



Pengaruh Nilai Durabilitas Dengan Pemanfaatan Aspal Karet Alam Dan Zeolite Dengan Campuran Hangat Pada Lapisan Ac-Wc

Dios Alferonius^a, Virgo Trisep Haris^b, Alfian Saleh^{c*},

^a Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, Jl. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru

HIGHLIGHTS

- Highlights adalah hal hal yang menarik dari penelitian dan perlu disampaikan. seperti contoh di bawah ini.
- Terdapat tiga jenis retak yaitu retak pertengahan segmen, retak *saw joint*, dan retak rambut.
- Retak terjadi karena proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Aspal karet alam, durabilitas, zeolite

ABSTRAK

Lapis perkerasan adalah bagian terluar dari struktur jalan yang langsung menerima beban lalu lintas dan berfungsi sebagai permukaan yang kokoh untuk kendaraan. Peningkatan kualitas jalan dapat dilakukan dengan peningkatan kualitas dari lapis perkerasan yang di gunakan dalam pekerjaan lapis perkerasan lentur. Salah satu Jenis nya yakni lapis AC-WC. Maka dilakukan penelitian untuk meningkatkan nilai durabilitas tersebut dengan menggunakan aspal karet alam dengan menambahkan zeolite sebagai bahan tambah untuk meningkatkan nilai durabilitas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh nilai durabilitas campuran aspal aspal karet alam dengan penambahan zeolite pada lapis perkerasan jalan AC-WC sebagai bahan tambah pada pencampuran. Dimana variasi kadar zeolite yang digunakan mulai dari 0%,0,5%,1%,1,5%,2% dan 2,5% dengan suhu perendaman 60°C dengan lama perendaman 24jam. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini nilai durabilitas terbaik di dapatkan pada kadar zeolite 1% sebesar 91% kadar zeolite 1,5% sebesar 92% kadar zeolite 2% sebesar 94% dan kadar zeolite 2,5% sebesar 95%. Sehingga memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi II Tahun 2020. Sedangkan pada kadar zeolite 0% dan 0,5% mengalami penurunan sebesar 86% pada kadar zeolite 0% dan 87% pada kadar zeolite 0,5%. Kesimpulan pada penelitian pengaruh nilai durabilitas pada campuran aspal karet alam dan zeolite dengan campuran hangat pada lapisan AC-WC adalah semakin banyaknya kadar zeolite yang digunakan pada variasi 0% sampai 2,5% akan mempengaruhi dari nilai IKS atau indek kekuatan sisa yang di peroleh akan semakin meningkat.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Campuran aspal hangat warm mix asphalt (WMA) adalah suatu jenis campuran beraspal yang menggunakan teknologi yang berbasis teknologi hijau. Dengan menggunakan teknologi ini, warm mix asphalt (WMA) diproduksi dengan temperatur pencampuran yang lebih rendah (20°C– 40°C) daripada temperatur pencampuran untuk campuran aspal panas hot mix asphalt (HMA) [1, 2, 3, 4, 5].

* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: alfian.saleh@unilak.ac.id

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

Penggunaan campuran beraspal hangat di luar negeri telah berkembang, dengan berbagai jenis bahan tambahnya. Sementara campuran beraspal hangat di Indonesia belum dikembangkan, padahal persoalan menekan penggunaan bahan bakar bahkan sampai mencari alternative pengganti bahan bakar diupayakan [6].

Campuran aspal yang menggunakan aspal karet memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap deformasi, pengelupasan lapisan antara aspal dan agregat, serta ketahanan pada perubahan suhu lingkungan yang menyebabkan keretakan jalan. Kinerja suatu perkerasan aspal dapat ditinjau dari tingkat kemampuan daya tahan (durabilitas) terhadap pengaruh air dan perubahan suhu. Campuran aspal dengan kadar aspal yang tinggi biasanya memiliki durabilitas yang baik, tapi apabila campuran aspal

dengan kadar aspal yang tinggi sering terendam air, secara bertahap jalan akan mengalami kerusakan. Kinerja campuran aspal bisa dianalisis dengan pengujian marshall. Untuk mengevaluasi kinerja perkerasan aspal terhadap pengaruh banjir/genangan air perlu dilakukan penelitian mendalam terhadap marshall immersion yang mana berdasarkan spesifikasi menyebutkan bahwa uji keawetan (durabilitas) terhadap kadar air dilakukan dengan pengukuran nilai stabilitas marshall sisa atau indeks kekuatan sisa dalam persen [7].

Pemanfaatan aspal karet dan zeolite pada campuran AC-WC juga sangat baik untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal itu sendiri, mengingat aspal karet terdiri dari bahan dasar karet dan mempunyai polimer yang sangat kuat, sehingga menghasilkan sifat-sifat yang unik seperti, kekuatan tarik yang kuat, fleksibilitas yang tinggi dan mampu menahan gaya geser dan zeolite mampu untuk menyerap air dan biasa melepaskannya kembali. Sehingga cocok dijadikan sebagai bahan tambah alternatif pada campuran AC-WC.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada dua lokasi penelitian yaitu pertama dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning. Dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian propertis agregat, propertis aspal, pengujian analisa saringan, pengujian Marshall, penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan pengujian nilai durabilitas dengan perendaman 30 menit dan 24 jam.

Pada proses pencampuran benda uji, zeolite diproporsikan sebesar 0%-2,5% terhadap total campuran KAO. Pada proses pencampuran dan pemadatan dilakukan dengan temperatur yang lebih rendah dibandingkan campuran beraspal panas. Pencampuran dapat dilakukan pada suhu 120°C - 130°C, sedangkan pemadatan pada suhu 110°C - 115°C [8].

Dalam pengujian ini diambil tiga sampel pada setiap variasi menggunakan konsep triplo. Triplo adalah pengambilan suatu benda uji yang ada pada sampel atau bahan uji dengan menggunakan perbandingan 3 contoh sampel yang akan di amati. Kenapa digunakan tiga sampel agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pemeriksaan material bahan campuran aspal AC-BC merupakan langkah penting untuk memahami karakteristik sifat fisik dari bahan material tersebut dan memastikan bahwa material telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan campuran aspal yang optimal. Hasil pemeriksaan aspal dan agregat dapat ditemukan dalam **Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3**

Tabel 1 Pemeriksaan Propertis Aspal

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan (Sepsifikasi 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	Titik Lembek	Dilaporkan	65°C	-

Tabel 2 Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan (Bina Marga 2018)	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Keausan dengan mesin <i>los angeles</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

Sumber : Bina Marga 2018 revisi 2 [9]

Tabel 3 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>Sand equivalent</i>	Minimal 50	94,19%	Memenuhi
3	Penyerapan air oleh agregat	Maksimal 3	1,626	Memenuhi

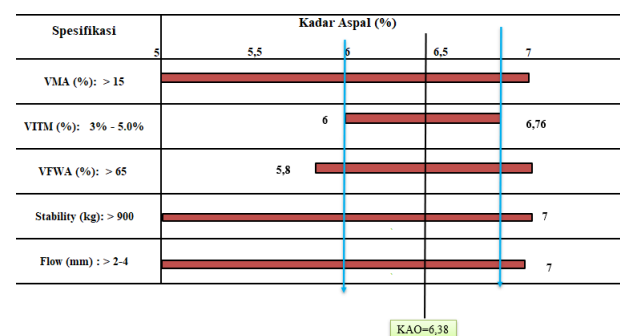
Sumber : Bina Marga 2018 revisi 2

Didapatkan data-data VMA, VITM, VFWA, stabilitas, kepadatan (*density*), *flow* dan MQ. Rekapitulasi hasil pengujian *marshall test* untuk mencari kadar aspal optimum [10, 11] pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Pengujian *Marshall Test*

Aspal (%)	Density (gr/cc)	VFWA (%)	VITM (%)	VMA (%)	Stability (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	Keterangan
5,0	2,28	45,90	12,18	23,46	1361,67	4,80	283,68	VFWA, VITM dan Flow tidak memenuhi
5,5	2,34	55,62	8,58	22,61	1603,11	4,60	348,50	VFWA, VITM dan Flow tidak memenuhi
6,0	2,43	71,08	5,00	19,66	1619,60	3,10	522,45	Memenuhi
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	Memenuhi
Spek	> 65	3 sampai 5	> 15	> 900	> 2 - 4	> 250		Memenuhi

Gambar 1 menunjukkan hasil dari pengujian marshall tersebut dilakukan pengolahan data untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dengan metode narrow range, dari 5 variasi kadar tersebut yang memenuhi nilai VMA, VITM, VFWA, stabilitas, kepadatan (*density*), *flow* dan MQ. Gambar penentuan kadar aspal optimum.



Gambar 1 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Proporsi Zeolite Terhadap Campuran Hangat (AC-WC)

Setelah di dapat nilai KAO, kemudian kadar zeolite dibuat dalam 6 variasi yaitu 0%-2,5% terhadap campuran dapat di lihat pada tabel 4.7. Setelah di dapat nilai KAO, kemudian kadar zeolite dibuat dalam 6 variasi yaitu 0%-2,5% terhadap campuran dengan menggunakan campuran hangat, dapat di lihat pada **Tabel 5**.

Persamaan berat campuran agregat pada KAO dapat dihitung dengan persamaan :

Agregat pada KAO = $6,38/100 \times 1200 = 76,56 + 1200 = 1276,56$ gram [7]

Persamaan untuk campuran zeolite dapat dihitung dengan cara berikut:

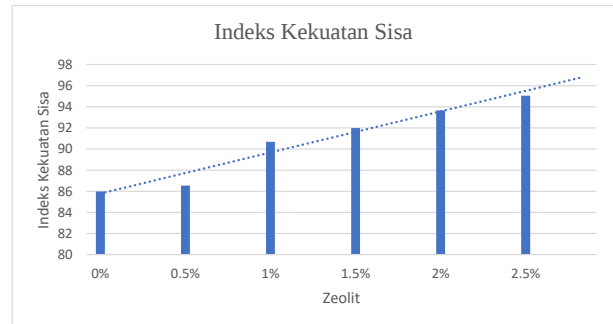
Campuran zeolite = $0,5/100 \times 1276,56 = 6,38$ gram (12)

Hasil Nilai Durabilitas IKS

Durabilitas Indeks Kekuatan Sisa (IKS) diperoleh melalui pengujian terhadap sifat mekanik benda uji stabilitas yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu diuji stabilitas *marshall* setelah perendaman dalam air pada suhu 60°C selama 30 menit dan diuji setelah perendaman pada suhu 60°C selama waktu 24 jam. Pembuatan benda uji dengan kadar *filler zeolite* untuk mendapatkan nilai stabilitas pada perendaman dengan suhu 60°C selama waktu 30 menit dan suhu 60°C selama waktu 24 jam untuk menganalisa nilai durabilitasnya, (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, 2020). Dari **Tabel 6** dapat dilihat semakin banyaknya kadar zeolite yang digunakan nilai dari stabilitas rata-ratanya akan mengalami kenaikan bisa kita lihat pada **Gambar 2**. Berdasarkan SE Menteri PUPR No. 04/SE/M/2019, indeks kekuatan stabilitas marshall sisa setelah perendaman 24 jam pada temperatur 60° C yang disyaratkan adalah minimal 90 % untuk campuran aspal AC-WC. Pada gambar grafik diatas dapat dilihat bahwasanya nilai durabilitas mengalami kenaikan di setiap penambahan persentase kadar zeolite 0% sampai 2,5% . Dimana nilai durabilitas rata – rata pada kadar zeolite 0% diperoleh hasilnya 86%, pada kadar zeolite 0,5% diperoleh 87% sehingga belum memenuhi syarat sedangkan pada kadar zeolite 1% diperoleh durabilitas rata – rata 91% sampai 2,5% diperoleh 95%. Sehingga telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi II Tahun 2020 [5].

Tabel 5 Proporsi zeolite

Kadar Zeolite (%)	agregat (g)	Aspal (KAO) (%)	Campuran Agregat pada KAO (g)	Campuran Zeolite (g)
0	1200	6.38	1276.56	0
0.5	1200	6.38	1276.56	6.38
1	1200	6.38	1276.56	12.76
1.5	1200	6.38	1276.56	19.14
2	1200	6.38	1276.56	25.53
2.5	1200	6.38	1276.56	31.914



Gambar 2 Grafik Nilai Durabilitas

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian pengaruh nilai durabilitas dengan pemanfaatan aspal karet dan zeolite dengan campuran hangat pada lapisan AC-WC adalah semakin banyaknya kadar zeolite yang digunakan pada variasi 0%,0,5%,1%,1,5%,2% sampai 2,5% akan mempengaruhi dari nilai IKS dan nilai durabilitas yang di peroleh akan semakin meningkat.

Tabel 6 Nilai Stabilitas Dari Pengujian *Marshall*

KADAR ZEOLIT	BENDA UJI	NILAI STABILITAS PERENDAMAN 30 MENIT	NILAI STABILITAS PERENDAMAN 24 JAM	NILAI INDEKS KEKUATAN SISA (IKS)	NILAI INDEKS KEKUATAN SISA (IKS) RATA-RATA	SPEKIFIKASI
0%	1	1053.75	893.64	84.81	86	Min. 90 %
	2	980.79	814.47	83.04		
	3	1052.28	948.01	90.09		
0.5%	1	808.98	720.85	89.11	87	
	2	1067.03	881.46	82.61		
	3	1483.02	1303.33	87.88		
1%	1	910.26	819.14	89.99	91	
	2	993.95	899.82	90.53		
	3	886.13	811.27	91.55		
1.5%	1	1098.82	1018.94	92.73	92	
	2	1009.70	938.23	92.92		
	3	1047.36	946.05	90.33		
2%	1	1064.45	1041.42	97.84	94	
	2	1004.65	917.87	91.36		
	3	937.56	860.48	91.78		
2.5%	1	1285.60	1212.01	94.28	95	
	2	1052.50	1039.20	98.74		
	3	901.72	831.06	92.16		

Pustaka

- [1] Handayani, T. A., & Peni, N. S. (2019). Pengaruh aditif zeolit Bayat terhadap kuat tarik tidak langsung campuran beraspal modifikasi polimer hangat. *Jurnal HPJ*, 5(1), 49–56. ISSN 2654-4873.
- [2] Ameri, M., Abdipour, S. V., Yengejeh, A. R., Shahsavari, M., & Yousefi, A. A. (2023). Evaluation of rubberised asphalt mixture including natural Zeolite as a warm mix asphalt (WMA) additive. *International Journal of Pavement Engineering*, 24(2), 2057977. <https://doi.org/10.1080/10298436.2022.2057977>
- [3] Vidal, G., Calabi-Floody, A., & Sanchez-Alonso, E. (2018). Performance evaluation of warm mix asphalt involving natural zeolite and reclaimed asphalt pavement (RAP) for sustainable pavement construction. *Construction and Building Materials*, 174, 576–585. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.149>
- [4] Martinez-Soto, A., Calabi-Floody, A., Valdes-Vidal, G., Hucke, A., & Martinez-Toledo, C. (2023). Life Cycle Assessment of Natural Zeolite-Based Warm Mix Asphalt and Reclaimed Asphalt Pavement. *Sustainability*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021003>

- [5] Sengoz, B., Topal, A., & Gorkem, C. (2013). Evaluation of natural zeolite as warm mix asphalt additive and its comparison with other warm mix additives. *Construction and Building Materials*, 43, 242–252.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.02.026>
- [6] Handayani, A. T., Setiaji, B. H., & Prabandiyani, S. (2015). The Use of Natural Zeolite as an Additive in Warm Mix Asphalt with Polymer Modified Asphalt Binder. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 15, 35–46.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/IJERA.15.35>
- [7] Al-Hadidy, A. I., Alzebaree, R., Abdal, J. A., & Ni, A. (2023). Mechanical performance and statistical analysis of natural and synthetic zeolite-warm mix asphalt as a function of compaction efforts. *Journal of Building Engineering*, 75, 106985.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106985>
- [8] Ariawan, I. M. A., Negara, I. N. W., & Jaya, M. R. D. (2021). Penggunaan ecopal sebagai bahan tambah pada campuran hangat AC-WC. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 25(1), 1–9. ISSN 2541-5484.
- [9] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018 (Revisi 2).
- [10] Handayani, A. T., Setiaji, B. H., & Prabandiyani, S. (2015). The Use of Natural Zeolite as an Additive in Warm Mix Asphalt with Polymer Modified Asphalt Binder. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 15, 35–46.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/IJERA.15.35>
- [11] Hamzani, Munirwansyah, Hasan, M., & Sugiarto, S. (2021). Determining the properties of semi-flexible pavement using waste tire rubber powder and natural zeolite. *Construction and Building Materials*, 266, 121199.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121199>
- [12] Suaryana, N., & Kusnianti, N. (2016). Karakteristik campuran hangat Asbuton dengan bahan tambah berbasis parafin (Characteristics of warm mix Asbuton with wax-based additive). *Jalan dan Jembatan*, 33(2), 80–91. ISSN 1907-0284.