

PENGARUH PENAMBAHAN SIKACIM PADA CAMPURAN BETON POROUS UNTUK PERKERASAN JALAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

Willa Nurhaidar Lestiana¹, Marjono², Qomariah³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: willanurhaidar@gmail.com¹ marjonots2020@gmail.com² qomariah@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Pemanfaatan beton porous sebagai lapis perkerasan jalan yang dapat dialiri oleh air merupakan salah satu bentuk alternatif lapis perkerasan yang ekonomis dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini campuran beton porous menggunakan semen, agregat kasar dengan gradasi seragam 4,75 mm, air, serta penambahan Sikacim Bonding Adhesive dengan variasi 1:0, 1:0,5, 1:1, 1:1,5, dan 1:2 terhadap kadar air. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan data hubungan antara kuat tekan terhadap variasi penambahan Sikacim dan nilai lendutan terhadap beban tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan Sikacim pada campuran beton porous dapat meningkatkan nilai kuat tekan serta meningkatkan nilai lendutan, dalam hal ini variasi 1:1,5 adalah yang paling tinggi. Bentuk hubungan antara kuat tekan dengan variasi penambahan Sikacim pada variasi 1:1,5 $Y = -89,029 x^2 + 211,15 x - 114,87$. $Y =$ Kuat tekan (MPa), $X =$ Variasi penambahan Sikacim. Bentuk hubungan antara nilai lendutan terhadap beban tekan $Y = 6E - 0,5 x^2 - 0,006 x$. $Y =$ Besar lendutan (mm), $X =$ Beban tekan (kg). Biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan beton porous dengan penambahan Sikacim Bonding Adhesive variasi 1:1,5 sebesar Rp 2.700.000,00/m³

Kata kunci : Beton Porous, Sikacim Bonding Adhesive, Kuat Tekan, Kuat Lentur

ABSTRACT

The use of pervious concrete in the road pavement is one of the alternate solution found that could solve the economic and eco-friendly problems in the making of road pavement. In this research, the mixture of the pervious concrete consist of: portland cement, uniform coarse aggregate by diameter of 4.75mm, water, and the Sikacim Bonding Adhesive by variation of 1:0; 1:0.5; 1:1; 1:1.5; 1:2 comparing to the water ratio. The purpose of this research is to analyze the connection between flexural strength on adding Sikacim Bonding Adhesive material by variaton in the mixture and to get the deflection value of pervious concrete according to the compressive load. The result showed that by adding Sikacim Bonding Adhesive (in variaton of 1:1.5) on the pervious concrete could increase the compressive strength value and the deflection value in the optimum condition. The form connection between the compressive strength with the Sikacim variation of 1:1.5. $Y = -89,029 x^2 + 211,15x - 114,87$. $Y =$ Compressive strength (Mpa), $X =$ Sikacim Variation. The form between deflection value and compressive load $Y = 6E - 0,5x^2 - 0,006x$. $Y =$ Deflection (mm), $X =$ Compressive load (kg). The production cost for pervious concrete with the addition of Sikacim Bonding Adhesive (in variaton of 1:1.5) is Rp 2.700.000,00/m³.

Keywords : Pervious Concrete, Sikacim Bonding Adhesive, Compressive Strength, Flexure Strength

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia saat ini sedang gencar – gencarnya melakukan pembangunan di bidang konstruksi jalan. Dengan adanya pembangunan tersebut tidak dapat dihindari bahwa akan

adanya alih fungsi lahan yang pada mulanya berfungsi sebagai lahan resapan air akan berubah menjadi konstruksi perkerasan jalan. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang menggunakan

aspal sebagai bahan pengikat, konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat, dan konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) yang merupakan kombinasi antara perkerasan lentur dan kaku (Sukirman,1999). Kelemahan dari konstruksi perkerasan jalan tersebut salah satunya tidak dapat menyerap air atau kedap air, sehingga pada saat hujan banyak ditemukan genangan – genangan air pada permukaan jalan yang dapat menimbulkan beberapa permasalahan. Meningkatnya permasalahan yang terjadi mendorong penulis untuk membuat inovasi baru dengan menggunakan beton porous dan mengangkat judul “Studi Eksperimental Penambahan Sikacim Pada Campuran Beton Porous Untuk Perkerasan Jalan Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur” dengan harapan dapat memberikan inovasi perkerasan jalan yang dapat dialiri oleh air, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Tujuan

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk mencapai tujuan, sebagai berikut :

1. Untuk menganalisa pengaruh penambahan Sikacim Bonding Adhesive terhadap kuat tekan beton porous.
2. Untuk menganalisa pengaruh penambahan Sikacim Bonding Adhesive terhadap kuat lentur beton porous.
3. Untuk menganalisa biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan perkerasan jalan menggunakan beton porous.

Studi Terdahulu

1. Prasetya Adi (2013)

Penelitian dilakukan mengenai Kajian Jenis Agregat dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan dan Daya Tembus Beton. Perencanaan beton menggunakan beberapa perbandingan berat semen : kerikil dari 1:4,4 , 1:4,9 , 1:5,8 dengan FAS 0,4 dan 0,5. Hasil penelitiannya adalah semakin besar perbandingan semen dan agregat maka semakin besar pula kemampuan beton meloloskan air serta semakin besar perbandingan dibanding semen maka kuat tekan beton porous akan semakin kecil. Adanya bahan tambah perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan kuat tekan.

2. Haryadi (2015)

Penelitian mengenai beton berpori menjelaskan dengan perbandingan semen : agregat sebesar 1 : 4 menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 22,50 MPa dan kuat lentur optimum sebesar 2,67 MPa. Untuk perbandingan semen :

agregat 1 : 8 menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 14,38 MPa dan kuat lentur optimum sebesar 1,70 MPa.

3. Asiddikin (2017)

Penelitian mengenai beton berpori dengan bahan tambah mineral aditif (*silica fume*) dengan tujuan meningkatkan kuat tekan beton. Hasil dari penelitian menunjukkan kuat tekan tertinggi pada proporsi penambahan 10% sebesar 13,02 MPa pada umur 28 hari.

2. METODE

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang pada Bulan Januari sampai dengan Bulan Juni 2020.

Pembuatan Benda Uji

Benda uji beton porous dibuat dalam dua bentuk, yaitu silinder dengan ukuran $\phi 15 \times 30$ cm dan plat persegi ukuran $40 \times 40 \times 4$ cm. Dalam pembuatan benda uji beton porous material yang digunakan berupa semen portland tipe I, agregat kasar dengan gradasi seragam berdiameter 4,75 mm, air, dan bahan pengikat tambahan Sikacim Bonding Adhesive. Sebelum benda uji dibuat, dilakukan pengujian bahan untuk mengetahui sifat fisik agregat kasar berupa pengujian kadar air, berat isi, berat jenis serta penyerapan, dan gradasi. Pada saat pembuatan benda uji, dilakukan pengujian beton segar yaitu pengujian slump beton dengan rencana slump sebesar 0 – 200 mm.

Pengujian Beton Porous

Setelah umur beton mencapai umur yang direncanakan 21 dan 28 hari, dilakukan pengujian beton keras meliputi pengujian kuat tekan dan kuat lentur. Pengujian kuat tekan beton porous dilakukan dengan memberikan beban pada benda uji silinder sampai benda uji retak atau hancur menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Pengujian kuat lentur beton porous dilakukan dengan memberikan beban di tengah benda uji plat persegi sampai benda uji retak atau patah menggunakan alat *loading test* serta *hydraulic jack*.

Data Penelitian

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh kemudian dilakukan analisis dan pengolahan data berupa hasil pengujian sifat fisik agregat kasar, hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton porous, pengujian hipotesis untuk mengetahui pengaruh dari variabel bebas (variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive) terhadap hasil

pengujian kuat tekan dan kuat lentur, serta analisa biaya kebutuhan material perkerasan jalan menggunakan beton porous dengan tambahan Sikacim Bonding Adhesive.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bahan Beton Porous

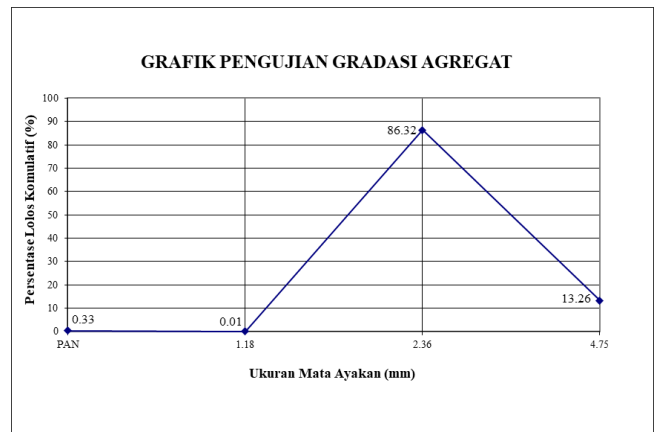
Pengujian bahan beton porous meliputi pengujian sifat fisik agregat kasar. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu ampyang yang berasal dari Betek, Kota Malang, Jawa Timur.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil Uji	Spesifikasi	Standar
Kadar Air (%)	1,90	1 – 5%	SNI 1971-2001
Berat Jenis (gr/cm ³)	2,56	2,5 – 2,7	ASTM C 128-01
Penyerapan (%)	0,052	2 – 10	ASTM C 128-01
Modulus Kehalusan (%)	3,12	5 – 6	ASTM C 136-01
Berat Isi			
1. Padat (gr/lt)	1,93	≤ 1,6	ASTM C 29M-03
2. Lepas (gr/lt)	1,83	≤ 1,2	

Tabel 2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Lubang Saringan (mm)	Tertahan		% Kumulatif	
	Gram	%	Tertinggal	Tembus
4,75	98,79	13,26	13,26	86,74
2,36	642,91	86,32	99,59	0,41
1,18	0,08	0,01	99,60	0,40
PAN	2,48	0,33	99,93	0,07
Jumlah	744,26		312,39	
Angka Kehalusan		3,12		



Grafik 1. Grafik Gradasi Agregat Kasar

3.1 KEBUTUHAN BAHAN BETON POROUS

Benda uji beton porous tiap variasi berjumlah 12 buah sehingga total benda uji berjumlah 60 buah.

Tabel 3. Variasi Kadar Sikacim Bonding Adehsive Pada Campuran Beton Porous

No	Perbandingan		Kadar		FAS
	Air	Sika	Air	Sika	
1	1	0	0,5	0	0,5
2	1	0,5	0,333	0,167	0,5
3	1	1	0,25	0,25	0,5
4	1	1,5	0,2	0,3	0,5
5	1	2	0,167	0,333	0,5

Tabel 4. Kebutuhan Jumlah Bahan Per 6 Sinlinder dan 6 Plat Persegi Beton Porous

No	Variasi	Semen (kg)	Agregat (kg)	Air (kg)	Sikacim (kg)
1	1 : 0	17,95	89,77	8,98	0
2	1 : 0,5	17,95	89,77	5,98	2,99
3	1 : 1	17,95	89,77	4,49	4,49
4	1 : 1,5	17,95	89,77	3,59	5,39
5	1 : 2	17,95	89,77	2,99	5,98

Tabel 5. Kebutuhan Jumlah Bahan Per 1 m³ Beton Porous

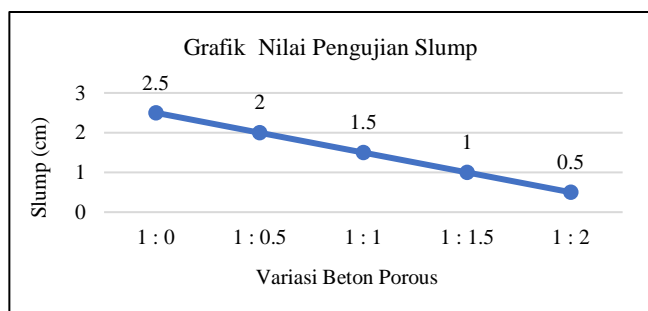
No	Variasi	Semen (kg)	Agregat (kg)	Air (kg)	Sikacim (kg)
1	1 : 0	296,30	1481,48	148,15	0
2	1 : 0,5	296,30	1481,48	98,77	49,38
3	1 : 1	296,30	1481,48	74,07	74,07
4	1 : 1,5	296,30	1481,48	59,26	88,89
5	1 : 2	296,30	1481,48	49,38	98,77

Hasil Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang dilakukan adalah pengujian slump yang diuji tiap campuran variasi beton porous.

Tabel 6. Pengujian Slump Beton Porous

No	Variasi Penambahan Sikacim	Slump (cm)
1	1 : 0	2,5
2	1 : 0,5	2,0
3	1 : 1	1,5
4	1 : 1,5	1,0
5	1 : 2	0,5



Grafik 2. Grafik Nilai Pengujian Slump

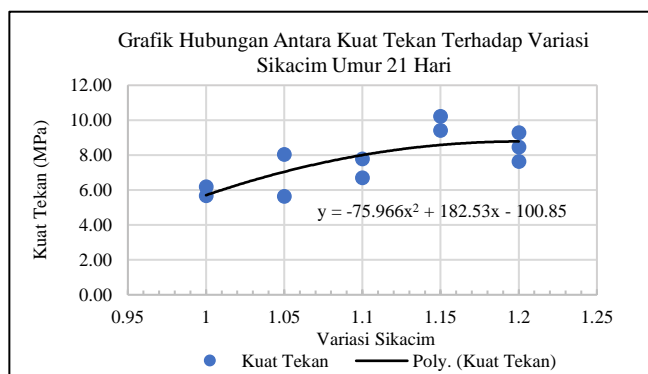
Hasil Pengujian Beton Keras

1. Kuat Tekan Beton Porous

Kuat tekan beton porous diuji pada umur 21 dan 28 hari.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Pada Umur 21 Hari

	Variasi Penambahan Sikacim				
	1 : 0	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2
Kuat Tekan (MPa)	6,19	8,04	6,70	5,36	8,46
Tekan (MPa)	5,68	5,63	4,83	10,22	7,64
(MPa)	8,26	4,56	7,77	9,41	9,28

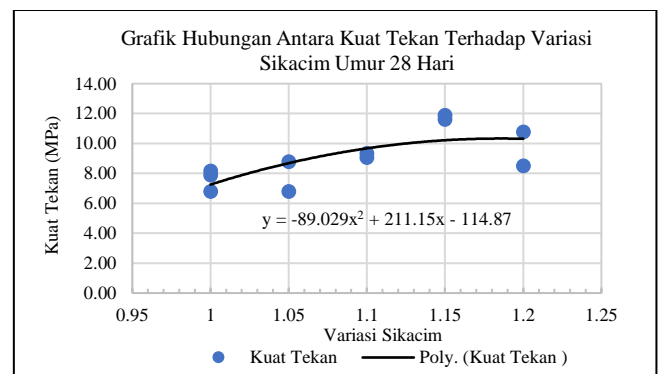


Grafik 3. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Terhadap Variasi Sikacim Umur 21 Hari

Berdasarkan **grafik 3** didapatkan persamaan regresi $Y = -75,966 x^2 + 182,53 x - 100,85$ dimana $Y =$ kuat tekan beton porous (MPa) dan $X =$ variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Pada Umur 28 Hari

	Variasi Penambahan Sikacim				
	1 : 0	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2
Kuat Tekan (MPa)	8,15	6,79	3,11	11,89	7,93
Tekan (MPa)	6,79	8,78	9,34	11,61	10,76
(MPa)	7,88	6,23	9,06	7,36	8,49

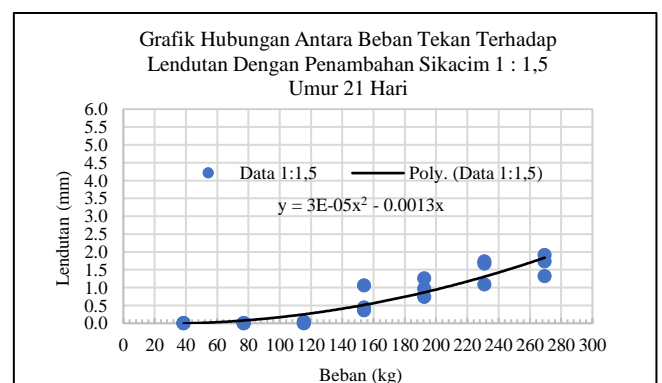


Grafik 4. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Terhadap Variasi Sikacim Umur 28 Hari

Berdasarkan **grafik 4** didapatkan persamaan regresi $Y = -89,029 x^2 + 211,15 x - 114,87$ dimana $Y =$ kuat tekan beton porous (MPa) dan $X =$ variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive. Pada umur 28 hari dapat diketahui kuat tekan tertinggi berada pada variasi 1 : 1,5 sebesar 11,89 MPa.

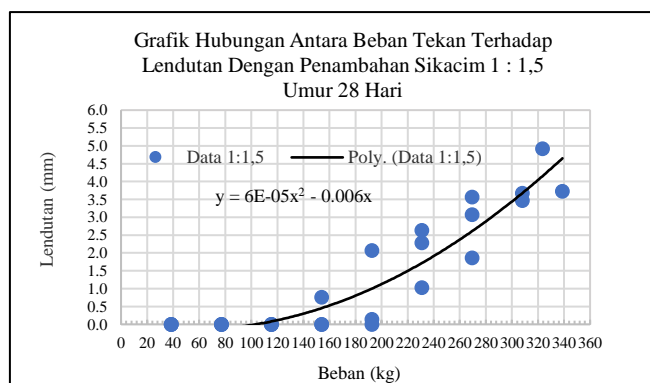
2. Kuat Lentur Beton Porous

Pada pengujian kuat tekan beton porous diketahui nilai kuat tekan tertinggi berada pada variasi 1 : 1,5 sehingga hasil pengujian kuat lentur pada variasi tersebut sebagai berikut :



Grafik 5. Grafik Hubungan Antara Beban Tekan Terhadap Lenturan Variasi 1 : 1,5 Umur 21 Hari

Berdasarkan **grafik 5** didapatkan persamaan regresi $Y = 3E - 0,5x^2 + 0,0013x$ dimana Y = besar lendutan (mm) dan X = beban tekan (kg). Nilai lendutan tertinggi sebesar 1,92 mm dengan beban tekan 269,5 kg.



Grafik 6. Grafik Hubungan Antara Beban Tekan Terhadap Lendutan Variasi 1 : 1,5 Umur 28 Hari

Berdasarkan **grafik 6** didapatkan persamaan regresi $Y = 6E - 0,5x^2 - 0,006x$ dimana Y = besar lendutan (mm) dan X = beban tekan (kg) Nilai lendutan tertinggi sebesar 4,92 mm dengan beban tekan 323,4 kg.

Uji Hipotesis

1. Uji Hipotesis Kuat Tekan Beton Porous

Hipotesis yang direncanakan adalah terdapat pengaruh kuat tekan akibat penambahan Sikacim Bonding Adhesive pada campuran beton porous, dengan H_0 = penambahan Sikacim Bonding Adhesive tidak mempengaruhi kuat tekan beton porous dan H_1 = penambahan Sikacim Bonding Adhesive mempengaruhi kuat tekan beton porous.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Anova Kuat Tekan Beton Porous Umur 21 Hari

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	19.83	4	4.96	5.80	0.04	5.19
Within Groups	4.27	5	0.85			
Total	24.10	9				

Tabel 10. Hasil Perhitungan Anova Kuat Tekan Beton Porous Umur 28 Hari

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	24.29	4	6.07	5.81	0.04	5.19
Within Groups	5.23	5	1.05			
Total	29.52	9				

Dapat diketahui bahwa adanya penambahan Sikacim Bonding Adhesive berpengaruh nyata terhadap kuat tekan

beton porous. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai F output lebih besar dibandingkan nilai F crit dari hasil perhitungan Anova kuat tekan beton porous umur 21 hari dan 28 hari.

2. Uji Hipotesis Kuat Lentur Beton Porous

Hipotesis yang direncanakan adalah terdapat pengaruh kuat lentur akibat penambahan Sikacim Bonding Adhesive pada campuran beton porous, dengan H_0 = penambahan Sikacim Bonding Adhesive tidak mempengaruhi besar lendutan beton porous dan H_1 = penambahan Sikacim Bonding Adhesive mempengaruhi besar lendutan beton porous.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Anova Kuat Lentur Beton Porous Umur 21 Hari

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	17.42	4	4.36	3.77	0.01	2.46
Within Groups	115.41	100	1.15			
Total	132.83	104				

Tabel 12. Hasil Perhitungan Anova Kuat Lentur Beton Porous Umur 28 Hari

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	20.54	4	5.13	2.80	0.03	2.46
Within Groups	183.63	100	1.84			
Total	204.16	104				

Dapat diketahui bahwa adanya penambahan Sikacim Bonding Adhesive berpengaruh nyata terhadap besar lendutan beton porous. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai F output lebih besar dibandingkan nilai F crit dari hasil perhitungan Anova kuat lentur beton porous umur 21 hari dan 28 hari.

Analisa Biaya

Perhitungan analisa biaya perkerasan jalan beton porous dengan penambahan Sikacim Bonding Adhesive pada variasi 1 : 1,5 didapatkan harga sebesar Rp 2.700.000,00/m³.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, serta analisa data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan Sikacim Bonding Adhesive dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton porous dengan nilai kuat tekan tertinggi berada pada variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive 1 : 1,5. Bentuk hubungan antara kuat tekan beton porous terhadap variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive dirumuskan dalam bentuk persamaan $Y = -89,029 x^2 + 211,15x - 114,87$, dimana Y = kuat tekan

beton porous (MPa) dan X = variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive.

2. Penambahan Sikacim Bonding Adhesive dapat meningkatkan nilai lendutan dengan beban tekan yang tinggi. Pada variasi penambahan Sikacim Bonding Adhesive 1:1,5 memiliki nilai lendutan tertinggi sebesar 4,92 mm dengan beban tekan 323,4 kg. Bentuk hubungan antara kuat lentur beton porous terhadap variasi penambahan Sikacim Bonding

Adhesive dirumuskan dalam bentuk persamaan $Y = 6E - 0,5x^2 - 0,006x$, dimana Y = besar lendutan (mm) dan X = beban tekan (kg).

3. Biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan jalan beton porous dengan penambahan Sikacim Bonding Adhesive variasi 1:1,5 yaitu sebesar Rp 2.700.000,00/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Prasetya, "Kajian Jenis Agregat dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan dan Daya Tembus Beton Porous", *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 2, Okt. 2013.
- [2] American Concrete Institute, "*Report on Pervious Concrete ACI 522R - 10*", USA, 2010.
- [3] Assidikin. H, "Pengaruh Penggunaan *Silica Fume* Terhadap Kinerja Beton Berpori Untuk Perkerasan Jalan", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, 2017.
- [4] Haryadi, dan Tamai, H., "*Enhancing The Performance of Porous Concrete By Utilizing The Pumice Agregate*", *Procedia Engineering*, vol. 125, no. 732 - 738, Elsevier, 2015.
- [5] Marjono., "Pengaruh Beban Tekan Terhadap Tegangan dan Lendutan Pada Model Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)", Politeknik Negeri Malang, 2007.
- [6] Sukirman , S., "Beton Aspal Campuran Panas", Jakarta : Granit, 2003.