

## ANALISA KUAT TEKAN DAN ABSORPSI BETON DENGAN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH

**Alfina Rahmadiani<sup>1</sup>, Qomariah<sup>2</sup>, Trias Rahardianto<sup>3</sup>**

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

[alfinarahmadiani246@gmail.com](mailto:alfinarahmadiani246@gmail.com)<sup>1</sup>, [qomariah@polinema.ac.id](mailto:qomariah@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [trias.polinema@gmail.com](mailto:trias.polinema@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Beton telah menjadi bahan utama yang digunakan dalam konstruksi bangunan. Beton dikenal dengan kekuatan dan daya tahannya namun, ada beberapa kekurangan yang perlu diatasi. Banyak pelaku konstruksi mencari inovasi baru yang dapat meminimalisir kekurangan beton dan mampu meningkatkan kualitas beton. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas beton adalah dengan menggunakan mineral aditif yang dapat meningkatkan kualitasnya secara keseluruhan. Zeolit merupakan bahan tambahan yang menjanjikan dan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kuat tekan beton melalui penambahan serbuk zeolit. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang melibatkan benda uji berbentuk silinder dengan diameter dan tinggi 15 cm dan 30 cm. Zeolit digunakan sebagai bahan tambah serbuk zeolit 0% sebagai beton kontrol dan beton dengan penambahan serbuk zeolit 6%, 12%, 18%, dari berat semen. Benda uji tersebut akan di uji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari serta menggunakan 6 benda uji pada masing-masing umur untuk mendapatkan hasil kuat tekan beton. Absorpsi akan di uji pada benda uji umur 7 hari dan 28 hari dengan menggunakan 3 benda uji pada masing-masing umur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bubuk zeolit dapat meningkatkan kekuatan tekan beton. Penambahan 12% zeolit pada umur 28 hari mencapai kekuatan 36,76 Mpa. Sebagai perbandingan, beton normal mencapai kekuatan 32,02 Mpa, sedangkan variasi 6% zeolit mencapai 35,37 Mpa. Namun, pada zeolit dengan kandungan 18% mengalami penurunan menjadi 28,78 Mpa. Dari hasil pengujian kuat tekan dan serapan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kuat tekan beton yang optimum dengan zeolit sebagai bahan tambah adalah pada variasi beton zeolit 12%. Sedangkan pada absorpsi atau daya serap, pada penambahan zeolit variasi 18% mengalami penyerapan paling rendah yaitu sebesar 2,19%, sedangkan untuk variasi 0% sebesar 3,58%, untuk variasi 6% mencapai 2,43% lalu untuk variasi 12% mencapai 3,30%.

**Kata kunci :** Absorpsi; Beton; Kuat tekan; zeolit

### ABSTRACT

*Concrete has become the main material used in building construction. Concrete is known for its strength and durability, however, there are some shortcomings that need to be overcome. Many builders are looking for new innovations that can minimize concrete shortages and improve concrete quality. One way to improve the quality of concrete is by using additive minerals that can improve the overall quality. Zeolite is a promising additive and has great potential to improve the quality of concrete. This research aims to identify a strong increase in concrete pressure through the addition of zeolite powder. The study used experimental methods involving cylindrical test objects with diameter and height of 15 cm and 30 cm. Zeolite is used as an additive to 0% zeolite powder as a control concrete and concrete with the addition of 6%, 12%, 18%, of the weight of cement. The test objects will be tested at the age of 7 days, 14 days, and 28 days and will use 6 tests at each age to obtain strong concrete pressure results. Research results show that zeolite powder can increase concrete pressure strength. The increase of 12% zeolite at the age of 28 days reached a strength of 36.76 Mpa. As a comparison, the normal concrete reached the strength of 32.02 Mpa, whereas the variation of 6% zeolite reached 35.37 Mpa. However, in zeolites with a content of 18% there*

was a decrease to 28.78 Mpa from the results of strong tests of pressure and absorption, it can be concluded that the optimum level of concrete pressure with zeolit as additive material was at the variations of zeolit concrete 12%.

*Keywords: absorption; concrete; strong pressure; zeolite*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan manusia terhadap infrastruktur terus meningkat, terutama dalam pengembangan industri konstruksi. Sehingga banyak pelaku konstruksi yang mulai membuat inovasi-inovasi menarik yang nantinya akan digunakan sebagai bahan tambah atau pengganti sebuah material. Beton menjadi salah satu bahan utama yang digunakan untuk konstruksi bangunan. Beton merupakan material yang kuat dan tahan lama, namun, terdapat beberapa kekurangan dari beton yang perlu diatasi untuk meningkatkan kualitas beton. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas beton adalah dengan penggunaan bahan tambah atau aditif yang dapat meningkatkan kualitas beton tersebut.

Beton dibuat dengan cara mencampurkan agregat, pasir, semen, dan air yang nantinya akan di aduk dan di tuangkan pada suatu cetakan yang nantinya akan mengeras dalam jangka waktu tertentu. Proses mengerasnya beton terjadi akibat adanya reaksi kimia antara air dan semen, dimana campuran beton tersebut akan semakin keras sesuai umurnya.

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya adalah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan lain sebagainya. Bahan mineral pembantu atau bahan tambah ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi temperatur akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan (*workability*) pada beton.

Zeolit merupakan salah satu bahan tambah yang menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas beton. Mineral zeolit banyak mengandung silika yang berfungsi sebagai pozzoland, hal ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan pada beton.

Pozolan adalah bahan yang mempunyai silika atau silika alumina yang memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran yang halus dan dengan kehadiran kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen (ASTM C 618-94a,1993).

Kuat tekan beton merupakan hal yang penting dalam mengetahui kualitas beton, oleh karena itu kekuatan tekan beton ditentukan pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, dan agregat halus dalam perencanaan campuran beton (mix design).

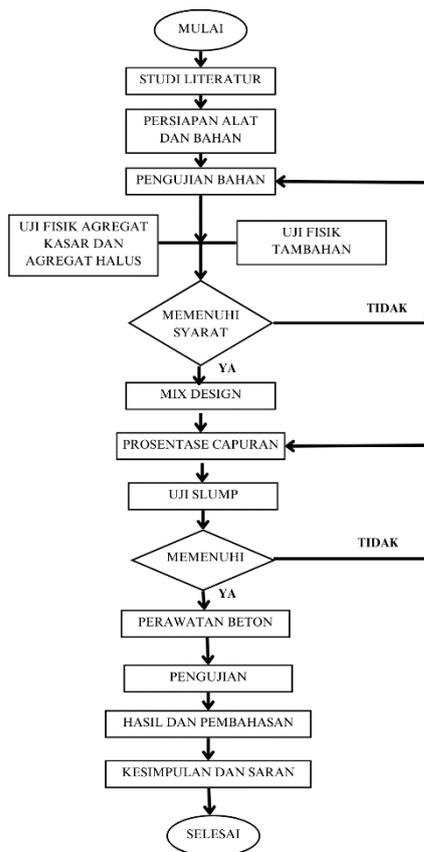
Absorpsi merupakan tingkat penyerapan air pada permukaan beton. Nilai absorpsi yang besar merupakan sebuah indikasi bahwa beton tersebut cenderung kurang awet karena beton yang menyerap air akan menyebabkan degradasi kekuatan beton.

Berdasarkan latar belakang di atas, saat ini zeolit merupakan salah satu pilihan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada beton. Dalam penelitian ini diharapkan dapat menemukan struktur beton yang setara atau lebih baik dari beton normal, ditinjau dari kuat tekan dan daya serap atau absorpsi beton.

## 2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan Zeolit terhadap kuat tekan dan absorpsi beton. Hipotesa awal menyatakan bahwa penambahan Zeolit akan meningkatkan nilai kuat tekan dan menurunkan daya serap beton. Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Negeri Malang, Jurusan Teknik Sipil. Variabel penelitian dibagi menjadi tiga kategori: variabel bebas, terikat, dan kontrol. Variabel bebas mencakup variasi bahan tambah Zeolit dan waktu pengujian pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Variabel terikat adalah kuat tekan beton, sementara variabel kontrol mencakup tipe semen, kuat tekan rencana 30 MPa, dan umur benda uji 28 hari. Pada penelitian ini menggunakan 96 benda uji, terbagi 72 benda uji untuk kuat tekan, lalu 24 untuk

absorpsi beton. Proses pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir yang terlampir pada **gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a) Pengujian Material

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat halus, agregat kasar, uji fisik zeolit, serta pengujian kuat tekan beton, dan absorpsi beton. Hasil penelitian ini nantinya akan dianalisa dalam bentuk tabel dan grafik berikut. Beton memiliki beberapa bahan penyusun diantaranya adalah agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Bahan tersebut dapat digunakan jika sudah memenuhi standart penyusunan teknis, hal ini bertujuan untuk ketahanan struktur beton sesuai dengan umur rencana.

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Uji Fisik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Hasil	Spesifikasi	Referensi
1	Analisa Saringan	6,98%	5-7	SNI 1971-2011
2	Kadar Air	2.86%	1-5%	SNI 1971-2011
3	Berat Jenis			
	Berat Jenis SSD	2.78	2.5-2.7	SNI 1970-2008
	Penyerapan	1.53%	1-%	SNI 1970-2008

4	Kekerasan	5.19%	≤ 40%	SNI 032417-1991
5	Berat Isi			
	Lepas	1.34 gr		ASTM C29M-03
	Padat	1.43 gr	<1,6 gr	ASTM C29M-03
	Goyang	1.45 gr		ASTM C29M-03

Berdasarkan hasil analisa agregat kasar apat disimpulkan bahwa agregat kasar dari pasuruandapat digunakan ebagai material beton.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Uji Fisik Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Hasil	Spesifikasi	Referensi
1	Analisa Saringan	3,33	1,5 – 3,8	SNI 1971-2011
2	Kadar Air	87%	1-5%	SNI 1971-2011
3	Berat Jenis			
	Berat Jenis SSD	2.69	2.5-2.7	SNI 1970-2008
	Penyerapan	1.53%	1-10%	SNI 1970-2008
4	Kadar Organik	bening	coklat	SNI 03-2816-2014
5	Berat Isi			
	Lepas	1.59 gr		ASTM C29M-03
	Padat	1.69 gr	<1,6 gr	ASTM C29M-03
	Goyang	1.70 gr		ASTM C29M-03

Pengujian sifat kimia zeolit dapat dilakukan dengan Malukan uji XRF (*X-ray Fluorosence*), pada penelitian ini pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju FMIPA, Universitas Negeri Malang [4]. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan imia zeolit secara kuantitatif. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 berikut

Tabel 3 Analisa Kimia zeolit

Analisa Kimia	Zeolit (%)
SIO2	67,2
Al2O3	10
Fe2O3	10,7
CaO	7,24
MnO	0,10
TiO2	0,952
K2O	3,01

Analisa berat jenis zeolit bertujuan untuk mengetahui kualitas dari zeolit. Hasil dari penujian berat jenis terdapat pada tabel 4

Tabel 4 Hasil pengujian berat jenis zeolit

PEMERIKSAAN	Benda Uji
-------------	-----------

		I	II
Berat jenis	w/(v2-v1)	2,17	2,2
Berat enis rata-rata	Mg/m3	2,18	

Konsistensi normal adalah suatu kondisi standar untuk mengetahui tingkat kebasahan pasta. Konsistensi akan dilihat dari banyaknya air yang dibutuhkan susatu pasta dalam keadaan plastis [5]. Dalam Analisa konsistensi normal zeolit ini menggunakan prosedur pengujian konsistensi normal semen. Berikut merupakan hasil dari pengujian konsistensi normal semen dengan bahan tambah.

Tabel 5 Hasil Pengujian Konsistensi Normal Campuran Semen dan Zeolit

No.	Pemeriksaan	Konsistensi Normal
1	Semen	26,46
2	Semen + Zeolit 6%	29,2
3	Semen + Zeolit 12%	29,62
4	Semen + Zeolit 18%	29,93

b) Perencanaan *Mix Design*

Pada perhitungan mix design penelitian ini mengacu pada SNI- 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana yaitu 40 MPa [6]. Berikut langkah perhitungan Mix Design:

Tabel 6 Hasil Perhitungan *Mix Design*

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana	30	Mpa
2	Deviasi standar	7	MPa
3	Nilai tambahan (margin)	12	MPa
4	Perkiraan kuat rencana	42	MPa
5	Jenis semen	Tipe 1	
6	Faktor air semen bebas	0,45	
7	Faktor air semen maksimum	0,6	
8	Slump	8	cm

9	Ukuran agregat maksimum	20	mm
10	Kadar air bebas	205	kg/m3
11	Jumlah semen terpakai	455,56	kg/m3
12	Jumlah semen maksimum	-	
13	Jumlah semen minimum	325	kg/m3
14	Factor air semen yang disesuaikan	-	
15	Jenis agregat halus	Zona 1	
16	Prosentase agregat halus	0,50	
17	Berat jenis relative agregat (ssd)	2,7	gr/cm3
18	Berat isi beton segar	2435	kg/m3
19	Berat agregat gabungan	1774,4	kg/m3
20	Berat agregat halus	887,2	kg/m3
21	Berat agregat kasar	887,2	kg/m3

Dalam perhitungan mencari berat volume dan mencari berat masing-masing agregat untuk tiap silinder beton dengan perhitungan pada satu silinder berdiameter 15cm dengan tinggi 30cm. Dengan mengetahui volume total untuk 1 variasi beton dapat membantu untuk menghitung kebutuhan masing masing material untuk 1 variasi. Seperti pada tabel berikut:

Tabel 7 Total kebutuhan Material

Material	Total Kebutuhan (Kg)			
	0%	6%	12%	18%
Semen	58	58	58	58
Air	21	21	21	21
Ag Kasar	114	114	114	114
Ag Halus	116	116	116	116
Zeolit	0	3	7	10

Pada penelitian ini pengujian slump dilakukan sebanyak 4 kali pada satu kali campuran beton normal maupun beton normal dengan bahan tambah hasil pengujian slump dapat dilihat pada tabel 10 berikut

Tabel 8 Hasil Uji *Slump*

VAR	Uraian	Nilai Slump				Slump rata - rata
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	
		0%	Pengecoran 1	8	8	

	Pengecoran 2	14	14	15	16	14,75
6%	Pengecoran 1	7,3	6,5	7,5	7	7,075
	pengecoran 2	7	6,5	7,5	8	7,25
12%	Pengecoran 1	7	8	7,5	6,5	7,25
	Pengecoran 2	8	8	6,3	7	7,325
18%	Pengecoran 1	6	8	7	8,5	7,375
	Pengecoran 2	8,5	8	6	7,3	7,45

Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa beton dengan campuran zeolit membutuhkan lebih banyak air untuk mencapai nilai slump yang sudah direncanakan.

Pengujian berat isi beton bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari masing-masing variasi beton. Berat isi beton pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 9 Hasil Uji Berat Isi Beton Segar

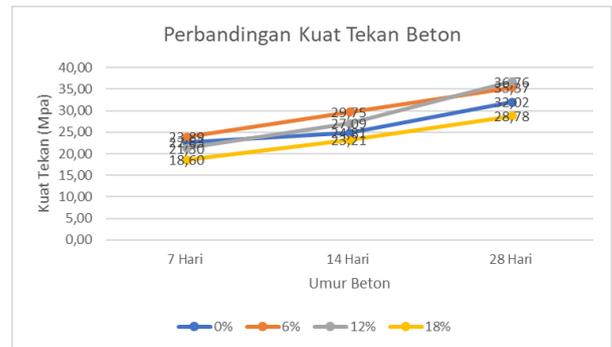
Variasi	Berat isi
0%	2,54
6%	2,50
12%	2,54
18%	2,54

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan pada beton normal dan dengan tambahan zeolit sebanyak 6%, 12% dan 18% dilakukan pada 72 benda uji, sebelum pengujian kuat tekan, pada bagian atas benda uji diberi caping dengan tujuan agar permukaan bidang tekan rata sehingga beban yang diterima dapat terdistribusi dengan perhitungan sebagai berikut. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana 42 MPa. berikut tabel dan gambar hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 10 Hasil Uji Berat Isi Beton Segar

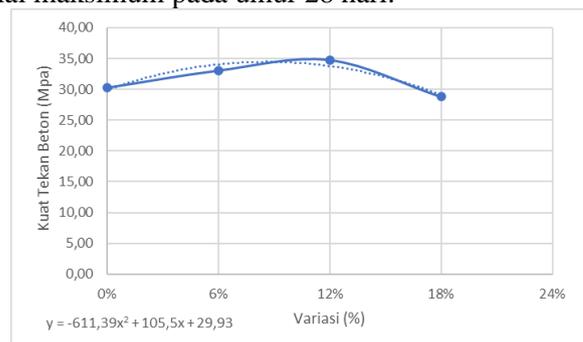
Variasi	Kuat Tekan (Mpa)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
0%	22,63	24,81	32,02
6%	23,89	29,75	35,37
12%	21,30	27,09	36,76
18%	18,60	23,21	28,78



Gambar 2 Perbandingan Kuat Tekan Beton  
Sumber: Hasil Penelitian 2024

Berdasarkan hasil pengujian beton pada gambar di atas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan kekuatan pada beton berdasarkan umur beton. Selain itu beton dengan variasi 6% dan 12% mengalami peningkatan kekuatan dari beton normal, namun pada beton dengan variasi zeolit sebesar 18% mengalami penurunan kekuatan. Berikut merupakan hasil perbandingan nilai kuat tekan beton normal dan beton campuran zeolit 6%.

Nilai optimum kuat tekan beton dilakukan berdasarkan nilai maksimum pada umur 28 hari.



Gambar 3 Grafik Nilai Optimum Kuat Tekan Beton

Berdasarkan data hasil kuat tekan beton dengan penambahan zeolit pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* seperti gambar grafik di atas dengan persamaan garis  $y = -787x^2 + 127,78x + 31,648$ . Dari persamaan tersebut dicari nilai optimum campuran zeolit tersebut, untuk mendapatkan nilai y maksimum, maka



$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= 0 && -787x^2 + 127,78x + 31,648 \\ \frac{dy}{dx} &= (2)(-787x) + 127,78 = 0 \\ \frac{dy}{dx} &= -1574 + 127,78 = 0 \\ x &= \frac{127,78}{1574} && x = 0,08118 \end{aligned}$$

Untuk dapat nilai y maksimum maka x = 0,08118, masukkan nilai x ke dalam persamaan :  

$$Y = -787x^2 + 127,78x + 31,648$$

$$= -787(0,00659)^2 + 127,78 (0,00659) + 31,648$$

$$= 36,8347 \text{ Mpa}$$

Jadi, kadar optimum kuat tekan beton dari penambahan zeolit mencapai nilai kuat tekan sebesar 36,83 Mpa pada beton dengan variasi zeolite sebesar 8,1%.

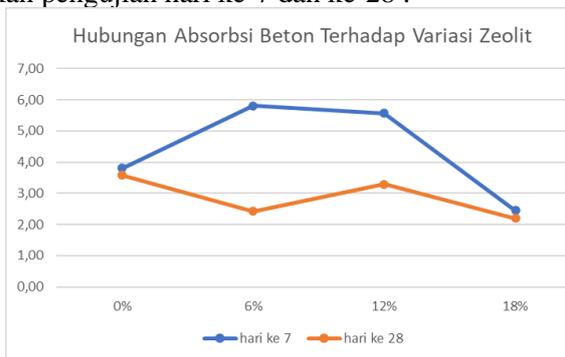
Pengujian Absorpsi dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang dapat diserap oleh beton dengan cara membandingkan berat beton yang telah di rendam selama 7 dan 28 hari dengan beton kondisi kering oven. Data hasil pengujian absorpsi beton dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 14 Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Variasi	hari ke 7	hari ke 28
0%	3,80	3,58
6%	5,80	2,43
12%	5,57	3,30
18%	2,45	2,19

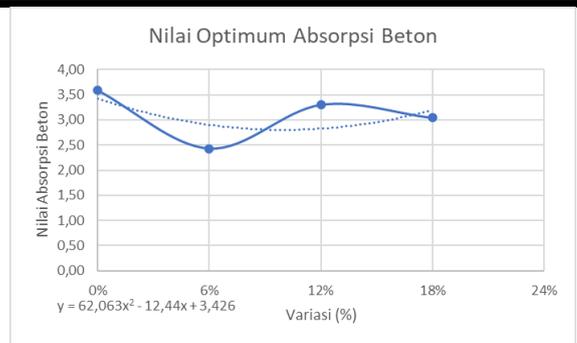
Dapat disimpulkan bahwa absorpsi atau daya serap beton dipengaruhi oleh umur beton. Semakin umur beton maka semakin kecil daya serap atau absorpsinya.

Berikut merupakan grafik hubungan absorpsi atau daya serap beton dengan variasi penambahan zeolit berdasarkan pengujian hari ke-7 dan ke-28 :



Gambar 4 Grafik Hubungan Absorpsi Beton Terhadap Variasi Zeolit

Nilai optimum absorpsi beton dilakukan berdasarkan nilai maksimum 28 hari.



Gambar 5 Grafil Nilai Optimum Absorpsi Beton

Berdasarkan data hasil pengujian absorpsi dengan penambahan zeolit pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* seperti gambar grafik di atas dengan persamaan garis  $y = 62,063x^2 + -(12,44x) + 3,426$ . Dari persamaan tersebut dapat dicari nilai optimum campuran zeolit tersebut, untuk mendapatkan nilai y maksimum, maka :

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= 0 && 62,063x^2 + -(12,44x) + 3,426 \\ \frac{dy}{dx} &= (2)(62,063x) + (-12,44) = 0 \\ \frac{dy}{dx} &= 124,126 + (-12,44) = 0 \\ x &= \frac{-12,44}{124,126} && x = 0,10022 \end{aligned}$$

Untuk dapat nilai y maksimum maka x = 0,10022, masukkan nilai x ke dalam persamaan :  

$$Y = 62,063x^2 + -(12,44x) + 3,426$$

$$= 62,063(0,10022)^2 + (-12,44(0,10022)) + 3,426$$

$$= 2,803$$

Jadi, kadar optimum Absorpsi beton dari penambahan zeolit yaitu sebesar 10,02% dengan daya serap sebesar 2,8%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai kuat tekan beton yang memiliki rata-rata tertinggi adalah beton dengan variasi tambahan zeolit sebanyak 12% pada umur 28 hari mencapai 36,76 Mpa. Serta untuk beton Normal mencapai 32,02 Mpa, Variasi 6% zeolit mencapai 35,37 Mpa, lalu untuk variasi 18% zeolit mengalami penurunan sehingga mencapai kuat tekan sebesar 28,78 Mpa. Ada pula dampak zeolit bagi penyerapan atau absorpsi beton, yaitu pada variasi 18% zeolit mengalami penyerapan paling rendah yaitu sebesar 2,19%, sedangkan untuk variasi 0% sebesar 3,58%, untuk variasi 6% mencapai 2,43% lalu untuk variasi 12% mencapai 3,30%.
2. Dari hasil pengujian kuat tekan dan daya serap

beton dapat disimpulkan bahwa kadar optimum kuat tekan beton dengan zeolit sebagai bahan tambah yaitu pada variasi beton 8,1% zeolit, dengan kadar optimum sebesar 36,83 Mpa. Sedangkan untuk daya serap atau absorpsi beton kadar optimum yang didapatkan kadar optimum sebesar 2,18% pada variasi zeolit 10,02%

3. Dari data perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton variasi dapat disimpulkan bahwa beton dengan variasi zeolit 6% mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 10,46%, sedangkan pada variasi 12% mengalami kenaikan sebesar 14,8% dari beton normal lalu untuk beton variasi 18% zeolit mengalami penurunan dari beton normal sebesar 10,12%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Urrohmah, "Sintesis zeolit beta terimpregnasi nikel wolfram (niw) untuk proses hydrocracking minyak bumi," *Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2023.
- [2] S. Urrohmah, "Sintesis zeolit beta terimpregnasi nikel wolfram (niw) untuk proses hydrocracking minyak bumi," *Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2023.
- [3] Santosa, B., & Endrastuty, N. (2021). Penggunaan Zeolit Dan Bahan Tambah Sikament-520 Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton. *RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL*, 7(1),6.
- [4] Yudi, A (2021) Analisis Penggunaan Waste Material Dari Tanah Galian Di Lahan Itera Dan Zeolit Sebagai Bahan Campuran Beton. *Journal of Infrastructure Planning and Design*, 1(2), 1523.
- [5] Emam, E., & Yehia, S. (2017). Analisis Penggunaan Waste Material Dari Tanah Galian Di Lahan Itera Dan Zeolit Sebagai Bahan Campuran Beton. *Journal of Infrastructure Planning and Design*, 1(2), 1523.