

Analisis Nilai Pori Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan Styrofoam sebagai bahan tambah pada Lapis Hot Rolled Sheet (HRS)

Alfian Saleh^{*1}, Fadrizal Lubis², Dapot Syaloom Harianja³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

*e-mail: alfian.saleh@unilak.ac.id^{*1}, Fadrizal@unilak.ac.id², dapotsyaloom@unilak.ac.id³

Abstract

The application of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) is a road structure rehabilitation concept, by optimizing the reuse of old materials into new pavement materials. The pore value is the percentage of the ratio of voids in the pavement mixture where the pore value is a determinant of the level of mix tightness in the pavement. If this pore value has a large increase, then the cavities in the mixture are less impermeable to water and air so that the pavement mixture is more easily oxidized and more easily impregnated by water so that the pavement layer will be damaged quickly. In this study, materials from Reclaimed Asphalt Pavement were used for the Hot Rolled Sheet (HRS) layer by utilizing added material in the form of styrofoam waste material. Styrofoam has the same properties as asphalt, namely thermoplastic which is one of the reasons it is used as an added material. From the results of the KAO test, it was made with a value variation of 6.2%; 6.7%; 7.2%; 7.7%; 8.2% and obtained the optimum asphalt content value of 7.24%. From the optimum asphalt content obtained, it was continued by adding styrofoam as an additive, namely 6%, 12%, 18% and 24% of the optimum asphalt weight. From the results obtained along with the increasing percentage of Styrofoam, the pore value in the pavement layer decreases, namely the addition of 6% the pore value is 8.39%; at the addition of 12% the pore value is 7.37%; at the addition of 18% the pore value obtained was 4.57% and at the addition of 24% the pore value was obtained at 3.83%. This is because the voids between the granules are still large enough so that the added styrofoam is still quite easy to enter into the mixed cavities and the mixture becomes denser. So that the pavement mixture will be more impermeable. The results of this study indicate that the use of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) material added with Styrofoam on the Hot Rolled Sheet pavement layer has a smaller pore value so that the mixture will be more impermeable to water and air.

Keywords: Hot Rolled Sheet (HRS), Void in The Mixture, Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), Styrofoam

Abstrak

Penerapan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) merupakan konsep rehabilitasi struktur jalan, dengan mengoptimalkan penggunaan kembali material lama menjadi material perkerasan baru. Nilai pori merupakan persentase perbandingan rongga pada campuran perkerasan dimana nilai pori ini sebagai penentu dari tingkat kedapcampuran pada perkerasan. Apabila nilai pori ini mengalami peningkatan besar, maka rongga dalam campuran semakin kurang kedap terhadap air dan udara sehingga campuran perkerasan lebih mudah mengalami oksidasi dan lebih mudah diresapi oleh air sehingga lapisan perkerasan akan cepat mengalami kerusakan. Pada penelitian ini menggunakan bahan dari Reclaimed Asphalt Pavement untuk lapisan Hot Rolled Sheet (HRS) dengan memanfaatkan bahan tambah berupa material limbah styrofoam. Styrofoam memiliki sifat yang sama dengan aspal yaitu termoplastik yang menjadi salah satu alasan dijadikan bahan tambah. Dari hasil pengujian KAO dibuat dengan variasi nilai 6,2%; 6,7%; 7,2%; 7,7%; 8,2% dan didapat nilai kadar aspal optimum sebesar 7,24%. Dari kadar aspal optimum yang didapatkan dilanjutkan dengan menambahkan styrofoam sebagai bahan tambah yaitu sebesar 6%, 12%, 18% dan 24% terhadap berat aspal optimum. Dari hasil yang didapatkan seiring dengan besarnya persentase penambahan Styrofoam membuat nilai pori pada lapis perkerasan semakin menurun yaitu pada penambahan 6% nilai porinya sebesar 8,39%; pada penambahan 12% nilai porinya sebesar 7,37%; pada penambahan 18% nilai pori yang didapatkan sebesar 4,57% dan pada penambahan 24% nilai pori yang didapatkan sebesar 3,83%. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga styrofoam yang ditambahkan masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga-rongga campuran dan campuran menjadi semakin rapat. Sehingga campuran perkerasan akan semakin kedap. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan material Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) yang ditambah dengan styrofoam pada lapisan perkerasan Hot Rolled Sheet memiliki nilai pori semakin kecil sehingga campuran akan semakin kedap terhadap air dan udara.

Kata kunci: Hot Rolled Sheet (HRS), Kadar Pori, Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), Styrofoam

1. PENDAHULUAN

Perancangan lapis tipis aspal beton memiliki tujuan agar dapat menjadikan lapis dengan daya dukung yang memiliki fungsi sebagai lapis yang kedap air, dan yang berfungsi mempertahankan lapis yang ada dibawahnya. Permasalahan yang sering terjadi pada lapis perkerasan khususnya lapis atas atau yang berfungsi sebagai lapis kedap air adalah kadar pori dari lapis aspal tersebut membuat kadar pori tersebut yang terlalu besar membuat lapis perkerasan aspal menjadi cepat hancur karena air masuk ke dalam pori lapis perkerasan (Huwae et al., 2015). Kinerja sampuran beraspal pada umumnya bergantung pada 3 (tiga) hal utama yaitu, mutu bahan pembentuk, komposisi bahan dan cara perlakuan bahan dalam hal ini adalah agregat dan aspal, butiran, tekstur dari permukaan, kekerasan serta gradasi dari agregat sebagai bahan pembentuk dan yang paling penting adalah dari gradasi agregat yang membuat kadar pori dari lapis perkerasan menjadi hal yang paling penting sehingga perlu adanya proporsi campuran yang tepat dalam pencampuran (Hermanus et al., 2015). Karakteristik *Hot Rolled Sheet* yaitu memiliki kelenturan dan ketahanan yang tinggi, hal ini dikarenakan campuran HRS memiliki gradasi timpang sehingga celah yang terdapat dalam campuran cukup besar. Aspal daur ulang (RAP) adalah material yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai material perkerasan jalan untuk mengurangi kebutuhan akan agregat alam yang tidak terpakai (Copeland, 2011). Material RAP yang didapat dari hasil pengupasan lapisan aus pada Jalan Yos Sudarso, Rumbai. Lapisan perkerasan lentur ini merupakan lapisan AC-WC yang dikupas menggunakan *cold milling*. Material RAP dapat digunakan kembali sebagai perkerasan baru. Tidak hanya lapis perkerasan AC-WC, penggunaan material RAP dapat dirancang menjadi jenis lapisan perkerasan lain seperti *Hot Rolled Sheet* (HRS). Lapis HRS merupakan campuran aspal yang memakai agregat dengan gradasi senjang. Gradasi senjang inilah menjadikan *Hot Rolled Sheet* (HRS) memiliki karakteristik ketahanan cuaca dan memiliki permukaan yang tahan lama, sehingga dapat menahan lalu lintas berat tanpa menyebabkan keretakan (Natser, 2016). Pada penelitian ini menggunakan bahan dari *Reclaimed Asphalt Pavement* yang dimodifikasi pada lapisan *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan memanfaatkan material limbah berupa *Styrofoam* ditinjau dari nilai kadar pori dari campuran perkerasan HRS. Nilai pori sendiri merupakan nilai dari rongga udara pada campuran perkerasan dimana nilai pori ini sangat berpengaruh dari kinerja lapis perkerasan karena nilai pori menentukan lapisan perkerasan tersebut kedap terhadap air. *Styrofoam* sendiri merupakan salah satu limbah plastik yang paling banyak ditemukan penggunaannya. Pada penelitian ini menggunakan bahan dari *Reclaimed Asphalt Pavement* yang dimodifikasi pada lapisan *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan memanfaatkan material limbah berupa *Styrofoam*. *Styrofoam* sendiri merupakan salah satu limbah plastik yang paling banyak ditemukan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. *Styrofoam* yang digunakan merupakan *styrofoam* untuk tempat makanan. Sehingga dengan penambahan limbah *Styrofoam* ini pada lapis campuran perkerasan panas bagaimana pengaruhnya terhadap nilai pori dari lapis perkerasan.

2. METODE

Pengujian dilakukan dengan melakukan pemeriksaan benda uji material RAP yang telah dipisahkan dari aspal dan dijemur kering. Setelah pemeriksaan agregat selesai dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian keausan.

Benda uji terdiri dari 3 (tiga) kelompok yaitu:

1. Benda uji campuran aspal dengan campuran variasi kadar aspal penetrasi 60/70 agar mendapatkan nilai kadar aspal optimum.
2. Benda uji campuran aspal dengan KAO dan penambahan kadar *styrofoam* yang dibuat dengan 5 (lima) variasi persentasi.
3. Pembuatan benda uji sebanyak 3 (tiga) buah setelah mendapatkan nilai KAO dan kadar *styrofoam* optimum.

Material RAP yang didapat dari hasil pengupasan lapisan aus pada Jalan Yos Sudarso, Rumbai. Lapisan perkerasan lentur ini merupakan lapisan AC-WC yang dikupas menggunakan *cold milling*. Material RAP dapat digunakan kembali sebagai perkerasan baru.

Pada penelitian ini menggunakan aspal keras dengan jenis aspal yaitu Aspal Pertamina dengan Pen 60/70. Aspal ini diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* PT Lutvindo Wijaya Perkasa.

Untuk menentukan nilai kadar aspal secara teoritis maka dilakukan perhitungan nilai persentase CA, FA dan filler seperti yang diberikan pada tabel 1.

Tabel 1. Penentuan persentase agregat untuk kadar aspal secara teoritis

Bahan	Ukuran Saringan		Spesifikasi lolos		Tinggal diatas		%V	%V*G	Jumlah bahan menurut spek		Jumlah Bahan
	mm	ASTM	Kisaran	Target	%V	Tinggal %	gram	Tinggal %	gram	Agregat	
Agregat 100% 1200 gr	19	¾"	0-100	100	-	-	0,000	-	-	-	38,96
	12,5	½"	90-100	95	5,00	5,00	12,91	4,99	59,94	59,94	
	9,5	3/8"	75-85	80	20,00	15,00	38,72	14,98	179,81	239,75	
	2,36	No.8	50-72	61	39,00	19,00	49,03	18,98	227,76	467,51	
	0,6	No.30	35-60	45	55,00	16,00	41,30	15,98	191,80	191,80	52,94
	0,075	No.200	6-10	8	92,00	37,00	95,50	443,53	443,53	635,33	
	>0,075	Pan			100,00	8,00	20,92	97,16			
	Filler		Abu Batu	6% x 1200					97,16	97,16	8,10

Dari tabel 1. diatas didapat nilai persentase CA yaitu 38,96%; persentase FA yaitu 52,94%; dan filler yaitu 8,1%. Berdasarkan nilai yang telah diperoleh maka dapat dilakukan perhitungan kadar aspal dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%MA) + 0,18 (\%FA) + C$$

$$Pb = 0,035 (38,96 + 0,045 (52,94) + 0,18 (8,1) + 2$$

$$Pb = 1,36 + 2,38 + 1,46 + 2 = 7,2\%$$

Dimana : C = konstanta dimana nilai C sekitar 1,0 untuk AC dan 2,0 – 3,0 untuk HRS

Setelah mendapatkan nilai rencana kadar aspal secara teoritis maka selanjutnya mencari nilai kadar aspal optimum dengan membagi menjadi 5 (lima) kadar aspal dengan masing-masing 3 (tiga) benda uji seperti yang tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Rencana Penentuan Variasi Campuran untuk Menentukan Nilai KAO

No.	Variasi Pencampuran Kadar Aspal	Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji (bh)
1	Rencana KAO (Pb - 1,0%)	6,2%	3
2	Rencana KAO (Pb - 0,5%)	6,7%	3
3	Rencana KAO (Pb %)	7,2%	3
4	Rencana KAO (Pb + 0,5%)	7,7%	3
5	Rencana KAO (Pb + 1,0%)	8,2%	3
Jumlah Total Benda Uji			15

Dari tabel 2 selanjutnya dicari nilai persentase KAO yang memenuhi parameter-parameter Bina Marga 2018. Setelah mendapatkan nilai persentase KAO dari tabel 3, maka perhitungan selanjutnya yaitu dengan mencari nilai kadar *styrofoam* optimum sesuai dengan tabel 3.

Tabel 3 .Benda uji dengan Variasi Kadar *Styrofoam*

No.	Variasi Pencampuran Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
1	Rencana KAO Optimum + 0% Styrofoam	3
2	Rencana KAO Optimum + 6% Styrofoam	3
3	Rencana KAO Optimum + 12% Styrofoam	3
4	Rencana KAO Optimum + 18% Styrofoam	3
5	Rencana KAO Optimum + 24% Styrofoam	3
Jumlah total benda uji		15

Setelah mendapatkan nilai KAO maka tahap berikutnya yaitu menambahkan styrofoam dengan penambahan 0%, 6%, 12%, 18% dan 24% kemudian diuji dan dianalisis nilai kadar porinya dan melihat pengaruh penambahan tersebut pada nilai pori pada campuran perkerasan jalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pengujian agar dapat memperoleh nilai kadar aspal optimum dan kadar *styrofoam* optimum, maka terlebih dahulu beberapa penelitian awal terhadap agregat yang dimulai dari pengujian analisa saringan, berat jenis, keausan dan lain sebagainya. Dilanjutkan dengan pengujian untuk memperoleh kadar aspal optimum sampai mendapatkan nilai keausan terhadap kadar *styrofoam* optimum.

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan ini terdiri dari pemeriksaan agregat kasar dan halus, pemeriksaan karakteristik agregat di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning Provinsi Riau Kota Pekanbaru.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

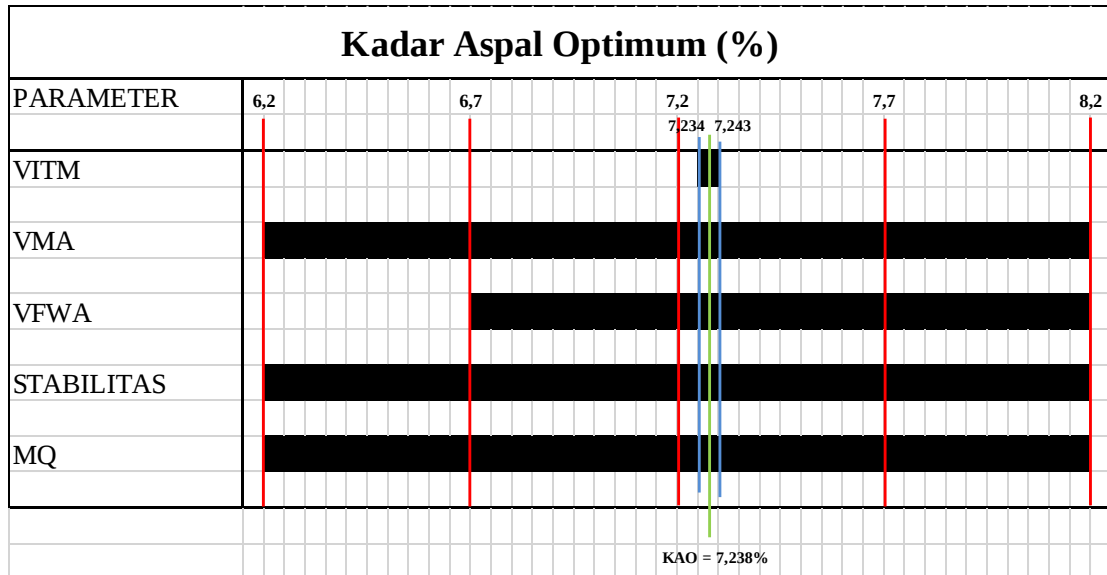
No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Persyaratan (Berd. Bina Marga 2018)	Hasil Pengujian Material RAP	Keterangan
1	Kelekatan agregat terhadap aspal	Min. 95%	120	Memenuhi
2	Keausan dengan mesin Los Angeles %	Maks. 40%	50	Tidak Memenuhi
3	Berat jenis agregat	$\geq 2,5$	2,52	Memenuhi
4	Penyerapan air oleh agregat	< 3	0,120	Memenuhi

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Nilai Persyaratan (Berd. Bina Marga 2018)	Hasil Pengujian Material RAP	Keterangan
1	Berat jenis agregat	$\geq 2,5$	2,52	Memenuhi
2	Sand equivalent	> 50	62	Memenuhi
3	Penyerapan air oleh agregat	< 3	0,043	Memenuhi

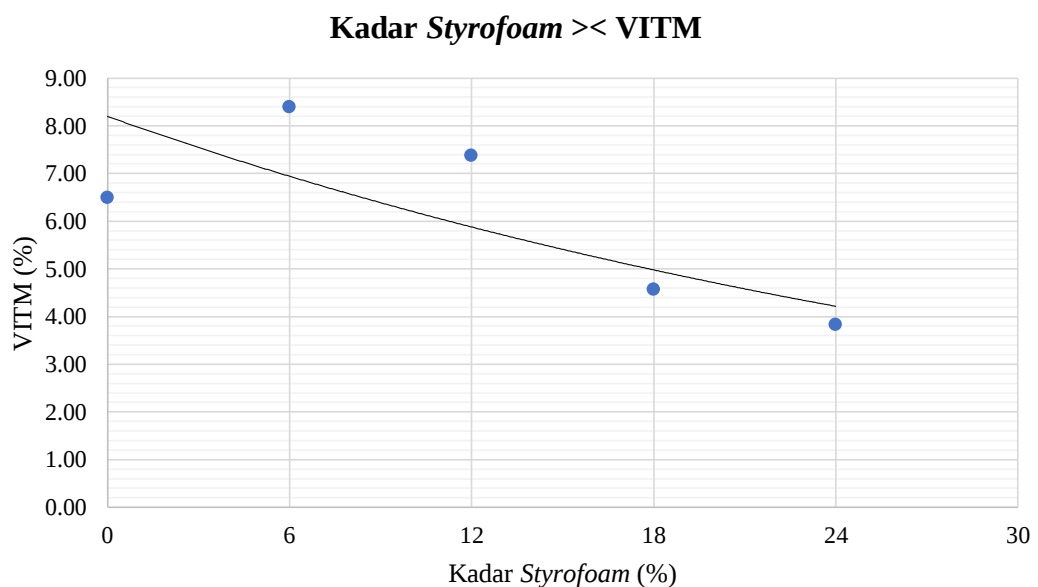
Kadar Aspal Optimum

Penentuan kadar aspal optimum pada spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar penambahan *styrofoam* pada lapis perkerasan *Hot Rolled Sheet* (HRS) adalah spesifikasi Bina Marga 2018. Kadar penambahan *styrofoam* optimum ditentukan secara grafis digambarkan pada gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Optimum

Pada parameter VITM atau kadar pori masih terdapat kadar aspal yang belum memenuhi persyaratan secara keseluruhan sehingga harus melakukan pengecekan dengan interpolasi agar dapat mengetahui persentase kadar aspal optimum yang memenuhi semua parameter yang telah dipersyaratkan. Dari gambar 1 diatas maka didapat Kadar Aspal Optimum sebesar 7,238% atau 7,24%. Dari kadar aspal optimum ini kita menambahkan *Styrofoam*. Sehingga penambahan kadar *styrofoam* yang ditambahkan berdasarkan berat dari kadar aspal optimum. Adpaun penambahannya yaitu sebesar 0% (sebagai control), 6%, 12%, 18% dan 24%. Kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk menentukan kadar pori dari masing-masing penambahan *styrofoam*. Adapun nilai pori yang didapatkan dari penambahan *Styrofoam* ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Nilai VITM (Kadar Pori)

Dari gambar 2 diatas diperoleh karakteristik nilai kadar pori dari penambahan *styrofoam* mengalami penurunan yaitu pada kadar 0% (tanpa penambahan *styrofoam*) nilai kadar porinya sebesar 6,49%; untuk penambahan sebesar 6% nilai kadar pori sebesar 8,39%; kemudian pada penambahan 12% kadar porinya sebesar 7,37%; kemudian pada penambahan 18% didapatkan kadar pori sebesar 4,57% dan terakhir pada penambahan 24% *styrofoam* kadar pori yang didapatkan sebesar 3,83%. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga *styrofoam* yang ditambahkan masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga-rongga campuran dan campuran menjadi semakin rapat. Sehingga campuran perkerasan akan semakin kedap. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) yang ditambah dengan *styrofoam* pada lapisan perkerasan *Hot Rolled Sheet* memiliki nilai pori semakin kecil sehingga campuran akan semakin kedap terhadap air dan udara

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan penelitian ini adalah:

1. Nilai Kadar Pori dari lapis perkerasan *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan memanfaatkan material dari *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) mengalami penurunan seiring dengan penambahan *Styrofoam* sebagai bahan tambah.
2. Lapisan perkerasan *Hot Rolled Sheet* (HRS) dengan memanfaatkan material dari *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) memiliki nilai pori semakin kecil sehingga campuran perkerasan akan semakin kedap terhadap air dan udara
3. Semakin banyak penambahan limbah *Styrofoam* membuat nilai pori perkerasan akan semakin menurun dan membuat sifat lapis perkerasan semakin kedap air dan kedap udara

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penggunaan *styrofoam* dalam hal ini yaitu *styrofoam* untuk kotak makanan dapat memanfaatkan kembali dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan sehingga dapat meningkatkan kembali nilai guna *styrofoam* sebagai bahan tambah suatu campuran.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan jenis *styrofoam* yang lain.
3. Perlu lebih diperhatikan dalam proses pemisahan RAP agar material tersebut memenuhi standar.

Pemanfaatan kembali limbah perkerasan jalan raya yang merupakan hasil dari buangan mesin *cold milling* dapat dimanfaatkan kembali sebagai lapisan perkerasan jalan. Sebaiknya limbah perkerasan dikumpulkan dan dipisahkan dari aspal agar agregat bisa langsung digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, H., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2021). Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Material *Reclaimed Asphalt Pavement* Dengan Tamabahan Aspal Pen. 60/70 Yang Disubsitusi *Styrofoam*. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP)*, 149-157.
- Hermanus, G., Kaseke, O. H., Jansen, F., Teknik, F., Sipil, J. T., & Ratulangi, U. S. (2015). Kajian Perbedaan Kinerja Campuran Beraspal Panas Antara Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Aus (Hrs-Wc) Bergradasi Senjang Dengan Yang Bergradasi. *Jurnal Sipil Statik*, 3(4), 228–234.
- Huwae, M., Kaseke, O. H., & Sendow, T. K. (2015). Kajian Kinerja Campuran Lapis Pondasi Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Pondasi (HRS-Base) Bergradasi Senjang Dengan Jenis Lapis Aspal Beton-Lapis Pondasi (AC-BASE) Bergradasi Halus. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 183–189.
- Permadi, M. R., Prastyaningrum, R. H., & Setiadi, B. H. (2015). Pengaruh Penggunaan Material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) Sebagai Material Penyusun Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal Baru AC-BC (Asphlat Concrete-Binder Course). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4, 394-405. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Septiani, R, Saleh Sofyan M., & Lulusi. (2021). "Penggunaan *Styrofoam* dan Abu Serbuk Kayu pada Campuran Laston Lapis Aus dengan Metode Pencampuran Basah". *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(1), 57-63.
- Saleh, S., & Anggraini, R. (2014). Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi *Styrofoam* pada Aspal Penetrasi 60/70 Hesty Aquina *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil. Desember*, 21(3).

- Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: NOVA.
- Winayati, Rahmat, H., & Saleh, A. (2017). Analisis Penggunaan Abu Tandan Kelapa Sawit Sebagai Filler Ditinjau Dari Nilai Keausan Perkerasan (*Cantabro Test*). *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)*, (pp. 93-102). Pekanbaru.
- Yuniarti, R., & Widianty, D. (2021). *Prosiding Saintek*. Pengaruh Daktilitas Aspal Modifikasi Getah Pinus dan Limbah Styrofoam Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton. *LPPM Universitas Mataram*.
- Yuniarti, R., Made, D., & Karyawan, A. (2021). IKLU:Jurnal Teknik Sipil Pengaruh Penetration Index Terhadap Karakteristik Marshall Laston Menggunakan Limbah Styrofoam dan PVC. 7(1), 71-79. doi:10.31849/siklus.v7i1.6060



Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (Jurkim) is licensed under a Creative Commons Attribution International (CC BY-SA 4.0)