram]	2.682	2.674	2.678
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) [gram]	2.721	2.711	2.716
Penyerapan [%]	0.847	0.817	0.832

Sumber: Perhitungan

- Hasil pengujian kadar air yang terdapat pada kerikil diperlukan untuk menghitung jumlah air yang terdapat atau dibutuhkan oleh agregat kasar pada perencanaan pencampuran beton. Setelah diuji hasil kadar air pada kerikil Malang adalah 0,96%.
- Hasil dari pengujian kekerasan agregat ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Pengujian Kekerasan Kerikil

Pemeriksaan	Benda Uji	
	I	II
Berat Cetakan [gram]	2987	2987

Berat Cetakan + Agregat (Semula) [gram]	3370	3368
Berat Agregat (Semula) [gram]	383	381
Berat Ayakan No. 2,36 [gram]	512,4	512,4
Berat Benda Uji + Ayakan [gram]	803,36	815,45
Berat Agregat tertahan saringan 2,36 mm [gram]	290,96	303,05
Kekerasan Agregat (%)	24,03	20,46
Kekerasan Agregat Rata-Rata (%)	22,25	

Sumber: Perhitungan

Hasil Pengujian Beton Segar

1. Pengujian *Slump*

Pengujian nilai slump untuk beton setiap variasi menggunakan standar nilai 30 – 60mm. Hal ini dikarenakan perencanaan digunakan sebagai beton struktur pada rumah tinggal 2 lantai. Untuk data hasil uji Slump dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 5 Hasil Pengujian *Slump*

Variasi	Perhitungan Nilai Slump				Rata-Rata	Syarat
	Titik					
	I	II	III	IV		
0%	5	6	5,5	7	5,875	3-6 cm (30-60 mm)
7,5%	5	3	4	4	4	
12,5%	5	3	3.5	4.5	4	

Nilai Slump ini berasal dari data sesuai pengecoran berdasarkan SNI 03 – 2834 – 2000. Perlakuan nilai slump pada saat pengecoran sama untuk masing-masing variasi baik 0%; 7,5%; dan 12,5%. Dan nilai Slump masing-masing variasi memenuhi yaitu diantara 30 – 60 mm atau 3 – 6 cm.

2. Pengujian Kadar Udara

Berikut ini adalah data hasil uji kadar udara yang akan dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kadar Udara

Variasi	Hasil Pengujian	Syarat
0%	4,9 %	
7,5%	4,4%	< 6,5%
12,5%	4%	

Berdasarkan standar untuk pengujian kadar udara yaitu ASTM C231, Persyaratan kandungan kadar udara beton adalah kurang dari 6,5%. Bila kadar

udara beton lebih 6,5% maka kekuatan beton tersebut akan berkurang dikarenakan terlalu banyak terdapat rongga.

3. Pengujian Berat Isi

Berikut ini adalah data dari hasil pengujian berat isi yang akan dijelaskan pada tabel di bawah ini:

Tabel 7 Hasil Pengujian Berat Isi

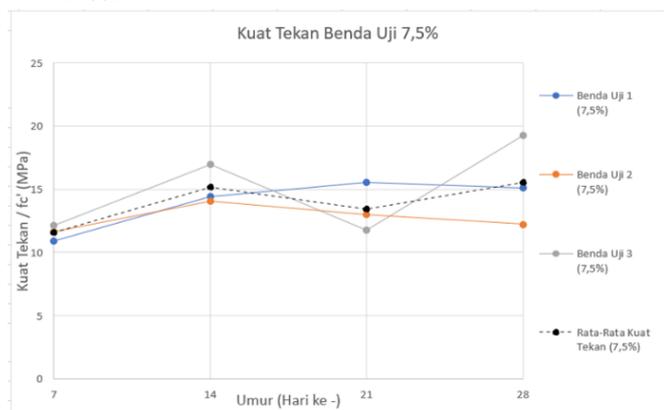
Pemeriksaan	Benda Uji
Berat Mould	3300 gr
Berat Mould + Air	6200 gr
Volume / Isi Mould	2900 gr
Berat Mould + Benda Uji	10400 gr
Berat Benda Uji	7100 gr

Hasil pengujian berat isi diatas sudah berdasarkan standar SNI 03 – 4804 – 1998.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat Tekan Benda Uji 0%

Berikut ini adalah grafik pengujian kuat tekan beton dengan variasi 0%.

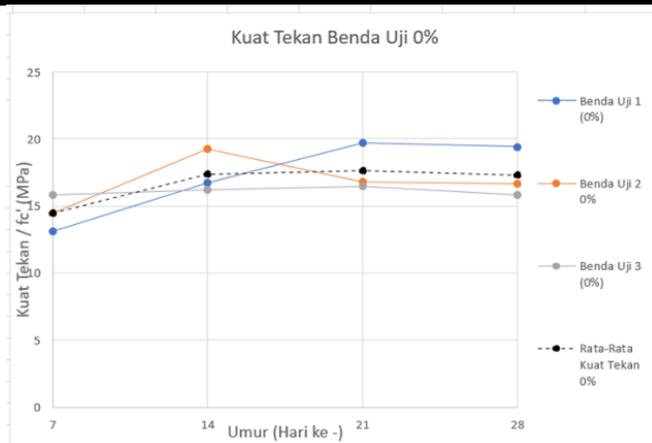


Gambar 5 Grafik Kuat Tekan Beton dengan Variasi 0%.

Berdasarkan grafik diatas kuat tekan beton rata-rata dengan variasi 0% pada umur 7 hari ke 14 hari mengalami sedikit penurunan dari kuat tekan 14,48 MPa menjadi 12,87 MPa. Lalu di hari ke 21 kuat tekan naik menjadi 17,66 MPa. Dan di hari ke 28 menjadi 17,29 MPa.

Kuat Tekan Benda Uji 7,5%

Berikut ini adalah grafik pengujian kuat tekan beton dengan variasi 7,5%.

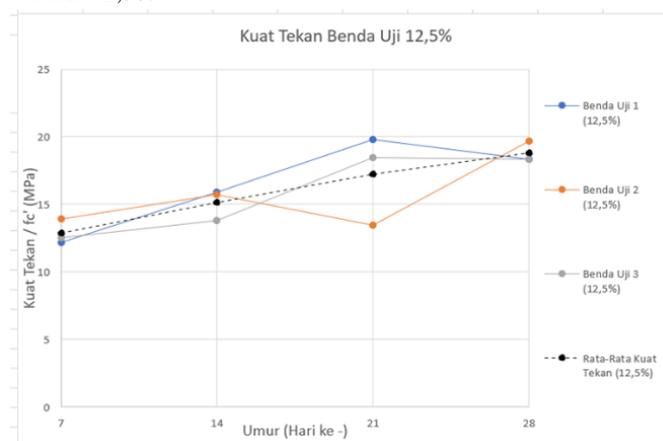


Gambar 6 Grafik Kuat Tekan Beton dengan Variasi 7,5%

Berdasarkan grafik diatas kuat tekan beton rata-rata dengan variasi 7,5% pada umur 7 hari ke 14 hari pada benda uji kali ini mengalami kenaikan dari 11,57 MPa ke 15,15 MPa dan kenaikan pula untuk hari 21 dan 28 yaitu 13,46 dan 15,53.

Kuat Tekan Benda Uji 12,5%

Berikut ini adalah grafik pengujian kuat tekan beton dengan variasi 12,5%.



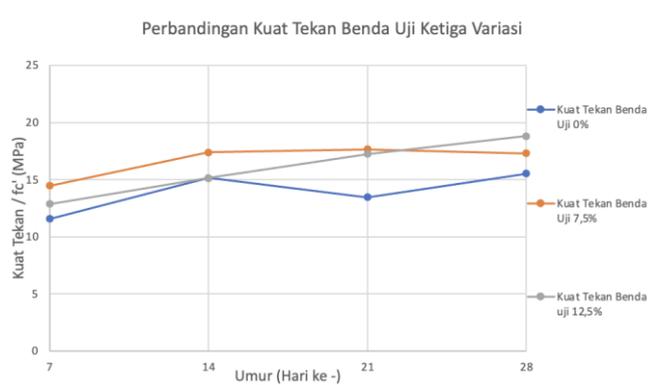
Gambar 7 Grafik Kuat Tekan Beton dengan Variasi 12,5%

Berdasarkan grafik diatas kuat tekan beton rata-rata dengan variasi 12,5% pada umur 7 hari adalah 12,87 MPa, pada umur 14 hari adalah 15,15 MPa, pada umur 21 hari adalah 17,25 MPa, dan pada umur 28 hari adalah 18,80 MPa.

Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata

Hasil dari pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang dapat dilihat pada gambar 2 menunjukkan hasil bahwa kuat tekan beton dengan presentase zeolite sebanyak 7,5% dan 12,5% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan presentase yang 0%. Terdapat naik turun kuat tekan tidak stabil untuk masing-masing variasi di setiap umurnya. Hal

tersebut bisa terjadi dikarenakan kandungan alkali yang berada saat melakukan curing.



Gambar 8 Perbandingan Kuat Tekan Beton untuk Masing-masing Variasi dan Ditinjau dari Setiap Umur Beton.

Perbandingan Biaya Bahan

Perhitungan biaya kebutuhan dihitung berdasarkan AHSP kota Malang tahun 2022. Jadi, untuk total biaya bahan keseluruhan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Rp 197.623,9.

Tabel 8. Biaya Bahan Pembuatan Beton

Bahan	Kebutuhan		
	0%	7,5%	12,5%
Air	18,121 Kg	18,121 Kg	18,121 Kg
Semen	31,792 Kg	31,792 Kg	31,792 Kg
Pasir	64,437 Kg	59,604 Kg	56,986 Kg
Kerikil	114,55 Kg	114,55 Kg	114,55 Kg
Zeolite	0 Kg	4,832 Kg	7,450 Kg

Bahan	Harga Satuan Pekerjaan (HSP)		
	0%	7,5%	12,5%
Air	Rp 30/L	Rp 30/L	Rp 30/L
Semen	Rp 1.350/Kg	Rp 1.350/Kg	Rp 1.350/Kg
Pasir	Rp 139.600/m ³	Rp 139.600/m ³	Rp 139.600/m ³
Kerikil	Rp 193.266/m ³	Rp 193.266/m ³	Rp 193.266/m ³
Zeolite	-	Rp 1000/Kg	Rp 1000/Kg

Bahan	Harga Satuan Pekerjaan (HSP)		
	0%	7,5%	12,5%
Air	Rp 30/L	Rp 30/L	Rp 30/L
Semen	Rp 1.350/Kg	Rp 1.350/Kg	Rp 1.350/Kg
Pasir	Rp 139.600/m ³	Rp 139.600/m ³	Rp 139.600/m ³
Kerikil	Rp 193.266/m ³	Rp 193.266/m ³	Rp 193.266/m ³
Zeolite	-	Rp 1000/Kg	Rp 1000/Kg

Air	Rp 543,65	Rp 543,65	Rp 543,65
Semen	Rp 42.919,66	Rp 42.919,66	Rp 42.919,66
Pasir	Rp 6.425,293	Rp 5.943,396	Rp 5.682,321
Kerikil	Rp 12.299,78	Rp 12.299,78	Rp 12.299,78
Zeolite	-	Rp 4.832,778	Rp 7.450,533
Harga Total Kebutuhan	0%	Rp 62.188,55	
	7,5%	Rp 66.539,43	
	12,5%	Rp 68.895,94	
Total	Rp 197.623,9		

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Data yang didapat untuk masing-masing variasi pada umur 28 hari mengalami kenaikan antar variasi, untuk variasi 0% adalah 15,53 MPa, lalu kuat tekan naik pada variasi 7,5% menjadi 17,29 Mpa, dan mengalami kenaikan lagi pada variasi 12,5% menjadi 18,80 MPa.
2. Dari pengujian, perhitungan, juga grafik yang disajikan dari data beton dengan variasi 0%;7,5%;12,5% sama-sama mengalami kenaikan kuat tekan. Namun berdasarkan grafik pada gambar 8, kuat tekan pada hari ke 7 ke hari 14 untuk variasi 7,5% dan 12,5% mengalami kenaikan kuat tekan yang cukup signifikan. Dengan rata-rata untuk variasi 7,5% dari 11,57 MPa ke 15,15 MPa dan untuk variasi 12,5% dari 12,87 MPa ke 15,15 MPa.
3. Setelah analisa rancangan anggaran biaya bahan didapat, dapat dilihat perbandingan harga untuk beton normal didapat Rp 62.188,55. Untuk variasi 7,5% Rp 66.539,43. Untuk variasi 12,5% Rp 68.895,94. Berarti dapat disimpulkan semakin banyak zeolite yang dipakai, maka semakin mahal pula kebutuhan bahan yang diperlukan.

SARAN

Dikarenakan keterbatasan Pandemi COVID – 19 dan banyaknya kekurangan dalam penelitian ini maka penulis dapat memberikan saran sebagai penelitian lebih lanjut:

1. Benda uji silinder diuji di umur 28 hari berdasarkan data aktual yang telah dilakukan pengujian dan bukan hasil konversi.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai zeolite agar memudahkan penelitian substitusi pasir menggunakan zeolite terhadap kuat tekan beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, A., & Sutarno. (2013). SINTESIS KATALIS CuO-ZEOLIT ALAM UNTUK REAKSI REDUKSI GAS NO₂ MENGGUNAKAN REDUKTOR SENYAWA HIDROKARBON. *Teknoin Vol. 19, 2*.
- [2] Nasional, Badan Standarisasi. "SNI 1970: 2008 (Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus)." *BSN, Jakarta (2008)*.
- [3] Nasional, Badan Standarisasi. "Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar, SNI 1969: 2008." *BSN, Jakarta (2008)*.
- [4] Nasional, Badan Standarisasi. "SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)." *BSN, Jakarta (2008)*.
- [5] Nasional, Badan Standarisasi. "SNI 03-2834-2000 (Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, Jakarta, *Badan Standar Nasional Indonesia*."
- [6] Nasional, Badan Standarisasi. "SNI-1974-2011 (Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.)" *BSN, Jakarta (2008)*.
- [7] Nurlela, & Husnah. (2009). PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN AMONIAK DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI KARET. *Jurnal Univ. PGRI, 2*.
- [8] Teychenne, D. C., Franklin, R. E., Erntroy, H. C., Hobbs, D. W., & Marsh, B. K. (1988). *Design of Normal Concrete Mixes (Second Edition)*. Watford: IHS Bre Press.