

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN PASIR POZZOLAN SEBANYAK
2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT
HALUS DALAM CAMPURAN BETON**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi
Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Oleh:

CALVIN PUTRA WIYOGI

2110015211086



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2026**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta.

Nama Mahasiswa : Calvin Putra Wiyogi

Nomor Pokok Mahasiswa : 2110015211086

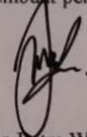
Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang penulis buat dengan judul
"PENGARUH PENGGUNAAN PASIR POZZOLAN SEBESAR 2,5%, 5%, 7,5%, DAN
10% SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS DALAM CAMPURAN BETON".

Adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data – data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metode kesipilan.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian – bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara refrensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini batal.

Padang, 11 Maret 2026
Yang membuat pernyataan



Calvin Putra Wiyogi

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN PASIR POZZOLAN SEBESAR 2,5%, 5%,
7,5%, DAN 10% SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS DALAM
CAMPURAN BETON

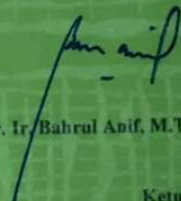
Oleh:

Nama : Calvin Putra Wiyogi
NPM : 2110015211086
Program Studi : Teknik Sipil


Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 11 Maret 2026 Menyetujui:


Pembimbing


(Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T.)

Dekan FTSP


(Dr. Rini Mulyani, S.T., M. Sc (Eng.))

Ketua Prodi Teknik Sipil


(Rita Anggraini, ST., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

PENGARUH PENGGUNAAN PASIR POZZOLAN SEBESAR 2,5%, 5%,
7.5%, DAN 10% SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS DALAM
CAMPURAN BETON

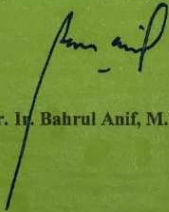
Oleh:

Nama : Calvin Putra Wiyogi
NPM : 2110015211086
Program Studi : Teknik Sipil


Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 11 Maret 2026 Menyetujui:


Pembimbing/Penguji


(Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T.)

Penguji I


(Ir. Taufik, M.T.)

Penguji II


(Edwina Zainal, S.T., M.Eng., P.hD)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir pozzolan sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton. Variasi substitusi pasir pozzolan yang digunakan yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan rancangan beton mutu f_c' 30 MPa. Benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada beton segar melalui uji slump dan pada beton keras melalui uji kuat tekan umur 28 hari. Hasil pengujian slump menunjukkan nilai slump berada pada kisaran 8–9 cm, sehingga seluruh variasi campuran masih memenuhi slump rencana dan menunjukkan workability yang relatif stabil. Hasil uji kuat tekan umur 28 hari menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton seiring penambahan pasir pozzolan hal ini di karenakan pasir pozzolan mengandung 52,002% silika. Beton normal (0%) memperoleh kuat tekan 30,75 MPa, sedangkan variasi 2,5% sebesar 31,22 MPa, variasi 5% sebesar 32,07 MPa, variasi 7,5% sebesar 31,44 MPa, dan nilai tertinggi pada variasi 10% sebesar 33,48 MPa. Dengan demikian, substitusi pasir pozzolan sampai 10% mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Kata kunci: Beton, Pasir Pozzolan, Agregat Halus, Slump, dan Kuat Tekan.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of using pozzolan sand as a partial replacement for fine aggregate on the compressive strength of concrete. The substitution variations of pozzolan sand used were 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%. The research method applied was a laboratory experimental test with a concrete mix design targeting a compressive strength (f_c') of 30 MPa. The specimens were cylindrical with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Tests were conducted on fresh concrete through a slump test and on hardened concrete through a 28-day compressive strength test. The slump test results showed slump values ranging from 8 to 9 cm, indicating that all mix variations met the planned slump and had relatively stable workability. The 28-day compressive strength results showed an increase in strength with the addition of pozzolan sand, this is because pozzolan sand contains 52,002% silica. Normal concrete (0%) achieved a compressive strength of 30.75 MPa, while the 2.5% variation reached 31.22 MPa, the 5% variation reached 32.07 MPa, the 7.5% variation reached 31.44 MPa, and the highest value was obtained at the 10% variation with 33.48 MPa. Therefore, substituting pozzolan sand up to 10% can increase the compressive strength of concrete.

Keyword: Concrete, Pozzolan Sand, Fine Aggregate, Slump, and Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penggunaan Pasir Pozzolan Sebanyak 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campuran Beton” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu, Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan HidayahNya.
- 2) Papa, Mama, serta Adik yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan kasih sayang kepada Penulis hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
- 3) Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T., M. Sc (Eng.), selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 4) Ibu Rita Anggraini, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
- 5) Bapak Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada Penulis.
- 6) kepada Chici Anugrah, yang senantiasa memberikan dukungan, doa, serta motivasi, selama proses penyusunan skripsi ini.
- 7) Kepada sahabat - sahabat terdekat yang sangat baik dan sangat membantu Penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
- 8) Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, Februari 2026

CALVIN PUTRA WIYOGI

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton	5
2.2 Material Penyusun Campuran Beton	8
2.2.1 Semen <i>Portland</i>	8
2.2.2 Agregat.....	9
2.2.3 Air	17
2.3 Faktor air semen.....	17
2.4 <i>Slump</i> Beton	18
2.5 Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	20
2.6 Kuat Tekan Beton (Compressive Strength).....	20
2.6.1 Kandungan Pozzolan Terhadap Kuat Tekan Beton.....	21
2.7 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Metode Pengujian Bahan	26
3.2 Alat dan Bahan	28
3.2.1 Alat.....	28

3.2.2 Bahan	29
3.3 Jenis Data Penelitian	29
3.3.1 Data Primer	29
3.3.2 Data Sekunder	29
3.4 Pengujian Material Pembentuk Beton.....	29
3.4.1 Semen Portland PCC (Portland Composite Cement)	30
3.4.2 Air	30
3.4.3 Agregat Halus	30
3.4.4 Agregat Kasar	30
3.4.5 Pasir Pozzolan.....	30
3.5 Pengujian Material Pembentukan Beton.....	31
3.5.1 Pengujian Kadar Air dan Lumpur Agregat Halus.....	31
3.5.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	31
3.5.3 Pengujian Kadar Organik Pada Agregat Halus.....	32
3.5.4 Pengujian Berat Jenis dan penyerapan Agregat Halus.....	32
3.5.5 Pengujian Bobot Isi Agregat Halus.....	32
3.5.6 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	33
3.5.7 Pengujian Kadar Lumpur dan Kadar Air Agregat Kasar	33
3.5.8 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	34
3.5.9 Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar.....	34
3.5.10 Pengujian Analisa Saringan Pozzolan.....	35
3.5.11 Pengujian Kadar Air dan Lumpur Pozzolan	35
3.5.12 Pengujian Kadar Organik Pada Pozzolan	35
3.5.13 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pozzolan.....	36
3.5.15 Pengujian Bobot Isi Pada Pozzolan	36
3.6 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	37
3.7 Pengujian Beton Segar	37
3.7.1 Pengujian Pembuatan Benda Uji	37
3.7.2 Pengujian Nilai <i>Slump</i> Beton.....	40
3.7.3 Pekerjaan Perawatan (<i>Curing</i>) Beton	41
3.7.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42

4.1 Pengujian Karakteristik Agregat	42
4.1.1 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus	42
4.1.2 Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	42
4.1.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
4.1.4 Pengujian Bobot Isi Pada Agregat Halus	44
4.1.5 Pengujian Analisa Saringan Pada Agregat Halus	45
4.1.6 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
4.1.7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan pada Agregat Kasar.....	46
4.1.8 Pengujian Bobot Isi Pada Agregat Kasar	47
4.1.9 Pengujian Analisa Saringan Pada Agregat Kasar	48
4.1.10 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Pozzoland	49
4.1.11 Pengujian Organik Pozzoland.....	50
4.1.12 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan pada Pozzoland	50
4.1.13 Pengujian Bobot isi Pozzoland	51
4.1.14 Pengujian Analisa Saringan Pozzoland.....	52
4.1.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material	53
4.2 Perhitungan Job Mix Formula.....	54
4.2.1 Banyaknya air percampuran	55
4.2.2 Rasio air semen	55
4.2.3 kadar semen	56
4.2.4 Volume agregat kasar persatuan volume beton.....	56
4.2.5 Berat Perkiraan	56
4.2.6 Volume absolute.....	57
4.2.7 Perbandingan Berat.....	57
4.2.8 Koreksi terhadap kadar air	57
4.2.9 Pengujian Slump	58
4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	59
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
DAFTAR LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis mutu beton dan penggunaannya	5
Tabel 2.2 komposisi kimia dalam semen	8
Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Halus	10
Tabel 2.4 Batas Gradasi Agregat Gabungan	15
Tabel 2.5 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur dan Kadar Udara Untuk Berbagai <i>Slump</i> dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah	18
Tabel 2.6 Nilai Konversi Kuat Tekan Beton	21
Tabel 2.7 Persyaratan Pozzolan	22
Tabel 2.8 Perbandingan Karakteristik Pasir Sungai Alam dan Pasir Pozzolan.....	23
Tabel 2.9 Referensi Jurnal.....	24
tabel 3.1 Komposisi Pasir Pozzolan.....	37
tabel 3.2 Jumlah Benda Uji Rencana	38
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur dan Kadar Air Agregat Halus	42
Tabel 4.2 Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Bobot Isi Agregat Halus	44
Tabel 4.4 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus	45
Tabel 4.5 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
Tabel 4.6 Pengujian Perat Jenis Agregat Kasar	46
Tabel 4.7 Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar	47
Tabel 4.8 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar	48
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Pozzoland	49
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan pada Pozzolan	50
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Bobot isi Pozzoland	51
Tabel 4.12 Pengujian Analisa Saringan Pozzoland.....	52
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material Agregat Halus.....	53
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material Agregat Kasar.....	54
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Material Pozzoland	54
Tabel 4.16 Kekuatan Tekan Rata-Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar Benda Uji.....	54
Tabel 4.17 Banyaknya Air Pencampuran Untuk Beton	55
Tabel 4.18 Rasio Air Semen.....	55

Tabel 4.19 Berat Perkiraan Awal Beton	56
Tabel 4.20 Berat Beton	56
Tabel 4.21 Perbandingan Berat Material	57
Tabel 4.22 Komposisi Campuran <i>Mix Design</i> Campuran Beton Dalam 1 m ³	58
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	58
Tabel 4.24 Rumus Pehitungan Kuat Tekan Beton	59
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	60
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Subsitusi Pasir Silika 2,5%.....	61
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Subsitusi Pasir Silika 5%.....	62
Tabel 4.28 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Subsitusi Pasir Silika 7,5%.....	63
Tabel 4.29 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Subsitusi Pasir Silika 10%.....	64
Tabel 4.30 Komposisi Oksida Utama pada Semen, Pasir, dan Pozzolan.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Gradasi Pasir Kasar (Gradasi No.1)	11
Gambar 2.2 Grafik Gradasi Pasir Sedang (Gradasi No.2).....	12
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agak Halus (No.3)	12
Gambar 2.4 Grafaik Gradasi Pasir Halus (Gradasi No.4).....	13
Gambar 2.5 Grafik Gradasi Split Ukuran Maksimum 10 mm	16
Gambar 2.6 Grafik Gradasi Ukuran Maksimum 20 mm.....	16
Gambar 2.7 Grafik Split Ukuran Maksimum 40 mm.....	17
Gambar 2.1 Kerucut Abram.....	19
Gambar 2.2 Jenis – Jenis <i>Slump</i>	20
Gambar 3. 1 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Pelaksanaan Penelitian	27
Gambar 3. 2 Pengujian Nilai <i>Slump</i>	40
Gambar 4.1 Penimbangan Agregat Halus	42
Gambar 4.2 Penimbangan Agregat Halus	43
Gambar 4.3 Bobot Isi Agregat Halus.....	44
Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus.....	45
Gambar 4.5 Penimbangan Agregat Kasar	46
Gambar 4.6 Agregat Kasar Setelah di Oven	47
Gambar 4.7 Bobot Isi Agregat Kasar.....	48
Gambar 4. 8 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar	48
Gambar 4.9 Analisa Saringan agregat Kasar	49
Gambar 4.10 Penimbangan Pozzoland	49
Gambar 4.11 Kadar Organik Pozzoland	50
Gambar 4.12 Berat Jenis dan Penyerapan Pozzoland.....	51
Gambar 4. 13 Bobot Isi Pozzoland	52
Gambar 4. 14 Grafik Analisa Saringan Pozzoland	53
Gambar 4. 15 Analisa Saringan Pozzoland.....	53
Gambar 4.16 Pengujian <i>Slump</i>	58
Gambar 4.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan infrastruktur seperti gedung, jalan, jembatan, dan fasilitas publik lainnya membutuhkan material konstruksi dengan kinerja tinggi, salah satunya adalah beton. Beton menjadi material utama dalam konstruksi karena memiliki kuat tekan yang tinggi, daya tahan yang baik, serta kemudahan dalam pelaksanaan di lapangan (Yunus, 2024). Setiap jenis bangunan memiliki kebutuhan mutu beton yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi dan beban yang harus ditahan. Oleh karena itu, perencanaan mutu beton menjadi aspek yang sangat penting dalam menjamin keamanan dan ketahanan struktur (Hamdi et al., 2022).

Beton tersusun dari beberapa komponen utama, yaitu semen Portland, air, agregat halus, dan agregat kasar yang dicampur dengan perbandingan tertentu. Seiring dengan perkembangan dalam pembangunan infrastruktur, kebutuhan material untuk pembuatan beton yang berbahan dasar agregat halus semakin meningkat (Sudirman, 2024). Salah satu upaya yang dilakukan adalah pemanfaatan material alternatif sebagai pengganti sebagian agregat halus guna meningkatkan kualitas beton sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pasir alam.

Salah satu material yang berpotensi digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus adalah pasir pozzolan. Pozzolan adalah bahan yang mengandung silika reaktif tinggi yang mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), hasil samping reaksi hidrasi semen, untuk membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan dan ketahanan beton (Thomas & Jennings, 2019). Penggunaan material pasir pozzolan sebagai bahan campuran beton berpotensi meningkatkan kuat tekan beton, hal ini dikarenakan pasir pozzolan mengandung silika sebesar 52,002%.

Pozzolan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton. Material pozzolan mampu memperbaiki mikrostruktur beton melalui reaksi pozzolanik sehingga menghasilkan pasta semen yang lebih padat. Agregat halus memiliki peranan penting dalam menentukan sifat beton, baik pada kondisi beton segar maupun beton keras.

Pemanfaatan pozzolan sebagai bahan campuran beton telah banyak diteliti, namun hingga saat ini masih terbatas penelitian yang secara spesifik mengkaji tentang penggunaan pozzolan sebagai pengganti sebagian pasir serta bagaimana pengaruh pozzolan terhadap kuat tekan beton. Keterbatasan kajian tersebut menjadi celah ilmiah yang perlu diteliti guna memperoleh komposisi campuran beton yang optimal, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan konstruksi jalan beton yang memerlukan kekuatan tekan tinggi serta daya tahan jangka panjang.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penggunaan pozzolan sebagai pengganti sebagian pasir dalam campuran beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi beton, mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam, serta menjadi referensi dalam pengembangan beton yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dibuat rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Berapa besar pengaruh penggunaan Pasir Pozzolan pada Kuat Tekan beton?
2. Bagaimanakah pengaruh silika yang terkandung di dalam Pasir Pozzolan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat dibuat tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan pasir pozzolan terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui pengaruh silika dalam penggunaan pasir pozzolan terhadap kuat tekan beton.

1.4 Batasan Masalah

Lingkup penelitian bertujuan untuk membatasi bahasan dalam tugas akhir ini yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah semen type I.
2. Pasir Pozzolan sebagai pengganti agregat halus berasal dari Lubuk Alung, Sumatra Barat.

3. Agregat halus dan agregat kasar berasal dari PT. Statika Mitra Sarana
4. Ukuran maksimum *split* yang digunakan pada campuran beton 20 mm.
5. Pasir Silika sebagai pengganti Agregat Halus dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan, 10% pada campuran beton.
6. Perencanaan desain campuran beton (*mix design*) menggunakan metoda dari SNI 7656-2012 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”.
7. Penelitian ini tidak dilakukan peninjauan dari segi aspek ekonomisnya.
8. Penelitian beton dengan pemanfaatan Pasir Pozzoland memiliki target kuat tekan $F_c' 30$ MPa.
9. Pemanfaatan pasir Pozzoland pada campuran beton diharapkan meningkatkan mutu beton.
10. Uji kuat tekan beton dilaksanakan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat
 - a. Memberikan alternatif pemanfaatan material pozzoland sebagai bahan campuran beton yang dapat digunakan dalam pembangunan infrastruktur masyarakat.
 - b. Mendorong peningkatan kegiatan ekonomi dan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat melalui pemanfaatan material pozzoland sebagai bahan konstruksi.
2. Bagi Pengusaha / Industri Konstruksi
 - a. Memberikan informasi dan referensi mengenai potensi penggunaan pozzoland sebagai pengganti sebagian pasir dalam campuran beton.
 - b. Mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam sehingga dapat menekan biaya produksi beton.
 - c. Menambah nilai ekonomis dan menjadikannya sebagai alternatif bahan konstruksi yang bernilai jual.
3. Bagi Lingkungan
 - a. Mengurangi eksploitasi pasir alam yang berlebihan dengan adanya substitusi sebagian pasir menggunakan pozzoland.

- b. Mendukung upaya pelestarian lingkungan melalui pemanfaatan material alternatif yang lebih ramah lingkungan dalam industri konstruksi.
4. Bagi Akademisi dan Peneliti
- a. Menjadi bahan referensi dan acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan teknologi beton dan material alternatif.
 - b. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya pada bidang material beton.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika dari tugas akhir penelitian ini tersusun dalam lima bab, dimana pada masing-masing bab membahas hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang uraian latar belakang permasalahan yang ada, identifikasi permasalahan, tujuan dan manfaat dilakukan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan yang disajikan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan tentang gambaran umum objek penelitian dan landasan teori yang menjadi acuan pustaka pada saat penelitian dan dalam penyusunan laporan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang penjelasan mengenai uraian tentang pendekatan atau tahapan yang digunakan dalam penelitian dan teknik yang dilakukan untuk pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang pembahasan dan pengolahan analisis data, serta hasil yang diperoleh dari penelitian.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran-saran dari penulis yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh pemilihan material penyusunnya, penentuan proporsi campuran yang akurat, teknik pelaksanaan dan perawatan yang tepat, serta penggunaan bahan tambahan dalam jumlah yang diperlukan (Usman, 2022). Beton dikenal memiliki kekuatan tekan yang tinggi namun memiliki kekuatan Tarik yang rendah. Semakin besar nilai kuat tekan yang dicapai, maka semakin baik mutu beton tersebut. Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Tabel 2.1 Jenis mutu beton dan penggunaannya

Jenis Beton	f_c' (MPa)	bk' (Kg/cm ²)	Uraian
Mutu Tinggi	35 - 65	K400 - 800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - 35	K250 - 400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, Beton pracetak, dan bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - 20	K175 - 250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - 15	K125 - 175	Umumnya digunakan untuk lantai kerja, penimbunan Kembali dengan beton.

(Sumber: Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol, 2017)

Menurut Hamdi dkk, 2021 Teknologi Beton jenis-jenis beton yaitu:

1. Beton normal

Beton normal adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat yang mempunyai berat volume antara 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 .

2. Beton ringan

Beton ringan adalah bahan konstruksi yang ringan, dengan kepadatan $400\text{-}1850 \text{ kg/m}^3$ tetapi beton ringan memiliki kuat tekan relatif rendah.

3. Beton massa

Beton massa merupakan beton dengan ukuran yang besar dan mempunyai ukuran atau ketebalan minimum antara $1\text{-}1,5$ meter, ataupun rasio volume terhadap luas permukaan $1,2$ ataupun lebih.

4. Beton geopolimer

Beton geopolimer merupakan jenis beton yang material terdapat unsur *silica* dan *alumina* yang terbentuk akibat proses polimerisasi non organik.

5. Beton serat (*fiber*)

Beton merupakan beton yang terbuat dari kombinasi semen hidrolis, agregat halus, agregat agresif, serta baja yang disebar menyeluruh secara acak.

6. Beton tanpa pasir

Beton tanpa pasir merupakan campuran agregat kasar, semen dan air dandidak menggunakan agregat halus senagai material utama.

7. Beton mortar

Beton mortar adalah beton dari campuran semen, pasir,dan air jika dibutuh kan ditambahkan kapur. Beton mortar memiliki kekuatan yang tidak dapat digunakan pada struktur hanya sebagai pengisi.

8. Beton siklop

Beton siklop menggunakan agregat cukup besar sebagai substitusi dimana ukuran agregat berkisar $15\text{-}20 \text{ cm}$. penggunaan beton siklip antara lain struktur jembatan, bending dan bendungan serta bangunan air lainnya.

9. Beton penyerap air

Beton penyerap air adalah jenis beton yang dibuat khusus berada di permukaan

yang berfungsi untuk menyerap air dipermukaan dan meneruskan kedalam tanah, sehingga air tidak memungkinkan tergenang atau mengalir.

10. Beton bertulang

Beton bertulang adalah beton yang didalam diberi tambahan tulangan baja, ini bertujuan untuk menambah kekuatan beton terhadap gaya tarik maupun gaya tekan.

11. Beton pracetak

Beton pracetak adalah beton pabrikan yang diproduksi secara massal, mutunya terjamin, dicetak dengan ukuran sesuai kebutuhan sebelum dibawa kesite lokasi lalu dirangkai menjadi suatu kesatuan struktur yang utuh.

12. Beton prategang

Beton prategang adalah beton yang mengalami tegangan dalam yang besar dimana distribusi gaya melalui kawat prategang sedemikian rupa mampu melewati batas maksimum tegangan akibat beban eksternal.

13. Beton hampa

Pembuatan beton hampa sama dengan beton konvensional. Perbedaan beton hampa menggunakan penyedotan air pengencer dengan vakum khusus, menyebabkan faktor air semen berkurang sehingga meningkatkan kekuatan beton.

Menurut (Tjokrodinuljo.K, 2007) kelebihan dan kekurangan beton sebagai berikut:

1. Kelebihan

- a. Harganya yang relative murah
- b. Dapat memikul beban yang berat
- c. Dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, sehingga pekerjaan dapat dilakukan lebih ekonomis
- d. Untuk biaya pemeliharaan relative kecil
- e. Material mudah didapatkan

2. Kekurangan

- a. Kuat tarik rendah
- b. Beton dapat menyusut karena perubahan suhu
- c. Beton sulit kedap air sehingga jika air dapat memasuki maka dapat merusak beton
- d. Beton bersifat kaku

2.2 Material Penyusun Campuran Beton

2.2.1 Semen *Portland*

Semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, umumnya mengandung satu atau lebih banyak kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (ASTM C-150 2012). Adapun 4 senyawa utama yang terkandung di dalam klinker yaitu:

1. Trikalsium Silikat (C_3S)
2. Dikalsium Silikat (C_2S)
3. Trikalsium Aluminat (C_3A)
4. Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF)

Semen adalah bahan yang bertindak sebagai pengikat untuk agregat. Reaksi kimia antara semen dan air akan menghasilkan panas dan sifat perkerasan pada semen. Semen dapat dibedakan menjadi 2 secara umum, yaitu semen hidrolik adalah semen yang akan mengeras bila bereaksi dengan air (*water resistance*) dan stabil dalam air setelah mengeras dan Semen non hidrolik adalah semen yang dapat mengeras tetapi tidak stabil dalam air. Menurut Yulismawati, R., & Saputra, E. (2021). Ada beberapa komposisi zat kimia yang terkandung di dalam semen, yaitu:

Tabel 2.2 komposisi kimia dalam semen

Senyawa	Persentase %
Al_2O_3	7,40
CaO	57,38
SiO_2	23,04
Fe_2O_3	3,36

Menurut SNI 2049-2015 membagi 5 jenis semen portland yaitu:

1. Tipe I adalah semen Portland biasanya untuk penggunaan umum dimana dalam penggunaannya tidak diperlukan persyaratan khusus, biasanya semen portland tipe I ini sering digunakan pada pengerasan jalan, gedung, jembatan.
2. Tipe II adalah semen Portland pada penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap panas hidrasi sedang dan sulfat, biasanya Tipe II ini sering

digunakan untuk bangunan tepi laut, bendungan, irigasi dan pada beton masa yang membutuhkan panas hidrasi yang rendah.

3. Tipe III adalah semen Portland pada penggunaannya memerlukan persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi, biasanya semen Portland Tipe III ini sering digunakan pada pondasi berat dan jembatan.
4. Tipe IV adalah semen portland pada penggunaan memerlukan persyaratan panas hidrasi yang rendah, biasanya semen portland Tipe IV ini sering digunakan pada pengecoran yang tidak menimbulkan panas dan pengecoran dengan penyemprotan.
5. Tipe V adalah semen portland pada penggunaannya memerlukan persyaratan sangat tahan terhadap sulfat, biasanya semen portland Tipe V ini biasanya digunakan pada instalasi pengolahan limbah pabrik, terowongan, pelabuhan, kontruksi dalam air, dan pembangkit tenaga nuklir.

2.2.2 Agregat

Agregat yang dapat digunakan dalam campuran beton merupakan agregat berasal dari sumber alami maupun buatan. Proporsi agregat dalam campuran beton tergolong tinggi yaitu sekitar 70%-75% dari total berat campuran (Tjokrodimuljo, 2007). Fungsinya tidak hanya sebagai bahan pengisi, tetapi juga berfungsi untuk meminimalkan penyusutan serta menciptakan beton yang padat jika memiliki gradasi yang baik. Oleh karena itu, karakteristik agregat sangat mempengaruhi kualitas beton. Agregat halus berupa pasir memiliki peran penting sebagai pengisi rongga antar agregat kasar serta mempengaruhi workability dan kuat tekan beton. Menurut Tjokrodimulyo (2007) agregat digolongkan menjadi 3 yaitu:

1. Batu yaitu memiliki ukuran butir lebih dari 40 mm.
 2. Kerikil yaitu ukuran butir antara 40 mm sampai 5 mm.
 3. Pasir yaitu memiliki ukuran butor antara 5 mm sampai 0,15 mm.
1. Agregat Halus

Agregat halus memiliki partikel butir lebih kecil dari 4,75 mm atau lolos saringan No.4 dan lebih besar dari 0,075 mm atau tertahan pada saringan No.200. Agregat halus berfungsi sebagai bahan pengisi yang

berperan penting dalam memberikan kekekuan dan stabilitas dimensi pada beton. Secara umum, semakin rapat susunan agregat dalam campuran beton maka semakin tinggi kekuatan beton yang dihasilkan. Persyaratan agregat halus menurut SK SNI S-04-1989-F:

- a. Butir-butirnya keras dan tidak berpori.
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan).
- c. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.
- f. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 7656:2012) kekasaran agregat halus dibedakan menjadi 4 kelompok menurut gradasinya dan dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
	bawah	atas	Bawah	Atas	Bawah	atas	bawah	atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
48	90	100	90	100	90	100	95	100
2.4	60	95	75	100	80	100	95	100
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15

(Sumber : SNI 7656:2012)

Keterangan:

1. Zona 1 adalah pasir kasar

Rentang berat tembus kumulatif (%) lebih kecil pada ukuran saringan 0,6 mm 15-30% dan 0.3 mm 5-20% dapat dilihat pada gambar grafik 2.1.

2. Zona 2 adalah sedang

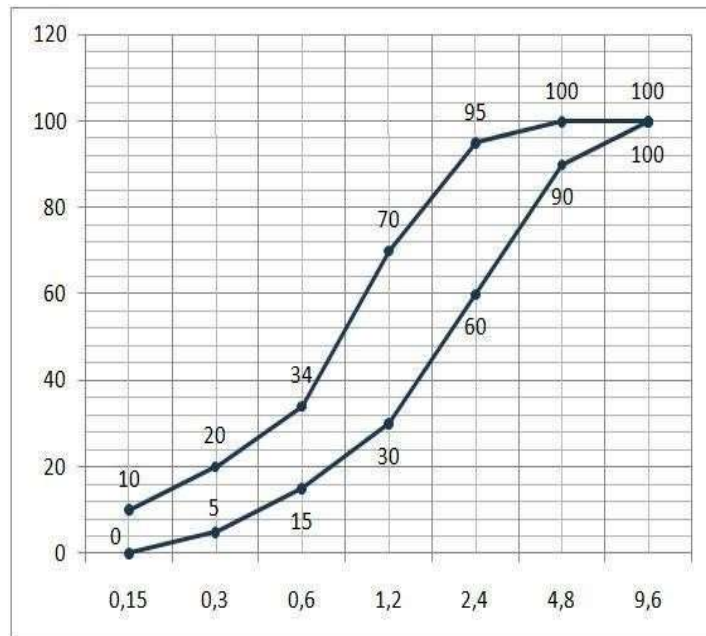
Presentase berat tembus kumulatif berada diantara zona 1 dan zona 3 pada saringan 1,2 mm 55-100% dan 0.3 mm 8-30% dapat dilihat pada gambar grafik 2.2.

3. Zona 3 adalah pasir agak halus.

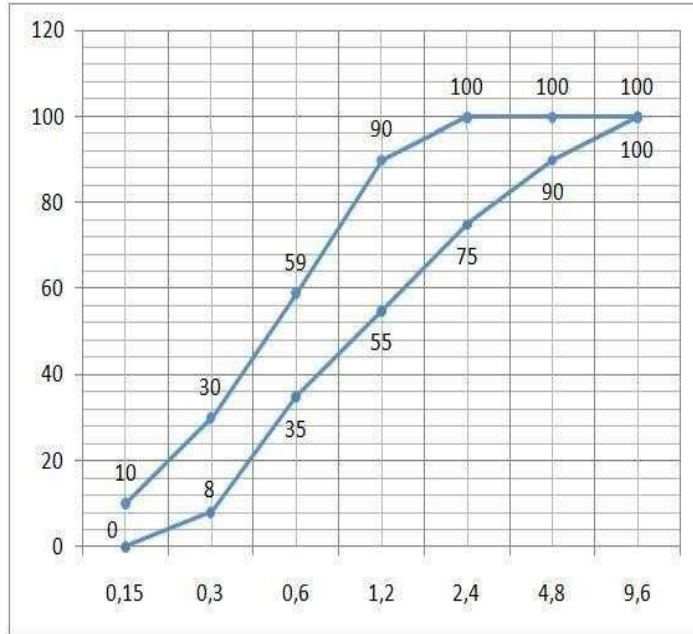
Presentase berat tembus kumulatif pada saringan 0,6 60-70%, dan 0,6 mm 12-40% dapat dilihat pada gambar grafik 2.3.

4. Zona 4 adalah pasir halus

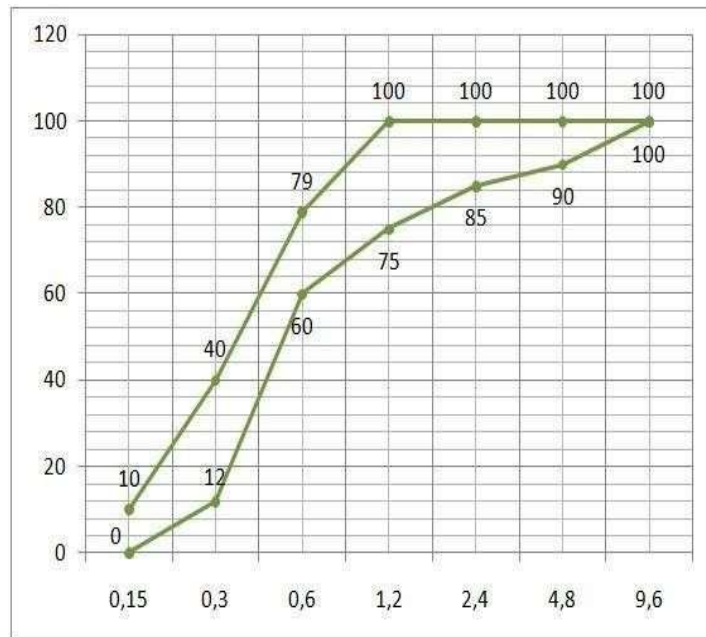
Presentase berat tembus kumulatif pada saringan 0,3 mm 15-50% dan 0,15 mm 0-15% dapat diliat pada gambar grafik 2.4.



Gambar 2.1 Grafik Gradasi Pasir Kasar (Gradasi No.1)
(Sumber : SNI 7656:2012)



Gambar 2.2 Grafik Gradasi Pasir Sedang (Gradasi No.2)
(Sumber : SNI 7656:2012)



Gambar 2.3 Grafik Gradasi Agak Halus (No.3)
(Sumber : SNI 7656:2012)