



**TUGAS AKHIR - RC14 1501**

**PENGARUH SERAT POLIPROPILEN DALAM  
BETON BERPORI**

**ARINTHA INDAH DWI SYAFIARTI**  
NRP 3111 100 017

**DOSEN PEMBIMBING**  
Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 197003271997021001  
Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Raka, DEA  
NIP. 195004031976031003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**TUGAS AKHIR - RC14 1501**

**PENGARUH SERAT POLIPROPILEN DALAM  
BETON BERPORI**

**ARINTHA INDAH DWI SYAFIARTI**  
NRP 3111 100 017

**DOSEN PEMBIMBING**  
Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 197003271997021001  
Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Raka, DEA  
NIP. 195004031976031003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**FINAL PROJECT - RC14 1501**

**EFFECTS OF POLYPROPYLENE FIBRE IN  
PERVIOUS CONCRETE**

**ARINTHA INDAH DWI SYAFIARTI  
NRP 3111 100 017**

**Advisors :**

**Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D**

**NIP. 197003271997021001**

**Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Raka, DEA**

**NIP. 195004031976031003**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**PENGARUH SERAT POLIPROPILEN DALAM  
BETON BERPORI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Struktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

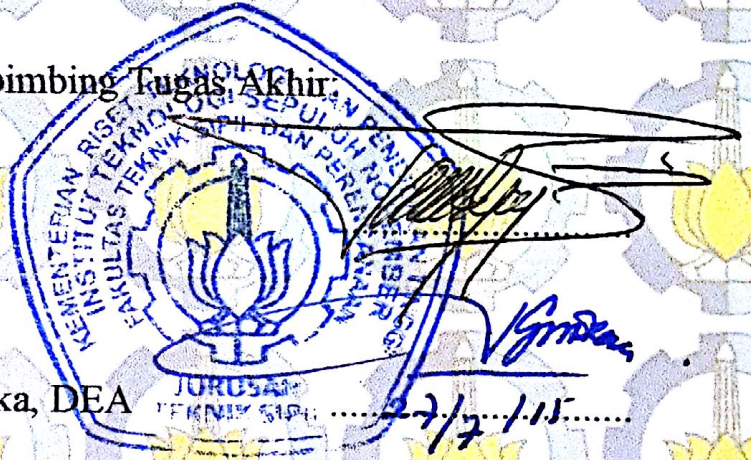
Oleh:

**ARINTHA INDAH DWI SYAFIARTI**  
NRP. 3111 100 017

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing I  
Prof. TAVIO, S.T, M.T, Ph.D  
NIP 19700327 1997021001

Pembimbing II  
Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Raka, DEA  
NIP 195004031976031003



**SURABAYA  
JUNI, 2015**



# **PENGARUH SERAT POLIPROPILEN DALAM BETON BERPORI**

**Nama Mahasiswa** : Arintha Indah Dwi Syafiarti  
**NRP** : 31 11 100 017  
**Jurusan** : Teknik Sipil ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. IGP. Raka, DEA

## **ABSTRAK**

*Perkerasan beton berpori merupakan salah satu bentuk perkembangan infrastruktur dalam menangani aliran permukaan. Kuat tekan yang dimiliki beton berpori cenderung rendah akibat jumlah rongganya yang banyak. Serat polipropilen merupakan inovasi untuk memperbaiki sifat tertentu beton. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh serat polipropilen dalam campuran beton berpori.*

*Pembuatan sampel beton berpori dengan faktor air semen (w/c) 0,3. Agregat kasar menggunakan batu pecah Pasuruan dengan variasi rasio agregat semen (CA/C) 4; 4,25; 4,5. Serat polipropilen MasterFiber ukuran 48 mm dengan variasi kadar 0%;0,6%;1,2%;1,8%. Pengujian kuat tekan, kuat lentur dan laju infiltrasi dilakukan pada sampel umur perawatan 28 hari. Sampel berbentuk silinder 10x20 cm untuk uji kuat tekan, dan sampel berbentuk balok 40x10x10 cm untuk uji laju infiltrasi (porositas) yang kemudian digunakan untuk uji kuat lentur. Uji laju infiltrasi menggunakan alat modifikasi dari peraturan ASTM C 1701/C 1701M.*

*Kuat tekan beton berpori meningkat dengan kadar serat 0,6% dalam campuran. Apabila kadar serat ditambah, maka ikatan yang terjadi dalam campuran semakin melemah, sehingga kuat tekan menurun. Sedangkan kuat lentur dan laju infiltrasi meningkat apabila beton berpori mengandung serat. Hal ini dapat disebabkan oleh serat polipropilen yang terdistribusi*

*secara optimal mampu bekerja di bidang patah dan meloloskan aliran air dengan baik dalam sampel.*

**Kata kunci : Beton Berpori, Serat Polipropilen, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Laju Infiltrasi**

# EFFECTS OF POLYPROPYLENE FIBRE IN PERVIOUS CONCRETE

**Student Name** : Arintha Indah Dwi Syafiarti  
**PRN** : 31 11 100 017  
**Department** : Civil Engineering ITS  
**Advisors** : Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. IGP. Raka, DEA

## ABSTRACT

*Pervious concrete pavement is one of infrastructure development in dealing with surface runoff. Pervious concrete has low compressive strength due to the numbers of pore. Polypropylene fiber is an innovation to improve specific properties of concrete. The purpose of this research is to find out the effects of polypropylene fibers in a mixture of pervious concrete.*

*The samples of pervious concrete with water-cement ratio (w/c) of 0.3, using Pasuruan crushed stone as coarse aggregate with coarse aggregate-cement ratio (CA/C) variation 4; 4.25; 4,5. The polypropylene fibers, Masterfibre, size 48 mm with variation of the levels of 0%; 0.6%; 1.2%; 1.8%. Compressive strength, flexural strength and infiltration rate test performed on samples aged 28 days of treatment. 10x20 cm cylindrical samples for compressive strength test, and samples of 40x10x10 cm shaped beam to test the infiltration rate (porosity) which was then used to flexural strength test. Infiltration rate test using a modification of ASTM C 1701 / C 1701M.*

*Compressive strength of pervious concrete increased with 0,6% in mixture. The higher fibre content, the weaker bonding inside the mixture, so that compressive strength. Whereas, flexural strength and infiltration rate increased at fibrous pervious concrete. It caused by polypropylene fibre which*

*distributed optimally is able to work in fracture surface and allow the water flow in the sample.*

***Keywords : Pervious Concrete, Polypropylene Fiber, Compressive Strength, Flexural Strength, Infiltration Rate***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayahNya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Serat Polipropilen dalam Beton Berpori”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi tingkat sarjana di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Kesuksesan Tugas Akhir ini tidak lepas dari berbagai bantuan serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, saya sebagai penulis menghaturkan rasa terima kasih yaitu kepada :

1. Kedua orang tua saya, Moch. Syafi'i dan Suramiati, atas doa, motivasi dan nasihat yang telah diberikan selama ini.
2. Kakak dan adik saya. Henny Syafiarti dan Chandra Triantomo, yang turut menjadi penyemangat.
3. Prof. Tavio, S.T, M.T, Ph.D dan Prof. Dr. Ir. I Gusti Putu Raka selaku pembimbing, atas segala arahan yang telah diberikan selama proses penyelesaian tugas akhir.
4. Budi Suswanto, S.T, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, FTSP-ITS.
5. Prof. Ir. Priyo Suprobo, MS., Ph.D., selaku dosen wali.
6. Seluruh dosen pengajar, staff dan karyawan Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
7. Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2011-2015.
8. PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, atas kesempatan yang diberikan untuk menyelesaikan penelitian di Pusat Penelitian Semen terutama kepada Bapak Tri Eddy Susanto, Pak Bangkit dan Pak Zainal.
9. Bapak Agung Kristiawan dari PT. BASF Indonesia, atas segala bantuannya.

10. Faisal Hamdan, yang tidak pernah lelah memberi motivasi dan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
11. Owik, Sevi, Widya dan teman-teman angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat dan hiburan saat mencapai titik lelah dalam mengerjakan tugas akhir.
12. Dan kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari terdapat kekurangan-kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran dari berbagai pihak akan sangat membantu penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini nantinya dapat menjadi referensi yang sangat bermanfaat bagi perkembangan ilmu, khususnya di bidang teknik sipil.

Surabaya, Juni 2015

Arintha Indah Dwi Syafiarti

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Beton Berpori .....	5
2.2 Karakteristik Agregat Kasar .....	5
2.3 Serat Polipropilen .....	7
2.4 Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Porositas Beton Berpori .....	8
2.5 Aplikasi Beton Berpori .....	9
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Umum .....	13
3.2 Peta Skema Penelitian Keseluruhan .....	13
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	14
3.4 Studi Literatur .....	15
3.5 Persiapan Material dan Alat .....	15
3.5.1 Material .....	15

3.5.1.1	Semen tipe I OPC .....	15
3.5.1.2	Batu Pecah 5/10 .....	15
3.5.1.3	Air .....	15
3.5.1.4	Serat Polipropilen .....	16
3.5.2	Alat .....	16
3.6	Tes dan Analisis Material .....	17
3.7	Beton Berpori .....	17
3.7.1	Pembuatan Sampel Beton .....	18
3.7.2	Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	19
3.8	Jenis Pengujian .....	20
3.8.1	Uji Berat Jenis dan Penyerapan Batu Pecah .....	20
3.8.2	Uji Ketahanan Aus Agregat dengan Mesin Los Angeles .....	22
3.8.3	Uji Ayakan Batu Pecah .....	24
3.8.4	Uji Berat Jenis Semen .....	25
3.8.5	Uji Kuat Tekan Beton .....	26
3.8.6	Uji Kuat Lentur Beton .....	29
3.8.7	Uji Infiltrasi Beton .....	32
3.9	Hasil Penelitian .....	35
3.10	Kesimpulan Penelitian .....	35

#### **BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA**

4.1	Umum .....	37
4.2	Data Hasil Analisis Material .....	37
4.2.1	Batu Pecah .....	37
4.2.1.1	Analisis Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah .....	37
4.2.1.2	Analisis Keausan Batu Pecah .....	39
4.2.1.3	Analisis Ayakan Batu Pecah .....	40
4.2.2	Semen .....	42
4.2.2.1	Analisis Berat Jenis Semen .....	42
4.3	Beton Berpori dengan Serat Polipropilen .....	42

4.3.1 Analisis Kuat Tekan Beton .....	46
4.3.3 Analisis Kuat Lentur Beton .....	52
4.3.3 Analisis Laju Infiltrasi (Porositas) .....	57
4.3.4 Analisis Hubungan Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Laju Infiltrasi(Porositas) Beton Berpori .....	61
4.3.5 Analisis Hasil Penelitian untuk Aplikasi .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	75
<b>BIODATA PENULIS</b>	



*“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jaringan Sistem Drainase Untuk Ruang Terbuka Non Hijau .....	10
Tabel 2.2	Sifat-difat Fisika Bata Beton .....	11
Tabel 3.1	Berat Sampel Agregat Kasar (Batu Pecah) .....	21
Tabel 3.2	Berat dan Gradasi Sampel Uji Keausan Agregat ..	23
Tabel 3.3	Berat Sampel Uji Agregat Kasar.....	24
Tabel 3.4	Toleransi Waktu Umur Pengujian .....	28
Tabel 3.5	Koreksi Kuat Tekan untuk sampel silinder .....	29
Tabel 4.1	Analisis Berat Jenis dan Penyerapan Batu Pecah Pasuruan .....	37
Tabel 4.2	Analisis Keausan Batu Pecah .....	39
Tabel 4.3	Analisa Gradasi Ayakan .....	40
Tabel 4.4	Hasil Percobaan Berat Jenis Semen OPC .....	42
Tabel 4.5	Batasan Komposisi Material Acuan Pembuatan Beton Porus .....	43
Tabel 4.6	Mix Design Komposisi Beton 1 m <sup>3</sup> , Faktor Air Semen 0,3 .....	45
Tabel 4.7	Kuat tekan beton 28 hari dalam MPa.....	47
Tabel 4.8	Beban Maksimum yang Dapat Diterima oleh Sampel.....	52
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Kuat Lentur (MPa) .....	53
Tabel 4.10	Hasil Uji Waktu Infiltrasi Air pada Tiga Titik Beton Berpori.....	57
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi (mm/h) .....	58

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Serat Polipropilen Materfibre .....	2
Gambar 2.1	Kuat Tekan Beton <i>split</i> Merapi dan <i>split</i> Clereng.....	6
Gambar 2.2	<i>Strapping Band</i> .....	8
Gambar 3.1	Skema Penelitian Keseluruhan.....	13
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	14
Gambar 3.3	Serat Polipropilen .....	16
Gambar 3.4	Molen dan Mesinnya .....	19
Gambar 3.5	Perawatan Basah Terhadap Beton Berpori .....	20
Gambar 3.6	Alat <i>Capping</i> .....	27
Gambar 3.7	Alat Uji Tekan .....	28
Gambar 3.8	Pengujian Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode <i>Third Point Loading</i> .....	30
Gambar 3.9	Patah pada 1/3 Bentang Tengah .....	31
Gambar 3.10	Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada < 5% dari bentang .....	32
Gambar 3.11	Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada > 5% dari bentang .....	32
Gambar 3.12	Pengujian Infiltrasi .....	34
Gambar 4.1	Grafik Analisis Ayakan Batu Pecah.....	41
Gambar 4.2	Sampel yang Sudah <i>Dicapping</i> .....	46
Gambar 4.3	Pengujian Kuat Tekan Beton Berpori .....	46
Gambar 4.4	Grafik Kuat Tekan Beton Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori.....	48

Gambar 4.5	Sampel C1 yang Tidak Dapat Diuji .....	49
Gambar 4.6	Sampel C4 .....	50
Gambar 4.7	Sampel A2 .....	51
Gambar 4.8	Grafik Kuat Lentur Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori.....	54
Gambar 4.9	Sampel C1 yang Telah Diuji .....	55
Gambar 4.10	Sampel C3 yang Telah Diuji .....	55
Gambar 4.11	Grafik Laju Infiltrasi Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori.....	59
Gambar 4.12	Sampel C4 .....	60
Gambar 4.13	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur untuk Beton Berpori.....	61
Gambar 4.14	Hubungan Antara Kuat Tekan dan Laju Infiltrasi untuk Beton Berpori .....	62
Gambar 4.15	Hubungan Antara Kuat Lentur dan Laju Infiltrasi untuk Beton Berpori.....	62
Gambar 4.16	Data yang Dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Kuat Tekan dan Kuat Lentur) .....	64
Gambar 4.17	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur .....	65
Gambar 4.18	Data yang Dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Laju Infiltrasi dan Kuat Tekan) .....	66
Gambar 4.19	Hubungan Laju Infiltrasi dan Kuat Tekan .....	66
Gambar 4.20	Data yang dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Laju Infiltrasi dan Kuat Lentur) .....	68
Gambar 4.21	Hubungan Laju Infiltrasi dan Kuat Lentur .....	69
Gambar 4.22	Sampel B2 .....	70



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan sebagai perkerasan jalan, karena bukan saja memiliki keandalan dalam hal kekuatan, keawetan serta kemudahan pelaksanaannya, tetapi juga mempunyai nilai ekonomis yang relatif baik. Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi beton sekarang ini, dilakukan usaha untuk meningkatkan kinerja beton menjadi lebih efektif dan efisien sebagai bahan perkerasan jalan yaitu dengan cara membuat struktur perkerasan beton berpori (*pervious concrete pavement*) yang memungkinkan aliran permukaan untuk infiltrasi ke dalam tanah (Ferdian, Amelia, 2011).

Selain itu, beton berpori yang menjadi salah satu solusi dalam konstruksi perkerasan merupakan produk yang dapat dikatakan berhasil dalam memenuhi harapan sebagai konstruksi yang ramah lingkungan. Beton berpori memiliki keunikan bila dibandingkan dengan beton normal yang ada, beton ini memiliki pori-pori yang dapat dilalui oleh air (Arnoldus, 2012). Menurut Stegmaier (2003) penggunaan lapisan beton berpori dapat mengurangi kebisingan lalu lintas seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan karena pori-pori yang dimiliki beton dapat menyerap suara.

Salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas. Daktilitas beton yang rendah dicerminkan oleh kurva tegangan-regangannya yang memiliki penurunan kekuatan tekan yang cepat pada daerah beban pascapuncak, sehingga menyebabkan keruntuhan terjadi tiba-tiba (Adianto, Tri, 2006).

Dalam tugas akhir ini, dilaksanakan suatu penelitian untuk menentukan pengaruh serat poliropilenterhadap nilai kuat tekan, nilai kuat lentur, dan porositas beton berpori. Serat polipropilen Masterfibre yang diproduksi oleh PT. BASF Indonesia merupakan serat fibrilasi (jika direntangkan akan membentuk

jaring), seperti yang tampak pada Gambar 1.1. Serat ini didesain untuk mengontrol dan meminimalisir retak akibat susut plastis (*plastic shrinkage*). Diharapkan dengan serat polipropilendapat berpengaruh pada nilai kuat lentur beton berpori agar mencapai mutu yang lebih baik dari segi kuat tekan maupun porositas. Selain itu, dapat diperoleh suatu campuran yang baik untuk beton berpori yang dapat dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan.



Gambar 1.1 Serat Polipropilen Masterfibre

Adapun data teknis dari serat Masterfibre sebagai berikut :

Bahan	: Serat Polipropilen
Warna	: Putih
Kepadatan	: 0,905 gr/ml
Berat jenis	: 0,9
Panjang serat	: 48 mm
Kuat tarik	: 620-758 MPa (90-110 ksi.)
Modulus (Youngs)	: 3,5 kN/mm <sup>2</sup>
Penyerapan air	: Nol
Titik Leleh	: 160-170°C

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka timbul permasalahan yang akan diangkat dalam tugas akhir ini.

### **Permasalahan utama :**

Bagaimana pengaruh serat polipropilen dalam beton berpori?

### **Detail permasalahan :**

- a. Berapa nilai kuat tekan yang mampu dicapai beton berpori dengan bahan tambah serat polipropilen?
- b. Berapa nilai kuat lentur yang mampu dicapai oleh beton berpori dengan bahan tambah serat polipropilen?
- c. Bagaimana laju infiltrasi yang mampu dicapai oleh beton berpori dengan bahan tambah serat polipropilen?
- d. Apakah beton berpori dengan bahan tambah serat polipropilen dapat diaplikasikan sebagai perkerasan jalan?

## **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui pengaruh serat polipropilen terhadap kuat tekan, kuat lentur, dan laju infiltrasi (porositas) beton berpori
2. Menentukan komposisi optimum serat polipropilen dalam campuran beton berpori.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk pengembangan beton berpori.

## **1.4. Batasan Masalah**

Untuk membatasi luasnya ruang lingkup masalah maka dibuat batasan-batasan masalahnya yaitu :

- a. Perencanaan penelitian hanya meninjau kuat tekan, dan laju infiltrasi (porositas) beton berpori.
- b. Pengujian hanya dilakukan sampel pada umur perawatan 28 hari.
- c. Tidak memperhitungkan analisis biaya.

### **1.5. Manfaat**

Beberapa manfaat bagi perkembangan teknologi beton berpori, antara lain sebagai berikut :

- a. Memahami pengaruh serat polipropilen terhadap kuat tekan dan porositas beton berpori
- b. Memahami campuran optimal untuk beton berpori agar mencapai mutu kuat tekan yang diinginkan.
- c. Memanfaatkan serat polipropilen pada campuran beton dapat menjadi solusi bahan tambah pada campuran beton berpori agar lebih daktil.
- d. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang akan membahas masalah penggunaan serat polipropilen dengan mengombinasikan dengan bahan tambahan lainnya untuk beton berpori.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton Berpori**

Ide awal dalam pembuatan *pervious concrete* adalah pembuatan campuran beton dengan mengurangi atau menghilangkan agregat halus dalam campuran tersebut. Perkerasan dengan menggunakan *pervious pavement* akan memiliki porositas yang tinggi sehingga akan dapat mengalirkan air ke lapisan bawah perkerasan (Immanuel, 2008).

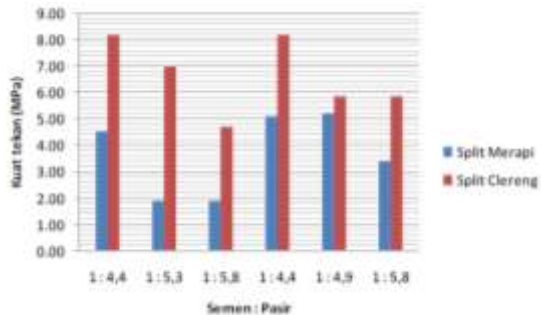
Aplikasi penggunaan beton berpori dalam suatu konstruksi masih terbatas karena sifatnya yang berongga dan nilai kuat tekannya yang rendah. Dengan sifat-sifat tersebut, beton berpori lebih cocok digunakan untuk konstruksi yang non-struktural yang tidak membutuhkan beton bernilai kuat tinggi. Jenis stuktur yang dapat menggunakan beton berpori adalah lapangan parkir, perkerasan lapisan atas untuk taman, lapangan tenis, tempat pejalan kaki, dan juga sebagai perkerasan kaku untuk jalan lokal dengan intensitas lalu lintas yang rendah (Arnoldus, 2012). Keuntungan menggunakan pelat beton berpori dengan permeabilitas air yang baik sebagai perkerasan adalah mengurangi genangan air hujan dan percikan di trotoar yang mengganggu pengemudi. Beton berpori semakin banyak digunakan di Amerika Serikat karena berbagai manfaat lingkungan seperti mengendalikan limpasan air hujan, memulihkan pasokan air tanah dan mengurangi polusi air dan tanah (Tennis, Leming, Akers, 2004).

#### **2.2 Karakteristik Agregat Kasar**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adi (2013), jenis agregat yang mempunyai nilai keausan kecil menghasilkan kuat tekan beton berpori yang lebih besar. Penelitian tersebut menggunakan dua macam jenis agregat kasar yaitu *split* Merapi dan *split* Clereng dengan pororsi tertentu terhadap komposisi



semen. Kuat tekan yang dihasilkan masih kurang dari 10 MPa sehingga disarankan untuk menggunakan bahan tambah. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.1, kuat tekan beton dengan *split* Clereng lebih tinggi dibanding dengan beton dengan agregat *split* Merapi, karena *split* Clereng memiliki nilai keausan yang lebih rendah. Selain itu, penelitian menyarankan agar agregat yang digunakan harus dalam kondisi SSD karena sifat beton segar tanpa pasir sangat mudah berubah perilakunya terhadap air.



Gambar 2.1 Kuat Tekan Beton *split* Merapi dan *split* Clereng (Adi, 2013)

Dalam penelitian pemanfaatan batu berangkal untuk agregat beton non-pasir oleh Misdarpon, Kardiyono, Iman (2006) menunjukkan bahwa pada dasarnya batu berangkal kapur ini dapat dipakai sebagai agregat untuk beton non-pasir. Semakin besar jumlah semen pada adukan beton non-pasir, berakibat berat jenis, kuat tekan dan modulus elastisitasnya semakin besar, tetapi volume rongga cenderung mengecil. Batu berangkal kapur ini, kurang baik berperan sebagai agregat ringan, karena memiliki berat jenis hampir 2,5. Beton non-pasir dari agregat batu berangkal kapur dapat mencapai efisiensi penggunaan semen pada perbandingan CA/C sebesar 6:1, dengan menghasilkan kuat tekan lebih besar dari 9 MPa, sedangkan pada perbandingan CA/C sebesar 8:1, kuat tekannya hanya 7,72 MPa, maka dalam

penerapan pembuatan, perbandingan ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif.

Benda uji dengan rasio CA/C sebesar 4,25 dalam ACI 522R-10 direkomendasikan untuk beton berpori dengan porositas di atas 20%. Kuat tekan dan kuat lentur kurang dari sama dengan 13,9 MPa dan 3 MPa. Benda uji dengan rasio CA/C sebesar 6,45 mempunyai porositas tinggi sekitar 30%. Jumlah agregat kasar yang besar dalam benda uji menghasilkan pori yang lebar meningkatkan nilai porositas. Akan tetapi nilai kuat tekan kurang dari 10 MPa (Lim, Tan, Fwa, 2013).

### 2.3 Serat Polipropilen

Hasanr, Burhan, Joko (2013) menyimpulkan bahwa penambahan serat polipropilen akan mengurangi *workability*. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan beton. Pada beton normal nilai *slump* 100 mm, beton serat dengan dosis 0,40 kg/m<sup>3</sup> nilai *slump* 70 mm, dosis 0,60 kg/m<sup>3</sup> nilai *slump* 52 mm dan beton serat dengan dosis 0,80 kg/m<sup>3</sup> nilai *slump* menjadi 43 mm. Dengan nilai FAS yang sama yaitu 0,53. Dari penelitian tersebut, kuat tekan beton meningkat dengan dosis serat polipropilen 0,6 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan untuk kuat tarik belah beton optimum dengan dosis serat 0,65 kg/m<sup>3</sup>.

Penelitian yang dilakukan oleh Masdar, Wihardi, Abdul (2014) dengan menambahkan serat polipropilen jenis *strapping band* pada *self compacting concrete* menunjukkan bahwa nilai kuat tekan dan kuat tarik belah meningkat pada dosis penambahan *strapping band* sebanyak 1,25%. Porsi penambahan serat dirasa masih terlalu tinggi, sehingga disarankan untuk menggunakan serat pada prosentase dibawah 1,25%.



Gambar 2.2 Strapping Band  
([www.diytrade.com](http://www.diytrade.com))

Prastiya dan Nanang (2006) menambahkan serat polipropilen dalam campuran beton mutu K500. Dari pengujian *slump test*, *VB Time test* dan *Compaction test* dapat disimpulkan bahwa penambahan prosentase serat dapat menyebabkan penurunan *workability* dari adukan beton. Kuat tekan beton serat menurun 6.126% dari beton normal, sedangkan kuat tarik belah beton menunjukkan peningkatan sebesar 9.91%.

Berdasarkan penelitian oleh Aziz dan Nurhayati (2006) yang menambahkan serat polipropilen SikaFibre dalam campuran *rigid pavement* mampu meningkatkan kuat tarik beton, namun kuat tekan dan elastisitas beton menurun. Dengan menambahkan serat polipropilen, maka ketebalan perkerasan kaku dapat dikurangi. Namun dengan menurunnya modulus elastisitas, penurunan pelat menjadi lebih besar akibat pembebanan.

#### **2.4 Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Porositas Beton Berpori**

Kevern (2008) menemukan bahwa penambahan *styrenopolimer butadine rubber* (SBR) dapat menimbulkan kekuatan yang lebih tinggi dengan kadar semen yang lebih rendah. Hal ini juga mengakibatkan nilai porositas juga meningkat. SBR juga meningkatkan *workability*, kekuatan, permeabilitas, resistensi beku-cair pada beton berpori. Beton

berpori dengan polimer lateks dapat menghasilkan permeabilitas 10-20 mm/s dan kuat tekan sebesar 5-15 MPa (Huang, Wu, Shu, dan Burdette, 2010).

Proporsi campuran pada sifat porus beton pengaruhnya sangat besar. Untuk mencapai hasil perkerasan yang permeabilitas dan porositas tinggi tanpa harus membuat nilai kuat tekan dan kuat lenturnya rendah, maka rasio agregat dan semen harus berada di sekitar angka 4,25 dan faktor air semen rasio sekitar 0,3. Penggunaan *polymer SP comb* juga membantu dalam mencapai permeabilitas dan kekuatan yang diinginkan (Lim, Tan, Fwa, 2013).

Melalui penelitian yang dilakukan oleh Prabowo, Ary, Kusno (2013) yaitu tentang desain beton berpori untuk perkerasan jalan yang ramah lingkungan, didapatkan hasil kuat tekan, dan kuat lentur dengan nilai tertinggi yaitu pada campuran 30% pasir dan fas 0,35 sebesar 5,190 MPa untuk kuat tekan dan 0,383 MPa untuk kuat lentur. Porositas dan permeabilitas horizontal tertinggi terjadi pada campuran 30% pasir dan FAS 0,40 yaitu porositas sebesar 20,807 % (metode beton normal), porositas sebesar 27,696 % (metode VIM), permeabilitas sebesar 1,363 cm/dt. Permeabilitas secara vertikal dicapai pada fas 0,30 dengan nilai 3,132 cm/dt.

Hasil penelitian oleh Sari, Ary, Kusno (2013), porositas berpori semakin meningkat seiring dengan meningkatnya faktor air semen baik menggunakan metode beton normal maupun metode VIM. *Stiffness* atau kekakuan yang tinggi diperlukan untuk menahan lentur yang terjadi akibat adanya beban yang bekerja terhadap beton berpori, sehingga akan mampu untuk menahan beban yang besar dengan lendutan yang kecil. Nilai kekakuan yang optimum mampu dicapai pada faktor air semen 0,35.

## **2.5 Aplikasi Beton Berpori**

Berdasarkan Peraturan Menteri PU No 12 Tahun 2009, perencanaan prasarana, sarana, dan utilitas ruang terbuka non-

hijau berpedoman pada konsep pembangunan berdampak rendah (*Low Impact Development*) dengan tujuan meminimalkan air permukaan dari air hujan. Salah satu teknologi yang disarankan adalah dengan menggunakan material yang bersifat permeabel. Perkerasan beton berpori disarankan untuk jaringan drainase plasa, area parkir, lapangan olahraga dan bermain.

Tabel 2.1 Jaringan Sistem Drainase untuk Ruang Terbuka Non Hijau

RTNH	Lapisan Permukaan	Sistem Drainase			
		Jaringan Lokal RTNH (RT/RW/ Kelurahan)	Jaringan Tingkat Lokal area kota (RW/Kelurahan/ Kecamatan)	Jaringan Tingkat kota (Kelurahan/ Kecamatan/ Kota)	Muara Akhir (Sungai/ danau/ laut)
RTNH: Plasa Area Parkir Lapangan OR & bermain	Perkerasan non porous				
	Perkerasan porous		permukaan	menyerap di area	RTNH

(Peraturan Menteri PU No.12 Tahun 2009)

Dalam ACI 522R-10, telah banyak studi perencanaan tebal dan kuat tekan beton berpori untuk lapisan perkerasan sesuai dengan masing-masing fungsi perkerasan tersebut, sebagai berikut :

1. Tempat parkir, 125-300 mm
2. Jalan raya, 150-300 mm
3. Saluran tepi,  $\leq 7$  MPa
4. Bahu jalan,  $\leq 14$  Mpa

Persyaratan bata beton diatur dalam SNI 03-0691-1996 dengan klasifikasi sebagai berikut :

1. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
2. Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir.
3. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki.



4. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisika Bata Beton

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12,5	0,16	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Selain itu, dalam SNI Pd. T-14-2003 telah menyaratkan kuat lentur perkerasan kaku adalah  $> 3$  MPa. Sedangkan untuk laju infiltrasi beton berpori belum ada peraturan yang ditetapkan di Indonesia. Menurut Smith, Early, Lia (2011), laju infiltrasi minimum untuk konstruksi baru adalah  $7 \times 10^{-4}$  m/s (100 in./hr). Nilai tersebut sama dengan yang rekomendasi untuk spesifikasi pengujian beton berpori di *New York State Department of Transportation* (NYSDOT 2011) dan *draft* spesifikasi oleh Caltrans.

Menurut Prabowo, Ary, Kusno (2013), beton berpori dari penelitian mereka belum memenuhi syarat untuk penggunaan sebagai perkerasan jalan normal. Karena kuat tekan beton berpori tidak memenuhi target kuat tekan minimal bata beton yang disyaratkan dalam SNI 03-0691-1996 yaitu sebesar 8,5 MPa dan kuat lentur beton berpori tidak memenuhi kuat lentur yang disyaratkan dalam SNI 1991 sebesar 3,78 MPa untuk perkerasan jalan normal, namun untuk penggunaan sebagai bahu jalan dan trotoar dapat diaplikasikan.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB III

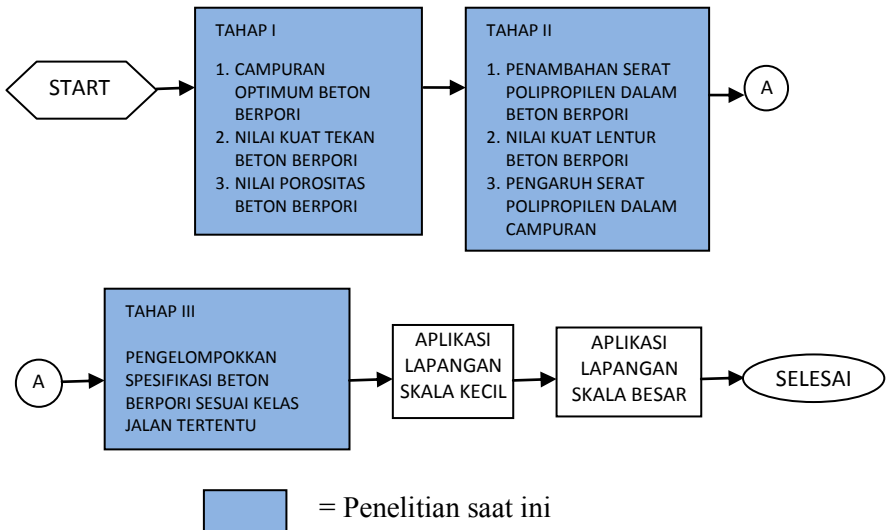
## METODOLOGI

### 3.1 Umum

Sebelum mengerjakan tugas akhir ini, maka perlu disusun langkah pengerjaan sesuai dengan uraian kegiatan yang akan dilakukan. Urutan pelaksanaan dimulai dari pengumpulan literatur dan pedoman penelitian hingga mencapai tujuan akhir dari penelitian

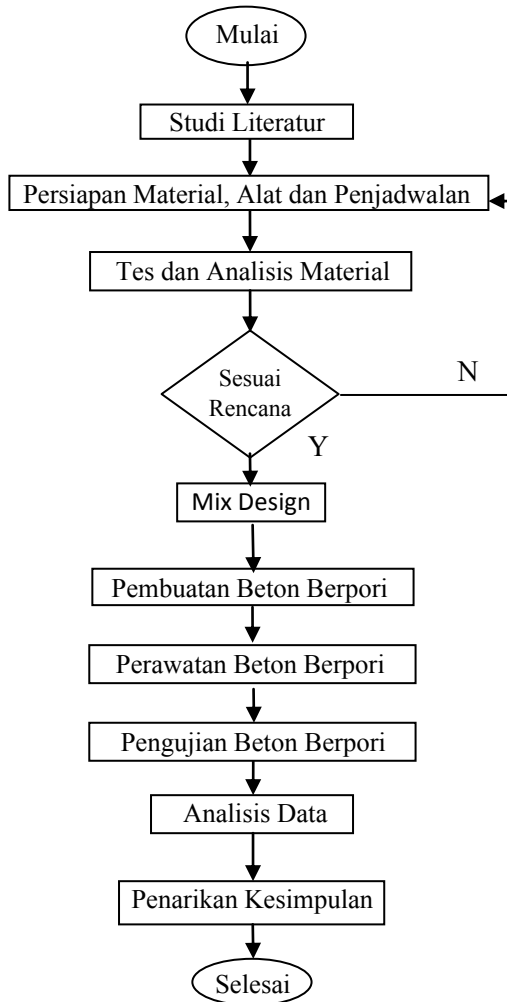
### 3.2 Peta Skema Penelitian Keseluruhan

Penelitian beton berpori ini dilakukan dengan tujuan agar dapat diaplikasikan dalam kehidupan nyata. Skema penelitian dibuat agar penelitian dapat berjalan lebih terarah.



Gambar 3.1 Skema Penelitian Keseluruhan

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian Beton Berpori

### **3.4 Studi Literatur**

Pada tahap studi literatur penelitian beton berpori ini digunakan jurnal-jurnal penelitian mengenai beton berpori, pengaruh komposisi agregat pada beton, metode pengerjaan dan pengujian beton berpori, serta pengaruh serat polipropilen pada beton dalam 10 tahun terakhir.

### **3.5 Persiapan Material dan Alat**

Tahap persiapan material dan alat mempunyai tujuan untuk mempersiapkan segala kebutuhan material dan alat agar penelitian dapat berjalan dengan cepat dan lancar sehingga mencapai hasil yang diharapkan.

#### **3.5.1 Material**

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah batu pecah dan serat polipropilen. Bahan lain yang digunakan adalah semen dan air.

##### **3.5.1.1 Semen tipe I OPC**

Semen Portland tipe I OPC merupakan jenis semen yang cocok untuk berbagai macam aplikasi beton yang tidak memerlukan syarat khusus. *Ordinary Portland Cement* (OPC) adalah semen hidrolis hasil penggilingan terak semen portland yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen tipe OPC memiliki kadar silika yang terbesar diantara tipe PPC dan PCC. Sehingga kekuatan lekatan OPC lebih dari tiga tipe semen tersebut. Namun, semen tipe OPC ini jarang ditemui langsung di pasaran.

##### **3.5.1.2 Batu Pecah 5/10**

Batu pecah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Pasuruan.

##### **3.5.1.3 Air**

Air yang dipakai dalam penelitian ini adalah air PDAM

### 3.5.1.4 Serat Polipropilen

Serat polipropilen merupakan material fabrikasi yang berfungsi untuk meningkatkan kuat lentur secara langsung dan kuat tekan beton secara tidak langsung.



Gambar 3.3 Serat Polipropilen

### 3.5.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Semen Indonesia. Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Timbangan
  - Timbangan digital
  - Timbangan manual
2. Mesin ayakan
3. Cetakan silinder, ukuran 10 x 20 cm
4. Cetakan balok, ukuran 40x10x10 cm
5. Karung goni, untuk *curing* beton
6. Alat bantu dalam pembuatan beton
  - Cetok semen
  - Gelas ukur
  - Molen

- Bak kosong
  - *Stopwatch*
  - Besi Penumbuk
7. Alat uji kuat tekan
  8. Alat uji kuat lentur
  9. Alat uji laju infiltrasi

### **3.6 Tes dan Analisis Material**

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap yang meliputi pemeriksaan fisik dan kimia, yaitu:

#### **1. Analisis Agregat Kasar**

Analisis yang dilakukan pada agregat kasar sesuai ASTM

- *Spesific gravity*, bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan daya serap agregat terhadap air
- Keausan (abrasi), dengan menggunakan alat Los Angeles bertujuan untuk mendapatkan nilai keausan dari agregat.
- Ayakan, menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

#### **2. Analisis Semen Portland**

Analisis yang dilakukan terhadap semen portland yaitu analisis berat jenis semen.

### **3.7 Beton Berpori**

Dalam penelitian beton berpori ini menggunakan 2 macam variabel bebas yaitu komposisi serat polipropilen dan CA/C, dengan faktor air semen sebesar 0,3 mengingat keperluan minimal air dalam reaksi dan berdasar jurnal pada umumnya,

### 3.7.1 Pembuatan sampel beton

Langkah – langkah pembuatan adukan beton:

- Persiapan Peralatan

Peralatan yang diperlukan harus dalam keadaan bersih saat sebelum digunakan kemudian diatur dengan rapi sesuai dengan rencana posisinya. Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

- a. Ember penakar
- b. Timbangan
- c. *Stopwatch*
- d. Molen dan mesinnya
- e. Cetok 2 buah ,
- f. Sekop 1 buah
- g. Penggaris atau meteran
- h. Besi penumbuk
- i. 3 buah cetakan silinder beton
- j. 1 cetakan balok
- k. Loyang pengaduk 2 buah

- Pembuatan adukan beton

Langkah – langkah pembuatan campuran beton yaitu :

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, kerikil serat polipropilen dan air sesuai dengan *mix design*.
- b. Memasukkan bahan – bahan tersebut ke dalam molen dengan urutan sebagai berikut:
  - Memasukkan semen dan agregat kasar
  - Memutar molen hingga adukan terlihat homogen.
  - Memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam molen.
  - Memasukkan serat polipropilen sedikit demi sedikit ke dalam molen.
- c. Memutar molen selama 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, campuran diaduk menggunakan cetok.
- d. Menuangkan campuran ke dalam loyang untuk dicetak.





Gambar 3.4 Molen dan mesinnya

- **Pembuatan Sampel Silinder dan Balok**

Untuk setiap adukan beton dibuat 3 buah sampel silinder dan 3 buah sampel balok. Adapun cara pembuatan sampel silinder dan balok adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan cetakan silinder dan balok yang telah diolesi dengan oli
- Memasukkan campuran beton kedalam cetakan sebanyak 3 lapis. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
- Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan besi penumbuk bagian bawah.

### **3.7.2 Perawatan (*Curing*)**

Perawatan sampel dilakukan dengan cara perawatan basah. Perawatan beton ini bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak

pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.

Adapun cara perawatannya adalah dengan meletakkan beton dalam air pada 3 hari pertama lalu menyelimuti beton dengan karung goni basah dan disiram dengan air secara teratur sampai umur beton 28 hari.



Gambar 3.5 Perawatan Basah Terhadap Beton Berpori

### 3.8 Jenis Pengujian

#### 3.8.1 Uji Berat Jenis dan Penyerapan Batu Pecah

- Ruang Lingkup  
Pengujian ini meliputi penentuan berat jenis rata-rata butiran (tidak termasuk rongga di antara butiran), berat jenis relatif dan penyerapan agregat kasar (batu pecah).
- Standar Rujukan  
*ASTM C127-07 : Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*
- Persiapan Sampel
  1. Batu pecah

2. Membuang bagian lolos ayakan 4,75 mm (#4), dan mencuci sampel untuk menghilangkan debu atau bahan lainnya yang melapisi batu pecah.

Tabel 3.1 Berat Sampel Agregat Kasar (Batu Pecah)

Ukuran Nominal Maksimum	Berat Minimum (Kg)
½" (12,5 mm)	2
¾" (19,0 mm)	3
1" (25,0 mm)	4
1 ½" (37,5 mm)	5
2" (50,0 mm)	8
2 ½" (63,0 mm)	12
3" (75,0 mm)	18
3 ½" (90,0 mm)	25
4" (100 mm)	40
5" (125 mm)	75

- Peralatan
  1. Timbangan dengan ketelitian 0,05% dari sampel
  2. Keranjang kawat, dengan kisi-kisi 3,35 mm, kapasitas 4-7 liter untuk ukuran butiran maksimum 37,5 mm
  3. Tangki air
  4. Ayakan 4,75 mm (#4)
  5. Oven
- Prosedur
  1. Menyiapkan sampel agregat dan mengeringkan pada suhu  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap.
  2. Mendinginkan sampel pada suhu ruang selama 1 - 3 jam.
  3. Merendam sampel dalam air selama  $24 \pm 4$  jam.
  4. Mengeluarkan sampel dari air, lap dengan kain penyerap sampai air pada permukaan hilang.
  5. Menimbang sampel di udara (B).

6. Menimbang sampel dalam air (C) pada temperatur air  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , mengguncangkan keranjang kawat selama perendaman untuk menghilangkan gelembung udara.
  7. Mengeringkan sampel pada suhu  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap.
  8. Mendinginkan sampel dan menimbang beratnya (A).
- Perhitungan
    1. Berat jenis relatif (*Specific Gravity*)
      - BJ kering oven =  $A/(B-C)$  (3-1)
      - BJ SSD =  $B/(B-C)$  (3-2)
      - BJ nyata =  $A/(A-C)$  (3-3)
    2. Penyerapan
      - % penyerapan =  $[(B-A)/A] \times 100$  (3-4)
 Dimana :
      - A = berat sampel kering oven, gram
      - B = berat sampel SSD di udara, gram
      - C = berat sampel di dalam air, gram

### 3.8.2 Uji Ketahanan Aus Agregat dengan Mesin Los Angeles

- Ruang Lingkup  
Pengujian ini meliputi penentuan ketahanan aus dari agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles.
- Standar Rujukan  
ASTM C131 : *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*
- Persiapan Sampel
  1. Batu pecah dalam kondisi SSD dengan berat sesuai gradasi yang digunakan seperti yang tertera pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Berat dan Gradasi Sampel Uji Keausan Agregat

Ukuran Saringan		Berat dan Gradasi Sampel ( Gram)						
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
75	63					2500		
63	50					2500		
50	37,5					5000	5000	
37,5	25	1250					5000	5000
25	19	1250						5000
19	12,5	1250	2500					5000
12,5	9,5	1250	2500					
9,5	6,3			2500				
6,3	4,75			2500				
4,75	2,36				5000			
Jumlah Bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola		5000	4584	3330	2500	5000	5000	5000

- Peralatan
  1. Mesin LosAngeles dengan 30-33 rpm
  2. Ayakan
  3. Timbangan
  4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400 - 440 gram.
  5. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
- Prosedur
  1. Menyiapkan sampel agregat.
  2. Menimbang sampelsesuai tabel yang merupakan berat mula-mula(A).
  3. Memasukkan sampel dan bola besi ke dalam mesin Los Angeles.
  4. Menjalankan mesin Los Angeles.

5. Mengeluarkan dari mesin dan ayak dengan ayakan #12 (1,70 mm).
  6. Mencuci bagian yang tertahan ayakan dan mengerikan pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya konstan.
  7. Menimbang berat akhir (B).
- Perhitungan
 
$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (3-5)$$

### 3.8.3 Uji Ayakan Batu Pecah

- Ruang Lingkup  
Pengujian ini meliputi penentuan distribusi ukuran butiran dari agregat kasar dengan menggunakan ayakan.
- Standar Rujukan  
ASTM C136 : *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.*
- Persiapan sampel
  1. Sampel uji sesuai IK/5169/001.
  2. Sampel uji agregat kasar yang jumlahnya sesuai Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Berat Sampel Uji Agregat Kasar

Ukuran Butir Maksimum		Berat Minimum (Kg)
3/8"	9,5 mm	1
1/2"	12,5 mm	2
3/4"	19,0 mm	5
1"	25,0 mm	10
1 1/2"	37,5 mm	15
2"	50 mm	20

- Peralatan
  1. Timbangan, untuk untuk agregat kasar dengan pembacaan 0,5 gram dan ketelitian 0,1%.
  2. Ayakan agregat kasar : 9,5 mm ( $3/8''$ ); 12,5 mm ( $1/2''$ ); 19,0 mm ( $3/4''$ ); 25.0 mm (1''); 37,5 mm ( $1\frac{1}{2}''$ ); 50 mm (2'')
  3. Mesin penggetar
  4. Oven
- Prosedur
  1. Menyiapkan sampel agregat.
  2. Mengeringkan sampel agregat dengan suhu  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya konstan.
  3. Mendinginkan sampel agregat dan timbang sesuai tabel.
  4. Memasukkan kedalaman ayakan dengan susunan ukuran paling besar diatas dan paling bawah adalah pan.
  5. Mengguncang dengan mesin penggetar pada periode waktu yang cukup.
  6. Menimbang bagian yang tertinggal pada setiap ayakan.
- Perhitungan
  1. Menghitung persentase bagian tertinggal pada tiap-tiap ayakan dengan dasar total berat awal sampel kering.
  2. Menghitung presentase kumulatif bagian tertinggal dan lolos.

#### **3.8.4 Uji Berat Jenis Semen**

- Ruang Lingkup  
Cara pengujian ini meliputi penentuan berat jenis semen
- Standar Rujukan  
ASTM C188-89 : *Standard Method of Test for Density of Hydraulic Cement*

- Persiapan sampel
  1. Semen Portland tipe I OPC
  2. Minyak tanah
- Peralatan
  1. Timbangan analisis 2600 gram
  2. Labu takar 500 cc
  3. Corong
  4. Cawan aluminium
- Prosedur
  1. Menimbang semen sebanyak 250 gram
  2. Menimbang labu takar 500 cc
  3. Memasukkan semen dengan menggunakan corong ke dalam labu takar dan beratnya ditimbang untuk dikontrol
  4. Mengisi labu takar dengan minyak tanah hampir penuh dan labu takar diputar-putar agar gelembung udara keluar
  5. Menambahkan minyak tanah hingga batas kapasitas labu takar, kemudian timbang.
  6. Semen dan minyak dikeluarkan dan labu takar dibersihkan dengan minyak tanah untuk langkah percobaan berikutnya.
  7. Mengisi labu takar dengan minyak tanah hingga batas kapasitas, dan beratnya ditimbang.

- Perhitungan

$$\text{Berat jenis} = \frac{0,8 w_1}{(w_1 + w_3 - w_2)} \text{ gr/cm}^3 \quad (3-6)$$

Dimana :

$w_1$  = berat semen, gram

$w_2$  = berat semen+minyak+labu takar, gram

$w_3$  = berat labu takar + minyak, gram

### 3.8.5 Uji Kuat Tekan Beton

- Ruang Lingkup  
Cara pengujian ini meliputi penentuan kekuatan tekan sampel beton berpori.



- Standar Rujukan  
ASTM C39 : *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*
- Persiapan sampel
  1. Sampel silinder
    - Beda pengukuran diameter satu dengan yang lain dari sampel yang sama, tidak boleh lebih sebesar 2%.
    - Permukaan harus ditutup (*capping*) sesuai IK/5063/015.



Gambar 3.6 Alat *Capping*

- Untuk menghitung luas penampang, gunakan rata-rata dari 2 diameter yang diukur pada sudut yang tepat dan mendekati 0,25 mm
  - Penyimpangan dari sumbu tegak lurus tidak boleh lebih besar  $0.5^\circ$  ( $\pm 3\text{mm}$  dalam 300 mm)
2. Sampel yang dirawat dalam kelembaban harus dijaga tetap lembab sampai saat pengujian yang waktu toleransinya seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Toleransi Waktu Umur Pengujian

Umur Pengujian	Toleransi yang diijinkan
24 jam	$\pm 0,5$ jam atau 2,1%
3 hari	$\pm 2$ jam atau 2,8%
7 hari	$\pm 6$ jam atau 3,6%
28 hari	$\pm 20$ jam atau 3,0%
90 hari	$\pm 2$ hari atau 2,2%

- Peralatan

1. Mesin tekan, mempunyai kapasitas dan kemampuan yang cukup dan terkalibrasi. Pembebanan secara kontinyu dan pelan-pelan tanpa kejutan.



Gambar 3.7 Alat Uji Tekan

2. Penggaris, untuk mengukur dimensi sampel.

- Prosedur
  1. Membersihkan landasan mesin tekan dan permukaan sampel.
  2. Menempatkan sampel tepat pada sumbu landasan mesin tekan.
  3. Memberi beban secara kontinyu tanpa kejutan dalam rentang 2-4 kg/mm<sup>2</sup>/s
  4. Pengujian sampai sampel runtuh, dan mencatat sebagai beban maksimum.
- Perhitungan
 

Koreksi kuat tekan untuk sampel silinder dimana ratio panjang dan diameter (L/D) lebih kecil 1,8.

Tabel 3.5 Koreksi Kuat Tekan untuk Sampel Silinder

L/D	1,75	1,5	1,25	1
Faktor	0,98	0,96	0,93	0,87

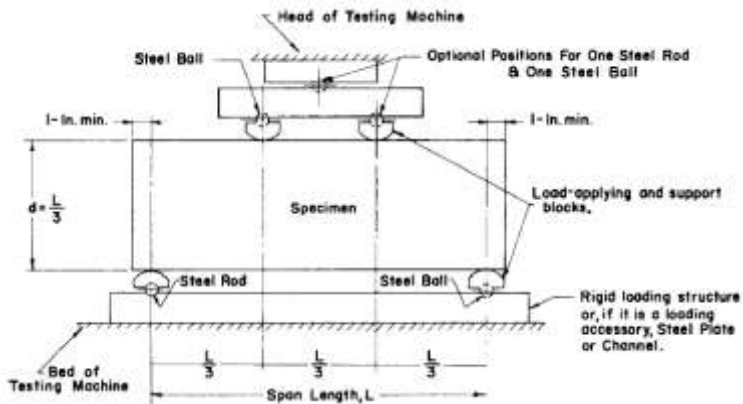
### 3.8.6 Uji Kuat Lentur Beton

- Ruang Lingkup
 

Cara pengujian ini meliputi penentuan kekuatan lentur sampel beton berpori
- Standar Rujukan
 

ASTM C78-02 : *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*
- Persiapan sampel
  1. Sampel balok 40x10x10 cm.
  2. Sampel yang dirawat dalam kelembaban.
- Peralatan
  1. Mesin tekan, mempunyai kapasitas dan kemampuan yang cukup dan terkalibrasi.
  2. Penggaris, untuk mengukur dimensi sampel.
- Prosedur
  1. Membersihkan landasan mesin tekan dan permukaan sampel.

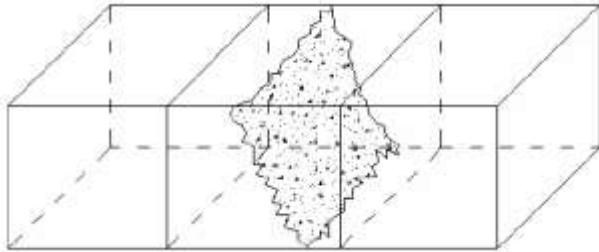
2. Menempatkan sampel tepat pada sumbu landasan mesin tekan.
3. Melakukan pembebanan dengan kecepatan  $8 \text{ kg/cm}^2 - 10 \text{ kg/cm}^2$  per menit.
4. Mengurangi kecepatan pembebanan menjelang benda uji patah.
5. Menghentikan pembebanan setelah benda uji patah.
6. Mengukur dan mencatat lebar dan tinggi permukaan bidang patah.



Gambar 3.8 Pengujian Kekuatan Lentur Beton Dengan Metode *Third Point Loading*

- Perhitungan
  - a) Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah  $1/3$  jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_1 = \frac{PL}{bd^2} \quad (3-7)$$



Gambar 3.9 Patah pada 1/3 Bentang Tengah

- b) Untuk pengujian dimana patahnya sampel berada di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot a}{bd^2} \quad (3-8)$$

dimana :

$\sigma_1$  = kuat lentur sampel (MPa)

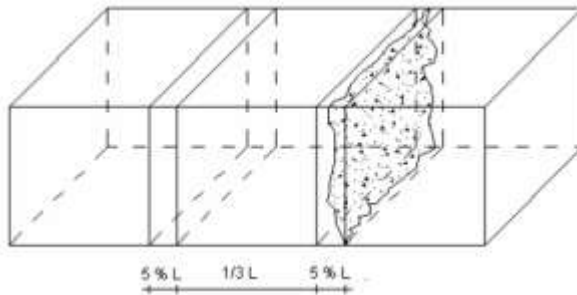
P = jumlah beban maksimal yang terbaca pada mesin uji (N)

b = lebar sampel (mm)

L = panjang bentangan (mm)

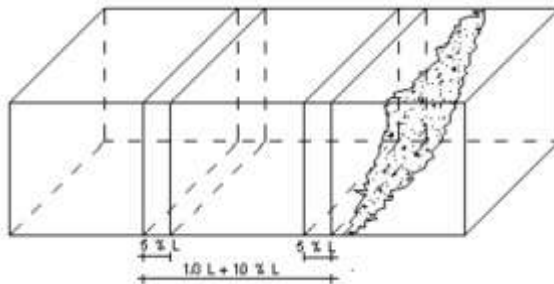
d = tinggi sampel (mm)

a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang



Gambar 3.10 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada  $< 5\%$  dari Bentang

- c) Untuk pengujian dimana patahnya benda uji berada di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak digunakan.



Gambar 3.11 Patah di Luar 1/3 Bentang Tengah dan Garis Patah pada  $> 5\%$  dari Bentang

### 3.8.7 Uji Laju Infiltrasi

- Ruang Lingkup

Cara pengujian ini meliputi penentuan laju infiltrasi yang menunjukkan tingkat porositas sampel beton berpori

- Standar Rujukan  
ASTM C1701/C1701M : *Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*
- Persiapan sampel
  1. Sampel balok 40x10x10 cm.
  2. Sampel yang dirawat dalam kelembaban.
  3. Sampel harus pada keadaan jenuh pada saat pengujian, sehingga dapat dipastikan aliran air tidak meresap ke agregat.
- Peralatan
  1. Alat ujiinfiltrasi, merupakan modifikasi dari alat uji yang digunakan menurut standar ASTM C1701, terdiri atas :
    - galon yang dilengkapi dengan kran
    - pompa benam
    - bak air
  2. Cincin infiltrasi, dibuat dari gelas ukur plastik yang dipotong bagian dasarnya, dan diberi tanda pada tinggi 1,5 cm menggunakan spidol.
  3. Plastisin.
  4. *Beaker glass*, kapasitas 1000 ml.
  5. Penggaris, untuk mengukur dimensi sampel.



Gambar 3.12 Pengujian Infiltrasi

- Prosedur
  1. Membersihkan permukaan sampel.
  2. Memasang plastisin pada bagian tepi bawah cincin infiltrasi.
  3. Menempatkan cincin infiltrasi di tengah sampel.
  4. Menekan plastisin ke permukaan sampel dan sekeliling tepi bawah cincin infiltrasi agar kedap air.
  5. Meletakkan sampel di bawah kran alat uji infiltrasi.
  6. Membuka kran, dan membiarkan air mengisi cincin infiltrasi hingga mencapai tanda, dan permukaan air konstan pada tanda tersebut.
  7. Menggeser sampel ke tepi.
  8. Memulai pengujian dengan meletakkan beaker glass di bawah aliran bersamaan dengan mencatat waktunya hingga air mencapai 1000 ml. Pengujian dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 2 menit setelah sampel digeser ke tepi.
  9. Melakukan pengujian pada bagian tepi kanan dan kiri sampel.



- Perhitungan

$$I = \frac{KM}{D^2 \times t} \quad (3-8)$$

dimana :

I = Laju infiltrasi, mm/h (in./h)

K = 4.583.666.000 dalam unit SI atau 126.870 dalam unit  
(*inch-pound*)

M = massa air yang terinfiltrasi, kg (lb)

D = Diameter cincin infiltrasi, mm (in.)

t = waktu yang diperlukan air menginfiltrasi beton, s

### 3.9 Hasil Penelitian

Setelah semua sampel sudah duji, maka data pengujian diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan antara komposisi serat polipropilen yang dipakai terhadap kuat tekan, kuat lentur, dan laju infiltrasi beton berpori.

### 3.10 Kesimpulan Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapat sifat pengaruh tiap variabel campuran beton terhadap besarnya kuat tekan, kuat lentur dan laju infiltrasi beton berpori.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

#### 4.1 Umum

Dalam bab ini akan dipaparkan hasil dari seluruh percobaan yang telah dilakukan untuk kemudian dibahas dan ditarik kesimpulan. Hasil percobaan meliputi hasil uji material dan hasil uji beton. Metode hasil pengujian dan analisis data berupa tabel dan grafik, kemudian akan dilakukan pembahasan dari tiap analisis.

#### 4.2 Data Hasil Analisis Material

##### 4.2.1 Batu Pecah

##### 4.2.1.1 Analisis Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah

Pengujian berat jenis batu pecah dilakukan pada ukuran 5/10. Hasil uji berat jenis batu pecah dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisis Berat Jenis dan Penyerapan Batu Pecah Pasuruan

Nama contoh	: agregat Pasuruan	
Temperatur Ruang,	: 25°C	
Kelembaban nisbi	: 75%	
URAIAN	I	II
	(gram)	(gram)
Berat contoh SSD di udara (B)	411	130,3
Berat contoh SSD di dalam air (C)	259,3	83
Berat contoh SSD kering oven (A)	406,8	128,3
Perhitungan :		
1. Berat jenis relatif ( <i>specific gravity</i> )	gr/cm <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>
a. BJ kering oven = $\frac{A}{B-C}$	2,68	2,71

b. BJ SSD = $\frac{B}{B-C}$	2,71	2,75
c. BJ nyata	2,76	2,83
2. Penyerapan air = $\frac{(B-A)}{A} \times 100\%$	1,03	1,56

Berdasarkan SNI 1737-1989, syarat berat jenis batu pecah yang diperbolehkan adalah  $2,5 \text{ gr/cm}^3$ . Dari dua kali pengujian, didapatkan berat jenis batu pecah Pasuruan dengan nilai rata-rata  $2,74 \text{ gr/cm}^3$ . Angka tersebut masih memenuhi standar sehingga batu pecah ini dapat digunakan dalam campuran pembuatan beton. Penyerapan air batu pecah sebesar  $1,56\%$  memenuhi persyaratan SNI 1737-1989 yaitu  $< 3\%$ .

#### 4.2.1.2 Analisis Keausan Batu Pecah

Sampel untuk uji keausan batu pecah dipilih gradasi B, bahan lolos 19 mm sampai tertahan 9,5 mm dengan jumlah bola 11 buah dengan 500 putaran. Hasil analisis keausan batu pecah dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisis Keausan Batu Pecah

Nama contoh	: agregat Pasuruan	
Temperatur Ruang,	: 25°C	
Kelembaban nisbi	: 75%	
URAIAN		NILAI
Berat Contoh sebelum diuji (A)		(Gram)
Lolos pada ayakan	Tertahan diatas ayakan	
75 mm (3")	63 mm (2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	
63 mm (2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	50 mm (2")	
50 mm (2")	37,5 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	
37,5 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	25 mm (1")	
25 mm (1")	19 mm (3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " )	
19 mm (3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " )	12,5 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	2500,7
12,5 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " )	9,5 mm (3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " )	2509,4
9,5 mm (3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " )	6,3 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " )	
6,3 mm (1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " )	4,75 mm (#4)	
4,75 mm (#4)	2,36 mm (#8)	
<b>Jumlah berat awal</b>		5010,1
<b>Berat Contoh Setelah Diuji (B)</b> <b>Bagian tertinggal diatas ayakan 1,70 mm (#12)</b>		4226,4
<b>Perhitungan :</b> <b>Keausan (%) = <math>\frac{A-B}{A} \times 100\%</math></b>		15,64

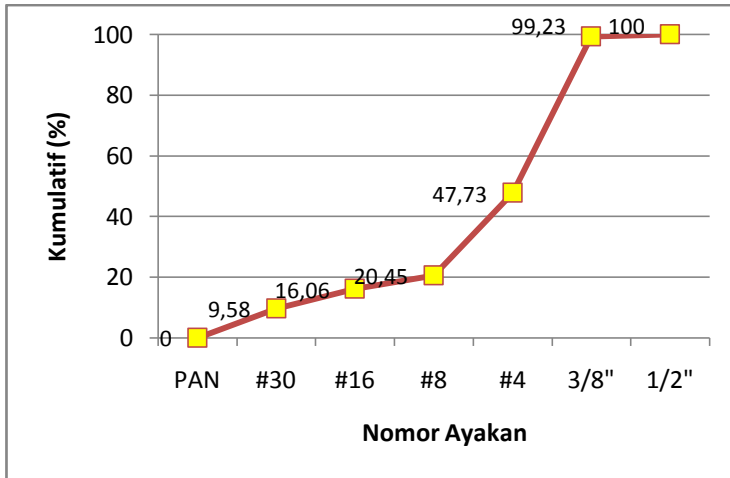
Dari uji keausan yang sudah dilakukan, didapatkan bahwa batu pecah sebagai agregat kasar dalam percobaan ini mempunyai tingkat kekerasan yang sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai keausan sebesar 15,64% yang telah memenuhi syarat dari SNI 03-2417-1991 yaitu <40% sehingga agregat dinyatakan baik untuk dijadikan bahan perkerasan jalan.

#### 4.2.1.3 Analisis Ayakan Batu Pecah

Menurut ACI 522R-10, ukuran agregat kasar yang biasa digunakan adalah 7 ( $\frac{1}{2}$ " - #4), 8 ( $\frac{3}{8}$ " - #8), 67 ( $\frac{3}{4}$ " - #4), and 89 ( $\frac{3}{8}$ " - #16). Dengan dilakukan analisis ayakan ini dapat diketahui bagaimana persediaan material untuk ukuran rencana batu pecah yang digunakan dalam penelitian. Hasil pengujian ayakan batu pecah ditampilkan dalam Tabel 4.3 dan Gambar 4.1

Tabel 4.3 Analisa Gradasi Ayakan

Ukuran Ayakan			Tinggal Pada Ayakan		Kumulatif	
No	mm	Inch	gram	%	% tinggal	% lolos
	12,70	1/2"	0	0	0	100,00
	9,53	3/8"	22	0,77	0,77	99,23
#4	4,75		1481	51,50	52,27	47,73
#8	2,36		784,6	27,29	79,55	20,45
#16	1,18		126,1	4,39	83,94	16,06
#30	0,60		186,2	6,48	90,42	9,58
PAN	PAN		275,6	9,58	100,00	0,00
Jumlah			2875,5	100,00		



Gambar 4.1 Grafik Analisis Ayakan Batu Pecah

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.1, batu pecah Pasuruan yang lolos ayakan 3/8" sebanyak 99,23% dan yang tertahan ayakan #8 sebanyak 79,55%. Dengan hasil tersebut, batu pecah ukuran 8 (3/8" - #8) digunakan dalam campuran beton berpori dengan persediaan material yang ada. Selain memperhatikan ketersediaan material, batu pecah ukuran 8 dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya (ACI 522R-10), mampu menghasilkan rongga yang optimum serta kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran lainnya. Pemanfaatan beton berpori telah berfokus pada bahu jalan dan lahan parkir. Untuk aplikasi ini, agregat dengan ukuran kecil digunakan untuk alasan estetika.

## 4.2.2 Semen

### 4.2.2.1 Analisis Berat Jenis Semen

Hasil uji berat jenis semen OPC dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Percobaan Berat Jenis Semen OPC

No. Percobaan	1	2	3
Berat semen(w1) (gram)	250	250	250
Berat semen+minyak+labu takar (w2) (gram)	736	746	769
Berat labu takar + minyak (w3) (gram)	505,5	562,5	586,1
$BJ = \frac{0,8 w_1}{(w_1+w_3-w_2)} (\text{gr/cm}^3)$	3,10	3,01	2,98
Rata-rata	3,03		

Berat jenis rata-rata semen OPC dari tiga kali pengujian sebesar 3,03 gram/cm<sup>3</sup>. Berat jenis semen ini masuk dalam syarat. SNI 2531–1991 yaitu sekitar 3,00 – 3,20 gr/cm<sup>3</sup>. Semen OPC yang digunakan dapat dikatakan sangat baik karena materialnya masih baru dan belum terkontak oleh udara.

## 4.3 Beton Berpori dengan Serat Polipropilen

Beton berpori dengan serat polipropilen adalah subyek akhir dari tugas akhir ini. Penelitian beton berpori ini menggunakan sampel berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan berbentuk balok 40x10x10 cm.

Pembuatan *mix design* dilakukan berdasarkan kajian literatur mengenai batasan material sesuai dengan ACI 522R-10 yang dapat dilihat dalam Tabel 4.5.



Tabel 4.5 Batasan Komposisi Material Acuan Pembuatan Beton Porus

Material	Proportions	
	(lb/yd <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
<i>Cementitious Material</i>	450-700	270-415
<i>Coarse Aggregate</i>	2000-2500	1190-1480
w/c	Tidak lebih dari 0.40 (0.27-0.34)	
CA/C	4:1 to 4.5:1	
<i>Fine/Coarse Aggregate</i>	0:1 to 1:1	

Dalam penelitian ini digunakan faktor air semen (w/c) 0,3. CA/C dipilih 3 variasi yaitu 4; 4,25 dan 4,5 yang diwakili oleh sampel A, B, dan C. Dari perhitungan, jumlah semen maksimum untuk CA/C 4,5 adalah 328 kg/m<sup>3</sup>, apabila lebih dari angka tersebut, maka jumlah agregat melebihi dari batasan komposisi acuan. Oleh karena itu, digunakan semen sebanyak 320 kg/m<sup>3</sup> dengan pertimbangan kemudahan pengerjaan serta batasan komposisi sesuai acuan.

Dari penelitian sebelumnya, penggunaan pasir mampu meningkatkan kuat tekan namun membuat porositas menurun. Dengan hipotesis bahwa serat polipropilen mampu mengontrol retak plastis sehingga kuat tekan diharapkan juga meningkat, maka *mix design* untuk penelitian beton berpori ini tidak menggunakan pasir, dan diharapkan kuat tekan optimum dapat dicapai tanpa mengurangi porositas dari beton berpori.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Masdar, Wihardi, Abdul (2014) dengan hasil optimum dicapai oleh *self compacting concrete* pada kadar serat polipropilen 1,25%, maka angka 1,2 dipakai sebagai acuan untuk variasi yang digunakan dalam penelitian ini. Serat polipropilen (PP) yang digunakan sebanyak 4 variasi kadar yaitu 0%; 0,6%; 1,2%; dan 1,8% dari berat semen. Variasi ini diwakili dengan nama sampel A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, dan C1, C2, C3,

C4. Detail *mix design* komposisi beton berpori dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Metode pencampuran dilakukan seperti yang dijelaskan dalam Bab III. Campuran kadar serat 0,6% membutuhkan waktu 5-10 menit untuk mencapai homogenitas. Sedangkan untuk kadar 1,2% dan 1,8% membutuhkan waktu pencampuran 10-15 menit, apabila melebihi waktu tersebut serat akan mengalami perubahan bentuk menjadi tidak beraturan seperti serabut. Selain itu, waktu melepas sampel dari cetakan untuk semua variasi adalah  $\pm 24$  jam setelah campuran dicetak.

Tabel 4.6 *Mix Design* Komposisi Beton Berpori 1 m<sup>3</sup>, Faktor Air Semen 0,3

Nama Sampel	CA/C	Semen	Air	Batu pecah	Serat PP		Berat total
		kg	kg	kg	%	kg	kg/m <sup>3</sup>
A1	4	320	96	1280	0	0	1696
A2	4	320	96	1280	0,6	1,92	1697,92
A3	4	320	96	1280	1,2	3,84	1699,84
A4	4	320	96	1280	1,8	5,76	1701,76
B1	4,25	320	96	1360	0	0	1776
B2	4,25	320	96	1360	0,6	1,92	1777,92
B3	4,25	320	96	1360	1,2	3,84	1779,84
B4	4,25	320	96	1360	1,8	5,76	1781,76
C1	4,5	320	96	1440	0	0	1856
C2	4,5	320	96	1440	0,6	1,92	1857,92
C3	4,5	320	96	1440	1,2	3,84	1859,84
C4	4,5	320	96	1440	1,8	5,76	1861,76

#### 4.3.1 Analisis Kuat Tekan Beton

Sampel yang sudah *dicapping*, merupakan sampel yang sudah siap diuji kuat tekan, seperti dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Sampel yang Sudah *Dicapping*



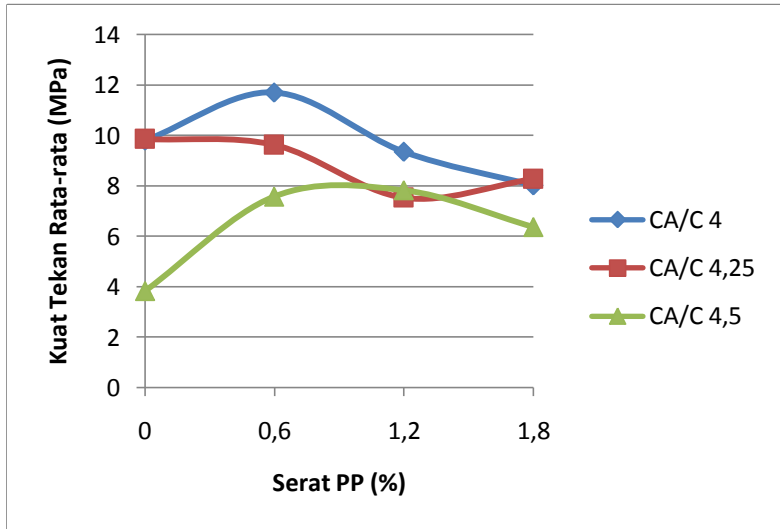
Gambar 4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Berpori

Pengujian beton dilakukan pada hari ke-28 dengan alat uji kuat tekan 300 T di Laboratorium Semen Indonesia Gresik, seperti yang terlihat pada Gambar 4.3. Berikut hasil uji kuat tekan masing-masing variasi ditampilkan dalam Tabel 4.4 yang kemudian dibuat grafiknya pada Gambar 4.7.

Tabel 4.7 Kuat Tekan Beton 28 Hari Dalam MPa

Nama Sampel	CA/C	Serat PP (%)	fc (MPa)			
			I	II	III	Rata-rata
A1	4	0	10,58	9,54	9,24	9,79
A2	4	0,6	11,87	11,38	11,87	11,71
A3	4	1,2	8,76	9,32	9,97	9,35
A4	4	1,8	7,50	7,46	9,09	8,02
B1	4,25	0	8,65	10,50	10,40	9,85
B2	4,25	0,6	10,11	8,42	10,33	9,62
B3	4,25	1,2	6,96	7,98	7,64	7,53
B4	4,25	1,8	9,75	6,26	8,77	8,26
C1	4,5	0	3,83	*	*	3,83
C2	4,5	0,6	7,03	8,62	7,10	7,58
C3	4,5	1,2	6,82	8,35	8,30	7,83
C4	4,5	1,8	7,42	6,07	5,60	6,37

\*sampel telah rontok sebelum diuji



Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori

Dalam Gambar 4.4, grafik pada sampel A dengan CA/C 4, memiliki puncak tertinggi dari ketiga sampel lain pada kadar serat 0,6%, namun mengalami penurunan ketika penggunaan serat ditingkatkan jumlahnya, dan semakin menurun tajam di titik 8,02 MPa pada kadar serat 1,8%.

Untuk grafik sampel B dengan CA/C 4,25, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi dicapai pada kadar serat 0%. Nilai kuat tekan pada kadar serat 0,6% mengalami penurunan namun tidak terlalu signifikan. Pada kadar serat 1,2% nilai kuat tekan semakin menurun, namun kembali meningkat pada kadar serat 1,8%.

Sedangkan grafik sampel C dengan CA/C 4,5 menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi berada pada kadar serat 1,2%, namun nilainya tidak beda jauh dengan nilai kuat tekan beton berkadar serat 0,6%. Dan penurunan nilai kuat tekan kembali terlihat pada kadar 1,8%

Beton berpori yang tidak menggunakan serat polipropilen mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang mengandung serat polipropilen. Namun penambahan serat polipropilen dalam campuran tidak selalu meningkatkan kuat tekan. Hal ini dapat dilihat dengan menggunakan serat sebanyak 1,8% mengakibatkan kuat tekan beton menurun tajam. Meningkatnya kadar serat dalam campuran beton, akan mengurangi ruang dari batu pecah, sehingga serat menyisip diantara batu pecah menghalangi pasta semen sebagai pengikat antar batu pecah. Selain itu, penggunaan jumlah semen yang sama dalam setiap variasi sampel mengakibatkan ikatan yang terjadi dalam campuran semakin melemah sehingga kekuatan tekan semakin menurun.



Gambar 4.5 Sampel C1 yang Tidak Dapat Diuji

Pada Gambar 4.5, terlihat sampel C1 mengalami kerontokan menyebabkan permukaan sampel tidak rata sehingga dua dari tiga sampel tidak dapat diuji. Sampel C1 rontok dapat dikarenakan kadar batu pecah yang tinggi dibandingkan dengan kadar semen sehingga hanya sedikit ikatan yang terbentuk.



Gambar 4.6 Sampel C4

Beton berpori dengan kadar serat polipropilen 1,8% dilihat dari segi fisiknya kurang baik, karena sebagian besar serat berada diluar sampel sehingga tampak tidak tercampur rata seperti pada Gambar 4.6 yang merupakan sampel C4, dengan CA/C 4,25 dan kadar serat 1,8%.





Gambar 4.7 Sampel A2

Dari hasil penelitian, beton berpori dengan bahan tambahan serat polipropilen mampu mencapai kuat tekan sebesar 11,7MPa. *Mix design* terbaik adalah sampel A2 dengan rasio CA/C 4 dan kadar serat polipropilen sebesar 0,6%.

Variasi sampel yang memenuhi syarat kuat tekan SNI 03-0691-1996 adalah A1, A2, A3, B1, dan B2 yang mencapai nilai kuat tekan  $\geq 8,5$  MPa yang termasuk dalam klasifikasi bata beton mutu D dapat digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Apabila mengacu pada ACI 522R-10, hampir semua variasi sampel dapat diaplikasikan sebagai saluran tepi kecuali sampel C1 dan C4.

### 4.3.2 Analisis Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton berpori dilakukan pada hari ke-28 dengan alat UTM di Laboratorium Semen Indonesia Gresik. Hasil pengujian menampilkan beban maksimum yang dapat diterima oleh sampel beton berpori, detail dapat dilihat dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Beban Maksimum yang Dapat Diterima oleh Sampel

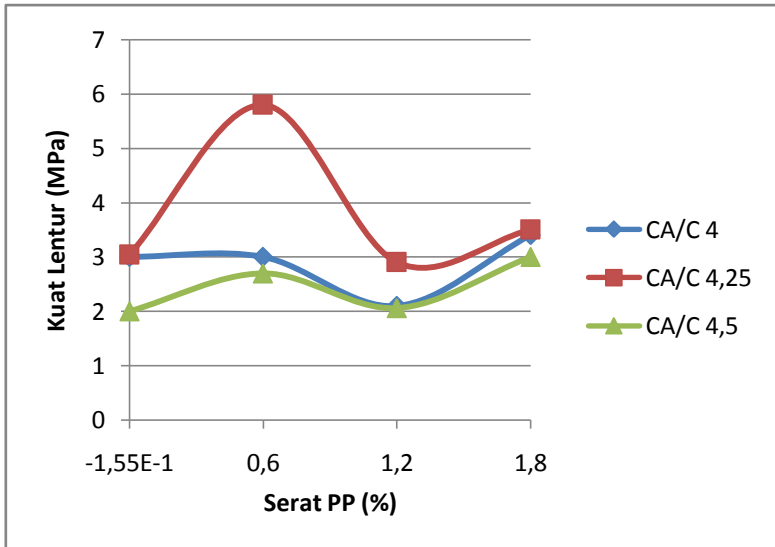
Nama Sampel	CA/C	Serat PP (%)	Beban Maks. (kg)
A1	4	0	750
A2	4	0,6	750
A3	4	1,2	525
A4	4	1,8	850
B1	4,25	0	760
B2	4,25	0,6	1450
B3	4,25	1,2	725
B4	4,25	1,8	875
C1	4,5	0	500
C2	4,5	0,6	675
C3	4,5	1,2	515
C4	4,5	1,8	750

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilakukan perhitungan kuat lentur. Hasil pengujian menunjukkan bidang patah terletak di daerah pusat (daerah  $1/3$  jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan (3-7).

Dengan data beban pada Tabel 4.8, serta dimensi sampel adalah  $L = 400 \text{ mm}$ ,  $b = d = 100 \text{ mm}$ , maka dapat diperoleh kuat lentur yang hasilnya ditampilkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Kuat Lentur (MPa)

Nama Sampel	CA/C	Serat PP (%)	Kuat lentur (MPa)
A1	4	0	3
A2	4	0,6	3
A3	4	1,2	2,1
A4	4	1,8	3,4
B1	4,25	0	3,04
B2	4,25	0,6	5,8
B3	4,25	1,2	2,9
B4	4,25	1,8	3,5
C1	4,5	0	2
C2	4,5	0,6	2,7
C3	4,5	1,2	2,06
C4	4,5	1,8	3



Gambar 4.8 Grafik Kuat Lentur Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori

Nilai kuat lentur optimum didapat oleh sampel B dengan kadar serat 0,6%. Namun mengalami penurunan pada kadar serat 1,2%, dan kembali naik meskipun tidak terlalu signifikan pada kadar serat 1,8%.

Sampel A dengan CA/C 4, memiliki nilai kuat lentur yang konstan pada penambahan serat 0,6%. Seperti halnya pada sampel B, sampel A pada kadar serat 1,2% mengalami penurunan kuat lentur dan mengalami kenaikan pada kadar serat 1,8%.

Pada sampel C dengan CA/C 4,5, menghasilkan nilai kuat lentur terendah pada campuran tanpa serat. Penambahan serat 0,6% dapat menaikkan nilai kuat lentur. Namun pada saat serat dengan kadar 1,2% ditambahkan, nilai kuat lentur mengalami penurunan yang nilainya tidak jauh dari kuat lentur A3, dan kuat lentur kembali naik pada kadar serat 1,8%.



Gambar 4.9 Sampel C1 yang Telah Diuji



Gambar 4.10 Sampel C3 yang Telah Diuji

Beton berpori yang mengandung serat polipropilen mempunyai nilai kuat lentur yang lebih tinggi daripada yang tidak mengandung serat, namun kadar penambahan seratnya tidak perlu terlalu banyak. Peningkatan kuat lentur terhadap beton dengan kandungan serat ini mungkin akibat dari distribusi beban yang baik di bagian bagian yang patah. Serat dalam sampel yang dikenai beban akan tertarik yang memperlambat proses patah meskipun ikatan pasta semen semakin lemah. Penurunan kuat lentur yang terjadi pada kadar serat yang tinggi mungkin disebabkan oleh kerja serat yang tidak efektif karena serat banyak yang tertekuk di dalam sampel uji.

Bila dilihat pada Gambar4.9, pada sampel C1 langsung mengalami patah atau langsung terbelah pada saat dikenai beban, sedangkan pada sampel C3, seperti yang tampak pada Gambar 4.10, sampel masih mencoba mempertahankan bentuknya karena serat polipropilen yang bekerja dengan kemampuan tariknya.

Dari hasil penelitian di atas, beton berpori yang menggunakan serat polipropilen mampu menahan beban sebesar 1450 kg dengan kuat lentur sebesar 5,8 MPa dicapai oleh sampel B2 dengan CA/C 4,25 dan serat polipropilen 0,6%.

Sampel yang memenuhi syarat SNI Pd. T-14-2003 adalah A4, B1, B2, dan B4 yang mencapai nilai kuat lentur  $> 3$  MPa sehingga dapat diaplikasikan untuk perkerasan.

### 4.3.3 Analisis Laju Infiltrasi (Porositas)

Sampel yang digunakan untuk uji laju infiltrasi ini adalah sampel berukuran 400 x 100 x 100 mm pada umur perawatan 28 hari sebelum dilakukan uji kuat lentur. Pengujian dilakukan dengan alat uji laju infiltrasi yang ada di laboratorium PT. Semen Indonesia. Pengujian dilakukan di tiga titik yang berbeda pada sampel sehingga diperoleh tiga hasil berupa waktu (dengan pembulatan) yang diperlukan oleh air untuk berinfiltrasi ke dalam beton berpori.

Tabel 4.10 Hasil Uji Waktu Infiltrasi Air pada Tiga Titik Beton Berpori

Nama Sampel	CA/C	Serat PP (%)	Hasil uji di titik ke- (s)			
			I	II	III	Rata-rata
A1	4	0	16	21	17	18,0
A2	4	0,6	14	13	11	12,7
A3	4	1,2	14	12	14	13,3
A4	4	1,8	14	14	16	14,7
B1	4,25	0	17	13	15	15,0
B2	4,25	0,6	12	11	14	12,3
B3	4,25	1,2	13	13	12	12,7
B4	4,25	1,8	14	16	13	14,3
C1	4,5	0	12	12	18	14,0
C2	4,5	0,6	11	12	12	11,7
C3	4,5	1,2	12	11	13	12,0
C4	4,5	1,8	12	13	11	12,0

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilakukan perhitungan laju infiltrasi menggunakan rumus (3-8). Dengan data waktu pada Tabel 4.10, serta  $M$  adalah jumlah air yang berinfiltrasi atau sama dengan volume *beaker glass* yaitu 1000 ml = 1 kg, nilai  $K$  dalam satuan SI adalah 4.583.666.000, dan diameter cincin infiltrasi

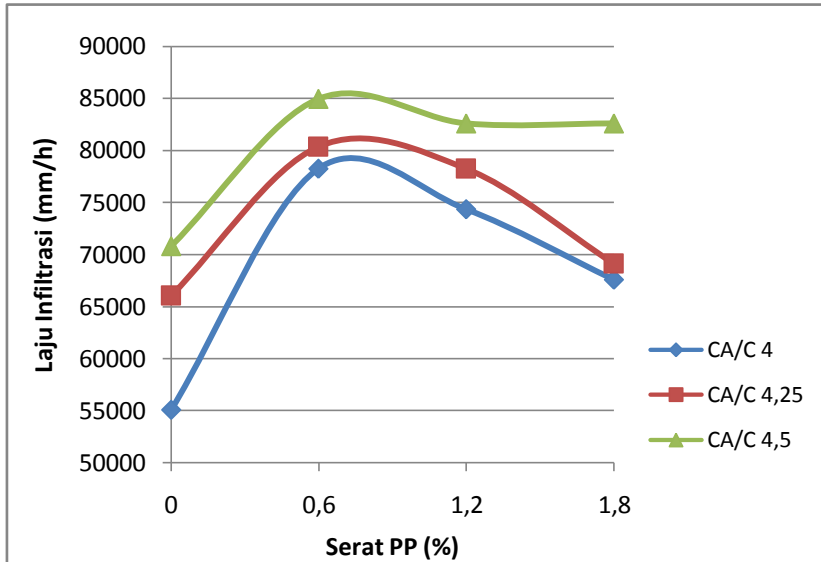
adalah 68 mm, maka dapat diperoleh laju infiltrasi yang hasilnya ditampilkan dalam Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Laju Infiltrasi (mm/h)

Nama Sampel	CA/C	Serat PP (%)	Waktu rata-rata	Laju Infiltrasi (mm/h)
A1	4	0	19,3	55071
A2	4	0,6	12,7	78258,7
A3	4	1,2	13,3	74345,8
A4	4	1,8	14,7	67587,1
B1	4,25	0	15,0	66085,1
B2	4,25	0,6	15,0	80373,8
B3	4,25	1,2	14,7	78258,7
B4	4,25	1,8	14,3	69158,9
C1	4,5	0	14,0	70805,5
C2	4,5	0,6	11,7	84966,6
C3	4,5	1,2	12,0	82606,4
C4	4,5	1,8	11,3	82606,4



Hasil tersebut digambarkan dalam grafik laju infiltrasi akibat penambahan serat di bawah ini.



Gambar 4.11 Grafik Laju Infiltrasi Akibat Persentase Serat Polipropilen pada Beton Berpori

Sampel C dengan CA/C 4,5 menunjukkan hasil laju infiltrasi tertinggi di antara ketiga sampel. Beton berpori tanpa serat menghasilkan laju infiltrasi yang rendah, kemudian laju infiltrasi meningkat ketika serat ditambahkan sebanyak 0,6%. Laju infiltrasi menurun ketika kadar serat 1,2%, namun penurunan tidak terlalu besar diikuti dengan laju infiltrasi pada kadar serat 1,8% yang konstan.

Diantara ketiga jenis sampel beton berpori dengan kadar serat 0%, laju infiltrasi terendah adalah sampel A. Hal ini dapat disebabkan karena nilai CA/C 4 berpengaruh pada jumlah rongga yang terbentuk menjadi semakin sedikit akibat distribusi agregat yang baik untuk menutup rongga.

Bila dilihat, beton berpori yang menggunakan serat polipropilen lebih tinggi laju infiltrasinya dari pada beton berpori yang tidak menggunakan serat polipropilen dengan kadar 0,6%. Hal ini dapat disebabkan oleh serat yang terdistribusi secara optimal mampu meloloskan aliran air dengan baik. Sedangkan, penurunan laju infiltrasi pada beton berpori kadar serat 1,2% dapat disebabkan oleh kadar serat yang banyak di dalam sampel menutupi pori yang sudah terbentuk, sehingga menghalangi aliran air.



Gambar 4.12 Sampel C4

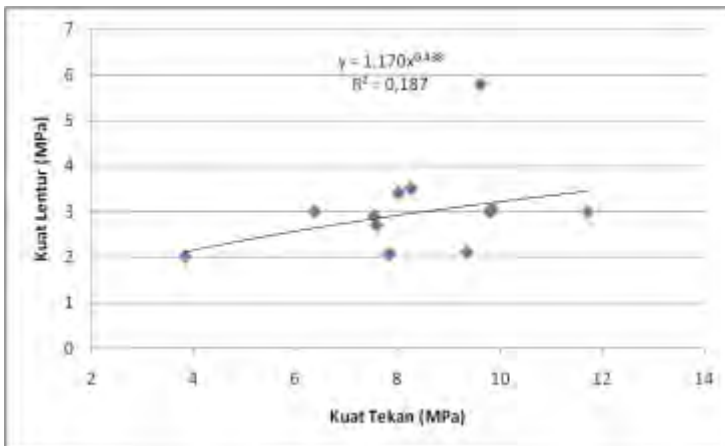
Beton berpori dengan kadar serat polipropilen 1,8% dilihat dari segi fisiknya kurang baik, karena sebagian besar serat berada diluar sampel, seperti pada Gambar 4.12 yang merupakan sampel C4 dengan CA/C 4,25 dan kadar serat 1,8%. Dengan tampilan fisik tersebut, dapat dikatakan distribusi serat di dalam beton berpori tidak optimal dan air yang mengalir menjadi lebih lambat atau tertahan di dalam sampel dan tidak di tembus ke bawah.

Dari hasil penelitian diatas, beton berpori yang menggunakan serat polipropilen mampu mencapai laju infiltrasi sebesar 84966,6 mm/h. *Mix design* terbaik adalah C2 dengan rasio agregat 4,25 dan serat polipropilen 0,6%.

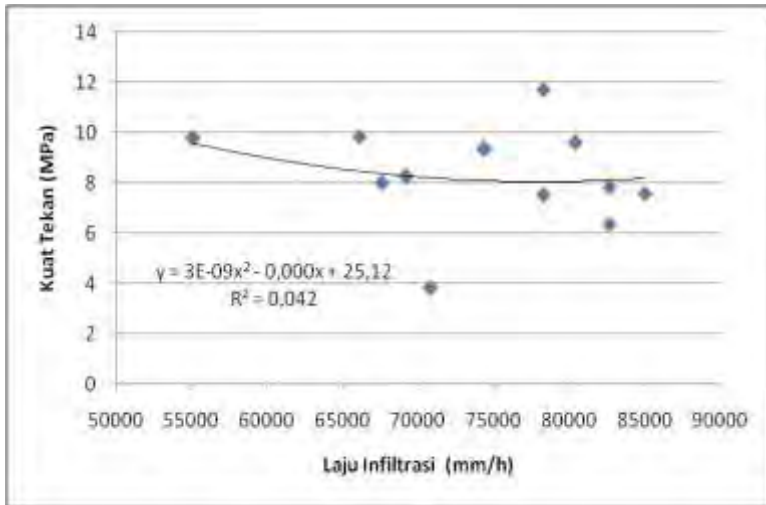
Nilai laju infiltrasi beton berpori yang direkomendasikan oleh NYSDOT 2011 dan Caltrans adalah 100 in./h atau 2564 mm/h. Sehingga seluruh variasi yang ada dalam penelitian ini dapat dikatakan memiliki porositas yang tinggi karena nilai laju infiltrasi yang mampu dicapai melebihi 50000 mm/h atau sekitar 2000 in./h.

#### 4.3.4 Analisis Hubungan Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Laju Infiltrasi (Porositas) Beton Berpori

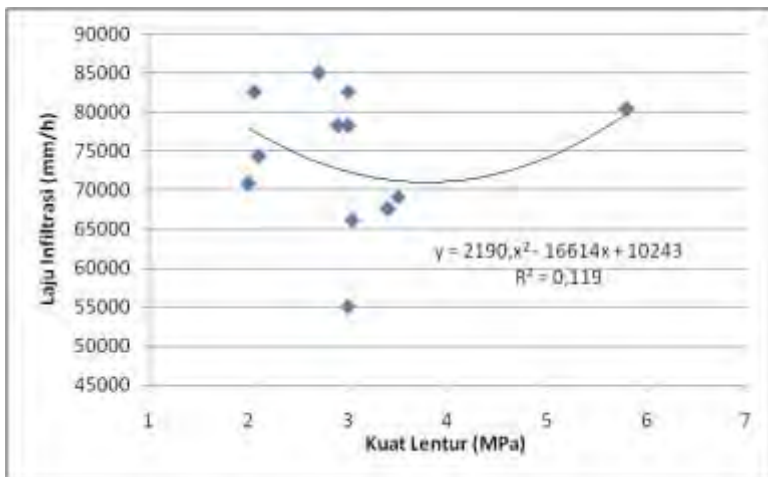
Dalam analisis untuk mengetahui adanya hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur, kuat tekan dan laju infiltrasi, serta kuat lentur dan laju infiltrasi digunakan diagram *scatter* untuk membantu dalam identifikasi adanya hubungan antara dua hal tersebut.



Gambar 4.13 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur untuk Beton Berpori



Gambar 4.14 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Laju Infiltrasi untuk Beton Berpori

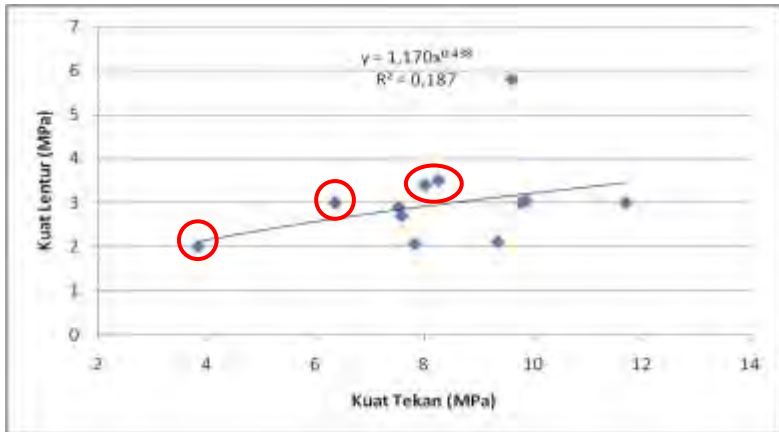


Gambar 4.15 Hubungan Antara Kuat Lentur dan Laju Infiltrasi untuk Beton Berpori

Pada Gambar 4.13 menggunakan garis trend *power*, Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 menggunakan garis trend polinomial dengan nilai regresi yang mendekati 0 menunjukkan bahwa korelasi data sangat lemah terlihat dari data tersebar menjauhi garis trend. Penyajian data *scatter* di atas yang tidak membentuk pola dapat diakibatkan oleh bias data. Setelah menganalisis lebih lanjut, peneliti meninjau beberapa hal yang menyebabkan bias data sebagai berikut :

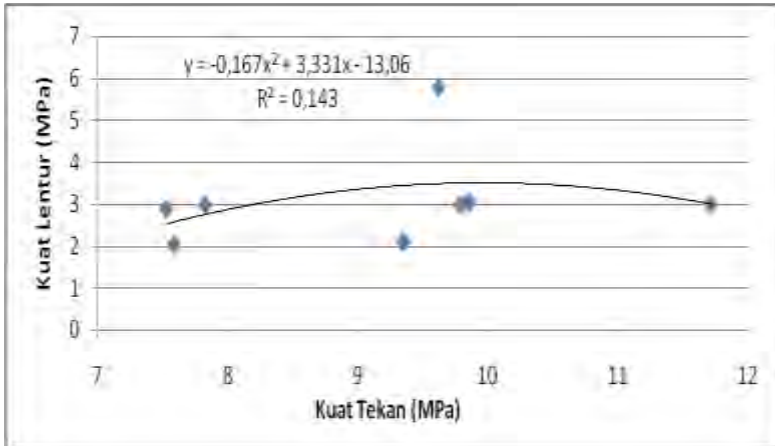
1. Penggunaan dua macam sampel yang berbeda, untuk sampel uji kuat tekan digunakan bentuk silinder, sedangkan sampel uji kuat lentur dan laju infiltrasi berbentuk balok.
2. Proses pemadatan yang tidak seragam karena dilakukan oleh orang yang berbeda.
3. Waktu yang diambil untuk melepas beton dari cetakan adalah  $\pm 24$  jam setelah campuran dicetak, namun beton berpori belum mengeras, sehingga terjadi kerontokan pada sampel.
4. Perawatan dengan cara basah yang kurang terkontrol. Karung goni seharusnya dijaga dalam keadaan *saturated*.
5. Permukaan beton berpori yang tidak rata menyebabkan kesulitan dalam proses *capping*, sehingga *capping* yang dihasilkan menjadi miring dan beban yang diterima tidak dapat terdistribusi dengan baik.

Berdasarkan beberapa hal yang menyebabkan bias data tersebut, maka peneliti melakukan seleksi data agar dapat menganalisis lebih lanjut.



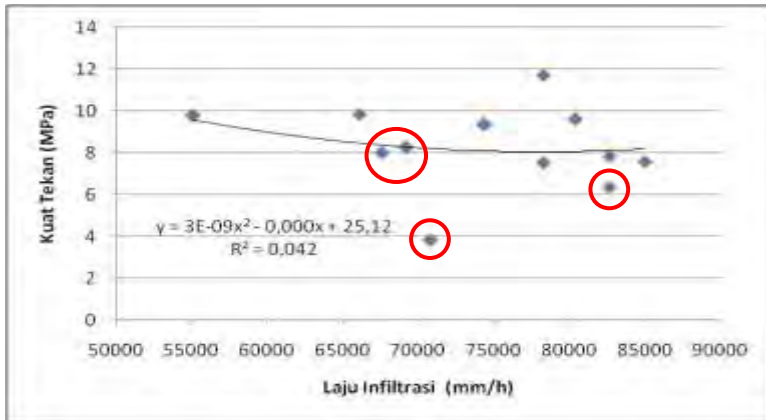
Gambar 4.16 Data yang dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Kuat Tekan dan Kuat Lentur)

Dalam Gambar 4.16, data yang dilingkari adalah data yang akan dianggap tidak ada. Untuk data C1 dianggap tidak ada karena pada saat pengujian kuat tekan hanya satu dari tiga sampel yang dapat diuji. Untuk sampel A4, B4, dan C4 adalah sampel dengan kadar serat 1,8% yang hasil *capping* miring akibat banyak serat di permukaan sampel, sehingga ketiga data tersebut dianggap tidak ada. Kemudian data yang ada disajikan kembali dalam diagram *scatter* untuk dianalisis.



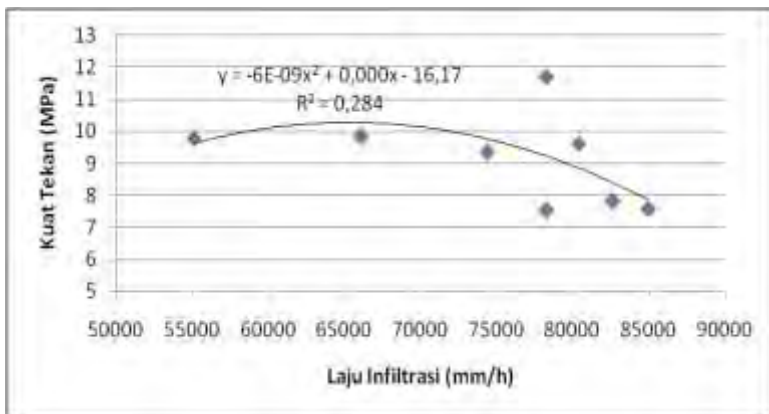
Gambar 4.17 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Berdasarkan Gambar 4.17, garis trend polinomial menunjukkan bahwa kuat lentur yang tinggi juga meningkatkan nilai kuat tekan. Hal ini dapat dikarenakan serat polipropilen bekerja dalam menahan retak akibat susut awal. Peningkatan kuat tekan tidak terlalu signifikan dibandingkan peningkatan kuat lentur, hal ini ditunjukkan oleh nilai regresi yang kecil maka hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur ini sangat lemah.



Gambar 4.18 Data yang Dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Laju Infiltrasi dan Kuat Tekan)

Dalam Gambar 4.18, data yang dilingkari adalah data C1, A4, B4, dan C4 yang akan dianggap tidak ada dengan pertimbangan seperti pada data hubungan kuat tekan dan kuat lentur yang kemudian disajikan kembali dalam diagram *scatter* untuk dianalisis.

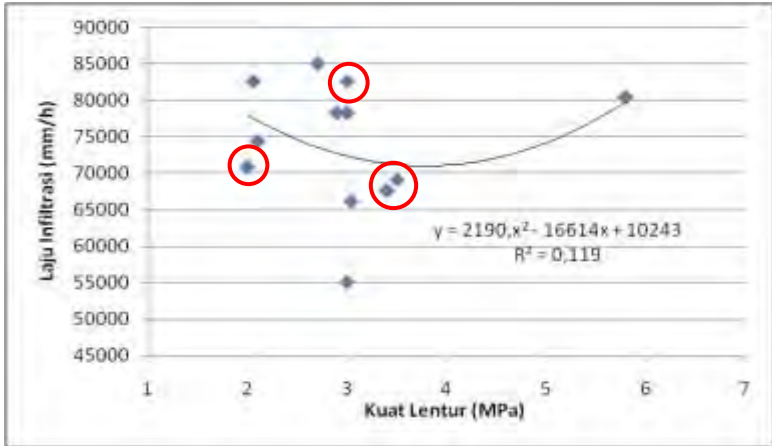


Gambar 4.19 Hubungan Laju Infiltrasi dan Kuat Tekan



Beton berpori dengan laju infiltrasi yang tinggi menunjukkan penurunan pada nilai kuat tekan, seperti yang tampak pada Gambar 4.19 yang menunjukkan garis trend polinomial. Pori yang terbentuk dengan jumlah banyak pada sampel menyebabkan beton kurang mampu menahan beban. Kuat tekan dari beton berpori merupakan fungsi dari kekuatan agregat dan karakteristik ikatan pasta semen. Dengan adanya serat yang mengisi ruang diantara pasta semen dan agregat, menyebabkan pasta semen lemah untuk mengikat agregat. Selain itu, keberadaan fisik serat yang tidak terurai memungkinkan untuk menahan aliran air walaupun kemungkinan untuk meloloskan air lebih besar karena kemampuan penyerapan air oleh serat adalah nol.

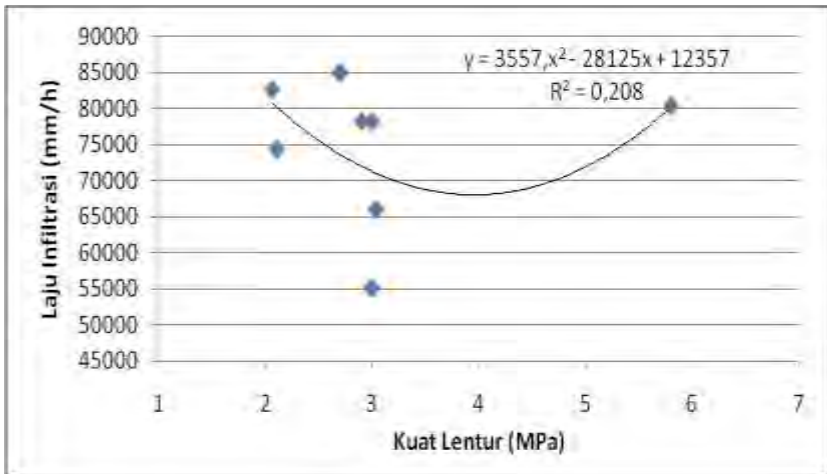
Pemilihan agregat yang digunakan merupakan batu pecah dengan keausan 15,64% kemungkinan juga berpengaruh pada nilai kuat tekan yang dihasilkan. Apabila keausan dibawah angka tersebut, maka kemungkinan nilai kuat tekan akan naik, tanpa mengubah perencanaan gradasi agregat sehingga porositas yang tinggi juga dapat tercapai. Pembentukan ikatan pasta yang kurang baik disebabkan rendahnya faktor air semen dan rasio agregat semen yang tinggi, sehingga campuran menjadi terlalu kering, dan ketika campuran mengeras, sampel menjadi rontok. Kekuatan ikatan pasta semen yang terbentuk masih kurang mampu mengikat serat polipropilen, sehingga fungsi dari serat menjadi kurang efektif.



Gambar 4.20 Data yang dilingkari adalah C1, A4, B4, dan C4 (Laju Infiltrasi dan Kuat Lentur)

Data A4, B4 dan C4 adalah data yang akan dianggap tidak ada untuk analisis hubungan laju infiltrasi dan kuat lentur. Hal ini dikarenakan beton berpori dengan kadar serat polipropilen 1,8% dilihat dari segi fisiknya sebagian besar serat berada diluar sampel, seperti pada Gambar 4.12 dapat dikatakan distribusi serat di dalam beton berpori tidak optimal. Serat polipropilen yang licin dengan kadar yang besar akan muncul ke permukaan sampel ketika proses pemadatan.

Dalam analisis hubungan ini, data C1 akan dianggap tidak ada karena sampel balok C1 dapat diuji untuk kuat lentur dan laju infiltrasi, sedangkan sampel silinder C1 yang mengalami kerontokan tidak dapat digunakan untuk uji kuat tekan. Hal ini dapat menjadi faktor bias data.



Gambar 4.21 Hubungan Laju Infiltrasi dan Kuat Lentur

Pada Gambar 4.21 menunjukkan jika kuat lentur bertambah, maka laju infiltrasi juga bertambah. Hal ini dapat disebabkan oleh serat polipropilen yang terdistribusi secara optimal mampu bekerja di bidang patah dan meloloskan aliran air dengan baik dalam sampel. Namun apabila melihat nilai regresi yang kecil, dapat dikatakan bahwa korelasi antara kuat lentur dan laju infiltrasi ini sangat lemah.

#### 4.3.5 Analisis Hasil Penelitian untuk Aplikasi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beton berpori dengan serat polipropilen dapat diaplikasikan sebagai bahan perkerasan adalah saluran tepi dan bahu jalan sesuai dengan acuan ACI 522R-10. Akan tetapi, apabila mengacu pada SNI 03-0691-1996 yang mensyaratkan kuat tekan beton 8,5 MPa dan kuat lentur dalam SNI Pd. T-14-2003 sebesar 3 Mpa, maka *mix design* B2 merupakan campuran terbaik untuk beton berpori dengan serat polipropilen karena menghasilkan kuat tekan sebesar 9,62 Mpa

dan kuat lentur sebesar 5,8 MPa dengan sampel B2 mencapai laju infiltrasi sebesar 80373,8 mm/h yang melampaui rekomendasi dari NYSDOT yaitu 2564 mm/h atau 100 in/h . Dari segi fisik, sampel B2 mempunyai tampilan yang baik karena serat polipropilen tercampur lebih merata dan seimbang dengan kadar batu pecah.



Gambar 4.22 Sampel B2

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 522R-10. 2010. *Report On Pervious Concrete*. USA: American Concrete Institute Committee 522.
- Adi, P. Okt. 2013. Kajian Jenis Agregat Dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Tembus Beton Porus dalam **Jurnal Teknik** Vol. 3 No. 2
- Adianto, Y.L.D dan Tri, B.J. Mar. 2006. "Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric Terhadap Karakteristik Beton Normal". *Civil Engineering Dimension*, Vol. 8, No. 1, 34–40, ISSN 1410-9530.
- Arnoldus, F.F. 2012. **Studi Analisa Pengaruh Dimensi Agregat Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Tingkat Porositas Air Untuk Beton Berpori Dengan Bahan Tambahan Fly Ash Pada Aplikasi Sidewalk**. Jakarta : Binus University
- Aziz, M.N dan Nurhayati, J. 2006. **Analisis Penambahan Serat Polypropylene Pada Rigid Pavement**. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Ferdian, F dan Amelia, M. 2011. **Studi Penelitian Komposisi Beton Berpori Dengan Variasi Jenis Dan Persentase Bahan Admixture Terkait Nilai Kuat Tekan Pada Aplikasi Sidewalk**, Jakarta : Binus University.
- Hasanr, H, Burhan. T, Joko. T. Jan. 2013. "Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton dalam **Majalah "Mektek"** Tahun Xv No. 1.
- Huang, B., Wu, H., Shu, X., Burdette, E.G. 2010. "Laboratory Evaluation Of Permeability And Strength Of Polymer-

*Modified Pervious Concrete*". **Construction and Building Materials** 24, 818–823

Immanuel,R. 2008. **Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Pervious Concrete**.Jakarta : Universitas Indonesia.

Kartini, W. Okt.2007. "Penggunaan Serat *Polypropylene* Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton". **Jurnal Rekayasa Perencanaan**, Vol. 4, No.1.

Kevern, J.T. 2008. **Advancements In Pervious Concrete Technology**. Ames : Iowa State University.

Lim, E., Tan, K.H., Fwa, T.F. 2013. "*Effect of Mix Proportion on Strength and Permeability of Pervious Concrete for Use in Pavement*". **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol 9.

Masdar J, Wihardi.M.T, Abdul.M.A. 2014. **Studi Pengaruh Serat Polypropylene (PP) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Self Compacting Concrete (SCC)**. Makassar : Universitas Hasanuddin.

Masterfibre, *Fibrillated Polypropylene Fibre for Concrete Application*. **Brosur PT. BASF Indonesia**. Kuningan Timur Setiabudi, Jakarta

Misdarpon. D, Kardiyono, Iman. S. 2006. **Pemanfaatan Batu Berangkal Kapur Limbah Industri Sebagai Agregat Untuk Beton Non Pasir (Studi Kasus Pada Berangkal Kapur Cipatat Ukuran 10-20 mm)**. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 12/PRT/M/2009. Jun. 2009.  
Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka  
Non Hijau di Wilayah Kota/Kawasan Perkotaan.
- Prabowo, D.A., Ary. S., Kusno.A.S. 2013. **Desain Beton Berpori  
untuk Pengerasan Jalan yang Ramah  
Lingkungan**.Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Prastiya, D.D, Nanang. M.F. 2006. **Analisis Pengaruh  
Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat  
Tekan Dan Kuat Tarik Beton Mutu K 500**.  
Semarang : Universitas Diponegoro
- Sari, F.M, Ary. S., Kusno.A.S. Jun. 2013. “Tinjauan Durabilitas  
Beton Berpori Sebagai Perkerasan Jalan yang Ramah  
Lingkungan”. **E-Journal MATRIKS Teknik Sipil**.Vol.  
142.
- Smith, D.R., Earley, K., and Lia, J.M., “*Potential Application of  
ASTM C1701 for Evaluating Surface Infiltration of  
Permeable Interlocking Concrete Pavements,*”  
*Symposium on Pervious Concrete*, December 4, 2011,  
Tampa, Florida, ASTM International.
- Stegmaier, M. 2003 “*Fiber reinforced drainage concrete*”. In:  
**Otto-Graf-Journal** Vol. 14(2003), pp. 67-78
- Tennis,P.D., Leming, M.L., Akers, D.J. 2004. ***Pervious Concrete  
Pavements. Portland Cement Association.***

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukandapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Kuat tekan beton berpori tertinggi 11,7 MPa mampu dicapai oleh campuran dengan kadar serat polipropilen 0,6 % dan CA/C 4.
2. Meningkatnya kadar serat dalam campuran beton, akan mengurangi ruang dari batu pecah, sehingga serat menyisip diantara batu pecah menghalangi pasta semen sebagai pengikat antar batu pecah sehingga kuat tekan semakin menurun.
3. Semakin tinggi nilai kuat lentur, semakin bertambah pula nilai kuat tekan beton berpori. Hal ini dapat dikarenakan serat polipropilen bekerja dalam menahan retak akibat susut awal, walaupun peningkatan kuat tekan tidak terlalu signifikan dibandingkan peningkatan kuat lentur pada beton berpori.
4. Porositas beton berpori paling tinggi yang ditampilkan dalam laju infiltrasi dapat dicapai pada campuran dengan kadar serat polipropilen 0,6 % dan CA/C 4,5.
5. Kuat lentur bertambah, maka laju infiltrasi juga bertambah. Hal ini dapat disebabkan oleh serat polipropilen yang terdistribusi secara optimal mampu bekerja di bidang patah dan meloloskan aliran air dengan baik dalamsampel.
6. *Mix design* untuk beton berpori yang paling baik ada pada campuran dengan kadar serat polipropilen 0,6 % dan rasio agregat semen 4,25 , mampu mencapai kuat tekan 9,62 MPa dan kuat lentur 5,8 MPa dengan laju infiltrasi sebesar 80373,8 mm/h yang melampaui

rekomendasi dari NYSDOT yaitu 2564 mm/h. Sehingga *mix design* ini dapat digunakan dalam aplikasi perkerasan untuk taman dan penggunaan lain atau beton mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran yang dapat berguna untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Perlu ditambahkan agregat halus butiran besar dengan kadar kurang dari 1%.
2. Perencanaan beton berpori dengan serat polipropilen menggunakan rasio CA/C maksimum 4,25.
3. Perlu dilakukan penelitian penggunaan serat polipropilen dengan panjang yang bervariasi dengan panjang maksimum 2 cm agar serat dapat lebih efektif menerima beban.
4. Perlu penelitian lebih lanjut untuk penggunaan agregat dengan tingkat keausan yang lebih kecil dari batu pecah Pasuruan untuk meningkatkan kuat tekan tanpa harus mengurangi kadar agregat sehingga porositas yang optimum dapat dicapai.
5. Perlu dipertimbangkan untuk memberikan bahan tambah yang bertujuan meningkatkan kuat tekan pasta semen.
6. Perlu penelitian untuk uji kuat tekan menggunakan sampel berbentuk paving blok dan dibandingkan dengan hasil sampel silinder.
7. Proses perawatan harus terkendali agar proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik. Perawatan basah dapat dilakukan dengan menggunakan plastik sebagai bahan pembungkus sampel, karena karung goni mempunyai kekurangan yaitu cepat mengering.
8. Proses pemadatan sebaiknya dilakukan oleh satu orang agar sampel antarvariasi lebih homogen.

9. Waktu melepas sampel dari cetakan disarankan 2 x 24 jam.
10. Adanya analisis biaya untuk penggunaan serat polipropilen dalam beton berpori apabila diaplikasikan untuk perkerasan jalan.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 8 Februari 1993, dengan nama Arintha Indah Dwi Syafiarti, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulistelah menempuh pendidikan formal yaitu TK Al-Hikmah Surabaya (1997-1999), SDN Kwaron I Jombang (1999-2005), SMPN 2 Jombang (2005-2008), SMAN 2 Jombang (2008-2011).

Menempuh pendidikan di S1 Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan terdaftar dengan NRP 311100017. Penulis mengambil bidang studi material bangunan beton dengan judul Tugas Akhir "*Pengaruh Serat Polipropilen dalam Beton Berpori*". Penulis sempat aktif sebagai Ketua Departemen Media dan Informasi dalam Himpunan Mahasiswa Sipil FTSP ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email, [arinthatasyafiarti@gmail.com](mailto:arinthatasyafiarti@gmail.com).