

Studi Eksperimental Nilai Marshall pada Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Modifikasi Karet Alam Terhadap Variasi Suhu Pemadatan

Ikhlas Zai¹, Fitridawati Soehardi², Lusi Dwi Putri^{*3}

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

e-mail: zaiikhlas98@gmail.com¹, fitridawati@unilak.ac.id², lusidwiputri@unilak.ac.id³

Abstract

In this research, the modified asphalt used is natural rubber asphalt, which has high elastic properties due to its high resilience and high strain ratio. The aim of this research is to analyze the marshall value with variations in compaction temperature using natural rubber modified asphalt. The results of this research showed that the temperature variation density value increased with the highest temperature density at 160°C of 2.17 gr/cm and the lowest value at 110°C of 1.91gr/cm. The Marshall value of the VFWA value increased with the highest increase at a temperature variation of 160°C of 68.1% and the lowest value at a temperature of 110°C of 31.5%. The VITM value relative to the Marshall value tends to decrease with the lowest decrease at a temperature variation of 160°C of 3.20% and the highest value at a temperature of 110°C of 5.67%. The VMA value of the temperature variation relative to the Marshall value tends to decrease at a temperature of 160°C of 28.39% and the largest value is at a temperature of 110°C of 36.91%. The stability value at temperature variations on Marshall characteristics tends to increase with the highest increase at a temperature of 160°C of 1702.49 and the smallest value at a temperature variation of 110°C of 1323.41. The MQ value in temperature variations with respect to the Marshall characteristics increased at a temperature of 140°C by 523.90mm and the lowest value at a temperature of 110°C was 183.81 mm. Marshall characteristics with respect to flow values tended to fluctuate with the highest increase at a temperature variation of 120°C of 7.80mm. and the lowest at a temperature of 160°C is 2.23mm. So, with each increase in compaction temperature, the marshall value at a temperature variation of 140°C - 160°C with the use of natural rubber modified asphalt meets the requirements of Bina Marga specifications.

Keywords : Natural Rubber Modified Asphalt, Marshall, Compaction Temperature Variation

Abstrak

Aspal modifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal karet alam, yang memiliki sifat elastis yang tinggi karena ketahanannya yang tinggi dan rasio regangan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis nilai marshall dengan variasi suhu pemadatan yang menggunakan aspal modifikasi karet alam. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai density variasi suhu meningkat dengan density suhu tertinggi pada 160°C sebesar 2,17 gr/cm dan nilai terendah pada suhu 110°C sebesar 1,91gr/cm. Nilai marshall terhadap nilai VFWA meningkat dengan peningkatan tertinggi pada variasi suhu 160°C sebesar 68,1% dan nilai terendah pada suhu 110°C sebesar 31,5%. Nilai VITM terhadap nilai marshall cenderung menurun dengan penurunan terendah pada variasi suhu 160°C sebesar 3,20 % dan nilai terbesar pada suhu 110°C sebesar 5,67% Nilai VMA pada variasi suhu terhadap nilai marshall cenderung menurun pada suhu 160°C sebesar 28,39% dan nilai terbesar terdapat pada suhu 110°C sebesar 36,91%. Nilai stabilitas pada variasi suhu terhadap karakteristik marshall cenderung meningkat dengan peningkatan tertinggi pada suhu 160°C sebesar 1702,49 dan nilai terkecil pada variasi suhu 110°C sebesar 1323,41. Nilai MQ pada variasi suhu terhadap karakteristik marshall mengalami kenaikan pada suhu 140°C sebesar 523,90mm dan nilai terendah suhu 110°C sebesar 183,81 mm.. Karakteristik marshall terhadap nilai flow cenderung naik turun dengan peningkatan tertinggi pada variasi suhu 120°C sebesar 7,80mm dan terendah pada suhu 160°C sebesar 2,23mm.jadi, setiap peningkatan suhu pemadatan maka nilai marshall pada variasi suhu 140°C - 160°C dengan pemanfaatan aspal modifikasi karet alam memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga.

Kata Kunci : Aspal Modifikasi Karet Alam, Marshall, Variasi Suhu Pemadatan

1. PENDAHULUAN

Penggunaan karet alam dalam bidang infrastruktur salah satunya sebagai bahan campuran untuk aspal (aspal karet). Karet alam ini dipilih sebagai campuran aspal karena bahan bakunya mudah didapat, mempunyai sifat elastisitas, memiliki sifat kelengketan yang tinggi.

Aspal sendiri memiliki beberapa kelemahan deformasi disebabkan adanya tekanan terlalu berat oleh muatan kendaraan di jalan raya atau keretakan maupun kerusakan yang disebabkan oleh campuran aspal itu sendiri. Pencampuran kedua bahan ini, antara aspal dan karet alam dapat meningkatkan daya kinerja aspal antara lain mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan meningkatkan daya lekat terhadap agregat, (Tanjung, 2020).

Menurut Yussofb, N. I. M., dkk., (2019), karet alam memiliki sifat yang elastis karena ketahanannya yang tinggi dan rasio regangan yang tinggi, serta penggunaan karet alam sebagai modifikator dalam campuran aspal menghasilkan peningkatan ketahanan *ruting*, dan modulus kelenturan. Aspal karet alam lebih elastis serta lebih merekat terhadap agregat.

Laston sebagai lapis aus (AC-WC) merupakan lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air tahan terhadap cuaca. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (horizontal) dan pukulan roda kendaraan, (Bessoran, O. I., dkk., 2021).

Perubahan suhu pemadatan menyebabkan perubahan sifat aspal sehingga menyebabkan kerusakan seperti deformasi dan retak aspal. Pengaruh suhu menimbulkan rongga pada campuran yang memicu terjadinya proses oksidasi. Akibat proses oksidasi campuran tersebut, daya cengkeram pada aspal rusak parah, sehingga berkurang. Karena daya lekat aspal berkurang, campuran tidak lagi lentur dan menjadi rapuh, sehingga menyebabkan retak dan deformasi. Campuran dengan potensi pemadatan yang kurang optimal memiliki rongga yang besar, yang mengurangi kepadatan. Proses pemadatan yang baik pada campuran aspal beton merupakan salah satu dimensi yang sangat penting untuk membangun stabilitas dan daya tahan perkerasan jalan.

Pada penelitian ini menggunakan variasi suhu pemadatan sebesar 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C dan 160°C untuk mendapatkan nilai *marshall*.

1.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan yang terbuat dari material yang diletakkan diatas tanah timbunan atau tanah dasar yang dipadatkan. (Pattipeilohy et al., 2019). Menurut Lestari, I., G., A., A., I (2013), lapisan pada perkerasan lentur terbagi menjadi 4 jenis:

a. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah awal atau permukaan tanah galian maupun permukaan tanah timbunan yang sudah dipadatkan yang berguna untuk perletakan bagian bagian perkerasan lainnya.

b. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis pondasi bawah adalah perkerasan yang berfungsi untuk menyalurkan beban yang terjadi diatasnya ke tanah dasar. Lapis pondasi dasar terletak diantara tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base course*).

c. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang berfungsi sebagai penopang dari lapisan permukaan serta untuk menyalurkan beban-beban yang terjadi di lapisan permukaan menuju lapis pondasi bawah dan lapis tanah dasar. Lapis pondasi atas terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan (*Surface*).

d. Lapis Permukaan (*Surface*)

Lapis permukaan adalah lapisan perkerasan yang terletak dibagian paling atas dari perkerasan lentur. Lapis permukaan berfungsi sebagai lapisan aus, menahan beban roda, serta sebagai lapis rapat air untuk melindungi badan jalan dari cuaca.

1.2 Agregat

Agregat adalah material granular yang berupa batu kerikil, pasir, maupun batu pecah. Agregat biasanya digunakan secara bersamaan dengan menggunakan bahan pengikat, agregat dibagi menjadi 2 jenis sebagai berikut (Nugroho, A., 2018)

1.3 Filler

Menurut Nugroho, A., (2018) bahan pengisi atau *filler* ialah material yang berfungsi untuk mengisi campuran aspal pada lapisan perkerasan.

1.4 Aspal

Aspal adalah hasil dari penyulingan minyak mentah atau dapat ditemukan dari alam sebagai bagian dari alam yang didapatkan bersama sama material bumi lainnya. Aspal digunakan sebagai konstruksi jalan dikarenakan memiliki sifat pekat (*consistency*), yang tahan terhadap air serta pelapukan yang disebabkan oleh cuaca ([Marhamatunnisya, kk., 2022](#))

1.5 Aspal karet alam

Aspal karet merupakan hasil dari pencampuran aspal dengan karet alam ditambah zat aditif kimia vulkanisasi (belerang) yang dicampur menjadi satu pada keadaan panas. Penambahan karet alam membuat aspal menjadi lebih elastis dan mampu menahan beban kendaraan yang lebih berat.

1.6 Marshall test

Marshall test ialah perbandingan dari stabilitas dan kelelahan plastis yang berguna untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan campuran.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental dilaboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning. Dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian propertis agregat, propertis aspal, pengujian *marshall*, penentuan kadar aspal optimum (KAO).

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

- Agregat dari PT. Riau Mas Bersama jl. Pekanbaru-Bangkinang Provinsi Riau Agregat terdiri dari agregat kasar menggunakan split atau batu pecah serta agregat halus.
- Aspal modifikasi karet alam dari PT. Modifikasi Bitumen Sumatra yang berada di Sumatra Selatan.
- Alat Penelitian
Penelitian ini menggunakan alat-alat yang berkaitan dengan pengujian propertis aspal, agregat kasar, agregat halus, dan pengujian marshall.

2.3 Tahapan Penelitian

- Pengujian propertis material setelah seluruh bahan dipersiapkan, dilakukan pengujian material untuk memastikan seluruh material memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran aspal
- Penentuan campuran
Penentuan fraksi campuran, penentuan kebutuhan material, penentuan kadar aspal optimum.
- Pembuatan benda uji
Untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO), masing-masing dibuat 3 (tiga) briket pada variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dilakukan pengujian marshall untuk mendapatkan KAO kemudian pembuatan benda uji berdasarkan variasi suhu sebesar 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C dan 160°C lalu pengujian marshall berdasarkan variasi suhu pemadatan.

2.4 Pengujian Marshall

Setelah benda uji dibersihkan dan diberikan tanda pembeda pada sampel lain, diameter diukur dengan ketelitian 0,01 mm. Prosedur pengujian meliputi persiapan bahan, pengujian stabilitas dan pengukuran kelelahan.

2.5 Metode Analisa Data

Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan rumus SNI 03-06 (2489 : 1991) untuk melihat pola dari hasil pengujian marshall berdasarkan variasi suhu pemadatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Sebelum pembuatan benda uji perlu dilakukan pengujian material terlebih dahulu yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi pada material yang akan digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengujian seperti pengujian analisa saringan, berat jenis agregat, dan berat jenis aspal. Material yang digunakan merupakan batu pecah yang diambil dari PT. Riau Mas Bersaudara (RMB).

3.2. Hasil pemeriksaan agregat

Penelitian sifat-sifat agregat dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru. Data yang dihasilkan mengikuti syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan (Bina Marga 2018)	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Kearifan dengan mesin <i>losangeles</i> (%)	Maksimal 40%	26,71%	Memenuhi
2	Berat jenis agregat	Minimal 2,5	2,636	Memenuhi
3	Penyerapan air oleh agregat	Maksimal 3	2,266	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar yang dilakukan pada tabel 1 agregat kasar yang digunakan telah memenuhi persyaratan pada Bina Marga 2018 revisi 2, dimana pada pengujian *losangeles* dilakukan 500 putaran, dikarenakan pada agregat kasar ini diklasifikasikan dalam agregat kelas A. Sesuai ketentuan pada SNI 2417: 2008 untuk agregat kelas A, B, C, dan D diuji kearifan dengan putaran sebanyak 500 putaran.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan (Bina Marga 2018)	Hasil Pengujian Material	Keterangan
1	Berat jenis agregat	Minimal 2,5	2,667	Memenuhi
2	<i>Sandequivalent</i>	Minimal 50	94,19%	Memenuhi
3	Penyerapan air oleh agregat	Maksimal 3	1,626	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus yang dilakukan pada tabel 2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan Bina Marga 2018 revisi 2.

3.3 Hasil pemeriksaan aspal

Hasil pemeriksaan aspal sebagai berikut :

a. Berat jenis aspal

Pada pemeriksaan propertis aspal modifikasi karet alam terdiri dari pengujian berat jenis, pengujian penetrasi, dan pengujian titik leleh, hasil dari pengujian propertis aspal dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pemeriksaan Properties Aspal

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan (Spesifikasi khusus interim SKH-2.M.04)	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Berat jenis aspal	Minimal 1,0	1,05	Memenuhi
2	Penetrasi	Dilaporkan	26,9 (0,1 mm)	-
3	TitikLeleh	Dilaporkan	65oC	-

Dari tabel 3 dapat dilihat nilai berat jenis aspal sebesar 1,05 nilai penetrasi aspal sebesar 26,9 (0,1 mm) dan nilai titik leleh sebesar 65°C telah memenuhi persyaratan dari spesifikasi khusus interim SKH-2.M.04.

Analisis dan hasil pengujian *marshall* untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO) berikut hasil pengujian *marshall* berdasarkan variasi tiap sampel

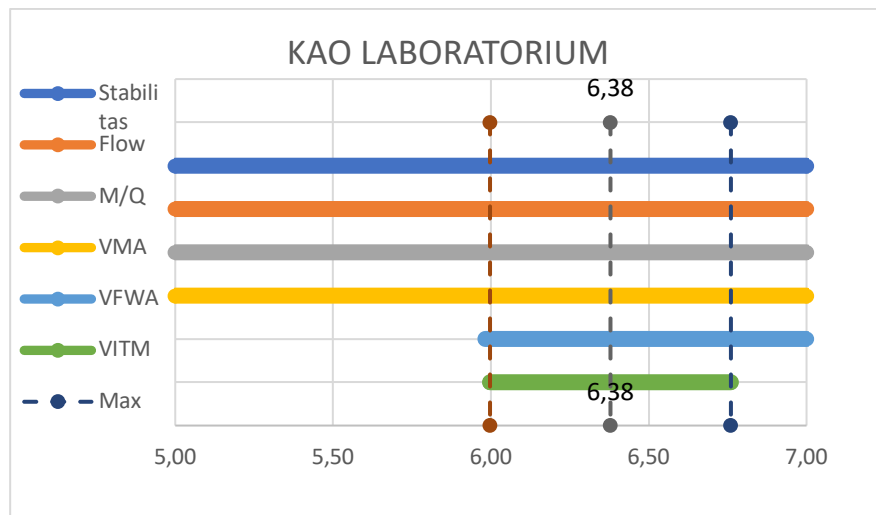
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Berdasarkan Kadar Variasi Aspal

Aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	VMA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
5,0	2,28	45,90	12,18	23,46	1361,67	4,80	283,68
5,5	2,34	55,62	8,58	22,61	1603,11	4,60	348,50
6,0	2,43	71,08	5,00	19,66	1619,60	3,10	522,45

Aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	VMA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
6,5	2,45	78,94	4,50	19,65	1696,34	3,00	565,45
7,0	2,46	82,31	1,62	19,64	1735,11	3,00	578,37
Spek		> 65	3 - 5	> 15	> 900	2 - 4	> 250

Berdasarkan hasil pengujian dengan nilai spesifikasi diperoleh :

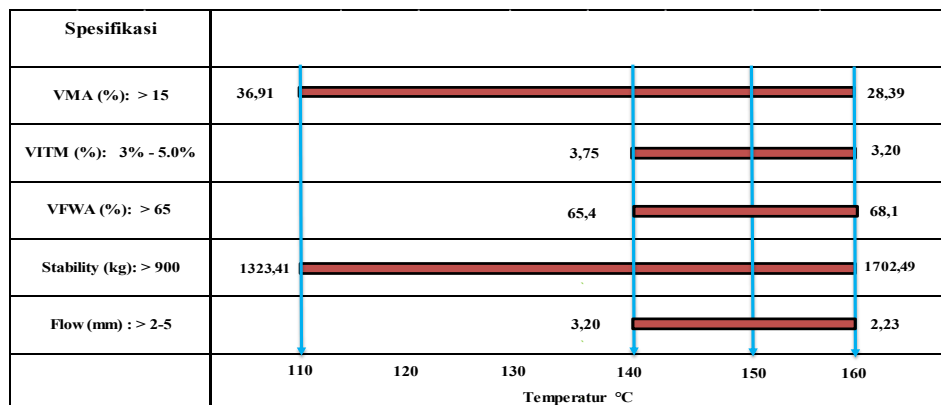
$$\frac{6 + 6,76}{2} = 6,38$$



Gambar 1. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Berdasarkan Variasi Suhu Pemadatan

Suhu(°C)	Density	VFWA	VITM	VMA	Stability	Flow	MQ
110	1,91	31,52	5,67	36,91	1323,41	7,20	183,81
120	1,96	33,94	5,56	35,20	1541,72	7,80	197,66
130	1,96	33,84	5,15	35,40	1542,42	5,00	308,48
140	2,03	65,44	3,75	33,16	1676,47	3,20	523,90
150	2,09	66,73	3,62	30,94	1688,70	2,24	522,45
160	2,17	68,12	3,20	28,39	1702,49	2,23	521,17
Spek		> 65	3.0 - 5.0	> 15	> 800	> 2 - 4	> 250



Gambar 2 Rekap hubungan marshall terhadap variasi suhu pemadatan

Berdasarkan gambar 2 diatas pada setiap penambahan suhu pemadatan maka nilai parameter marshall memenuhi spesifikasi Bina Marga pada suhu 140°C - 160°C

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada parameter karakteristik *marshall* lapisan AC-WC dengan pemanfaatan aspal modifikasi karet alam terhadap variasi suhu pemadatan dapat disimpulkan bahwa setiap peningkatan variasi suhu sebesar 140°C - 160°C pada campuran aspal karet cenderung meningkat terhadap parameter stabilitas, VFWA, dan kepadatan. Sedangkan nilai *flow* mengalami naik turun, Sebaliknya, parameter MQ, VITM dan VMA cenderung mengalami penurunan, disebabkan karena pada suhu pemadatan yang tinggi kepadatan yang dihasilkan tinggi sehingga memperkecil rongga dalam campuran ketika saat dibebani kelenturannya kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada institusi, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning yang telah membantu proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Attamimi, M. F., Achmad, F. dan Desei, F. L., 2021, Kajian Durabilitas dan Penuaan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Asbuton Pracampur Terhadap Variasi Lama Rendaman, *Composite Journal*, Vol.1 No.1, pp.32–40, ISSN : 2807-5919.
- Baroqah, A., 2014, Optimasi *Artificial Neural Network* Menggunakan *Genetic Algorithm* untuk Prediksi *Marshall Stability* pada Campuran Aspal Beton, *Jurnal Universitas Paramadina*, Vol.11 No.1, pp.1253-1271, ISSN : 2587-8756.
- Dwi, M., Aljnude, B. M. dan Setyawan, A., 2015, Perencanaan dan Pengujian Aspal Penetrasi 60/70 yang Dimodifikasi dengan Etyhlene Vinyl Acetate (EVA), *Seminar Nasional Teknik Sipil*, Vol.4 No.1, pp.145–150, ISSN : 2459-9727.
- Hamzah, R. A., Kaseke, O. H. dan Manopo, M. M., 2016, Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang, *Jurnal Sipil Statik*, Vol.4 No.7, pp.447– 452, ISSN : 2337-6732.
- Hasan, F., Saleh, S. M. dan Anggraini, R., 2018, Dampak Substitusi Filter Rokok ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Laston, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.1 No.3, pp.593–604, ISSN : 2502-5295.
- Intari, D. E., Fathonah, W. dan Kirana, F. W., 2018, Analisis Karakteristik Campuran Lataston (Hrs-Wc) Akibat Rendaman Air Laut Pasang (Rob) dengan Aspal Modifikasi Polimer Starbit E-55, *Jurnal Fondasi*, Vol.7 No.2, pp.53-62, ISSN : 2302-4976.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018, *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan Revisi 2*, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Lagaligo, D., Said, L. B. dan Alifuddin, A., 2022, Pengaruh Temperatur Pemadatan pada Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Bahan Tambah Karet Alam terhadap Ketahanan Deformasi dan Kuat Tarik Tidak Langsung, *Jurnal Konstruksi*, Vol.1 No.11, pp.23–36.
- Lestari, I. G. A. A. I., 2013, Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur, *Ganec Swara*, Vol.7 No. 1, pp.128–134.
- Marhamatunnisya, A., Arlini, I., Syafier, S. dan Mulyawati, F., 2022, Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Karet Alam pada PEN 60/70 Terhadap Karakteristik Aspal, *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, Vol.8 No.2, pp.1–7, ISSN : 2686-6587
- Nugraha, A. A., 2021, Pengaruh *Steel Slag* Sebagai Substitusi Agregat Kasar dan Aspal Starbit E60

Sebagai Bahan Ikat Pada Perkerasan Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC), Tesis, Program Magister Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Susilowati, A., Wiyono, E. dan Pratama, A. I., 2019, Variasi suhu Pemadatan Pada Campuran Beton Aspal Menggunakan Bahan Tambah Anti *Stripping*, *Jurnal Transportasi*, Vol.1 No.1, pp.125–136, ISSN : 2655-9625.

Supriyanto, Mudjanarko, S. W., Koespiadi dan Limantara, A. D., 2019, Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis *High Density Polyethylene* (Hdpe) Ada Campuran Beraspal untuk Lapis Aus Ac-Wc (*Asphalt Concrete Wearing Course*), *Paduraksa*, Vol.8 No.2, pp.222-233, ISSN : 2581-2989.

Suweda. W. I., dkk., 2018, Analisis Perbandingan Karakteristik Campuran *Cold Paving Hot Mix Asbuton* (CPHMA) yang Dipadatkan Secara Dingin dan Panas, *Spektran*, Vol.6 No.1, pp.18–27, ISSN : 2302-2590.



Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (Jurkim) is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)