



LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PERLAKUAN PASIR ZEOLIT SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BETON

Oleh:

Tijar Mubarak	40030522650076
Muhammad Dzaky Dzulfiqar	40030522650096

Diajukan sebagai
salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Universitas
Diponegoro

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
DAN PERANCANGAN ARSITEKTUR
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
TAHUN 2026**

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PERLAKUAN PASIR ZEOLIT SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BETON

Oleh:

Tijar Mubarak

40030522650076

Muhammad Dzaky Dzulfiqar

40030522650096

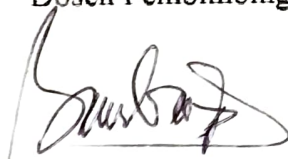
Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dari pembimbing dan dinyatakan dapat diajukan untuk ujian tugas akhir pada tanggal 17 Juli 2026

Semarang, 17 Juli 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Bambang Setiabudi S.T., M.T.
NIP. 196109021987031002


Ir. Tri Susanto S.T., M.T.
NIP. 199106162024061001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur


Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.
NIP. 198512092012122001

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH PERLAKUAN PASIR ZEOLIT SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BETON

Oleh:

Tijar Mubarak	40030522650076
Muhammad Dzaky Dzulfiqar	40030522650096

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan masukan berdasarkan masukan dan koreksi saat pelaksanaan seminar pada tanggal 27 Juli 2026

Semarang, 30 Juli 2026

Mahasiswa I

Mahasiswa II

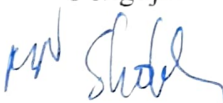

Tijar Mubarak
NIM. 40030522650076

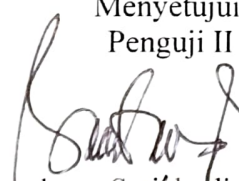

Muhammad Dzaky Dzulfiqar
NIM. 40030522650096

Penguji I

Menyetujui,
Penguji II

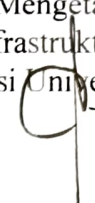
Penguji III


Moh Nur Sholeh, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 199301012018031001


Bambang Setiabudi S.T., M.T.
NIP. 196109021987031002


Ir. Tri Susanto S.T., M.T.
NIP. 199106162024061001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Asri Nurdiana, S.T., M.T.
NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Eksplotasi agregat halus secara terus-menerus berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan pasir zeolit sebagai substitusi parsial agregat halus pada beton dengan empat variasi perlakuan: tanpa perlakuan, perlakuan kering oven, perlakuan jenuh permukaan (SSD), dan aktivasi kimia menggunakan HCl dan NaOH. Metode eksperimental digunakan dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Pengujian dilakukan pada benda uji silinder berumur 7 hari dan 28 hari meliputi densitas, slump test, dan kuat tekan. Hasil menunjukkan seluruh variasi substitusi menghasilkan densitas lebih rendah dari beton normal ($2.405,354 \text{ kg/m}^3$), dengan rentang $2.360,272\text{--}2.385,045 \text{ kg/m}^3$. Perlakuan kering oven menghasilkan densitas tertinggi ($2.385,045 \text{ kg/m}^3$) karena pasta semen meresap ke pori-pori zeolit, sedangkan tanpa perlakuan menghasilkan densitas terendah ($2.360,272 \text{ kg/m}^3$). Seluruh variasi mengalami penurunan nilai slump dibandingkan beton normal (7,25 cm), terbesar pada perlakuan kimia (2,50 cm) dan terkecil pada tanpa perlakuan (6,75 cm). Pada umur 28 hari, hanya beton perlakuan kimia yang memenuhi kuat tekan rencana (20,17 MPa), sedangkan variasi lainnya tidak memenuhi target: tanpa perlakuan 16,130 MPa, perlakuan kering 16,924 MPa, dan perlakuan SSD 13,190 MPa. Disimpulkan bahwa aktivasi kimia menggunakan HCl dan NaOH merupakan metode perlakuan paling optimal untuk meningkatkan kuat tekan beton substitusi pasir zeolit.

Kata Kunci: Pasir Zeolit, Substitusi Agregat Halus, Densitas Beton, Slump Test, Kuat Tekan Beton, Aktivasi Kimia

ABSTRACT

The continuous exploitation of natural fine aggregate poses potential environmental damage. This study aims to investigate the effect of zeolite sand as a partial substitute for fine aggregate in concrete under four treatment variations: untreated, oven-dry, saturated surface dry (SSD), and chemical activation using HCl and NaOH. An experimental method was applied with a planned compressive strength of 20 MPa, testing cylindrical specimens at 7 and 28 days of age for density, slump, and compressive strength. Results show all zeolite substitution variations produced lower density than normal concrete (2,405.354 kg/m³), ranging from 2,360.272 to 2,385.045 kg/m³. Oven-dry treatment yielded the highest density (2,385.045 kg/m³) as cement paste penetrated zeolite pores, while untreated produced the lowest (2,360.272 kg/m³). All variations showed reduced slump compared to normal concrete (7.25 cm), greatest in chemical treatment (2.50 cm) and smallest in untreated (6.75 cm). At 28 days, only chemically treated concrete met the target strength (20.17 MPa); other variations fell short: untreated 16.130 MPa, oven-dry 16.924 MPa, and SSD 13.190 MPa. It is concluded that chemical activation using HCl and NaOH is the most optimal treatment for improving compressive strength of zeolite sand-substituted concrete.

Keywords: *Zeolite Sand, Fine Aggregate Substitution, Concrete Density, Slump Test, Compressive Strength, Chemical Activation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya dalam penyusunan tugas akhir sehingga dengan judul “PENGARUH PERLAKUAN PASIR ZEOLIT SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BETON” dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Penyusunan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang turut membantu dan mendorong selesainya tugas akhir ini, yakni:

1. Asri Nurdiana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang;
2. Bambang Setiabudi S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penelitian ini;
3. Ir. Tri Susanto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami menyusun dalam penelitian ini;
4. Mas Oky dan Mba Galuh, selaku asisten laboratorium teknik sipil arsitektur yang telah membantu selama melakukan penelitian;
5. Kedua Orang Tua kami yang memberi semangat dari semester awal sampai semester akhir perkuliahan dan progres pengerjaan tugas akhir selesai;
6. Retno Wulan Syahrani, sosok yang selalu setia memberikan dukungan penuh, doa, dan semangat kepada penulis di setiap proses pengerjaan;
7. Nabila Qurrotu Aini, sosok perempuan yang memberikan semangat yang dituangkan ke penulis dalam pengerjaan tugas akhir sebagai angin sejuk yang selalu beriringan;

8. Teman seperkuliah “PT. Pejuang S.Tr.T” yakni Izzat, Faishal, Zahra, dan Henri, yang sudah membantu kami menyusun penulisan tugas akhir;
9. Teman seperjuangan D4 Teknik Sipil Arsitektur yang telah mendukung selama perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir;
10. Serta semua pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu penulis menyusun laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak sempurna dan terdapat kekurangan. Meski demikian, semoga tugas akhir yang telah penulis buat dapat bermanfaat bagi siapa pun yang membacanya.

Semarang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton	5
2.2 Material Penyusun Beton	5
2.2.1 Semen Portland	5
2.2.2 Agregat.....	6
2.2.3 Air	8
2.3 Zeolit	9
2.4 Pengujian Material	10
2.4.1 Pengujian Saringan Agregat Halus	10
2.4.2 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	11
2.4.3 Pengujian Berat Jenis Material.....	11
2.4.4 Pengujian Absorpsi Material.....	11
2.4.5 Pengujian Kadar Air Material	12
2.4.6 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	12
2.5 Pengujian Benda Uji	12

2.5.1 Pengujian Densitas Beton	13
2.5.2 Pengujian <i>Slump Test</i> Beton	13
2.5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton	13
2.6 Penelitian Terdahulu	15
2.7 Analisa Gap	18
2.8 Hipotesis Penelitian.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Jenis Metode Penelitian.....	20
3.2 Variabel Penelitian	20
3.2.1 Variabel Bebas	20
3.2.2 Variabel Terikat	22
3.2.3 Variabel Kontrol.....	22
3.3 Desain Penelitian.....	22
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	23
3.3.2 Analisis Data Penelitian	23
3.3.3 Dimensi Sampel Uji Beton	23
3.3.4 Sampel dan Jumlah Benda Uji	24
3.3.5 Diagram Alir	25
3.4 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	26
3.4.1 Alat.....	26
3.4.2 Bahan.....	35
3.5 Metode Mix Desain.....	39
3.6 Metode Pengujian Material	43
3.6.1 Pengujian Saringan Agregat Halus	44
3.6.2 Pengujian Berat Jenis Material.....	45
3.6.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	47
3.6.4 Pengujian Absorpsi Material.....	49
3.6.5 Pengujian Kadar Air Material	52
3.6.6 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	53
3.7 Pembuatan dan Perawatan Benda uji	55
3.7.1 Perlakuan Pasir Zeolit	55
3.7.2 Persiapan Bahan Penyusun Beton	59

3.7.3 Perawatan Benda Uji.....	62
3.8 Pengujian Benda Uji	63
3.8.1 Pengujian Densitas Beton	64
3.8.2 Pengujian <i>Slump Test</i> Beton	65
3.8.3 Pengujian Kuat Tekan Beton	67
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	69
4.1 Hasil Pengujian Material.....	69
4.1.1 Pengujian Agregat Halus.....	69
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar.....	72
4.1.3 Pengujian Pasir Zeolit	74
4.2 Kebutuhan Material <i>Job Mix Design</i>	76
4.3 Hasil Pengujian Benda Uji.....	78
4.3.1 Hasil Pengujian Slump Beton	78
4.3.2 Hasil Pengujian Densitas Beton	80
4.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	85
BAB V PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Desain Benda Uji.....	24
Gambar 3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.4.	Timbangan Digital.....	26
Gambar 3.5.	<i>Shieve Shaker</i>	27
Gambar 3.6.	Saringan Agregat.....	27
Gambar 3.7.	Oven	28
Gambar 3.8.	<i>Compression Testing</i>	28
Gambar 3.9.	Concrete Mixer	29
Gambar 3.10.	Bak Air	29
Gambar 3.11.	Palu Karet	30
Gambar 3.12.	Kerucut Abrams.....	30
Gambar 3.13.	Cetakan Silinder Beton.....	31
Gambar 3.14.	Cawan	31
Gambar 3.15.	Piknometer.....	32
Gambar 3.16.	<i>Metal Sand Cone Mold</i>	32
Gambar 3.17.	Cetok.....	32
Gambar 3.18.	Bejana	33
Gambar 3.19.	Ember	33
Gambar 3.20.	Meteran.....	34
Gambar 3.21.	Kuas.....	34
Gambar 3.22.	Gelas Ukur.....	35
Gambar 3.23.	Sarung Tangan Karet.....	35
Gambar 3.24.	Pasir	36
Gambar 3.25.	Pasir Zeolit.....	36
Gambar 3.26.	Semen	37
Gambar 3.27.	Kerikil.....	37
Gambar 3.28.	Air.....	38
Gambar 3.29.	Oli	38

Gambar 3.30. HCl 1M.....	39
Gambar 3.31. NaOH.....	39
Gambar 3.32. Membersihkan Agregat Halus.....	44
Gambar 3.33. Menimbang Piknometer berisi Air	46
Gambar 3.34. Penimbangan Piknometer	46
Gambar 3.35. Gelas Ukur Berisi Pasir	48
Gambar 3.36. Mengocok Gelas Ukur.....	48
Gambar 3.37. Pengendapan Lumpur pada Pasir	49
Gambar 3.38. Kondisi Pasir SSD	50
Gambar 3.39. Menimbang Pasir SSD	50
Gambar 3.40. Mengoven Material Uji	50
Gambar 3.41. Menimbang Berat Kering Oven	51
Gambar 3.42. Penimbangan SSD Kerikil.....	52
Gambar 3.43. Menimbang Berat Bejana	54
Gambar 3.44. Menghentikan Bejana	54
Gambar 3.45. Menimbang Berat Agregat dan Bejana	55
Gambar 3.46. Pengeringan Pasir dengan Oven.....	56
Gambar 3.47. Kondisi SSD Zeolit.....	57
Gambar 3.48. Aktivasi dengan HCl	57
Gambar 3.49. Aktivasi dengan NaOH.....	58
Gambar 3.50. Pencucian dari Zat Kimia	58
Gambar 3.51. Pengayakan Pasir.....	60
Gambar 3.52. Penimbangan Bahan Baku Beton	60
Gambar 3.53. Pembuatan Beton.....	61
Gambar 3.54. Pelumasan Silinder Beton.....	61
Gambar 3.55. Pengujian <i>Slump Test</i>	62
Gambar 3.56. Pemadatan Beton	62
Gambar 3.57. Pemberian Data Silinder Beton	63
Gambar 3.58. Pengujian Densitas Beton.....	64
Gambar 3.59. Pengujian <i>Slump Test</i>	66
Gambar 3.60. Pengujian Kuat Tekan	67

Gambar 4.1.	Diagram Hasil Pengujian Analisa Saringan Pasir Muntilan.....	70
Gambar 4.2.	Diagram Hasil Pengujian Analisa Saringan Pasir Zeolit.....	75
Gambar 4.3.	Diagram Hasil Pengujian Densitas Beton	84
Gambar 4.4.	Diagram Hasil Kuat Tekan Beton	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Persyaratan Gradasi Agregat Kasar.....	6
Tabel 2.2.	Susunan Saringan Agregat Halus	8
Tabel 2.3.	Kuat Tekan Minimum Beton.....	14
Tabel 2.4.	Jurnal Pendukung	15
Tabel 3.1.	Komposisi dan Jumlah Benda Uji	24
Tabel 3.2.	Nilai Slump.....	40
Tabel 3.3.	Nilai Deviasi Beton	41
Tabel 3.4.	Kebutuhan Air Pencampur	41
Tabel 3.5.	Hubungan Rasio Air dan Semen	42
Tabel 3.6.	Volume Agregat Kasar per Satuan Beton	42
Tabel 3.7.	Rencana Pembuatan Beton	43
Tabel 4.1.	Hasil <i>Grain Size</i> Pasir Muntilan	69
Tabel 4.2.	Hasil <i>Grain Size</i> Pasir Zeolit	75
Tabel 4.3.	Rencana Pembuatan Beton	77
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Bahan Material Beton	77
Tabel 4.5.	Kebutuhan Beton per 6 Sampel.....	78
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Slump Beton.....	78
Tabel 4.7.	Rata-Rata Densitas Variasi Beton	80
Tabel 4.8.	Densitas Beton Normal.....	81
Tabel 4.9.	Densitas Beton Substitusi Pasir Zeolit tanpa Perlakuan.....	82
Tabel 4.10.	Densitas Beton Substitusi Pasir Zeolit dengan Perlakuan Kering.	82
Tabel 4.11.	Densitas Beton Substitusi Pasir Zeolit dengan Perlakuan SSD.....	83
Tabel 4.12.	Densitas Beton Substitusi Pasir Zeolit dengan Perlakuan Kimia..	84
Tabel 4.13.	Kuat Tekan Beton Normal.....	85
Tabel 4.14.	Kuat Tekan Beton Substitusi Pasir Zeolit tanpa Perlakuan.....	86
Tabel 4.15.	Kuat Tekan Beton Substitusi Pasir Zeolit Perlakuan Kering	87
Tabel 4.16.	Kuat Tekan Beton Substitusi Pasir Zeolit Perlakuan SSD	88
Tabel 4.17.	Kuat Tekan Beton Substitusi Pasir Zeolit Perlakuan Kimia	89

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 2. Lembar Formulir Logbook Laboratorium
- Lampiran 3. Lembar Formulir *Grain Size* Analisis Agregat Halus
- Lampiran 4. Lembar Formulir *Grain Size* Analisis Zeolit
- Lampiran 5. Lembar Formulir Pemeriksaan Agregat Halus
- Lampiran 6. Lembar Formulir Pemeriksaan Zeolit
- Lampiran 7. Lembar Formulir Pemeriksaan Agregat Kasar
- Lampiran 8. Lembar Formulir Kadar Lumpur Agregat Halus
- Lampiran 9. Lembar Hasil Pengujian Kuat Tekan 7 Hari
- Lampiran 10. Lembar Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari