

PEMANFAATAN ADMIXTURE BERUPA SIKAMEN-NN DAN SERAT POLIPROPILEN UNTUK MENINGKATKAN KUAT LENTUR BETON BERPORI

Rahmat Bangun Giarto^{1*}, Karmila Achmad², Wahyu Yusuf Rio³

^{1,2,3} Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan
rahmat.bangun@poltekba.ac.id

Abstrak: Pembuatan jalan dengan mengenakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang kedap air akan menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau dan mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air. Penggunaan beton berpori merupakan alternatif yang dapat dimanfaatkan pada konstruksi perkerasan jalan yakni sebagai pengendali limpasan air hujan dan suplai air tanah, sehingga dapat dikatakan bahwa beton berpori merupakan konstruksi ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh penambahan Sikament-NN dan serat polipropilen pada kekuatan lentur dan infiltrasi beton berpori. Kuat lentur beton berpori rata-rata meningkat seiring dengan penambahan Sikament-NN maupun penggunaan serat polipropilen dibandingkan beton biasa. Kuat lentur beton berpori terbesar didapatkan pada variasi 1/2PS1,2 sebesar 2,33 MPa. Penambahan Sikament-NN dengan dapat mempengaruhi laju infiltrasi beton berpori, dimana semakin besar dosis Sikament-NN yang digunakan maka semakin besar pula laju infiltrasinya. Laju infiltrasi terbesar didapatkan pada variasi 1/2S1,2 sebesar 150,496 mm/jam.

Kata kunci: Beton berpori, Sikamen NN, Serat Polipropilen, Infiltrasi

I. PENDAHULUAN

Pembangunan pada dunia konstruksi mengalami kemajuan yang sangat pesat, terutama bidang transportasi seperti pembuatan jalan. Pembuatan jalan dengan mengenakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang kedap air akan menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau dan mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air. Penggunaan beton berpori merupakan alternatif yang dapat dimanfaatkan pada konstruksi perkerasan jalan yakni sebagai pengendali limpasan air hujan dan suplai air tanah, sehingga dapat dikatakan bahwa beton berpori merupakan konstruksi ramah lingkungan. Beton berpori merupakan material yang terdiri dari agregat kasar dengan sedikit atau tanpa agregat halus yang tercampur dengan pasta semen.

Beton berpori menggunakan jenis agregat dengan nilai keausan yang kecil dapat meningkatkan kuat tekan beton berpori menjadi lebih besar. Agregat kasar yang digunakan yaitu split Merapi dan split Clereng sesuai dengan proporsi tertentu terhadap komposisi semen. Kuat tekan yang dihasilkan kurang dari 10 MPa sehingga disarankan untuk menggunakan bahan tambah.[1]

Benda uji dengan rasio CA/C sebesar 4,25 dalam ACI 522R-10 direkomendasikan untuk beton berpori dengan porositas di atas 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan 13,9 MPa dan kuat lentur 3 MPa. Benda uji mempunyai porositas tinggi sebesar 30% dengan menggunakan rasio CA/C sebesar 6,45. Jumlah agregat kasar yang besar dalam benda uji menghasilkan pori yang lebar akan meningkatkan nilai porositas dengan nilai kuat tekan kurang dari 10 MPa . [2]

Beton berpori dengan campuran polimer lateks dengan komposisi campuran semen : agregat kasar : air = 1 : 4,5 : 0,35 dapat mencapai kuat tekan sebesar 5-15 Mpa dan permeabilitas mencapai 10-20 mm/s. [3]

Laju infiltrasi minimum untuk konstruksi baru adalah 7×10^{-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. [4]

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. [5]

Lapisan beton berpori dapat mengurangi kebisingan lalu lintas seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan karena pori-pori yang dimiliki beton dapat menyerap suara.[6]

Kuat lentur beton berpori dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan tambah (admixture) yang membantu menjaga kualitas dan kelecakan (workability) beton serta mempercepat proses pengerasan. Salah satu produk keluaran dari PT. Sika Indonesia adalah Sikament-NN yang merupakan superplasticizer yang sangat efektif dalam mengurangi jumlah air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir tinggi. Pada Data Teknis PT. Sika Indonesia (2011) [7], dosis yang harus diberikan untuk penggunaan Sikament-NN diantara 0,30% – 2,30% terhadap berat semen tergantung pada kelecakan dan kuat tekan beton yang diinginkan.

Sebagai upaya dalam mendapatkan hasil maksimal kuat lentur beton berpori, digunakan serat polipropilen yang berfungsi mengontrol dan meminimalisir retak akibat susut plastis (*plastic shrinkage*) sehingga diharapkan dapat meningkatkan mutu yang lebih baik dari segi kuat lentur yang akan dimanfaatkan sebagai perkerasan jalan.

Penelitian yang dilakukan [8] dengan menambahkan Sikament-NN terhadap karakteristik beton. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh dengan menambahkan Sikament-NN dengan persentase sebesar 1,8% yaitu sebesar 38,65 Mpa dengan umur beton 28 hari.

Penelitian yang dilakukan dengan menambahkan kombinasi bahan tambah Plastiment-VZ dan Sikament-NN pada pekerjaan *rigid pavement*, didapatkan hasil nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan 0,15% Plastiment-VZ dan 1,3% Sikament-NN yaitu sebesar $565,22 \text{ kg/cm}^2$. [9]

Penelitian dengan menambahkan serat polipropilen dengan jenis strapping band pada self compacting concrete menunjukkan hasil bahwa penambahan strapping band sebanyak 1,25% dapat mengoptimalkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah sebesar 0,19%, yaitu dari 446,29 kg/cm^2 tanpa menggunakan serat strapping band menjadi 531,37 kg/cm^2 . Dalam penelitian disarankan untuk menggunakan serat dibawah presentase 1,25% karena porsi penambahan serat dirasa masih terlalu tinggi. [10]

Penambahan serat polipropilen dapat menurunkan workability dengan menurunnya nilai slump pada adukan beton. Nilai slump pada beton normal 100 mm, beton serat dengan menggunakan dosis serat polipropilen 0,40 kg/m^3 menghasilkan nilai slump 70 mm, beton serat dengan menggunakan dosis serat polipropilen 0,60 kg/m^3 menghasilkan nilai slump 52 mm dan beton serat dengan menggunakan dosis serat polipropilen 0,80 kg/m^3 menghasilkan nilai slump menjadi 43 mm. Kuat tekan beton meningkat dengan dosis serat polipropilen 0,6 kg/m^3 dan untuk kuat tarik belah beton optimum dengan dosis serat 0,65 kg/m^3 dengan menggunakan FAS yang sama yakni 0,53. [11]

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan Sikament-NN dan serat polipropilen pada kekuatan lentur dan infiltrasi beton berpori.

II. METODOLOGI

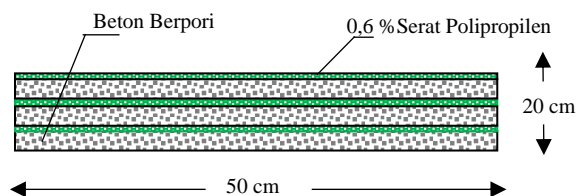
Material penelitian yang digunakan sebagai berikut semen yang digunakan adalah semen Tipe I (*Ordinary Portland Cement - OPC*), agregat kasar (batu pecah) yang digunakan adalah ukuran diameter yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ tertahan di saringan $\frac{1}{2}$ 100% dan agregat kasar yang lolos saringan $\frac{1}{2}$ tertahan di saringan $\frac{3}{8}$ 100% serta berasal daerah Palu, bahan tambah yang digunakan adalah Sikament-NN dari PT. Sika Indonesia dan 0,6% serat polipropilen.

Sampel beton berpori menggunakan cetakan balok berukuran 50 cm x 20 cm x 20 cm dan plat untuk uji infiltrasi beton porous dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 10 cm dengan perencanaan campuran beton berpori dan bahan tambah Sikament-NN disajikan pada tabel 1. Penelitian dimulai dengan melakukan pengujian pendahuluan pada material, pembuatan benda uji, pengecekan nilai slump, tahapan perawatan (perendaman) selama 28 (dua puluh delapan) hari kemudian dilakukan uji kuat lentur dan uji infiltrasi pada sampel.

Tabel 1. Perencanaan Campuran Beton Berpori

No.	Jenis Sampel	Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (Liter)	Variasi Sikament-NN (ml)		
					0,8 %	1%	1,2 %
1.	Balok	1,8	7,2	0,54	14,4	18	21,6
2.	Pelat	9	36	2,7	72	90	108

Pembuatan benda uji dilakukan dengan membuat lapisan per lapisan, dimana lapisan pertama di isi dengan beton berpori, kemudian lapisan ke dua diisi dengan 0,6% serat poliorioilen kemudian dipadatkan, langkah ini dilakukan secara berurutan sampai dengan 6 (enam) lapisan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Benda Uji Beton Poros

Nilai laju infiltrasi berbanding lurus dengan banyaknya rongga antara konektifitas agregat pada beton berpori. Semakin banyak jumlah rongga maka semakin besar nilai laju infiltrasinya. Laju infiltrasi dengan menggunakan infiltration ring yang berdiameter 300 mm, air dengan volume 18,1436 kg (40 pound), dimana I = Laju infiltrasi (mm/jam), M = Berat air (kg), D = Diameter dalam, (mm) t = Waktu (detik) dan $K = 4583666000$ (Konstanta). [12]

$$I = \frac{KM}{D^2T} \quad (1)$$

Jumlah benda uji pada penelitian ini berjumlah 48 benda uji dengan 16 variasi beton berpori dan 16 variasi plat, seperti yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Variasi Benda Uji Beton Berpori

No.	Variasi Benda Uji	Kode Benda Uji	Jumlah Sampel
1	Agregat 1/2"	1/2RC	3
2	Agregat 1/2" + 0,8% sikament-NN	1/2S0,8	3
3	Agregat 1/2" + 1% sikament-NN	1/2S1	3
4	Agregat 1/2" + 1,2% sikament-NN	1/2S1,2	3
5	Agregat 1/2" + 0,6% serat polipropilen	1/2P	3
6	Agregat 1/2" + 0,8% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	1/2PS0,8	3
7	Agregat 1/2" + 1% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	1/2PS1	3
8	Agregat 1/2" + 1,2% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	1/2PS1,2	3
9	Agregat 3/4"	3/4RC	3
10	Agregat 3/4" + 0,8% sikament-NN	3/4S0,8	3
11	Agregat 3/4" + 1% sikament-NN	3/4S1	3
12	Agregat 3/4" + 1,2% sikament-NN	3/4S1,2	3
13	Agregat 3/4" + 0,6% serat polipropilen	3/4P	3
14	Agregat 3/4" + 0,8% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	3/4PS0,8	3
15	Agregat 3/4" + 1% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	3/4PS1	3
16	Agregat 3/4" + 1,2% sikament-NN + 0.6 serat polipropilen	3/4PS1,2	3

III. HASIL PEMBAHASAN

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan (SSD), berat jenis semu, dan penyerapan air yang terdapat pada kerikil Palu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Kerikil

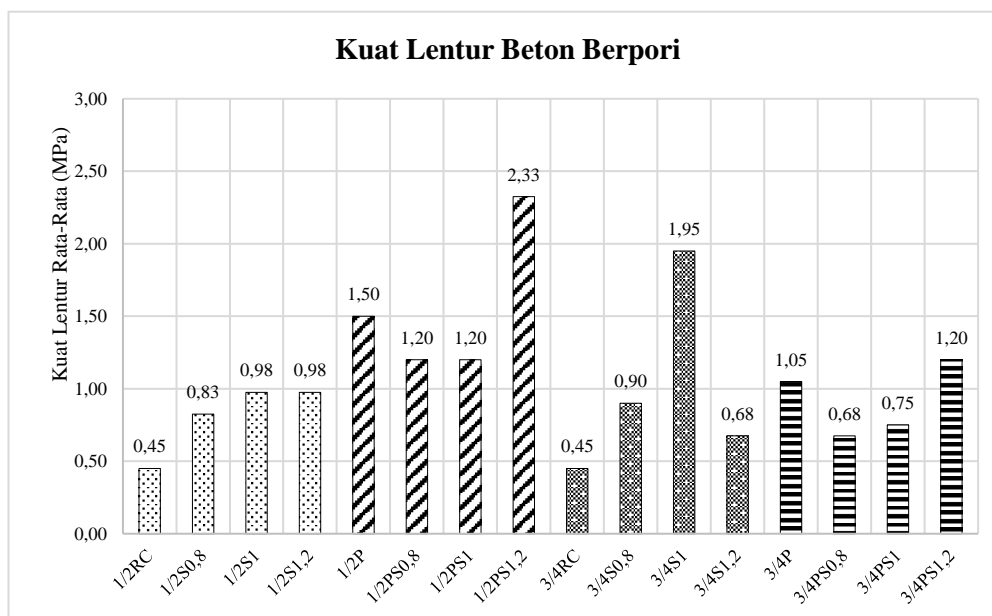
No	Keterangan	Nilai
1	Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan SSD (BJ)	2960 gr
2	Berat Benda Uji Kering Oven (BK)	2980 gr
3	Benda Uji SSD didalam Air (BA)	1784 gr
4	Berat Jenis Curah	2,534
5	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan	2,51
6	Berat Jenis Semu	2,491
7	Penyerapan Air	0,67 %

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk memperoleh nilai kuat lentur dari dari setiap sampel variasi beton berpori agar dapat membandingkan pengaruh gradasi seragam dengan penambahan Sikament-NN dan serat polipropilen. Hasil pengujian kuat lentur beton berpori dengan umur 28 hari dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Kuat lentur beton berpori umur 28 hari

Kode Benda Uji	Sampel	Load (kN)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1/2RC	1	1,00	4,59	0,45	0,450
	2	1,00	4,59	0,45	
	3	1,00	4,59	0,45	
1/2S0,8	1	2,00	9,18	0,90	0,825
	2	1,50	6,88	0,68	
	3	2,00	9,18	0,90	
1/2S1	1	2,00	9,18	0,90	0,975
	2	2,50	11,47	1,13	
	3	2,00	9,18	0,90	
1/2S1,2	1	2,00	9,18	0,90	0,975
	2	2,00	9,18	0,90	
	3	2,50	11,47	1,13	
1/2P	1	3,00	13,77	1,35	1,500
	2	3,50	16,06	1,58	
	3	3,50	16,06	1,58	
1/2PS0,8	1	2,50	11,47	1,13	1,200
	2	2,50	11,47	1,13	
	3	3,00	13,77	1,35	
1/2PS1	1	2,50	11,47	1,13	1,200
	2	2,50	11,47	1,13	
	3	3,00	13,77	1,35	
1/2PS1,2	1	6,00	27,53	2,70	2,325
	2	5,00	22,94	2,25	
	3	4,50	20,65	2,03	
3/4RC	1	1,00	4,59	0,45	0,450
	2	1,00	4,59	0,45	
	3	1,00	4,59	0,45	
3/4S0,8	1	2,00	9,18	0,90	0,900
	2	2,00	9,18	0,90	
	3	2,00	9,18	0,90	
3/4S1	1	6,00	27,53	2,70	1,950
	2	3,00	13,77	1,35	
	3	4,00	18,36	1,80	
3/4S1,2	1	1,50	6,88	0,68	0,675
	2	2,00	9,18	0,90	
	3	1,00	4,59	0,45	
3/4P	1	1,50	6,88	0,68	1,050
	2	1,50	6,88	0,68	
	3	4,00	18,36	1,80	

Kode Benda Uji	Sampel	Load (kN)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
3/4PS0,8	1	1,50	6,88	0,68	0,675
	2	2,00	9,18	0,90	
	3	1,00	4,59	0,45	
3/4PS1	1	2,00	9,18	0,90	0,750
	2	1,50	6,88	0,68	
	3	1,50	6,88	0,68	
3/4PS1,2	1	1,50	6,88	0,68	1,200
	2	3,50	16,06	1,58	
	3	3,00	13,76	1,35	



Gambar 2. Hasil Kuat Lentur Beton Berpori

Gambar 2. menunjukkan bahwa kuat lentur beton berpori rata-rata meningkat seiring dengan penambahan Sikament-NN dibandingkan beton biasa (RC). Hal ini dikarenakan Sikament-NN dapat membantu dalam menjaga kualitas dan kelecakan (*workabilty*) beton serta mempercepat pengerasan.

Beton berpori dengan menggunakan serat polipropilen (P) mengalami peningkatan kuat lentur dibandingkan dengan beton biasa (RC), hal ini karena serat polipropilen dapat meminimalisir retak akibat susut plastis (*plastic shrinkage*).

Beton berpori yang dikombinasikan dengan serat polipropilen dan Sikament-NN mengalami peningkatan kuat lentur dibandingkan beton biasa (RC). Kuat lentur beton berpori terbesar didapatkan pada variasi 1/2PS1,2 sebesar 2,33 MPa.



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Berpori

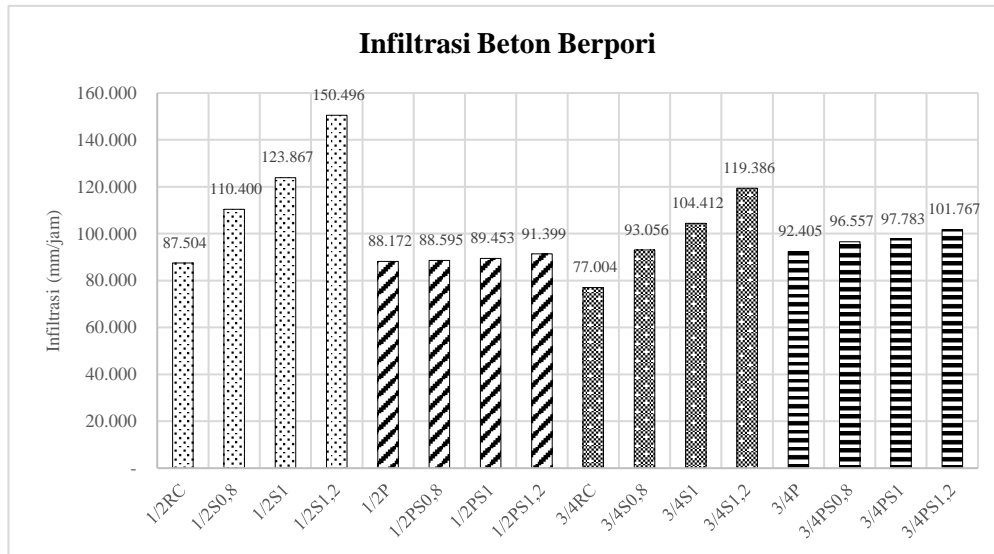
Hasil uji infiltrasi beton berpori akan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Infiltrasi Beton Porous

Kode Benda Uji	Berat Air (kg)	Infiltrasi (Detik)	Infiltrasi (mm/jam)
1/2RC	18,1436	10,56	87.504
1/2S0,8	18,1436	8,37	110.400
1/2S1	18,1436	7,46	123.867
1/2S1,2	18,1436	6,14	150.496
1/2P	18,1436	10,48	88.172
1/2PS0,8	18,1436	10,43	88.595
1/2PS1	18,1436	10,33	89.453
1/2PS1,2	18,1436	10,11	91.399
3/4RC	18,1436	12	77.004
3/4S0,8	18,1436	9,93	93.056
3/4S1	18,1436	8,85	104.412
3/4S1,2	18,1436	7,74	119.386
3/4P	18,1436	10	92.405
3/4PS0,8	18,1436	9,57	96.557
3/4PS1	18,1436	9,45	97.783
3/4PS1,2	18,1436	9,08	101.767



Gambar 3. Proses Pengujian Infiltrasi Beton Berpori



Gambar 4. Grafik Laju Infiltrasi Beton Berpori

Gambar 4 menunjukkan bahwa infiltrasi beton berpori mengalami peningkatan seiring dengan penambahan Sikamen NN dibandingkan beton biasa (RC), dimana semakin besar dosis Sikament-NN yang digunakan maka semakin besar pula laju infiltrasinya. Sikament-NN menghasilkan beton yang lebih halus pada permukaannya sehingga mengurangi gesekan antara air dan beton oleh karena itu air mengalir jauh lebih cepat. Laju infiltrasi terbesar didapatkan pada variasi 1/2S1,2 sebesar 150,496 mm/jam.

IV. KESIMPULAN

Kuat lentur beton berpori rata-rata meningkat seiring dengan penambahan Sikament-NN maupun penggunaan serat polipropilen dibandingkan beton biasa (RC). Namun belum di dapatkan peningkatan kekuatan lentur yang signifikan untuk benda uji dengan penambahan serat polipropilen dan Sikament-NN sehingga diperlukan kombinasi yang sesuai pada penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan kuat lentur secara signifikan. Infiltrasi beton berpori mengalami peningkatan seiring dengan penambahan Sikamen NN dibandingkan beton biasa (RC), dimana semakin besar dosis Sikament-NN yang digunakan maka semakin besar pula laju infiltrasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada Manajemen Politeknik Negeri Balikpapan yang mendanai penelitian ini. Saya juga ingin dengan tulus berterima kasih kepada kedua rekan saya di Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu kami dalam mengumpulkan data untuk penelitian.

REFERENSI

- [1] P. Adi, "Kajian Jenis Agregat dan Proporsi Campuran terhadap Kuat Tekan dan Daya Tembus Beton Porus," *J. Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 100–106, 2013.
- [2] T. F. F. Emiko LIM, Kiang Hwee TAN, "Effect of Mix Proportion on Strength and Permeability of Pervious Concrete for Use in Pavement," *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 10, pp. 1565–1575, 2013, doi: 10.11175/easts.10.1565.
- [3] B. Huang, H. Wu, X. Shu, and E. G. Burdette, "Laboratory evaluation of permeability and strength of polymer-modified pervious concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 24, no. 5, pp. 818–823, 2010, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2009.10.025.
- [4] M. Offenbergl, D. R. Smith, K. Earley, and J. M. Lia, "Potential Application of ASTM C1701 for Evaluating Surface Infiltration of Permeable Interlocking Concrete Pavements," *Pervious Concr.*, pp. 1–9, 2012, doi: 10.1520/stp104560.

- [5] F. M. Sari, A. Setyawan, and K. A. Sambowo, "Tinjauan durabilitas beton berpori sebagai perkerasan jalan yang ramah lingkungan," *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 1, no. 2, pp. 142–148, 2013.
- [6] M. Stegmaier, "FIBER REINFORCED DRAINAGE CONCRETE," *Otto-Graf-Journal*, vol. 14, pp. 67–78, 2013.
- [7] PT. Sika Indonesia, "Data Teknis Know-How From Site To Shelf," 2011.
- [8] S. W. Megasari and W. Winayati, "Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-Nn Terhadap Karakteristik Beton," *SIKLUS J. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 117–128, 2017, doi: 10.31849/siklus.v3i2.398.
- [9] S. W. Megasari and W. Winayati, "Analisis Karakteristik Beton dengan Kombinasi Bahan Tambah Plastiment-VZ dan Sikament-NN Pada Pekerjaan Rigid Pavement di Provinsi Riau," pp. 117–124, 2017, doi: 10.21063/spi3.1017.117-124.
- [10] J. Masdar, M. W. Tjaronge, A. M. Akkas, J. Sipil, F. Teknik, and U. Hasanuddin, "KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) RESEARCH OF POLYPROPYLENE (PP) FIBER EFFECT TOWARD COMPRESSIVE STRENGTH AND SPLIT TENSION STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) Fakultas Teknik Jurusan Sipil STRENGTH AND SPLIT TENSION STRE."
- [11] H. Hasanr, B. Tatong, and J. Tole, "Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton," *Maj. Ilm. Mektek*, no. 1, pp. 12–19, 2013.
- [12] A. S. F. T. A. Materials, *Annual Book of ASTM Standard*. Philadelphia, USA, 1992.

Halaman ini sengaja dikosongkan