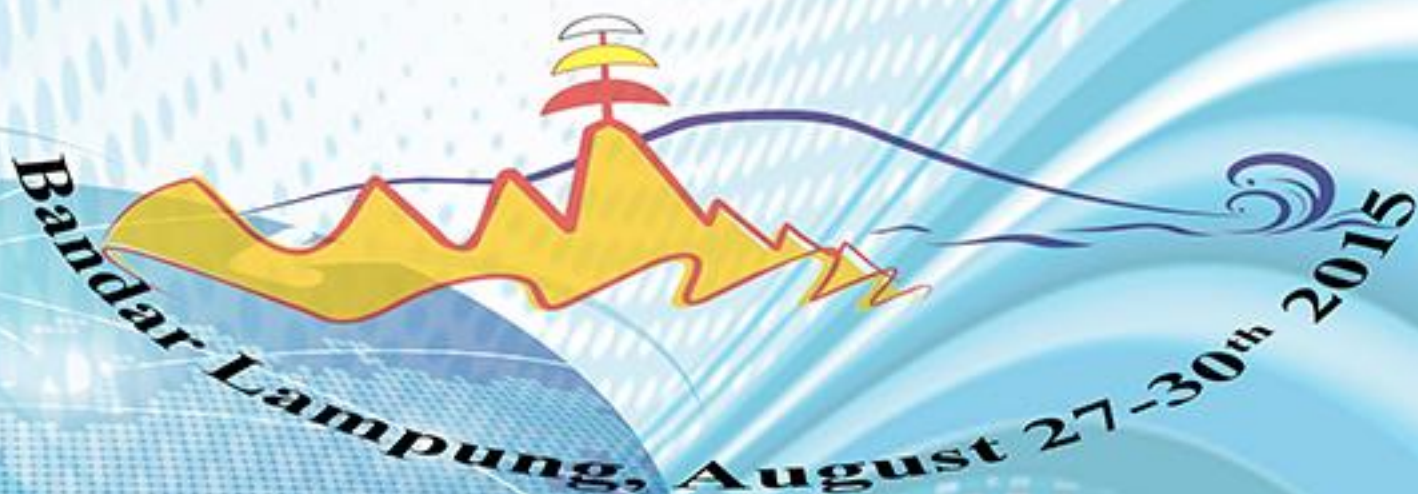




# Proceeding

**The International Symposium of  
Indonesian Inter-University Transport Studies Forum  
(FSTPT) - 18**

**“Connectivity of Transportation Infrastructure  
in Supporting Logistic Systems”**



**Bandar Lampung, August 27-30<sup>th</sup> 2015**

**ISBN : 979-95721-2-18**

## PREFACE

---

Indonesian Inter-University Transport Studies Forum (FSTPT) as a forum for transportation researchers, observers and college organizes an international symposium with the theme "Connectivity of Transportation Infrastructure in Supporting Logistic Systems". This is a forum of sharing idea and advance discussion all about transportation problems from several points of view including from University/Academic, related Agency, Policy maker and also Citizen in our Country. This symposium is one of annual meeting member FSTPT result in Jember University on 22 August 2014 which was established The University of Lampung as a host for the 18<sup>th</sup> FSTPT symposium.



We would like to thank for all of your good cooperation, effort & coordination from all parties for success this symposium including Central Committee of FSTPT. Also we would like to thank you very much for your value-able time especially my honor Rector who support very much this symposium, my Dean, Central Committee of FSTPT 2014-2016, All of my Associates in all over Indonesia, All Government and Privat Agency and All of my Partner / Colleague in Lampung University.

This symposium series started from opening on August 27, with workshop event from 4 keynote speaker (Mr. Prof. Dr. Ir. Agus Taufik Mulyono, M.T.; Prof. Dr. Ir. Rokhmin Dahuri, MS; Dr. Ir. Bona Frazila, M.Sc. and Ir. Tri Tjahjono, M.Sc., Ph.D. The interesting topic will include about transportation, logistic, road performance, road quality handling, integrated transportation and coastal management. At the same day also we will perform annual meeting of FSTPS member.

The symposium on August 28 present five key note speaker (Dr. Shinya Hanaoka; Mr. Leo Haring; Prof. Ir. Ofyar Z. Tamin, MSc., PhD.; Dr. Ir. Hermanto Dardak, MSc., and Ir. Zulfikri, M.Sc, DEA), then continued after lunch with parallel session, about 146 papers including from Indonesia (from Aceh 'till Eastern) and foreign member. These papers had been properly reviewed and selected by the Scientific Committee (thank you very much), about 247 papers were reviewed.

The hole series of this symposium finalized with Krakatau field trip (tour), Pahawang island and also Tapis Carnival as a series of Krakatau festival, this is an annual festival in Lampung province to expose the beauty of Lampung province tourism. The outcome of this symposium is International Proceeding Paper, and the selected paper will be registered in an International journal.

We are very grateful to have you all here in this symposium, Thank you.

**chairman of the conference**

Dr. Rahayu Sulistyorini

# WELCOME MESSAGE

---



Ladies and Gentlemen,

Indonesian Inter University Transport Studies Forum, or Forum Studi Transportai antar Perguruan Tinggi (FSTPT) was established in 1998. Since then 18 Conferences have been carried out in many Universities in Indonesia. On behalf of the FSTPT, I would like to extend my warmest welcome to all Universities participating in the 18th International Conference of Indonesian Inter University Transport Studies Forum, held in Lampung University, Indonesia from 27th to 30th August 2015.

I would like to deliver our highest appreciation to Lampung University for their availability, great effort and hospitality in hosting and organizing this 18th FSTPT conference.

It is our satisfaction to realize that the conferences organized by FSTPT are uninterrupted since 1998 up to 2015, which have provided an opportunity for the professionals and researchers to exchange their knowledge and share about the latest development and research in transportation. There have been 1908 papers, published in 17 proceeding until year 2014.

I should express my gratitude to all the members of the organizing committee who have worked hard to prepare the conference, and special thanks to the chairman of the conference, DR. Rahayu Sulistyorini, who has dedicated her valuable time to organize this conference.

Finally, I wish all members of FSTPT a successful and motivating conference, and have a fruitful experience in this Conference.

Head of  
Indonesian Inter University Transport Studies Forum

Prof. Dr. Ir. Erika Buchari, M.Sc.



## REVIEWERS

1	Prof. Dr-Ing. Ahmad Munawar	Universitas Gadjah Mada
2	Prof. Dr. Leksmono S. Putranto	Universitas Tarumanagara
3	Prof. Dr. Siti Malkhamah	Universitas Gadjah Mada
4	Prof. Dr. Erika Buchari	Universitas Sriwijaya
5	Prof. Dr. Sugeng Wiyono	Universitas Islam Riau
6	Prof. Dr. Ade Sjafruddin	Institut Teknologi Bandung
7	Prof. Dr. Budi Hartanto Susilo	Universitas Kristen Maranatha
8	Prof. Dr. I. Nyoman Arya Thanaya	Universitas Udayana
9	Prof. Dr. Agus Taufik Mulyono	Universitas Gajah Mada
10	Dr. Achmad Wicaksono	Universitas Brawijaya
11	Dr. Ludfi Djakfar	Universitas Brawijaya
12	Dr. Eng. Syafi'i	Universitas Sebelas Maret
13	Dr. Jachrizal Soemabrata	Universitas Indonesia
14	Dr. Ary Setyawan	Universitas Sebelas Maret
15	Dr. Muhammad Isya	Universitas Syiah Kuala
16	Dr. Sofyan Saleh	Universitas Syiah Kuala
17	Dr. Didin Kusdian	Universitas Sangga Buana
18	Dr. A. Caroline Sutandi	Universitas Katolik Parahyangan
19	Dr.Eng. Iman Haryanto	Universitas Gadjah Mada
20	Dr. Purnawan	Universitas Andalas
21	Dr. La Ode Muh. Maghribi	Universitas Sulawesi Tenggara
22	Dr. Sri Sunarjono	Universitas Muhammadiyah Surakarta
23	Dr. Tri Basuki Joewono	Universitas Parahyangan
24	Dr. Miftahul Fauziah	Universitas Islam Indonesia
25	Dr. Harmein Rahman	Institut Teknologi Bandung
26	Dr. Rahayu Sulistyorini	Universitas Lampung
27	Dr. Putu Suthanaya	Universitas Udayana
28	Dr. D.M. Priyantha Wedagama	Universitas Udayana
29	Dr. Aine Kusumawati	Institut Teknologi Bandung
30	Dr. Endang Widjajanti	Institut Sains dan Teknologi Nasional
31	Dr. Russ Bona Frazila	Institut Teknologi Bandung
32	Dr. Sony S Wibowo	Institut Teknologi Bandung
33	Dr. Muslich Hartadi Sutanto	Universitas Muhammadiyah Surakarta
34	Dr. Joni Arliansyah	Universitas Sriwijaya
35	Dr. Lieke E.N. Waluyo	Universitas Gunadarma
36	Dr. Taslim Bahar	Universitas Tadulako
37	Dr. Hera Widyastuti	Institut Teknologi 10 November
38	Dr. Bagus Hario Setiadji	Universitas Diponegoro
39	Dr. Hendro Prawobo	Universitas Gunadarma
40	Dr. Nahry	Universitas Indonesia
41	Dr. Dwi Prasetyanto	Institut Teknologi Nasional
42	Dr. Dewanti	Universitas Gajah Mada

Bandar Lampung  
2015



## CONTENT

Preface	i
Welcome Message	ii
Reviewers	iii
Content	iv
Content of Papers	

Code	Title	Writers	Pages
RT003	PENGARUH KONDISI CUACA PENERBANGAN (AVIATION WEATHER) TERHADAP BEBAN KERJA MENTAL DITINJAU DARI PERBEDAAN USIA PILOT	Abadi Dwi Saputra, Sigit Priyanto, Imam Muthohar, Magda Bhinnety	1 - 12
RT004	APLIKASI PENGUKURAN BEBAN KERJA MENTAL DALAM MENGANALISIS PENGARUH WAKTU TERBANG (PHASES OF TIME) TERHADAP USIA PILOT	Abadi Dwi Saputra, Sigit Priyanto, Imam Muthohar, Magda Bhinnety	13 - 25
RT005	PENGAJIAN TINGKAT BEBAN KERJA MENTAL PILOT PESAWAT TERBANG DALAM MELAKSANAKAN TAHAP FASE TERBANG (PHASE OF FLIGHT)	Abadi Dwi Saputra, Sigit Priyanto, Imam Muthohar, Magda Bhinnety	26 - 37
RT008	ANALISA BLACK SPOT KOTA SEMARANG (STUDI KASUS : SEMARANG SELATAN)	Mudjiastuti Handajani, Febrian Adi Prakoso, Muhammad Haris Arfianto	38 - 46
RT014	PERBANDINGAN NILAI KESEDIAAN MEMBAYAR MENGGUNAKAN PENDEKATAN STATED PREFERENCE CONTINGENT VALUATION DAN STATED PREFERENCE STATED CHOICE	Dwi Prasetyanto, El khasnet	47 - 53

Code	Title	Writers	Pages
RT213	STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH BENTUK AGREGAT TERHADAP NILAI POROSITAS DALAM CAMPURAN BETON BERPORI PADA APLIKASI JALUR PEJALAN KAKI	Lius Hanta, Amelia Makmur	1214 - 1223
RT218	RANCANGAN SIMULASI ALAT ANTISIPASI PENGGUNAAN HANDPHONE SAAT MENGEMUDI BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16	Atsani Umarul Arifin, Firmansyah Wahyu A.F.C, Agung Nazar P	1224 - 1230
RT220	RANCANGAN SIMULASI ALAT ANTISIPASI PENGGUNAAN HANDPHONE SAAT MENGEMUDI BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16	Atsani Umarul Arifin, Firmansyah Wahyu A.F.C, Agung Nazar P	1231 - 1238
RT221	ANALISIS MULTI KRITERIA PENDANAAN JALAN DAERAH DENGAN APBN	Elviany, Leksmono Suryo Putranto	1239 - 1248
RT222	PERSEPSI PENUMPANG TERHADAP TINGKAT KINERJA PELAYANAN TERMINAL 2 DOMESTIK BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA	I Ketut Oka Mariana, HarnenSulistio, M. ZainulArifin	1249 - 1256
RT224	ANALISIS WILLINGNESS TO PAY MENGUNAKAN BINARY CHOICE MODEL (STUDI KASUS: RENCANA RE-AKTIVASI RUTE KERETA API JEMBER- PANARUKAN)	Willy Kriswardhana, Hera Widyastuti	1257 - 1266
RT225	APLIKASI PROGRAM OSCADY 4 DAN ARCADY 5 UNTUK PERENCANAAN SIMPANG SEBIDANG (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT BERSINYAL KENTUNGAN, SLEMAN, YOGYAKARTA)	Faza Fawzan Bastarianto, Ahmad Munawar	1267 - 1276
RT226	EVALUASI PENERAPAN SISTEM CONTRAFLOW BUSLANE DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM (STUDI KASUS JALAN PROF. YOHANNES DAN JALAN C. SIMANJUNTAK, YOGYAKARTA)	Andrean Gita Fitrada, Ahmad Munawar	1277 - 1286

# **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH BENTUK AGREGAT TERHADAP NILAI POROSITAS DALAM CAMPURAN BETON BERPORI PADA APLIKASI JALUR PEJALAN KAKI**

**Lius Hanta**

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Kristen Krida Wacana  
Jln. Tanjung Duren Raya, No. 4  
Jakarta, 11470  
Telp: (021) 566-6952  
[lius.2010ts007@civitas.ukrida.ac.id](mailto:lius.2010ts007@civitas.ukrida.ac.id);

**Amelia Makmur**

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Kristen Krida Wacana  
Jln. Tanjung Duren Raya, No. 4  
Jakarta, 11470  
Telp: (021) 566-6952  
[amelia@ukrida.ac.id](mailto:amelia@ukrida.ac.id)

## **Abstract**

The construction of roads which generally use flexible pavement and rigid pavement as impermeable surface layer has an impact on the reduction of green land, particularly water catchment areas. The use of porous concrete pavement as the road is expected to drain water into the ground. This study aims to determine the effect of the aggregate in the porous concrete mixture against the porosity value of water, which will be applied to the pedestrian paths. The method used was experimental method. Aggregate used consisted of crushed and uncrushed stone with dimension 1-2 cm and graded uniformly (sieve 1/2"). Water of cement ratio is 0.32 and variations admixture is 10 ltr/m<sup>3</sup>, 15 ltr/m<sup>3</sup>, 20 ltr/m<sup>3</sup> and 25 ltr/m<sup>3</sup>. The results showed the use of crushed stone generating porosity and permeability greater the value of 5.03% and 0.80 cm/sec but with a smaller compressive strength of 5.631 MPa than in the uncrushed stone aggregate.

**Keywords:** pervious concrete, shape aggregate, compressive strength, porosity, sidewalk

## **Abstrak**

Pembangunan jalan yang secara umum menggunakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku sebagai lapis permukaan kedap air telah memberikan dampak pada berkurangnya lahan hijau, khususnya daerah resapan air. Penggunaan beton berpori sebagai lapis perkerasan jalan diharapkan mampu mengalirkan air ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk agregat dalam campuran beton berpori terhadap nilai porositas air, yang akan diaplikasikan pada jalur pejalan kaki. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Agregat yang digunakan terdiri dari batu pecah dan batu tidak pecah berdimensi 1-2 cm dan bergradasi seragam (tertahan saringan 1/2"). Faktor air semen sebesar 0,32 dan variasi kadar bahan tambah zat cair sebesar 10 ltr/m<sup>3</sup>, 15 ltr/m<sup>3</sup>, 20 ltr/m<sup>3</sup>, dan 25 ltr/m<sup>3</sup>. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan agregat batu pecah menghasilkan porositas dan permeabilitas yang lebih besar dengan nilai 5,03 % dan 0,80 cm/detik namun dengan kuat tekan lebih kecil sebesar 5,631 MPa dibanding pada agregat batu tidak pecah.

**Kata Kunci:** beton berpori, bentuk agregat, kuat tekan, porositas, jalur pejalan kaki

## **LATAR BELAKANG**

Pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi yang meningkat dengan pesat khususnya di kota-kota besar telah memberikan pengaruh yang cukup besar bagi area dan lahan hijau khususnya terkait penyimpanan air tanah. Hal ini dapat terlihat dari banyaknya pembangunan konstruksi sarana dan prasarana infrastruktur di lahan tersebut. Sebagai dampaknya banyak terjadi pengurangan lahan hijau yang tersedia. Berkurangnya lahan hijau yang awalnya berfungsi sebagai daerah resapan air tersebut, serta lapisan perkerasan yang dibuat kedap air mengakibatkan terhambatnya proses peresapan air ke dalam tanah.

Sehingga sebagian besar air hujan yang turun menimbulkan limpasan air di permukaan tanah (*run off*) yang berakibat banjir terutama pada musim hujan. Selain itu, adanya penyedotan air tanah yang terlalu berlebihan juga semakin menambah permasalahan yang ada saat ini. Pengambilan air tanah secara besar-besaran ini akan berdampak pada kekosongan air di dalam tanah. Akibatnya, permukaan tanah akan semakin menurun (*land subsidence*) dan cadangan air tanah semakin menipis.

Dengan adanya fakta-fakta permasalahan tersebut, diperlukan adanya suatu inovasi terbaru dalam pembangunan infrastruktur, khususnya pada konstruksi perkerasan jalan yang ramah lingkungan, dimana perkerasan jalan tersebut tidak hanya berfungsi sebagai sarana infrastruktur, tetapi juga dapat berfungsi sebagai daerah resapan air. Inovasi tersebut salah satunya adalah dengan membuat beton berpori (*Pervious Concrete*) sebagai lapisan perkerasan yang dapat mengalirkan air hujan langsung meresap ke dalam tanah dengan cepat. Hal ini dikarenakan beton berpori memiliki rongga-rongga udara untuk mengalirkan air dengan cepat dan menjadi daerah resapan air tanah yang baik. Penggunaan perkerasan beton berpori ini dapat diaplikasikan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas ringan seperti lahan parkir, taman dan jalur pejalan kaki (*sidewalk*).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk agregat dalam campuran beton berpori terhadap nilai porositas air, yang akan diaplikasikan pada jalur pejalan kaki. Sedangkan hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan aplikasi beton berpori sebagai material konstruksi ramah lingkungan yang dapat berkontribusi untuk mengurangi adanya aliran air di permukaan jalan.

## **BETON BERPORI**

Beton berpori atau yang lebih dikenal sebagai *pervious/porous concrete* merupakan salah satu inovasi dalam konstruksi perkerasan jalan yang ramah lingkungan, karena memiliki rongga-rongga udara pada permukaan strukturnya yang berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke dalam tanah. Beton berpori mampu menghasilkan ruang kosong sebagai rongga udara sebesar 15% hingga 25% dari total keseluruhan volumenya serta memiliki nilai *slump* yang sangat kecil atau bahkan mendekati nol, yang terbentuk dari campuran semen *portland*, agregat kasar, sedikit atau tidak sama sekali agregat halus, bahan tambah dan air (*ACI 522R-10*).

### **Aplikasi Beton Berpori**

Adanya pori-pori yang terbentuk pada permukaan beton, mengakibatkan kuat tekan beton berpori menjadi lebih rendah daripada beton konvensional. Sehingga perkerasan dengan beton berpori hanya dapat diaplikasikan pada beban lalu lintas ringan seperti lahan parkir, jalur pejalan kaki, area rekreasi, jalan pinggir kolam renang, tepi saluran, lapangan tenis, area kebun binatang, teras maupun lingkungan perumahan. Di beberapa negara bagian di Amerika, Kanada, Kolombia dan beberapa negara Eropa, penggunaan beton berpori sudah cukup banyak dilakukan. Contohnya pada pembangunan jalur pejalan kaki di *Cedar Lane Park, Columbia (Haford County Government, 2013)* dan lapangan parkir di California (*Dan Brown, 2003*).



### **Komposisi Campuran Beton Berpori**

1. Semen  
Dalam campuran beton berpori semen yang digunakan sebaiknya adalah semen *portland* tipe I sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh *Colorado Ready Mixed Concrete Association Version 1.2 (CRMCA)* mengenai panduan untuk desain perkerasan beton berpori.
2. Agregat  
Berbeda dengan beton konvensional, dalam pembuatan beton berpori didominasi oleh penggunaan agregat kasar, yang dikarenakan hilangnya penggunaan agregat halus dalam campuran beton berpori.
3. Air  
Penggunaan air memegang peranan penting dalam proses pembuatan beton berpori, dimana penggunaan air atau faktor air semen (FAS) ini perlu di kontrol secara teliti agar menghasilkan campuran pasta beton yang baik. Beton pori yang memiliki jumlah air terlalu banyak akan mengakibatkan pori-pori pada beton tersebut akan tertutup oleh pasta semen yang terlalu cair. Sedangkan jika air terlalu sedikit akan membuat beton menjadi rapuh karena daya lekat antara semen dengan agregat menjadi kurang sempurna, sehingga kekuatan dari beton berpori tersebut akan mengalami penurunan. Dalam ACI 522R-10 menyatakan faktor air semen yang paling baik dalam pembuatan beton berpori harus berkisar antara 0,26 - 0,45 %.
4. Bahan Tambah  
Dalam penelitian ini pembuatan beton berpori dilakukan dengan menggunakan bahan tambah berupa zat kimia cair yang dibuat khusus untuk penggunaan dalam campuran beton berpori dan mempunyai sifat kimiawi non klorida dan non korosif.

### **Kuat Tekan Beton Berpori**

Beton berpori memiliki kuat tekan yang tergolong rendah jika dibandingkan dengan kuat tekan beton konvensional. Menurut ACI 522R-10, rata-rata kuat tekan beton pori berkisar antara 2,8 - 28 MPa. Sehingga penggunaan beton pori hanya cocok untuk diaplikasikan pada perkerasan jalan yang memiliki intensitas beban lalu lintas ringan seperti trotoar, tempat parkir, jalur pejalan kaki, jalan-jalan perumahan dan taman. Kuat tekan beton berpori dalam penelitian ini ditargetkan sebesar 15 MPa pada umur 28 hari, dimana penentuan kuat tekan ini berdasarkan pada standar mutu bata beton minimum sesuai dengan SNI 03-0691-1996.

### **Porositas Beton Berpori**

Porositas merupakan suatu perbandingan antara volume rongga-rongga udara terhadap volume total dari keseluruhan benda uji beton pori. Besarnya nilai porositas yang dihasilkan oleh beton pori, akan sangat tergantung pada besar kecilnya rongga udara yang dihasilkan. Semakin besar rongga atau pori-pori beton, maka nilai porositas juga semakin besar yang artinya bahwa beton pori tersebut dapat mengalirkan air dengan cepat. Namun dampak negatif dengan besarnya pori tersebut akan membuat kuat tekan dari beton menjadi semakin berkurang karena terjadinya penurunan ikatan-ikatan antar agregat dengan semen. Akan tetapi dengan perencanaan pembuatan beton berpori yang baik dan benar, maka masih memungkinkan untuk memperoleh nilai kuat tekan minimum sesuai dengan batas syarat yang sudah direncanakan sesuai penggunaannya. Pengujian porositas

dilakukan dengan metode perendaman dalam air, sehingga nilai akhir porositas beton berpori dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Lawrence, 1989) :

$$P = \left\{ \left\{ \frac{(W_b - W_k)}{V_b} \right\} \times (1/\rho_{air}) \right\} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

- P = Porositas (%)
- $W_b$  = Massa basah benda uji setelah direndam (gr)
- $W_k$  = Massa kering benda uji (gr)
- $V_b$  = Volume benda uji (cm<sup>3</sup>)
- $\rho_{air}$  = Massa jenis air (gr/cm<sup>3</sup>)

### Permeabilitas Beton Berpori

Permeabilitas merupakan suatu kemampuan yang dimiliki oleh batuan untuk meloloskan fluida atau cairan melalui pori-pori atau rongga yang saling berhubungan. Nilai permeabilitas beton berpori yang diperoleh berkisar antara 0,14 - 1,22 cm/detik (ACI, 2010). Untuk mengetahui nilai permeabilitas dapat ditentukan dengan melakukan pengujian yang menggunakan prinsip tinggi energi turun (*Falling Head Meter*). Nilai akhir dari permeabilitas air pada beton berpori dapat dihitung dengan cara :

$$k = \frac{A}{t} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- k = Koefisien permeabilitas (m/s)
- A = Koefisien luas permukaan (m)
- t = Waktu (s)

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan langsung di dalam laboratorium, untuk mendapatkan data-data dan hasil dari variabel-variabel yang diselidiki. Benda uji yang dibuat menggunakan agregat berdimensi 1-2 cm dan dibagi menjadi 2 (dua) tipe benda uji, yaitu agregat batu pecah dan agregat batu tidak pecah. Penentuan gradasi seragam (*uniform*) yang digunakan adalah dengan mengambil agregat kasar yang tertahan pada saringan 1/2". Sedangkan untuk variasi kadar bahan tambah yang digunakan yaitu 10 ltr/m<sup>3</sup>, 15 ltr/m<sup>3</sup>, 20 ltr/m<sup>3</sup> dan 25 ltr/m<sup>3</sup>.

**Tabel 1** Perancangan Komposisi Pembuatan Benda Uji Beton Berpori

Tipe	Bentuk - Gradasi Agregat	Kadar Admixture - Jumlah Sampel			
		A 10 kg/m <sup>3</sup>	B 15 kg/m <sup>3</sup>	C 20 kg/m <sup>3</sup>	D 25 kg/m <sup>3</sup>
I	Batu Pecah - Seragam	9	9	9	9
II	Batu Tidak Pecah - Seragam	9	9	9	9
<b>Total Jumlah Sampel = 72 buah</b>					

Dari Tabel 1 di atas, total benda uji yang dibuat berjumlah 72 buah dengan pembagian 3 buah sampel untuk pengujian porositas dan permeabilitas dan 6 buah sampel untuk pengujian kuat tekan dari masing-masing komposisi benda uji. Tipe I dan II menyatakan bentuk dari agregat yang digunakan, sedangkan A, B, C dan D menyatakan variasi dari kadar bahan tambah yang digunakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Benda Uji

Komposisi benda uji pada penelitian ini dibuat berdasarkan hasil volume yang didapat dari perhitungan beton normal, kemudian hasil komposisi yang didapat dicocokkan kembali dengan komposisi penggunaan material yang terdapat dalam ACI 522R-10.

**Tabel 2** Komposisi Benda Uji Beton Berpori

Material	Kebutuhan /m <sup>3</sup>							
	Tipe I				Tipe II			
	I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	II-D
Semen	320 kg	311 kg	303 kg	295 kg	320 kg	311 kg	303 kg	295 kg
Agregat kasar	1325 kg	1325 kg	1325 kg	1325 kg	1430 kg	1430 kg	1430 kg	1430 kg
Air	102 ltr	100 lt	97 ltr	95 ltr	102 ltr	100 lt	97 ltr	95 ltr
Admixture	11 ltr	16,5 ltr	22 ltr	27,5 ltr	11 ltr	16,5 ltr	22 ltr	27,5 ltr
w/c	0,32							

### Hasil Pengujian Agregat Kasar

**Tabel 3** Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pengujian		Kesimpulan
		Batu Pecah	Batu Tak Pecah	
Berat Jenis Kering	*) Maks. 3,00	2,47	2,67	Memenuhi
Berat Jenis SSD	*) Maks. 3,00	2,54	2,67	Memenuhi
Berat Jenis Semu	*) Maks. 3,00	2,67	2,67	Memenuhi
Penyerapan	*) Maks. 5 %	3 %	0,03 %	Memenuhi
Keausan	**) Maks. 40 %	20,18 %	1,6 %	Memenuhi

\*) SNI 1969:2008

\*\*) SNI 2417:2008

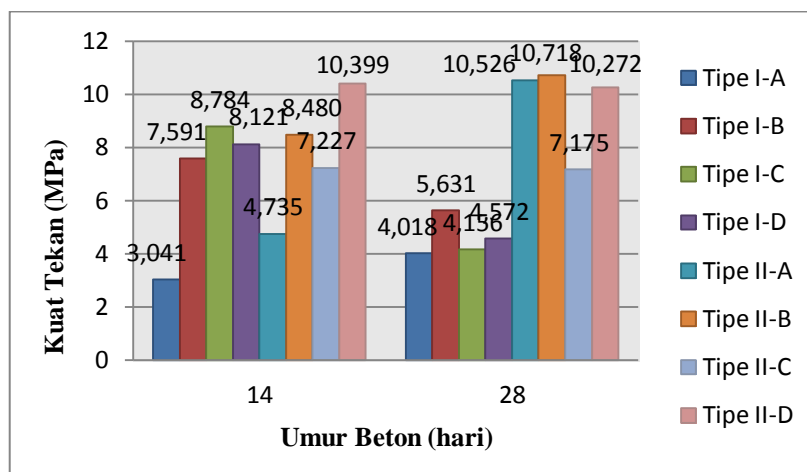
Dari Tabel 3 di atas, didapatkan bahwa semua pengujian agregat kasar telah memenuhi persyaratan, sehingga agregat kasar layak untuk digunakan dalam campuran beton berpori.

### Hasil Pengujian Kuat Tekan

**Tabel 4** Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-Rata Beton Berpori

Umur Pengujian (hari)	Fc' rata-rata 28 hari (MPa)							
	I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	II-D
14	3,041	7,591	8,784	8,121	4,735	8,480	7,227	10,399
28	4,018	5,631	4,156	4,572	10,526	<b>10,718</b>	7,175	10,272

Dari Tabel 4 di atas, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada komposisi campuran agregat batu tak pecah dan kadar bahan tambah sebesar 15 ltr/m<sup>3</sup> dengan nilai sebesar 10,718 MPa. Namun kuat tekan yang diperoleh ini masih belum mencapai target kuat tekan yang diinginkan, yaitu sebesar 15 MPa untuk jalur pejalan kaki. Dengan nilai kuat tekan yang diperoleh, campuran beton berpori pada penelitian ini hanya bisa diaplikasikan pada taman sesuai dengan klasifikasi bata beton yang terdapat pada SNI 03-0691-1996 untuk mutu D dengan nilai kuat tekan antara 8,5 - 10 MPa. Kuat tekan gabungan dari seluruh komposisi beton berpori dapat terlihat dalam Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton Berpori

### Hasil Pengujian Porositas

Tabel 5 Hasil Pengujian Porositas Beton Berpori

Komposisi	Berat Kering (W <sub>k</sub> ) (gr)	Berat SSD (W <sub>b</sub> ) (gr)	Porositas (%)	Porositas Rata-rata (%)
I-A	7800	8200	7,55	5,03
	7600	7800	3,77	
	7900	8100	3,77	
I-B	8600	8700	1,89	2,52
	9000	9100	1,89	
	9000	9200	3,77	
I-C	10100	10200	1,89	1,89
	9800	9900	1,89	
	9400	9500	1,89	
I-D	9100	9250	1,89	1,89
	9100	9250	1,89	
	8700	8800	1,89	
II-A	10800	11000	3,77	2,52
	10000	10100	1,89	
	10100	10200	1,89	

**Tabel 5** Hasil Pengujian Porositas Beton Berpori (Lanjutan)

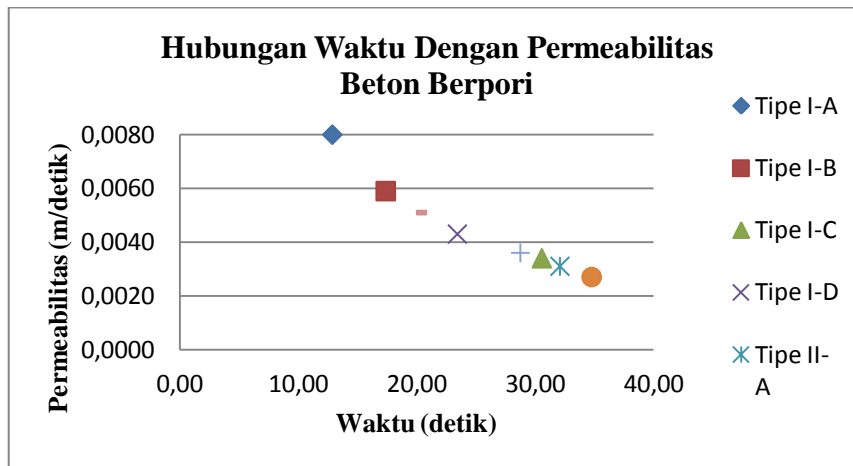
<b>Komposisi</b>	<b>Berat Kering (W<sub>k</sub>) (gr)</b>	<b>Berat SSD (W<sub>b</sub>) (gr)</b>	<b>Porositas (%)</b>	<b>Porositas Rata-rata (%)</b>
II-B	10200	10300	1,89	1,89
	11200	11300	1,89	
	12200	12300	1,89	
II-C	10700	10900	3,77	2,52
	10100	10200	1,89	
	10500	10600	1,89	
II-D	11100	11300	3,77	3,14
	10900	11000	1,89	
	11400	11600	3,77	

**Hasil Pengujian Permeabilitas**

**Tabel 6** Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Berpori

<b>Komposisi</b>	<b>Berat (gr)</b>	<b>Berat Isi (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>A (m)</b>	<b>Waktu (detik)</b>	<b>Rata- rata Waktu (detik)</b>	<b>k (m/detik)</b>	<b>Rata- rata k (m/detik)</b>
I-A	7800	1,471	0,1008	11,07	12,89	0,0091	0,0080
	7600	1,434	0,1008	11,70			
	7900	1,490	0,1008	15,91			
I-B	8600	1,622	0,1008	15,30	17,40	0,0066	0,0059
	9000	1,698	0,1008	16,05			
	9000	1,698	0,1008	20,86			
I-C	10100	1,905	0,1008	24,16	30,58	0,0042	0,0034
	9800	1,849	0,1008	37,57			
	9400	1,773	0,1008	30,01			
I-D	9100	1,717	0,1008	22,15	23,45	0,0046	0,0043
	9100	1,717	0,1008	26,66			
	8700	1,641	0,1008	21,55			
II-A	10800	2,037	0,1008	34,51	32,11	0,0029	0,0031
	10000	1,886	0,1008	30,10			
	10100	1,905	0,1008	31,72			
II-B	10200	1,924	0,1008	31,91	38,12	0,0032	0,0027
	11200	2,113	0,1008	34,19			
	12200	2,301	0,1008	48,26			
II-C	10700	2,018	0,1008	35,24	28,77	0,0029	0,0036
	10100	1,905	0,1008	23,01			
	10500	1,981	0,1008	28,05			
II-D	11100	2,094	0,1008	18,59	30,11	0,0054	0,0050
	10900	2,056	0,1008	20,15			
	11400	2,150	0,1008	21,47			

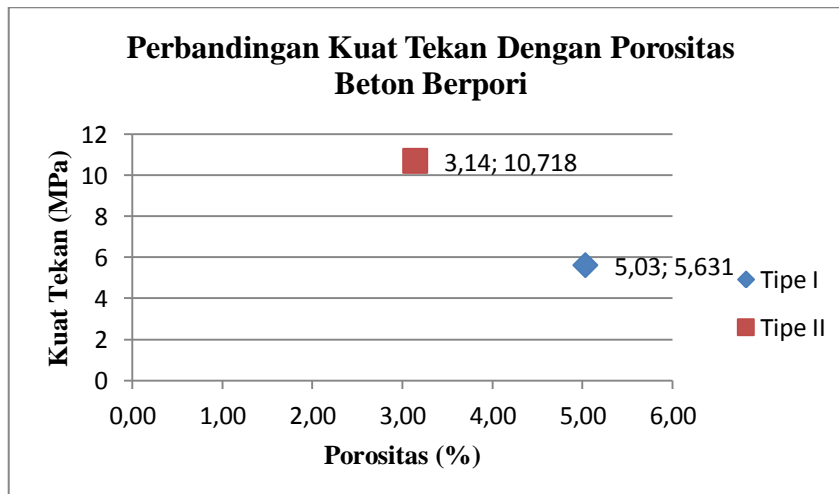
Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 di atas, porositas dan permeabilitas terbesar untuk agregat batu pecah terdapat pada campuran dengan bahan tambah 10 ltr/m<sup>3</sup> sebesar 5,03 % dan 0,0080 m/detik, sedangkan untuk agregat batu tidak pecah porositas dan permeabilitas terbesar terdapat pada campuran dengan bahan tambah 25 ltr/m<sup>3</sup> sebesar 3,14 % dan 0,0050 m/detik. Dari data hasil pengujian permeabilitas juga diketahui bahwa semakin cepat waktu yang diperlukan oleh air untuk meresap, maka akan semakin besar nilai permeabilitasnya. Hubungan antara waktu dengan permeabilitas beton berpori dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 2 berikut ini.



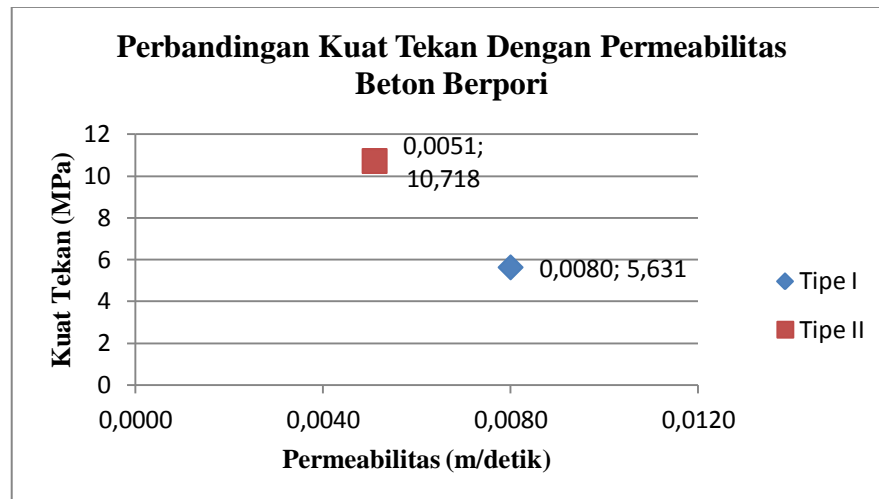
Gambar 2 Perbandingan Waktu Dengan Permeabilitas Beton Berpori

#### Hubungan Kuat Tekan dengan Porositas dan Permeabilitas

Perbandingan kuat tekan dengan porositas dan permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 3 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Porositas Beton Berpori



**Gambar 4** Perbandingan Kuat Tekan Dengan Permeabilitas Beton Berpori

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh beton berpori akan berbanding terbalik dengan nilai porositas dan permeabilitasnya. Semakin tinggi kuat tekan yang dicapai, semakin rendah porositas dan permeabilitas dari beton berpori.

## KESIMPULAN

Dari seluruh pengujian, analisis data dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Beton berpori dengan menggunakan agregat batu pecah dapat menghasilkan nilai terbesar untuk kuat tekan yaitu 5,631 MPa, porositas 5,03% dan permeabilitas 0,80 cm/detik. Sedangkan pada agregat batu tidak pecah nilai terbesar untuk kuat tekan yaitu 10,718 MPa, porositas 3,14% dan permeabilitas 0,50 cm/detik. Sehingga penggunaan agregat batu pecah menghasilkan nilai porositas dan permeabilitas lebih besar namun dengan kuat tekan yang lebih kecil dibanding dengan agregat batu tidak pecah.
2. Campuran beton berpori dengan batu pecah dan batu tidak pecah belum dapat diaplikasikan untuk jalur pejalan kaki, karena hasil kuat tekan yang dicapai masih di bawah persyaratan kuat tekan untuk aplikasi jalur pejalan kaki sesuai SNI 03-0691-1996 yaitu sebesar 15 MPa.
3. Pada campuran agregat batu pecah, nilai kuat tekan terbesar terdapat pada komposisi dengan penambahan bahan tambah sebesar 15 ltr/m<sup>3</sup>, sedangkan porositas dan permeabilitas terbesar terdapat pada penambahan bahan tambah 10 ltr/m<sup>3</sup>. Pada campuran agregat batu tidak pecah, nilai kuat tekan terbesar terdapat pada komposisi dengan penambahan bahan tambah sebesar 15 ltr/m<sup>3</sup>, sedangkan porositas dan permeabilitas terbesar terdapat pada penambahan kadar admixture 25 ltr/m<sup>3</sup>.
4. Dengan hasil kuat tekan, porositas, dan permeabilitas yang diperoleh, maka dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan yang diperoleh akan mempengaruhi nilai porositas dan

permeabilitas pada beton berpori. Semakin besar kuat tekan beton berpori, nilai porositas dan permeabilitas yang dihasilkan akan semakin rendah.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Kristen Krida Wacana yang telah membantu dalam penyediaan dana untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kepada PT. Subur Brothers dan PT. Sika Indonesia yang telah turut menyumbangkan sebagian agregat kasar dan *admixture* untuk keperluan penelitian beton berpori ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- American Concrete Institute. (2008). *ACI 522.1-08 Specification for Pervious Concrete Pavement*.
- American Concrete Institute. (2010). *ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete*.
- Arnoldus, F. F., & Makmur, A. (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.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 1969-2008 Cara Uji Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 1971-2011 - Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 2417-2008 Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- Colorado Ready Mixed Concrete Association. *Specifier's Guide for Pervious Concrete Pavement Design*.
- Crouch, L. K., Smith, N., Walker, A. C., Brown, H. J., Dunn, T. R., & Sparkman, A. (n.d.). Effects of Aggregate Types and Gradation on Pervious PCC.
- Dewan Standardisasi Nasional. *SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block)*.
- Ferguson, B. K. (2005). *Porous Pavements*. USA: Taylor and Francis Group.
- McCain, G. N., & Dewoolkar, M. M. (2009). Strength and Permeability Characteristics of Porous Concrete Pavements.
- Neithalath, N., Weiss, J., & Olek, J. (n.d.). Predicting the Permeability of Pervious Concrete (Enhanced Porosity Concrete) from Non-Destructive Electrical Measurements.
- Neptune, A. I., & Putman, B. J. (2010). Effect of Aggregate Size and Gradation on Pervious Concrete Mixtures. *ACI Materials Journal*.
- Sika Corporation. *Fact Sheet SikaMix PV-100 - Admixture for Pervious Concrete Applications*. Sika Corporation.
- Sukirman, S. (2012). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Itenas.
- Tennis, P. D., Leming, M. L., & Akers, D. J. (2004). *Pervious Concrete Pavements*. USA.