

## Identifikasi Campuran Beton Berpori Sebagai Lapis Dasar Perkerasan Kaku

<sup>1</sup> Rekso Ajiono, <sup>2</sup> Ki Catur Budi, <sup>3</sup>Rasio Hepiyanto

<sup>1,2</sup>Universitas Kediri

<sup>3</sup>Universitas Islam Lamongan

Email: rekso\_ajiono@unik-kediri.ac.id, aripjokersquad@gmail.com

### Abstrak

*Lapisan dasar dengan bahan berbutir cenderung terjadi dalam kondisi jenuh di saat hujan atau setelah hujan. Dalam kondisi itu, adanya lalu lintas juga dapat membuat pergerakan tanah di bawah lapisan pondasi dan mengurangi daya dukungnya. Namun demikian, bahan pondasi yang mengandung agregat besar menciptakan lapisan dasar dengan permeabilitas rendah dan gerakan air lambat. Makalah ini mempresentasikan prosedur dan hasil laboratorium studi eksperimental untuk mendapatkan kriteria properti dasar untuk lapisan dasar perkerasan kaku campuran beton berpori berhasil dirancang dan melampaui minimum persyaratan yang disyaratkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Ditemukan di sana korelasi yang sangat kuat antara faktor kesalahan dan permeabilitas yang dibuat dengan baik yang berguna untuk faktor kesalahan mewakili perilaku permeabilitas beton berpori. Tingginya faktor kesalahan dengan hubungan yang baik membuat agregat yang lebih lemah saling mengunci di dalam campuran sehingga permeabilitas meningkat sedangkan kekuatan tekan turun. Kepadatan baru dan lebih banyak diisi oleh pasta semen menciptakan kekosongan yang lebih kecil yang akan mengurangi permeabilitas dan meningkatkan kekuatan tekan. Korelasi kuat antara kerapatan segar terhadap porositas dan permeabilitas dapat menciptakan kepadatan baru sebagai contoh untuk mengatur faktor kesalahan beton berpori yang diinginkan di lapangan.*

**Kata kunci:** Beton Berpori, Lapisan Dasar, Perkerasan Kaku, Kepadatan Segar, Kompresif Kekuatan, Void Content, Permeabilitas

### 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun ini, teknologi konkret telah dikembangkan secara signifikan. Salah satu produk terbaru adalah desain campuran beton modern yang disebut beton berpori. Beton berpori, kesenjangan beton bertingkat, permeabel, atau porositas yang tinggi, adalah suatu pendekatan inovatif untuk mengendalikan, mengelola, dan memperbaiki limpasan gelombang air. Saat digunakan di trotoar, beton berpori secara efektif dapat menangkap dan menyimpan limpasan gelombang air, sehingga memungkinkan limpasan meresap ke dalam tanah dan mengisi ulang persediaan air tanah. Di Indonesia, sebagian besar struktur perkerasan kaku umumnya gunakan bahan berbutir seperti kelas A atau Kelas B agregat sebagai lapisan dasar. Landasan yang kaku trotoar juga bisa berfungsi sebagai lapisan drainase untuk mencegah kenaikan dan erosi air di lokasi bersama, celah dan genangan. Namun, lapisan dasar dengan bahan berbutir cenderung terjadi pada kondisi jenuh pada saat hujan atau setelah hujan. Karena syaratnya, adanya lalu lintas juga membuat pergerakan di bawah lapisan pondasi dan mengurangi bantalannya kapasitas. Dalam beberapa kasus, lapisan dasar digunakan untuk memberikan dukungan

seragam untuk struktur perkerasan kaku. Meningkatnya beban lalu lintas mengakibatkan lapisan lebih padat, lebih kuat dan sebagai bahan dasar erosi baik. Bahan pondasi yang mengandung kerapatan besar menciptakan lapisan dasar dengan permeabilitas rendah dan air lambat gerakan. Kombinasi air infiltrasi yang terperangkap dan pemuatan lalu lintas berulang akan menghasilkan kekosongan di antara permukaan lapisan dasar dan lapisan dasar permukaan (erosi). Itu Mayoritas air yang terinfiltrasi terkumpul di dalam kekosongan dari permukaan trotoar oleh infiltrasi melalui celah, sambungan dan celah di sepanjang tepi trotoar. Fenomena erosi dapat menyebabkan hilangnya dukungan fondasi, kerusakan prematur perkerasan dan masalah pelayanan jangka pendek (Kozeliski). Hasil survei terkait dengan distress perkerasan kaku telah dikumpulkan dari beberapa jalan tol dan jalan raya di Indonesia. Jumlah patahan dan cracking longitudinal retak sangat banyak, terutama di jalan raya. Jenis kesusahan ini biasanya terjadi karena kehilangan daya dukung, lemahnya masalah drainase dan erosi pada lapisan dasar (Huang). Oleh karena itu, lapisan dasar dengan jenis drainase berpori diperlukan beton untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian telah menunjukkan bahwa lapisan dasar permeabel harus memenuhi dua persyaratan. Pertama, itu harus cukup permeabilitas dengan cepat membebaskan air yang telah masuk ataupun yang terjebak di struktur trotoar. Kedua, harus memiliki kekuatan yang cukup untuk berfungsi sebagai platform konstruksi trotoar.

## 2. METODE PENELITIAN

Studi laboratorium properti dasar beton berpori kriteria sebagai lapisan dasar perkerasan kaku terdiri dari mengikuti tiga langkah utama: (a) campuran beton berpori proporsi desain; (B) pengukuran desain dasar parameter berdasarkan kepadatan baru, kuat tekan, membatalkan konten dan permeabilitas; (c) Korelasi statistik uji antar parameter. Tiga langkah ini adalah dijelaskan secara rinci dalam sub-bagian berikut. Semua sifat material diuji berdasarkan ASTM. Itu kriteria minimum untuk desain campuran akan dicapai oleh memvariasikan rasio agregat semen, rasio semen air dan nilai ukuran agregat bersama dengan penambahan pasir, fly-ash dan penambahan aditif kimia seperti HRWR, VMA dan retarder.

### 2.1 Proporsi Desain Campuran

Tabel 1. Proporsi desain campuran beton berpori untuk pendahuluan uji (1 m 3 beton)

w/c	A/C	semen (kg)	air (kg)	Aggregat (kg)	Retarder (kg)
*0.27	4.0	338.2	91.3	1367.0	2.0
0.27	4.0	338.2	91.3	1367.0	2.0
*0.30	4.0	345.1	103.5	1367.0	2.1
0.30	4.0	345.1	103.5	1367.0	2.1
*0.33	4.0	343.9	113.5	1367.0	2.1

0.33	4.0	343.9	113.5	1367.0	2.1
*0.27	6.0	228.4	61.7	1367.0	1.4
0.27	6.0	228.4	61.7	1367.0	1.4
*0.30	6.0	228.1	68.4	1367.0	1.4
0.30	6.0	228.1	68.4	1367.0	1.4
*0.33	6.0	227.9	75.2	1367.0	1.4
0.33	6.0	227.9	75.2	1367.0	1.4

\* perawatan pada 7 hari; perawatan pada 28 hari; ukuran agregat 12,7 mm

Tabel 2. Proporsi desain campuran beton berpori (beton 1 m 3 )

semen (kg)	air (kg)	Aggregat (kg)	pasir (kg)	Fly-ash (kg)	HRWR (mL)	Retarder & VMA (mL)
*342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
*342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
*342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
342.8	99.4	1367.0	-	-	0.7	2.1
*328.7	93.9	1307.6	66.5	-	0.6	2.1
328.7	93.9	1307.6	66.5	-	0.6	2.1
*312.1	89.1	1248.1	126.9	-	0.6	2.0
312.1	89.1	1248.1	126.9	-	0.6	2.0
*341.2	96.9	1367.0	-	37.9	0.7	2.4
341.2	96.9	1367.0	-	37.9	0.7	2.4

\* menyembuhkan pada 7 hari; menyembuhkan pada 28 hari; ukuran agregat 9,5 mm ;  
ukuran agregat 12,7 mm ; ukuran agregat 19.0 mm

## 2.2 Uji Korelasi Statistik

Korelasi antara parameter desain dasar adalah dijelaskan dengan menggunakan uji korelasi sederhana. Tes ini adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengukur tingkat hubungan antara 2 variabel dan bentuk hubungan mereka. Tingkat hubungan dinyatakan dalam angka dimana angka yang lebih besar menunjukkan lebih kuat hubungan ( Tabel 3 ). Uji korelasi sederhana adalah dihitung menggunakan rumus:

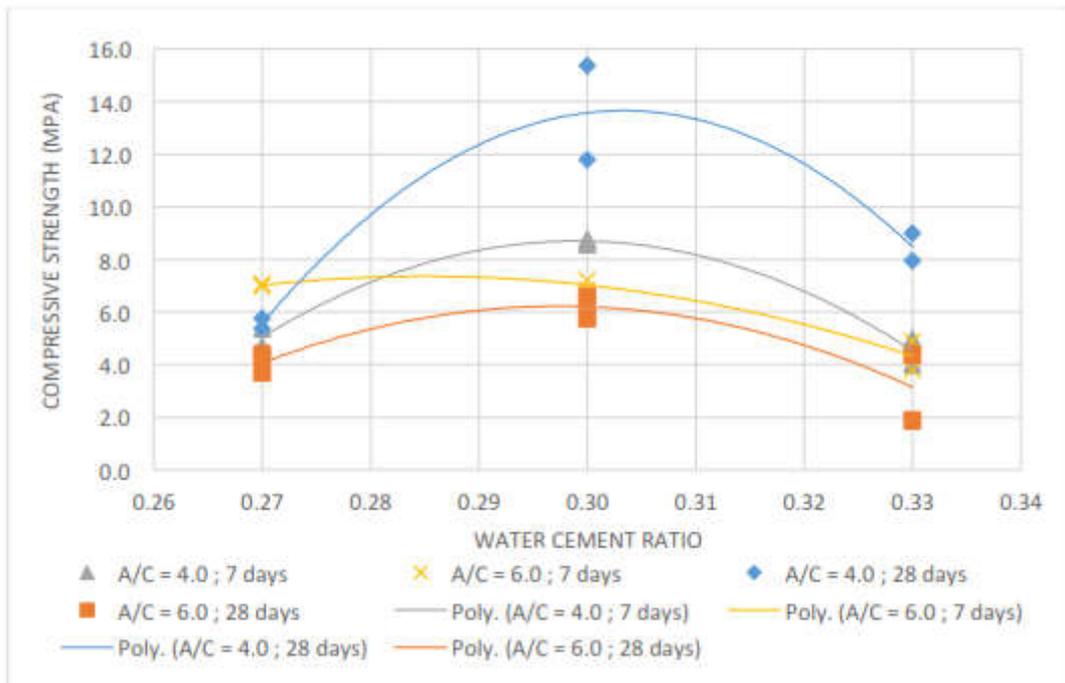
$$R^2 = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Tabel 3. Panduan interpretasi koefisien korelasi.

Nilai Korelasi Koefisien	Hubungan Penafsiran
0,000 - 0,199	Sangat lemah
0,200 - 0,399	Lemah
0,400 - 0,599	Moderat
0,600 - 0,799	Kuat
0,800 - 1.000	Sangat kuat

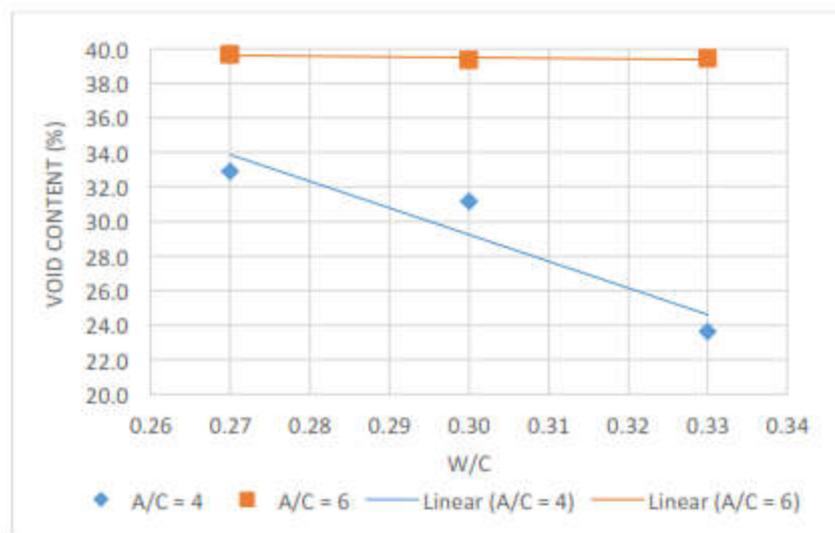
### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Uji Korelasi Statistik



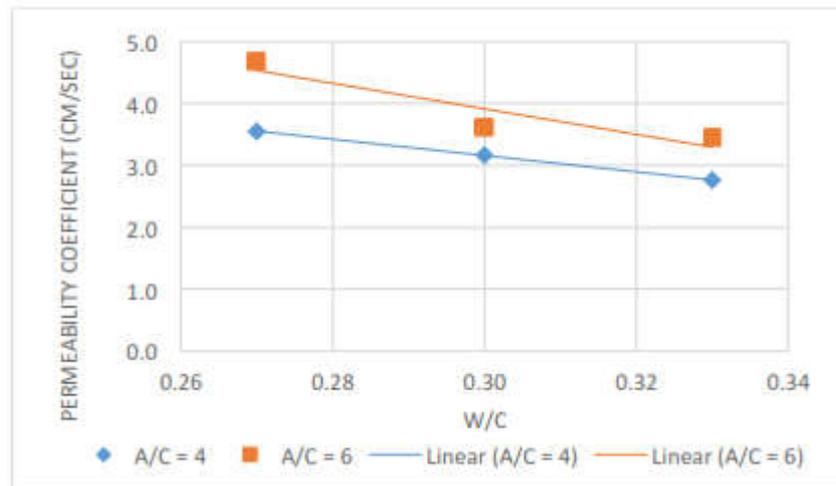
rentang konten batal: 28% - 40% rentang koefisien permeabilitas: 2,5 cm / detik - 4,7 cm / detik

Gambar 1. Hubungan antara rasio semen air dan kuat tekan.



rentang kekuatan tekan: 1.9 MPa - 15.4 Mpa rentang koefisien permeabilitas: 2,5 cm / detik - 4,7 cm / detik

Gambar 2. Hubungan antara w / c dan konten batal pada usia 28-hari.

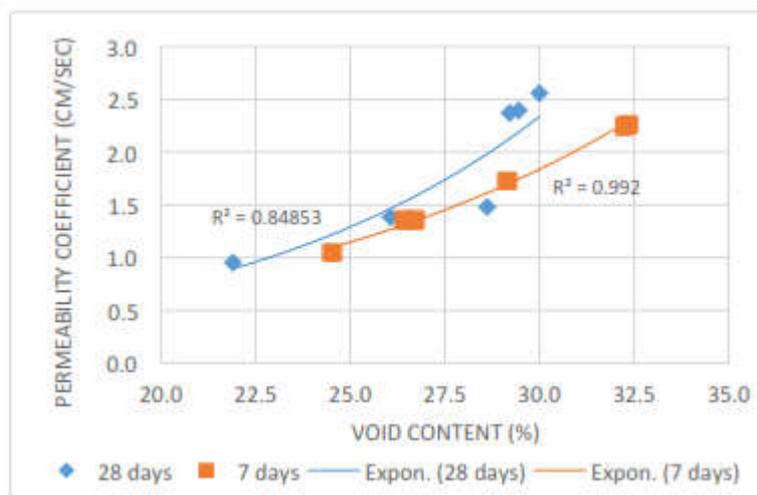


rentang kekuatan tekan: 1.9 MPa - 15.4 Mpa rentang konten batal: 28% - 40%

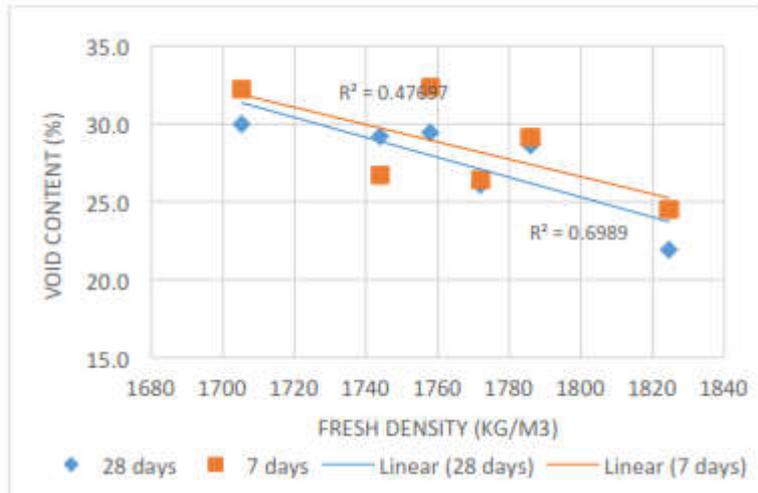
Gambar3. Hubungan antara w / c dan permeabilitas pada usia 28-hari

### 3.2 Korelasi Parameter Dasar

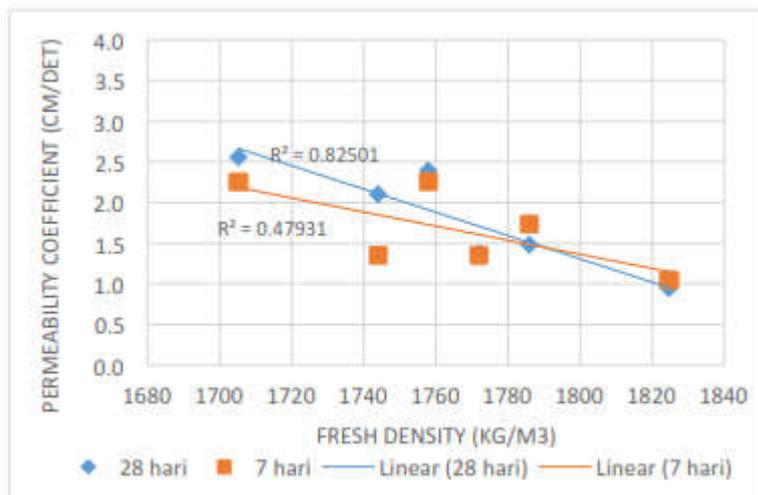
Uji korelasi dilakukan untuk mengamati mana variabel di antara parameter dasar terhubung dan seberapa kuat hubungan melalui korelasi Koefisien yang diperoleh dari uji korelasi. Hubungan yang kuat ditunjukkan oleh koefisien yang tinggi dari nilai korelasi, dan sebaliknya. Beberapa dasar properti yang digunakan dalam penelitian ini mencoba untuk mewakili masing-masing persyaratan yang diberikan oleh Direktorat General of Highways, yaitu permeabilitas koefisien untuk mewakili kinerja run-off, kekuatan tekan untuk mewakili kekuatan kinerja. Kepadatan segar dan konten tidak berlaku digunakan sebagai variabel kontrol atau variabel independen hasil uji korelasi disajikan pada Gambar 10 sampai Gambar 14.



Gambar 10. Korelasi antara angka pori beton berpori dan permeabilitas



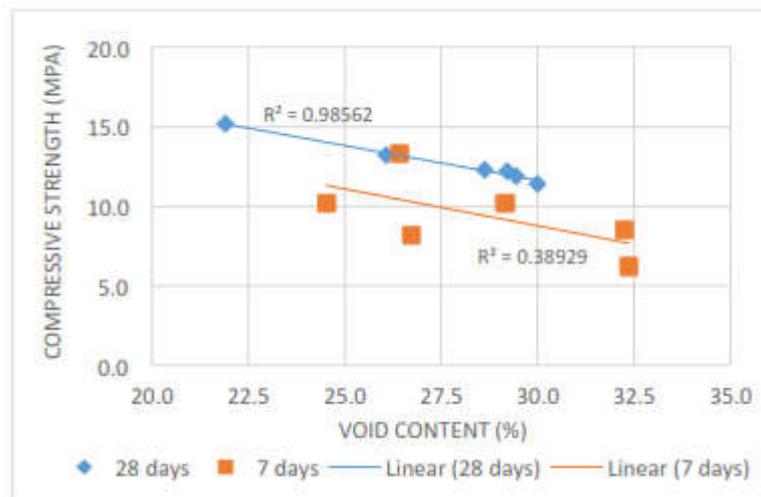
Gambar 11. Korelasi antara densitas beton berpori dan angka pori



Gambar 12. Korelasi antara kepadatan dan permeabilitas



Gambar 13. Korelasi antara kepadatan beton berpori dan kekuatan tekan.



Gambar 14. Korelasi antara beton lubang berpori dan kekuatan tekan

#### 4. Kesimpulan

Makalah ini telah mempresentasikan prosedur dan hasil studi eksperimental laboratorium untuk mendapatkan properti dasar kriteria untuk lapisan dasar perkerasan kaku. Itu dasar parameter adalah kepadatan baru, kuat tekan, dan permeabilitas. Campuran beton berpori berhasil dirancang dengan menggunakan Komite ACI 522 standar dan beberapa referensi dari Meininger's hasil tes eksperimental. Itu juga melampaui minimum persyaratan kuat tekan dan permeabilitas untuk lapisan dasar yang diperlukan oleh Direktorat Jendral Bina Marga . Metode pemadatan dan metode curing juga memberi arti penting untuk desain campuran beton berpori. Kriteria minimum untuk desain campuran dicapai dengan menggunakan rasio semen air 0,30, rasio semen agregat 4.0 dan memvariasikan nilai ukuran agregat bersama dengan penambahan pasir, penggantian fly-ash dan penambahan aditif kimia. Ditemukan bahwa ada korelasi yang sangat kuat antara konten batal dan permeabilitas pada usia 7 hari dan 28 hari yang menciptakan kemungkinan baik untuk digunakan membatalkan konten untuk mewakili tingkah laku permeabilitas beton berpori. Kepadatan segar yang lebih besar membuat pori yang lebih kecil dan pori kecil akan mengurangi permeabilitas. Porositas tinggi dengan koneksi yang baik menghasilkan lebih rendah penguncian agregat di dalam campuran sehingga permeabilitas meningkat dan kuat tekan menurun. Di sisi lain, kepadatan baru yang kompak dengan interlocking agregat yang baik meningkatkan nilai kekuatan tekan. Itu terjadi karena porositas di dalam campuran beton segar dengan yang lebih besar Kepadatan diisi dengan pasta semen dan agregat. Korelasi kuat antara kerapatan segar terhadap porositas dan permeabilitas pada usia 28 hari memberi potensi bagus dengan kerapatan segar sebagai contoh penggunaan rongga beton

berpori yang diinginkan. Hubungan rendah antara parameter di usia 7 hari mungkin terjadi karena kebanyakan pasta semen di dalam beton berpori belum sepenuhnya tercampur.

### Referensi

- [1] Komite ACI 522, Laporan Pervious Concrete, American Concrete Institute, 7-15 (2010).
- [2] Amde, A., M., Rogge, S., Pengembangan Spesifikasi Beton Pervious Kualitas Tinggi untuk Kondisi Maryland, State Highway Administration Maryland Departemen Perhubungan, 13-54 (2013).
- [3] Anderson, Walsh, Oka, Dewoolkar, Limberg, Sevi, Schmeckpeper, Kinerja Laboratorium dari Beton Pervious yang Dikenakan Garam Deicing dan Beku-Mencair, Pusat Penelitian Transportasi Universitas Vermont, 20-20 (2015).
- [4] Aoki, Y., Pengembangan Beton Pervious, Tesis M.Eng, Fakultas Teknik dan Teknologi, Universitas Teknologi, Sydney, (2009).
- [5] Standar ASTM C39 / C39M-05, Metode Uji Standar untuk Kekuatan Kompresi Spesimen Beton Silinder, ASTM International, (2005).
- [6] Standar ASTM C1688 / C1688M-13, Metode Uji Standar untuk Kepadatan dan Konten Kosong dari Beton Campuran Sebelumnya, ASTM International, (2013).
- [7] Standar ASTM C1754 / C1754M-12, Metode Uji Standar untuk Densitas dan Void Konten Beton Pervious Hardened, ASTM International, (2012).
- [8] Standar ASTM D5084-03, Metode Uji Standar untuk Pengukuran Konduktivitas Hidraulik dari Bahan berpori Jenuh Menggunakan Permeameter Dinding yang Fleksibel, ASTM International, (2003).
- [9] Pusat Penelitian dan Pengembangan Infrastruktur Transportasi, Pedoman Perencanaan Perkerasan Beton Semen, Departemen Permukiman dan Infrastruktur Daerah, 7-9, 20-20 (2003).
- [10] Crouch, L., K., Pitt, J., Hewitt, R., Efek Agregat pada Semen Portland Portland Modulus Statis Sebelumnya dari Elastisitas, Jurnal Bahan dalam Teknik Sipil, 566-566 (2007).
- [11] Direktorat Jenderal Bina Marga, Manual Hidrolik untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan - Desain Hidraulik, Departemen Pekerjaan Umum, 96-96, 99-99 (2005).
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum Revisi 3, Kementerian Pekerjaan Umum, 5.66-5.66 (2010).
- [13] Federal Highway Administration, Pervious Concrete, The Techbrief Pavement Menttechnology (ACPT) Techbrief, 1-1 (2012).