

TUGAS AKHIR

PENGARUH CAMPURAN VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR MENGGUNAKAN OPC (*ORDINARY PORTLAND CEMENT*) TERHADAP SIFAT MEKANIK, PERMEABILITAS, DAN POROSITAS PADA BETON *POROUS (PERVIOUS CONCRETE)*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



NUZUL MAULANA HIDAYATULLAH

03011182126008

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuzul Maulana Hidayatullah

NIM : 03011182126008

Judul : Pengaruh Campuran Variasi Ukuran Agregat Kasar Menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) Terhadap Sifat Mekanik, Permeabilitas, dan Porositas Pada Beton *Porous (Pervious Concrete)*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2025



Nuzul Maulana Hidayatullah

NIM. 03011182126008

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH CAMPURAN VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR MENGGUNAKAN OPC (*ORDINARY PORTLAND CEMENT*) TERHADAP SIFAT MEKANIK, PERMEABILITAS, DAN POROSITAS PADA BETON *POROUS (PERVIOUS CONCRETE)*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

NUZUL MAULANA HIDAYATULLAH

03011182126008

Palembang, Maret 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

NIP. 198103102008011010

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Pengaruh Campuran Variasi Ukuran Agregat Kasar Menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) Terhadap Sifat Mekanik, Permeabilitas, dan Porositas Pada Beton *Porous (Pervious Concrete)*” yang disusun oleh Nuzul Maulana Hidayatullah, NIM. 03011182126008 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Maret 2025.

Palembang, Maret 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

1. Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

()

Anggota:

2. Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

()

Mengetahui,

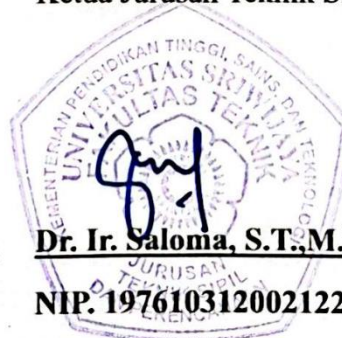
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuzul Maulana Hidayatullah

NIM : 03011182126008

Judul : Pengaruh Campuran Variasi Ukuran Agregat Kasar Menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) Terhadap Sifat Mekanik, Permeabilitas, dan Porositas Pada Beton Porous (*Pervious Concrete*)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



Nuzul Maulana Hidayatullah

NIM. 03011182126008

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Nuzul Maulana Hidayatullah
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga negara : Indonesia
Nomor HP : 082307065963
E-mail : nuzulmaulanahd@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

| Nama Sekolah | Fakultas | Jurusan | Pendidikan | Masa |
|-------------------------|----------|--------------|------------|----------------|
| SDN 3 BAYUNG LENCIR | - | - | SD | 2009 - 2015 |
| SMPN 1 BAYUNG LENCIR | - | - | SMP | 2015 - 2018 |
| SMAN 1 BAYUNG LENCIR | - | IPA | SMA | 2018 - 2021 |
| Universitas Sriwijaya | Teknik | Teknik Sipil | S1 | 2021- 2025 |

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Nuzul Maulana Hidayatullah

NIM. 03011182126008

RINGKASAN

PENGARUH CAMPURAN VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR MENGGUNAKAN OPC (*ORDINARY PORTLAND CEMENT*) TERHADAP SIFAT MEKANIK, PERMEABILITAS, DAN POROSITAS PADA BETON POROUS (*PERVIOUS CONCRETE*)

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir,

Nuzul Maulana Hidayatullah; Dimbing oleh Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 91 halaman, 49 gambar, 43 tabel

Beton porous merupakan salah satu inovasi dalam bidang konstruksi yang memiliki porositas tinggi sehingga mampu mengalirkan air secara efisien, mengurangi genangan, serta mendukung resapan air ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran agregat kasar dengan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik, permeabilitas, dan porositas beton porous. Variasi ukuran agregat yang digunakan terdiri dari 75% agregat tertahan di 12,5 mm dengan 25% agregat tertahan di masing-masing ukuran 19 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, dan 2,36 mm. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, permeabilitas, serta porositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran agregat yang digunakan, semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan, tetapi dengan penurunan nilai permeabilitas. Campuran dengan agregat tertahan di 12,5 mm dan 2,36 mm menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu 12,87 MPa dan kuat belah 4,4 MPa pada umur 28 hari, dengan porositas sebesar 25,57% dan permeabilitas 0,38 cm/s. Sebaliknya, campuran dengan agregat tertahan di 12,5 mm dan 19 mm memiliki porositas lebih tinggi, yaitu 28,56% dan permeabilitas 0,56 cm/s, tetapi kuat tekannya lebih rendah, yaitu 7,8 MPa dan kuat belah 2,6 MPa pada umur 28 hari.

Kata kunci: Beton Porous, OPC, Ukuran Agregat, Kuat Tekan, Kuat Belah, Permeabilitas, Porositas

SUMMARY

THE EFFECT OF MIXING COARSE AGGREGATE SIZE VARIATION USING OPC (ORDINARY PORTLAND CEMENT) ON MECHANICAL PROPERTIES, PERMEABILITY, AND POROSITY OF PERVIOUS CONCRETE

Scientific papers in form of Final Projects,

Nuzul Maulana Hidayatullah; Guide by Advisor Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 91 pages, 49 images, 43 tables

Pervious concrete is an innovative material in the field of construction, characterized by high porosity, allowing efficient water flow, reducing surface runoff, and enhancing groundwater recharge. This study aims to analyze the effect of coarse aggregate size variation using OPC (Ordinary Portland Cement) on the mechanical properties, permeability, and porosity of pervious concrete. The aggregate size variations used consist of 75% aggregate retained on the 12.5 mm sieve combined with 25% aggregate retained on the 19 mm, 12.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, and 2.36 mm sieves, respectively. The conducted tests include compressive strength, split tensile strength, permeability, and porosity. The results indicate that smaller aggregate sizes contribute to higher compressive strength but lower permeability. The mix containing aggregates retained on the 12.5 mm and 2.36 mm sieves achieved the highest compressive strength of 12.87 MPa and split tensile strength of 4.4 MPa at 28 days, with a porosity of 25.57% and permeability of 0.38 cm/s. Conversely, the mix with aggregates retained on the 12.5 mm and 19 mm sieves exhibited higher porosity (28.56%) and permeability (0.56 cm/s) but lower compressive strength (7.8 MPa) and split tensile strength (2.6 MPa) at 28 days.

Keywords: *Pervious Concrete, OPC, Aggregate Size, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Permeability, Porosity*

PENGARUH CAMPURAN VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR MENGGUNAKAN OPC (*ORDINARY PORTLAND CEMENT*) TERHADAP SIFAT MEKANIK, PERMEABILITAS, DAN POROSITAS PADA BETON *POROUS (PERVIOUS CONCRETE)*

Nuzul Maulana Hidayatullah¹⁾, Bimo Brata Adhitya²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: nuzulmaulanahd@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: bimo@unsri.ac.id

Abstrak

Beton porous merupakan salah satu inovasi dalam bidang konstruksi yang memiliki porositas tinggi sehingga mampu mengalirkan air secara efisien, mengurangi genangan, serta mendukung resapan air ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran agregat kasar dengan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik, permeabilitas, dan porositas beton porous. Variasi ukuran agregat yang digunakan terdiri dari 75% agregat tertahan di 12,5 mm dengan 25% agregat tertahan di masing-masing ukuran 19 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, dan 2,36 mm. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, permeabilitas, serta porositas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran agregat yang digunakan, semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan, tetapi dengan penurunan nilai permeabilitas. Campuran dengan agregat tertahan di 12,5 mm dan 2,36 mm menghasilkan kuat tekan tertinggi, yaitu 12,87 MPa dan kuat belah 4,4 MPa pada umur 28 hari, dengan porositas sebesar 25,57% dan permeabilitas 0,38 cm/s. Sebaliknya, campuran dengan agregat tertahan di 12,5 mm dan 19 mm memiliki porositas lebih tinggi, yaitu 28,56% dan permeabilitas 0,56 cm/s, tetapi kuat tekannya lebih rendah, yaitu 7,8 MPa dan kuat belah 2,6 MPa pada umur 28 hari.

Kata kunci: Beton Porous, OPC, Ukuran Agregat, Kuat Tekan, Kuat Belah, Permeabilitas, Porositas

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



THE EFFECT OF MIXING COARSE AGGREGATE SIZE VARIATION USING OPC (ORDINARY PORTLAND CEMENT) ON MECHANICAL PROPERTIES, PERMEABILITY, AND POROSITY OF PERVIOUS CONCRETE

Nuzul Maulana Hidayatullah¹⁾, Bimo Brata Adhitya²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: nuzulmaulanahd@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: bimo@unsri.ac.id

Abstract

Pervious concrete is an innovative material in the field of construction, characterized by high porosity, allowing efficient water flow, reducing surface runoff, and enhancing groundwater recharge. This study aims to analyze the effect of coarse aggregate size variation using OPC (Ordinary Portland Cement) on the mechanical properties, permeability, and porosity of pervious concrete. The aggregate size variations used consist of 75% aggregate retained on the 12.5 mm sieve combined with 25% aggregate retained on the 19 mm, 12.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, and 2.36 mm sieves, respectively. The conducted tests include compressive strength, split tensile strength, permeability, and porosity. The results indicate that smaller aggregate sizes contribute to higher compressive strength but lower permeability. The mix containing aggregates retained on the 12.5 mm and 2.36 mm sieves achieved the highest compressive strength of 12.87 MPa and split tensile strength of 4.4 MPa at 28 days, with a porosity of 25.57% and permeability of 0.38 cm/s. Conversely, the mix with aggregates retained on the 12.5 mm and 19 mm sieves exhibited higher porosity (28.56%) and permeability (0.56 cm/s) but lower compressive strength (7.8 MPa) and split tensile strength (2.6 MPa) at 28 days.

Keywords: *Pervious Concrete, OPC, Aggregate Size, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Permeability, Porosity*

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Campuran Variasi Ukuran Agregat Kasar Menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) Terhadap Sifat Mekanik, Permeabilitas, dan Porositas Pada Beton *Porous (Pervious Concrete)*”**. Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Fitria Putri Lintang Sari, S.T., selaku asisten dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan masukan dan arahan dalam penulisan laporan ini.
6. Ibu Dr. Melawaty Agustien, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan selama kegiatan perkuliahan.
7. Bapak Sunardi dan Ibu Kurniati selaku orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang kepada penulis sampai saat ini. Beserta abang, ayuk, dan adik yang selalu memberikan semangat dalam menjalani hari.
8. Auliya, Berliana, Ramadhan, dan Ridho selaku rekan tim dalam penelitian ini yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan selama kegiatan penelitian.
9. Rekan-rekan kuliah dan ternyata sirkel yang senantiasa menemani dan memberikan semangat kepada penulis dalam menjalani kegiatan perkuliahan sampai dengan menyelesaikan kegiatan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal penelitian ini ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan. Penulis menyampaikan permohonan maaf atas kekurangan atau kesalahan dalam penulisan laporan. Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dan pembelajaran kedepan. Demikian, atas perhatian yang diberikan, saya sampaikan terimakasih.

Indralaya, Maret 2025

Penulis



Nuzul Maulana Hidayatullah

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| PERNYATAAN INTEGRITAS..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | iv |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| RIWAYAT HIDUP..... | vi |
| RINGKASAN | vii |
| <i>SUMMARY</i> | viii |
| ABSTRAK | ix |
| <i>ABSTRACT</i> | x |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL..... | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xx |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Ruang Lingkup Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Metode Pengumpulan Data..... | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Beton..... | 8 |
| 2.2 Beton <i>Porous</i> (Pervious Concrete)..... | 9 |
| 2.3 Bahan Penyusun Beton <i>Porous</i> (<i>Pervious Concrete</i>)..... | 10 |
| 2.3.1. Agregat Kasar..... | 10 |
| 2.3.2. Agregat Halus..... | 11 |
| 2.3.3. Semen <i>Portland</i> | 11 |
| 2.3.4. Air | 12 |
| 2.3.5. Bahan Tambahan (<i>Admixture</i>)..... | 13 |
| 2.4 Gradasi Agregat..... | 13 |

| | | |
|------------------------------------|--|----|
| 2.5 | Sifat Mekanik Beton | 15 |
| 2.5.1. | Kuat Tekan Beton..... | 15 |
| 2.5.2. | Kuat Tarik Belah | 16 |
| 2.6 | Permeabilitas..... | 17 |
| 2.7 | Porositas | 18 |
| 2.8 | Kapilaritas | 18 |
| 2.9 | Standar ACI..... | 19 |
| 2.10 | Pengujian <i>Material Properties</i> | 20 |
| 2.9.1. | Pengujian Kadar Air Agregat Kasar | 20 |
| 2.9.2. | Pengujian Berat Volume Agregat Kasar | 21 |
| 2.9.3. | Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar | 22 |
| 2.9.4. | Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar | 23 |
| 2.9.5. | Pengujian XRF (<i>X-Ray Fluoresence</i>)..... | 24 |
| 2.9.6. | Pengujian XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)..... | 24 |
| 2.9.7. | Pengujian SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray</i>)..... | 24 |
| 2.11 | Pengujian Beton <i>Porous</i> | 24 |
| 2.10.1. | Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> | 25 |
| 2.10.2. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> | 25 |
| 2.10.3. | Pengujian Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 26 |
| 2.10.4. | Pengujian Porositas | 27 |
| 2.12 | <i>Curing</i> | 28 |
| 2.13 | Penelitian Terdahulu | 29 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 31 |
| 3.1 | Umum | 31 |
| 3.2 | Studi Literatur..... | 31 |
| 3.3 | Alur Penelitian..... | 31 |
| 3.4 | Material | 33 |
| 3.5 | Peralatan..... | 35 |
| 3.6 | Tahapan Penelitian di Laboratorium | 41 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 47 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Agregat Kasar | 47 |
| 4.1.1 | Pengujian Kadar Air Agregat Kasar | 47 |
| 4.1.2 | Pengujian Berat Volume Agregat Kasar | 49 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.1.3 | Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar | 51 |
| 4.1.4 | Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar | 54 |
| 4.2 | Hasil Pengujian Mikrostruktur <i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC)..... | 57 |
| 4.2.1 | Hasil <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) | 57 |
| 4.2.2 | Hasil <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) | 59 |
| 4.2.3 | Hasil <i>Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDS) | 60 |
| 4.3 | Hasil Pengujian Beton <i>Porous</i> | 61 |
| 4.3.1 | Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> | 62 |
| 4.3.2 | Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> | 65 |
| 4.3.2.1. | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari .. | 65 |
| 4.3.2.2. | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari | 66 |
| 4.3.3 | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> | 68 |
| 4.3.3.1. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari .. | 68 |
| 4.3.3.2. | Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari | 70 |
| 4.3.4 | Pengujian Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 71 |
| 4.3.5 | Pengujian Porositas Beton <i>Porous</i> | 73 |
| 4.4 | Hubungan Sifat Mekanis dan Sifat Fisik Beton <i>Porous</i> | 75 |
| 4.4.1 | Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas | 75 |
| 4.4.2 | Hubungan Kuat Tekan dan Porositas | 76 |
| 4.4.3 | Hubungan Permeabilitas dan Porositas..... | 77 |
| BAB V PENUTUP..... | | 79 |
| 5.1 | Kesimpulan | 79 |
| 5.2 | Saran | 80 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 81 |
| LAMPIRAN | | 86 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Perbandingan Kuat Tekan Beton Konvensional dan Beton <i>Porous</i> . | 16 |
| Gambar 2. 2 Hubungan Antara Permeabilitas dan Porositas | 17 |
| Gambar 2. 3 Hubungan antara porositas dan kuat tekan beton..... | 18 |
| Gambar 2. 4 Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 25 |
| Gambar 2. 5 Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 26 |
| Gambar 2. 6 <i>Falling Head Permeameter</i> | 27 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian..... | 32 |
| Gambar 3. 2 Agregat Kasar Tertahan Saringan 12,5 mm..... | 33 |
| Gambar 3. 3 Agregat Kasar Tertahan Saringan 9,5 mm..... | 33 |
| Gambar 3. 4 Agregat Kasar Tertahan Saringan 4,75 mm..... | 34 |
| Gambar 3. 5 Agregat Kasar Tertahan Saringan 2,36 mm..... | 34 |
| Gambar 3. 6 Semen OPC | 34 |
| Gambar 3. 7 Air..... | 35 |
| Gambar 3. 8 <i>Superplasticizer</i> | 35 |
| Gambar 3. 9 Gelas Ukur..... | 36 |
| Gambar 3. 10 Timbangan Kapasitas 150 kg | 36 |
| Gambar 3. 11 Timbangan Kapasitas 5 kg | 36 |
| Gambar 3. 12 Pan..... | 37 |
| Gambar 3. 13 Saringan Agregat | 37 |
| Gambar 3. 14 Oven | 37 |
| Gambar 3. 15 Bekisting..... | 38 |
| Gambar 3. 16 Sekop..... | 38 |
| Gambar 3. 17 Molen | 39 |
| Gambar 3. 18 Tongkat Pematat | 39 |
| Gambar 3. 19 Plastic wrap | 39 |
| Gambar 3. 20 <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> | 40 |
| Gambar 3. 21 <i>Falling Head Permeameter</i> | 40 |
| Gambar 3. 22 Pengecoran Beton <i>Porous</i> | 43 |
| Gambar 3. 23 Pematatan Campuran Beton di Beksiting..... | 43 |
| Gambar 3. 24 Pembongkaran Bekisting..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 25 <i>Curing</i> Beton Menggunakan <i>Plastic Wrap</i> | 44 |
| Gambar 3. 26 Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> | 45 |
| Gambar 3. 27 Pengujian Kuat Belah Beton <i>Porous</i> | 45 |
| Gambar 3. 28 Alat Uji Permeabilitas <i>Falling Head Permeameter</i> | 45 |
| Gambar 3. 29 Pengujian Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 46 |
| Gambar 3. 30 Pengujian Porositas Beton <i>Porous</i> | 46 |
| Gambar 4. 1 Hasil Pengujian XRD OPC | 59 |
| Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Foto SEM- OPC 1000x Perbesaran | 60 |
| Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari | 64 |
| Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari | 64 |
| Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari..... | 66 |
| Gambar 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari..... | 67 |
| Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari..... | 69 |
| Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari..... | 71 |
| Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Permeabilitas..... | 72 |
| Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Porositas Beton <i>Porous</i> | 74 |
| Gambar 4. 11 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 75 |
| Gambar 4. 12 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Porositas Beton <i>Porous</i> | 76 |
| Gambar 4. 13 Hubungan Permeabilitas dan Porositas | 77 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Variasi Campuran Agregat Terhadap Kuat Tekan, Porositas dan Permeabilitas | 14 |
| Tabel 2. 3 Proporsi material beton <i>porous</i> | 20 |
| Tabel 3. 1 Komposisi proporsi campuran beton <i>porous</i> | 42 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Tertahan 19 mm..... | 47 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Tertahan 12,5 mm..... | 47 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Tertahan 9,5 mm..... | 48 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Tertahan 4,75 mm..... | 48 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Tertahan 2,36 mm..... | 48 |
| Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar..... | 49 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Tertahan 19 mm | 49 |
| Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Tertahan 12,5 mm | 49 |
| Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Tertahan 9,5 mm | 50 |
| Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Tertahan 4,75 mm | 50 |
| Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar Tertahan 2,36 mm..... | 50 |
| Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar..... | 51 |
| Tabel 4. 13 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar Tertahan 19 mm..... | 51 |
| Tabel 4. 14 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar Tertahan 12,5 mm..... | 52 |
| Tabel 4. 15 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar Tertahan 9,5 mm..... | 52 |
| Tabel 4. 16 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar Tertahan 4,75 mm..... | 53 |
| Tabel 4. 17 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar Tertahan 2,36 mm..... | 53 |
| Tabel 4. 18 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Agregat Kasar | 54 |
| Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Tertahan 19 mm..... | 54 |
| Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Tertahan 12,5 mm.... | 55 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Tertahan 9,5 mm..... | 55 |
| Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Tertahan 4,75 mm.... | 56 |
| Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Tertahan 2,36 mm.... | 56 |
| Tabel 4. 24 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar..... | 57 |
| Tabel 4. 25 Hasil Pengujian XRF OPC | 58 |
| Tabel 4. 26 Hasil Pengujian EDS OPC | 61 |
| Tabel 4. 27 Data Penelitian | 61 |
| Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari | 63 |
| Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari | 63 |
| Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari..... | 65 |
| Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari..... | 67 |
| Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 7 Hari..... | 68 |
| Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton <i>Porous</i> Umur 28 Hari..... | 70 |
| Tabel 4. 34 Hasil Pengujian Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 72 |
| Tabel 4. 35 Hasil Pengujian Porositas Beton <i>Porous</i> | 73 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton <i>Porous</i> | 87 |
| Lampiran 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Porous</i> | 88 |
| Lampiran 3 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton <i>Porous</i> | 89 |
| Lampiran 4 Hasil Pengujian Permeabilitas Beton <i>Porous</i> | 90 |
| Lampiran 5 Hasil Pengujian Porositas Beton <i>Porous</i> | 91 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton menjadi salah satu material konstruksi yang populer untuk pembangunan infrastruktur, dan berbagai jenisnya dapat disesuaikan dengan tujuan pembangunan. Material beton dapat digunakan sebagai elemen struktural maupun elemen non struktural, selain itu beton juga berperan penting dalam perkerasan jalan. Pembangunan infrastruktur yang masif seperti pembangunan jalan beton, trotoar, sampai lahan parkir terbuka, tanpa perencanaan drainase yang memadai dapat menimbulkan genangan air yang menyebabkan banjir pada titik-titik tertentu. Lapisan penutup lahan yang tidak tembus air, seperti beton konvensional, *paving stone*, aspal, beton rabat, dan dinding penahan tanah dari material kedap lainnya, dapat memicu terjadinya limpasan permukaan ketika hujan deras (Riyanto et al., 2023). Oleh sebab itu, diperlukan pembangunan yang efektif dari sisi struktur dan yang mampu mengurangi genangan air.

Dalam mewujudkan hal tersebut diperlukan pemilihan material yang tepat sehingga struktur dapat menahan beban dan difungsikan sebagai daerah resapan air. Pada konteks perencanaan struktur jalan ataupun pembangunan infrastruktur yang kerap terjadi genangan air seperti lahan parkir dan trotoar, kuat tekan yang direncanakan biasanya lebih rendah dibandingkan dengan struktur utama bangunan, sehingga dalam desain campuran betonnya harus mempertimbangkan aspek kuat tekan dan kemampuan mengatasi permasalahan genangan air.

Beton *porous* (*pervious concrete*) merupakan jenis beton yang dirancang untuk memiliki porositas tinggi, sehingga memungkinkan aliran air dapat melalui materialnya. Beton *porous* umumnya dimanfaatkan untuk jalan di perumahan atau area parkir yang menahan beban ringan, seperti lapangan olahraga, jalur jogging, dan trotoar. Kualitas beton yang digunakan bisa mencapai K-225 (Simanjuntak & Tampubolon, 2022). Pemanfaat trotoar atau jalur pejalan kaki menggunakan beton *porous* merupakan suatu bentuk inovasi yang penting mengingat semakin meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur yang ramah lingkungan dan upaya mengatasi permasalahan drainase di perkotaan. Hal ini menjadikannya solusi efektif untuk mengatasi masalah drainase permukaan dan pengendalian air hujan.

Dengan kemampuan untuk menyerap air secara lebih efisien, trotoar ini dapat mengurangi genangan, mengisi cadangan air tanah, serta mendukung keselamatan dan keamanan bagi pejalan kaki.

Dalam pengembangan beton *porous*, ukuran atau gradasi agregat kasar memainkan peran kunci dalam menentukan sifat fisik, mekanik dan permeabilitas beton. Gradasi adalah sebaran berbagai ukuran butiran dalam agregat. Ketika butiran agregat memiliki ukuran yang seragam, pori-pori yang terbentuk cenderung lebih banyak. Sebaliknya, ketika ukuran agregat beragam atau bervariasi, volume pori yang dihasilkan cenderung lebih kecil, karena pori atau celah di antara butiran agregat yang lebih besar akan terisi oleh agregat berukuran lebih kecil. Sehingga mengurangi jumlah pori dan meningkatkan kepadatan (Samsul et al., 2023). Selain gradasi agregat kasar penggunaan semen juga berpengaruh dalam kekuatan beton *porous*.

Penggunaan *Ordinary Portland Cement* (OPC) sebagai bahan pengikat utama dalam campuran beton *porous* telah banyak diteliti. OPC dapat memberikan lapisan yang cukup di seluruh permukaan agregat sehingga meningkatkan kekuatan pada beton (Zhang et al., 2023). OPC memiliki karakteristik yang baik untuk meningkatkan kuat tekan beton, namun pengaruh variasi ukuran agregat kasar dalam campuran beton *porous* belum sepenuhnya dipahami. Semakin kecil ukuran suatu agregat dengan gradasi yang seragam meningkatkan kekuatan tekan beton dan nilai slump yang diperoleh (Samsul et al., 2023). Agregat yang lebih besar cenderung meningkatkan porositas sementara agregat yang lebih kecil dapat meningkatkan kekuatan tekan tetapi mengurangi permeabilitas.

Kekuatan tekan yang dihasilkan oleh beton *porous* akan lebih rendah daripada beton konvensional, sehingga perlu direncanakan Faktor Air Semen (FAS) yang rendah agar mendapatkan kuat tekan sesuai dengan rencana, akan tetapi dengan fas yang rendah menyulitkan pada pekerjaan pencampuran dan pemadatan atau *workability* beton menjadi rendah. Sehingga untuk menghindari hal tersebut ditambahkan penggunaan *superplasticizer* yang mampu meningkatkan *workability* atau kemudahan pekerjaan beton dan meningkatkan kekuatan tekan beton (Tyas et al., 2020). *Superplasticizer* merupakan *admixture* atau bahan tambahan dari penyusun beton yang memiliki fungsi salah satunya adalah untuk meningkatkan

kekuatan tekan beton dan mempermudah pekerjaan (*workability*) (Tyas et al., 2020).

Dalam penelitian ini, penulis akan meneliti beton *porous* dengan berbagai variasi ukuran agregat yang menggunakan OPC sebagai pengikat dan ditambah *admixture* berupa *superplastisizer*. Pada penelitian pengaplikasian dari beton *porous* yang dibuat yaitu pada trotoar atau jalur pejalan kaki. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh campuran variasi butiran agregat dengan OPC dan *superplastisizer*. Ukuran butiran yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat berukuran di antara 25 mm dan 19 mm, 19 mm dan 12,5 mm, 12,5 mm dan 9,5 mm, 9,5 mm dan 4,75 mm, serta 4,75 mm dan 2,36 mm.

Variasi campuran agregat kasar yang digunakan adalah 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 19 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 9,5 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 4,75 milimeter, dan 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 2,36 milimeter. Untuk pengujian beton yang dilaksanakan meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, angka permeabilitas serta persentase porositas.

Dengan dasar latar belakang tersebut, penulis melaksanakan penelitian yang berjudul “pengaruh campuran variasi ukuran agregat kasar menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik, permeabilitas, dan porositas pada beton *porous* (*pervious concrete*)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam laporan tugas akhir ini yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran ukuran butiran agregat dan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik beton *porous* (*pervious concrete*)?

2. Bagaimana pengaruh variasi campuran ukuran agregat dan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap permeabilitas dan porositas beton *porous* (*pervious concrete*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Laporan tugas akhir ini disusun dengan tujuan yang didasarkan pada rumusan masalah diatas, yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh campuran variasi ukuran agregat kasar terhadap sifat mekanik beton *porous* dengan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang menggunakan 4 ukuran agregat yaitu agregat tertahan saringan di 19 milimeter, 12,5 milimeter, 9,5 milimeter, 4,75 milimeter dan 2,36 milimeter.
2. Menganalisis pengaruh campuran variasi ukuran agregat kasar terhadap sifat peremabilitas dan porositas beton *porous* serta bagaimana hubungan antara sifat mekanik dengan permeabilitas dan porositas beton *porous* akibat perbedaan variasi campuran ukuran agregat kasar dan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) dengan proposri campuran agregat 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 19 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 9,5 milimeter, 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 4,75 milimeter, dan 75 persen agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25 persen agregat tertahan di 2,36 milimeter.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian pada laporan tugas akhir pengaruh campuran variasi ukuran agregat kasar menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik, permeabilitas, dan porositas pada beton *porous* (*pervious concrete*) adalah :

1. Agregat kasar yang dipakai menggunakan 4 ukuran agregat yaitu agregat tertahan saringan di 19 milimeter, 12,5 milimeter, 9,5 milimeter, 4,75 milimeter dan 2,36 milimeter.

2. Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang digunakan berasal dari PT. Semen Baturaja.
3. Komposisi agregat halus sebesar 0 %.
4. Komposisi *superplastisizer* sebesar 1 % dari total semen.
5. Persentase variasi campuran ukuran agregat 75% agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25% agregat tertahan di 19 milimeter, 75% agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25% agregat tertahan di 12,5 milimeter, 75% agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25% agregat tertahan di 9,5 milimeter, 75% agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25% agregat tertahan di 4,75 milimeter, dan 75% agregat tertahan di 12,5 milimeter dan 25% agregat tertahan di 2,36 milimeter.
6. Spesimen uji yang akan dibuat berbentuk silinder dengan dimensi 15×30 cm.
7. Nilai Faktor Air Semen (FAS) yang diterapkan adalah 0,35.
8. *Aggregate Cement Ratio* (A/C) yang diterapkan 3,54 : 1.
9. Perawatan atau *curing* beton dilakukan dengan cara *wrapping plastic* menggunakan *plastic wrap*.
10. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton *porous* (*pervious concrete*) dilakukan pada saat umur beton mencapai 7 hari dan 28 hari. Setiap variasi benda uji sebanyak 3 spesimen. Dengan demikian, jumlah keseluruhan sampel yang akan dibuat berjumlah 60 spesimen.
11. Pengujian permeabilitas dilakukan menggunakan konsep *Falling Head Permeameter* yang rakit menggunakan pipa pvc dan pengujian dilakukan ketika umur beton mencapai 28 hari.
12. Pengujian porositas dilakukan pada saat umur beton 28 hari.
13. Pengujian mikrostruktur terhadap semen OPC yang dilakukan adalah pengujian *X-Ray Fluoresence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDS).

1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada laporan tugas kahir ini terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer dihasilkan dari penyelidikan secara langsung kepada objek penelitian. Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui eksperimen, observasi, dan tes secara langsung di fasilitas laboratorium.

2. Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur yang sudah tersedia. Dalam penelitian ini, data tersebut diperoleh dari berbagai tinjauan pustaka, seperti jurnal dan artikel ilmiah, yang digunakan sebagai sumber acuan yang relevan dengan topik penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir terkait pengaruh campuran variasi ukuran agregat kasar menggunakan OPC (*Ordinary Portland Cement*) terhadap sifat mekanik, permeabilitas, dan porositas pada beton *porous* (*pervious concrete*) mengikuti suatu sistematika penulisan agar menjadi lebih teratur. Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan uraian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup pembahasan terkait dengan dasar penelitian, perumusan permasalahan, serta tujuan yang ingin dicapai. Selain itu, dijelaskan juga batasan penelitian, metode yang diterapkan selama penelitian, serta tata urutan penyusunan laporan agar lebih terstruktur..

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup pembahasan studi literatur mengenai teori yang menjadi dasar dan acuan terkait dengan topik-topik mengenai beton *porous* (*pervious concrete*), serta penelitian sebelumnya yang menjadi referensi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas secara detail terkait dengan bahan, alat, dan peralatan yang digunakan pada penelitian. Selain itu, dijelaskan metodologi penelitian yang

digunakan, mulai dari pengujian *material properties*, proses membuat benda uji, hingga metode pengujian benda uji untuk mendapatkan data penelitian yang diperlukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil analisa penelitian yang didapatkan melalui pengujian, mulai dari pengolahan data, pembahasan hasil pengujian properties dan pengujian sifat mekanik, permeabilitas dari porositas beton *porous (pervious concrete)* serta menyajikan hasil analisis pengaruh campuran ukuran agregat pada beton *porous (pervious concrete)*.

BAB V PENUTUP

Bab ini memaparkan kesimpulan hasil penelitian serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abed, H. S. (2021). Production of Lightweight Concrete by Using Polystyrene Construction Lightweight wastes. *Journal of Physics: Conference Series*, 1973(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012128>
- Adhitya, B. B., Saggaff, A., Hanafiah, & Putranto, D. D. A. (2022). the Effect of Porous Concrete With Artificial Aggregate Handling on Erosion Reduction in Slope and Sandy Clay Conditions. *International Journal of GEOMATE*, 22(91), 80–86. <https://doi.org/10.21660/2022.91.gxi384>
- Agus, I. (2022). Desain Beton Berongga (Porous Concrete) Dengan Variasi Faktor Air Semen (FAS) Sebagai Beton Ramah Lingkungan. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(1), 18–24. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i1.825>
- Ahmed, A., Toma, U. T., Podder, J., Abid, A., & Podder, B. (2024). *Comparison of Pervious Concrete with Conventional concrete Made of Local Comparison of Pervious Concrete with Conventional concrete Made of Local Materials*. July.
- Alsadey, S., & Omran, A. (2022). Effect of Superplasticizers to Enhance the Properties of Concrete. *Design, Construction, Maintenance*, 2(April), 84–91. <https://doi.org/10.37394/232022.2022.2.13>
- Anburuvel, A., & Subramaniam, D. N. (2022). Investigation of the Effects of Compaction on Compressive Strength and Porosity Characteristics of Pervious Concrete. *Transportation Research Record*, 2676(9), 513–525. <https://doi.org/10.1177/03611981221087236>
- ASTM C 150, *Standard Specification for Portland Cement*, Annual Books of ASTM Standards. USA : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 33M, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards. USA : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 330, *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*, Annual Books of ASTM Standards. USA : Association of Standard Testing Materials.

- Dai, Z., Li, H., Zhao, W., Wang, X., Wang, H., Zhou, H., & Yang, B. (2020). Multi-modified effects of varying admixtures on the mechanical properties of pervious concrete based on optimum design of gradation and cement-aggregate ratio. *Construction and Building Materials*, 233, 117178. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117178>
- Esmail, B. K., Saeed, N. M., Manguri, S. R., & Günal, M. (2024). Engineering properties of pervious concretes produced with recycled aggregate at different aggregate-to-cement ratio. *Advances in Concrete Construction*, 17(1), 13–26. <https://doi.org/10.12989/acc.2024.17.1.013>
- G, Ramadhan ; F, Muslim ; L, S. (2021). Mechanical properties of porous concrete and design recommendation for low traffic road pavement in Indonesia. *4th International Conference on Eco Engineering Development 2020*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012003>
- Ghilman, R. M., & Walujodjati, E. (2023). Pengujian Kuat Lentur dan Permeabilitas Terhadap Beton Porous dengan Agregat Kasar Cilopang. *Jurnal Konstruksi*, 21(2), 224–229. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-2.1387>
- Hanafiah, Saloma, Ferdinand, N., Muliawan, S., & Rachmah, M. F. (2020). The Effect Of A / C Variation On Compressive Strength , Permeability And Porosity Of Pervious Concrete. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(06), 866–871.
- Lstiburek, J. W. (2021). Capillarity Sucks: Liquid Flow Due to Capillary Suction. *Building Science Corporation*, 1–8.
- Manalip, H., & Wallah, S. E. (2019). Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Porous Dengan Variasi Ukuran Agregat. *Jurnal Sipil Statik*, 7 No. 3(3), 351–358.
- Nurmawan, A. (2021). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Ringan Menggunakan Agregat Halus Dari Beberapa Lokasi Quarry. *JITSi (JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL)*, 2(002), 49–58.
- Patah, D., & Dasar, A. (2023). Beton Berpori Dengan Variasi Ukuran Agregat Kasar. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(2), 206–212. <https://doi.org/10.32487/jtt.v11i2.1762>
- Pereira da Costa, F. B., Haselbach, L. M., & da Silva Filho, L. C. P. (2021). Pervious concrete for desired porosity: Influence of w/c ratio and a rheology-

- modifying admixture. *Construction and Building Materials*, 268, 121084.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121084>
- Prasad Dash, A., Sahoo, K. K., Sekhar Panda, H., Pradhan, A., & Jena, B. (2022). Experimental study on the effect of superplasticizer on workability and strength characteristics of recycled coarse aggregate concrete. *Materials Today: Proceedings*, 60, 488–493.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.324>
- Riyanto, E., Setiawan, A., & Taufik, M. (2023). Pengaruh Ukuran Agregat Kasar Terhadap Karakteristik Infiltrasi dan Permeabilitas Beton Porous. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 61–71.
<http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton%0APengaruh>
- S. Bright Singh, & Murugan, M. (2022). Effect of metakaolin on the properties of pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 346(June).
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128476>
- Samsul, S., Mustakim, M., & Kasmaida, K. (2023). Pengaruh Ukuran Butir Agregat Kasar Terhadap Kapasitas Kuat Tekan Dan Nilai Slump Beton Porous. *Jurnal Karajata Engineering*, 3(2), 124–127.
<https://doi.org/10.31850/karajata.v3i2.2713>
- Sánchez-Mendieta, C., Galán-Díaz, J. J., & Martínez-Lage, I. (2024). Relationships between density, porosity, compressive strength and permeability in porous concretes: Optimization of properties through control of the water-cement ratio and aggregate type. *Journal of Building Engineering*, 97(August), 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110858>
- Simanjuntak, I. V., & Tampubolon, S. P. (2022). Pengaruh Variasi Agregat Kasar Penyusun Beton Porous Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 3(1), 1–10.
<https://doi.org/10.33541/cen.v3i1.3966>
- SNI 1969:2008 ,Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
 SNI 03-1971-1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat
 SNI 03-4804-1998, Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat
 SNI 2493:1991, Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium

- SNI 2847:2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk bangunan Gedung (Beta Version), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2002
- SNI 2049:2004, Semen Portland, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2004
- SNI 7064:2004, Semen Portland Komposit, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2004
- SNI 0302:2004, Semen Portland Pozolan, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2004
- SNI S-04-1989, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A
- SNI 7656:2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2012
- SNI 2491:2014, Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2014
- SNI 2847:2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta : 2019
- Tamimi, A., Tabsh, S. W., & El-Emam, M. (2023). Pervious Concrete Made with Recycled Coarse Aggregate and Reinforced with Date Palm Leaves Fibers. *Materials*, 16(23). <https://doi.org/10.3390/ma16237496>
- Tuan, N. K., Minh, P. Q., Giang, N. H., Dung, N. T., & Kawamoto, K. (2023). Porosity and Permeability of Pervious Concrete Using Construction and Demolition Waste in Vietnam. *International Journal of GEOMATE*, 24(101), 12–21. <https://doi.org/10.21660/2023.101.3511>
- Tyas, Y. W., Nurtanto, D., & Krisnamurti, K. (2020). Pengaruh Variasi Prosentase Superplasticizer terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 18(1), 33–42. <https://doi.org/10.22219/jmts.v17i2.11053>
- Wong, H. S., Zobel, M., Buenfeld, N. R., & Zimmerman, R. W. (2009). Influence of the interfacial transition zone and microcracking on the diffusivity, permeability and sorptivity of cement-based materials after drying. *Magazine of Concrete Research*, 61(8), 571–589. <https://doi.org/10.1680/macr.2008.61.8.571>
- Yuandra, M. N. A., Adhitya, B. B., & Costa, A. (2022). Analisis Sifat Mekanis, Permeabilitas, dan Porositas Pervious Concrete Dengan Variasi Ukuran Agregat 4,75 mm - 9,55 mm dan 12,5 mm - 19 mm. *Applicable Innovation of*

Engineering and Science Research (AVoER) 14.

Zhang, J., Sun, H., Shui, X., & Chen, W. (2023). Experimental Investigation on the Properties of Sustainable Pervious Concrete with Different Aggregate Gradation. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 17(1).
<https://doi.org/10.1186/s40069-023-00625-0>

Zubir, A. H., Saidi, T., & Muttaqin, M. (2020). Kekuatan Mortar dengan Substitusi Tanah Diatomae Setelah Diekspos Terhadap Suhu 105oC. *Journal of The Civil Engineering*, 2(3), 302–308.
<http://www.jim.unsyiah.ac.id/CES/article/view/11968%0Ahttp://www.jim.unsyiah.ac.id/CES/article/download/11968/7485>