

**SKRIPSI**  
**PENGARUH RASIO SEMEN DAN AGREGAT DALAM**  
**PEMBUATAN BETON BERPORI YANG**  
**MENGGUNAKAN ABU TERBANG BERVOLUME**  
**TINGGI**

Disusun:

**THEOFILUS A DONDO**

20012107



**POLITEKNIK NEGERI MANADO**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN KONSTRUKSI**  
**BANGUNAN GEDUNG**  
**MANADO**  
**2024**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Hasil Penelitian .....	3
1.5 Pembatasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Landasan Teori .....	6
2.2 Beton .....	6
2.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	6
2.4 Beton Berpori .....	6
2.5 Kelebihan dan Kekurangan Beton Berpori .....	7
2.6 Aplikasi Beton Berpori Pada Bangunan .....	8
2.7 Material Pembentuk Beton Porous .....	8

2.7.1	<i>Semen Portland</i> .....	8
2.7.2	<i>Agregat</i> .....	9
2.7.3	<i>Air</i> .....	10
2.8	<i>Superplasticzer</i> .....	11
2.9	<i>Limbah Abu Terbang</i> .....	12
2.10	<i>Hasil Penelitian Relevan</i> .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		15
3.1	<i>Tempat dan Waktu Penelitian</i> .....	15
3.2	<i>Metode Dan Jenis Penelitian</i> .....	16
3.3	<i>Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data</i> .....	16
3.4	<i>Persiapan Material</i> .....	16
3.5	<i>Pemeriksaan Karakteristik Material</i> .....	19
3.5.1	<i>Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat</i> .....	19
3.5.2	<i>Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus</i> .....	20
3.5.3	<i>Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar</i> .....	20
3.5.4	<i>Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat</i> .....	21
3.5.5	<i>Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus</i> .....	21
3.5.6	<i>Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar</i> .....	22
3.5.7	<i>Pemeriksaan Berat Volume Agregat</i> .....	23
3.5.8	<i>Pemeriksaan Keausan Dengan Mesin Los Angeles</i> .....	24
3.5.9	<i>Pengujian Kadar Air</i> .....	25
3.5.10	<i>Pemeriksaan Kadar Lumpur</i> .....	25
3.6	<i>Perencanaan Mix Design Berdasarkan ACI 522R-10</i> .....	26
3.7	<i>Pembuatan Benda Uji</i> .....	28

3.8	<i>Alat yang digunakan</i> .....	29
3.9	<i>Pembuatan Adukan Beton Berpori</i> .....	30
3.10	<i>Pembuatan Benda Uji Beton Berpori</i> .....	32
3.11	<i>Pemeriksaan Volume Beton dan Perawatan Beton</i> .....	32
3.12	<i>Pengujian Kuat Tekan Beton Berpori</i> .....	34
3.13	<i>Pengujian Kuat Tarik Beton Berpori</i> .....	35
3.14	<i>Pengujian Void Ratio (Porositas)</i> .....	37
3.15	<i>Pengujian Infiltrasi Beton Berpori</i> .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		40
4.1	<i>Berat Volume Beton Berpori</i> .....	40
4.2	<i>Kuat Tekan Beton Berpori</i> .....	41
4.3	<i>Pengaruh Komposisi Rasio Semen dan Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Berpori Normal</i> .....	42
4.4	<i>Pengaruh Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan Beton Berpori</i> .....	44
4.5	<i>Pengaruh Komposisi Rasio Semen dan Agregat Terhadap Kuat Tarik Beton Berpori Normal</i> .....	47
4.6	<i>Pengaruh Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Terhadap Kuat Tarik Beton Berpori</i> .....	48
4.7	<i>Porositas (Void Ratio)</i> .....	51
4.8	<i>Permeabilitas (Infiltration)</i> .....	56
4.9	<i>Aplikasi Beton Berpori</i> .....	58
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		59
5.1	<i>Kesimpulan</i> .....	59
5.2	<i>Saran</i> .....	60

DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN A .....	64
LAMPIRAN B .....	76
LAMPIRAN C .....	79



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PENGUJIAN KARAKTERISTIK MATERIAL

LAMPIRAN B PERHITUNGAN KOMPOSISI CAMPURAN

LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENGUJIAN



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring waktu yang berjalan ini banyak sekali perkembangan pembangunan-pembangunan konstruksi di negeri ini, oleh sebab itu penggunaan semen juga semakin meningkat. Hal ini sangat perlu diperhatikan karena menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan persediaan bahan baku material semen semakin berkurang dikarenakan sumber daya alam yang menipis dan salah satu upaya mengurangi terjadinya permasalahan *global warming* akibat limbah CO<sub>2</sub> dari pembakaran semen tersebut. Oleh karena itu berbagai upaya dilakukan untuk mensubstitusi material semen dengan memanfaatkan limbah-limbah industri yang berdampak negatif terhadap lingkungan tetapi bermanfaat dalam dunia konstruksi seperti limbah abu terbang.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 menyebutkan bahwa abu terbang termasuk dalam kategori limbah B3. Limbah abu terbang adalah limbah industri dari pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Abu terbang merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus, kehalusan butiran abu terbang ini berpotensi terhadap pencemaran udara (Setiawati & Imaduddin, 2018). Berkaitan dengan masalah kerusakan lingkungan dan pencemaran udara akibat abu terbang yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara, maka diperlukan adanya pemanfaatan limbah abu terbang untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang diharapkan dapat mengurangi limbah abu terbang ini adalah dengan menjadikannya sebagai pengganti semen dalam membuat suatu produk beton berpori, dimana limbah abu terbang ini mempunyai sifat pozzolan yaitu istilah untuk menyatakan material dengan kandungan silika dan aluminium yang pada temperatur normal akan berinteraksi secara kimiawi dengan kalsium hidroksida dan berubah menjadi senyawa dengan karakteristik cementitious (memiliki sifat mengikat) (Ashad

et al., 2020). Sehingga limbah abu terbang ini mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan dasar pengganti semen untuk pembuatan beton berpori.

Beton berpori adalah salah satu jenis beton berkategori ramah lingkungan dimana beton ini memiliki daya resapan air yang lebih besar dibandingkan dengan beton biasa. Inovasi beton berpori ini dibuat untuk membantu teknologi drainase pada saat terjadinya debit air yang berlebihan dan dapat mengurangi resiko terjadinya banjir. Beton ini dirancang mempunyai fisik yang berbeda dengan beton konvensional, termasuk dari segi kepadatan yang rendah, berongga dan porous sehingga mampu meloloskan air lebih mudah. Beton berpori dapat disebut sebagai *no fines concrete*, *permeconcrete* atau *pervious concrete*. Beton berpori ini menggunakan pasir yang lebih sedikit atau tanpa adanya pasir. Agregat yang digunakan pada beton berpori sangat mempengaruhi kekuatan dan permeabilitas, agregat kasar menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi. Sementara itu agregat halus dapat meningkatkan distribusi pasta semen dengan demikian meningkatkan kekuatan tekan dan kekuatan lentur.

Beberapa penelitian menggunakan abu terbang sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton pori telah dilakukan oleh beberapa penelitian, Berdasarkan penelitian yang ada dimana diperoleh pada penelitian (Anggraini et al., 2022) menggunakan metode *American Concrete Institute 522 R-10* dengan variasi 0%, nilai kuat tekannya 9,483 MPa dan porositas 36.1%, hasil variasi abu terbang 15% nilai kuat tekannya 8.776 MPa, porositas 29.3%, hasil variasi abu terbang 25% nilai kuat tekannya 10,333 MPa dan porositas 31.2%. dan nilai variasi abu terbang 35% nilai kuat tekannya 9,766 MPa, dan porositas nya 33.2%. Saat ini telah dikembangkan juga penggunaan abu terbang bervolume tinggi yakni di atas 50% namun terdapat permasalahan ketika menggunakannya dalam pembuatan beton berpori dimana fungsi utama dari beton porous untuk menghasilkan daya resapan air menjadi rendah karena meningkatnya pasta yang menutup rongga. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pembuatan beton berpori adalah faktor air semen dan rasio semen: agregat.

Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan limbah abu terbang bervolume tinggi yang nantinya akan bisa diseimbangkan dan divariasikan

mengganti sebagian material semen untuk pembuatan beton berpori yang kuat dan tetap memiliki rongga yang cukup untuk meloloskan air. Berdasarkan uraian-uraian di atas penulis melakukan penelitian yang berjudul **“PENGARUH RASIO SEMEN DAN AGREGAT DALAM PEMBUATAN BETON BERPORI YANG MENGGUNAKAN ABU TERBANG BERVOLUME TINGGI”**.

### 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan dari permasalahan ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh kuat tekan dan kuat tarik (splitting) beton berpori yang menggunakan limbah abu terbang bervolume tinggi sebagai pengganti semen dengan variasi rasio semen dan agregat?
- b. Bagaimana persentase *void* dan laju infiltrasi beton berpori menggunakan abu terbang bervolume tinggi berdasarkan variasi rasio semen dan agregat?
- c. Bagaimana potensi mengaplikasikan beton berpori dengan abu terbang bervolume tinggi pada konstruksi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan ini sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisa pengaruh kuat tekan dan kuat tarik (splitting) beton berpori yang menggunakan limbah abu terbang bervolume tinggi sebagai pengganti semen dengan variasi rasio semen dan agregat?
- b. Untuk menganalisa persentase *void* dan laju infiltrasi beton berpori menggunakan abu terbang bervolume tinggi berdasarkan variasi rasio semen dan agregat?
- c. Mengetahui potensi mengaplikasikan beton berpori dengan abu terbang bervolume tinggi pada konstruksi?

### 1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Adapun manfaat penulisan sebagai berikut:

- a. Diharapkan dapat memberikan suatu informasi tentang kekuatan tekan, kuat tarik, *void* dan laju infiltrasi berdasarkan variasi rasio semen dan agregat yang menggunakan limbah abu terbang bervolume tinggi.

- b. Diharapkan dapat mengurangi kerusakan lingkungan dan pencemaran udara melalui pemanfaatan limbah abu terbang bervolume tinggi.
- c. Diharapkan dapat menghasilkan beton inovatif untuk diaplikasikan pada industri konstruksi.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah ini adalah:

- a. Menggunakan peralatan Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
- b. Memanfaatkan limbah abu terbang yang diambil dari PLTU II Amurang dan lolos saringan No. 100.
- c. Agregat kasar ukuran 10-20mm diambil dari Desa Kema.
- d. Agregat halus diambil dari Kota Amurang.
- e. Semen yang akan digunakan adalah semen *Portland Cement Composite* (PCC) merek Tonasa.
- f. Air yang dipakai berasal dari sumur bor Laboratorium Uji bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.
- g. Komposisi jenis campuran rasio semen:agregat adalah 1:3,5, 1:4, 1:4,5, 1:5.
- h. Variasi limbah abu terbang yang dipakai adalah 50% dari berat semen.
- i. Pengujian beton berpori *fly ash* yaitu kuat tekan, kuat tarik, void ratio dan infiltrasi yang benda ujinya dibuat dalam bentuk silinder dengan diameter 100 x 200 mm
- j. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada standar SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.
- k. Prosedur pengujian kuat tarik berdasarkan SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton
- l. Cara prosedur pengujian *void ratio* mengacu pada standar ASTM C 642-06 *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*

- m. Prosedur pengujian infiltrasi mengacu pada standar ASTM C 1701M-09 *Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistem penulisan skripsi yang direncanakan sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dari penulisan, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, pembatasan masalah serta sistematika penulisan

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi tentang landasan teori dan referensi seperti buku, jurnal dan penelitian-penelitian terdahulu dari penelitian yang dilakukan.

#### BAB III METODE PENELITIAN

Bagian ini akan menjelaskan sebuah metode yang digunakan dalam mengumpulkan data maupun menganalisis data dalam penyelesaian penelitian.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan memuat hasil dan penjabaran hasil yang dilakukan

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi kesimpulan dan saran.

