

MBKM Scientific Research: Experience in Nano Aging Asphalt Research Program at UMS

Monica Rudyanto¹ , Agus Riyanto², Rama Rizana³, Sri Sunarjono^{4*}


¹ Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta Indonesia

² Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta Indonesia

³ Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta Indonesia

⁴ Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta Indonesia

 monicarudyanto61@gmail.com

 Sri.Sunarjono@ums.ac.id

Abstract

The Merdeka Learning Campus Merdeka Program is an application of collaborative learning, which aims to strive for graduate abilities, both soft skills and hard skills, so that graduates are ready and in accordance with the demands of the times, planning graduates as future leaders with character. This research is part of the first MBKM Research in the Civil Engineering Study Program at Universitas Muhammadiyah Surakarta, which involves several parties outside the scope of the Civil Engineering discipline. The purpose of this research is to share the experience of the MBKM research program, as well as to find out the results of nano aging asphalt. The method used is laboratory experiments in the form of testing the physical properties of asphalt (Penetration, Softening Point, Specific Weight, Ductility), and supporting testing results (SEM-EDX and FTIR). The results showed that the MBKM research program demonstrated the continuity between engineering sciences, as well as improved the quality of nano aging asphalt.

Keywords: MBKM Research; Nano Aging Asphalt.

Riset Keilmuan MBKM: Pengalaman Mengikuti Program Riset Aspal Nano Aging Di UMS

Abstrak

Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka adalah penerapan pembelajaran kolaboratif, dimana bertujuan untuk mengupayakan kemampuan lulusan, baik *softskill* maupun *hardskill*, supaya lulusan sarjana siap dan sesuai dengan tuntutan zaman, merencanakan lulusan sebagai calon pemimpin masa depan yang berkarakter. Riset ini merupakan bagian dari MBKM Penelitian pertama di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang mana melibatkan beberapa pihak diluar lingkup disiplin ilmu Teknik Sipil. Tujuan riset ini adalah untuk membagikan pengalaman program riset MBKM, serta mengetahui hasil dari aspal nano *aging*. Metode yang digunakan adalah eksperimental laboratorium berupa pengujian sifat fisik aspal (Penetrasi, Titik Lembek, Berat Jenis, Daktalitas), dan pengujian pendukung hasil (SEM-EDX dan FTIR). Hasil riset menunjukkan bahwa program riset MBKM menunjukkan adanya kesinambungan antar ilmu teknik, serta peningkatan kualitas aspal nano *aging*.

Kata kunci: Riset MBKM; Aspal Nano Aging.

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman, perlu adanya keterampilan baru yang sesuai dengan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini. Strategi yang disarankan kepada universitas guna mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi perubahan dan tantangan berdasarkan *World Economy Forum* (2019) ada empat dari sepuluh yang terkait dengan perubahan sistem pembelajaran, yakni pengembangan keterampilan dasar (*foundation skills*), pengembangan dan penyesuaian ketrampilan lanjutan (*advance skill*), pengembangan ketrampilan dalam dunia kerja, dan terakhir adalah menyadai potensi

pendidikan teknologi. Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka adalah penerapan pembelajaran kolaboratif, dimana bertujuan untuk mengupayakan kemampuan lulusan, baik *softskill* maupun *hardskill*, supaya lulusan sarjana siap dan sesuai dengan tuntutan zaman, merencanakan lulusan sebagai calon pemimpin masa depan yang berkarakter. Kemampuan-kemampuan tersebut dibutuhkan oleh para calon pemimpin untuk menghadapi perubahan serta peningkatan di dunia ini [1]. Terdapat delapan jenis kegiatan MBKM, yakni asistensi mengajar, asisten penelitian, magang, pertukaran mahasiswa, proyek kemanusiaan, KKN tematik, dan penelitian mandiri serta wirausaha. Keterampilan terpenting pada masa kini adalah kemampuan berkomunikasi. Salah satu aspek penting dalam dunia kerja merupakan kemampuan untuk menjelaskan sesuatu dan bernegosiasi [2].

Dengan program MBKM yang diselenggarakan oleh pemerintah, selaras dengan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Program MBKM yang telah disosialisasikan oleh Program Studi mendapat respon positif dari mahasiswa, dimana yang paling banyak diminati adalah MBKM Magang Konstruksi lalu diikuti oleh MBKM Penelitian. Riset yang kami lakukan merupakan bagian dari MBKM Penelitian pertama di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang mana melibatkan beberapa pihak diluar lingkup disiplin ilmu Teknik Sipil. Menurut Barterl dan Garud, inovasi dapat diartikan sebagai proses memproduksi dan menggabungkan pemikiran untuk melacak hubungan antara upaya saat ini dan pertemuan sebelumnya dalam menangani suatu masalah [3]. Riset kami tercetus atas inovasi-inovasi perbaikan jalan di Indonesia yang sering kali menjadi masalah.

Seperti yang kita pahami bahwa jalan menjadi prasarana transportasi dalam kegiatan perhubungan [4]. Perkerasan jalan yang tidak awet ditimbulkan oleh faktor beban, lingkungan, dan kualitas konstruksi [5]. Pemeliharaan, peningkatan, dan perbaikan harus dilakukan secara optimal. Perlunya kajian lanjutan terhadap faktor lali sebagai upayaantisipasi agar perkerasan tidak mengalami kerusakan yang sama [6]. Indonesia sebagai negara tropis cocok dengan aspal penetrasi 60-70 [7]. Aspal dapat menua dengan mudah akibat paparan oksigen, radiasi UV, dan beban kendaraan dalam waktu lama. Aspal cenderung lebih rapuh sehingga tingkat risiko retak leleh meningkat karena penuaan yang terjadi [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui program riset serta kontribusi mahasiswa dalam kegiatan MBKM penelitian.

2. Literatur Review

Pengembangan kualitas lapisan aspal merupakan salah satu cara untuk membatasi kerusakan struktur perkerasan. Dapat ditingkatkan dengan menambahkan *filler* seperti polimer, plastik, arang, atau aspal modifikasi [9]. Berbagai penelitian yang menunjukkan pengaruh penggunaan bahan nano terhadap aspal terus dilakukan [10]–[12]. Material berskala nano biasanya kurang dari 100nm [13]. Dengan itu diperlukannya proses *High Energy Milling (HEM)*, yang merupakan pengurangan ukuran molekul dengan tumbukan yang stabil antara bola dan material [14].

Persiapan pengujian sifat fisik aspal disebutkan dalam **Tabel 1** sesuai spesifikasi Direktorat Jendral Bina Marga 2018 [15]. *Scanning Electron Microscopy (SEM)* merupakan pengujian lensa pembesar yang meningkatkan gambar dengan menggunakan elektron dengan resolusi tinggi dan kekuatan penangkapan sekitar 3 nm. Kemudahan pengamatan sampel adalah keunggulan mesin ini [16]. *Fourier Transform Infrared (FTIR)* digunakan untuk menggambarkan karakter sampel. Atom dari sampel akan dipengaruhi oleh radiasi inframerah, yang akan membuatnya menyerap atau menghasilkan energi [17].

Tabel 1. Standar Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
3.	Daktalitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
4.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0

3. Metode

3.1. Pembuatan Bahan Nano

Pembuatan Bahan Nano dilakukan dengan prosedur serbuk limbah kelapa sawit yang diperkecil ukurannya dengan alat *High Energy Milling* (HEM) seperti pada **Gambar 1** selama 72 jam untuk mencapai skala nano. Selanjutnya, perlu dilakukan pembagian kadar *Part Per Million* (PPM) dari bahan nano tersebut dengan cara penyaringan dengan mengendapkan alkohol dan bahan nano selama 24 jam. Dengan toples *custom* beberapa pancuran seperti pada **Gambar 2**, larutan tersebut dikeluarkan dan disimpan dalam wadah kering hingga menguap dan meninggalkan endapan, semakin tinggi pancuran maka semakin kecil/halus partikel yang akan didapatkan. Untuk pembagian klasifikasi kadar perlu 0,1gr untuk 1000ppm dan 1gr untuk 2000ppm yang selanjutnya masing-masing dilarutkan dengan 10ml alkohol sebagai media simpan bahan nano nantinya. Ambil 3,3ml dari total volume larutan untuk 1000ppm, sementara untuk kadar 2000ppm ambil 6,6 dari total volume larutan.



Gambar 1. Alat *High Energy Milling* (HEM)



Gambar 2. Toples *Custom*

3.2. Pencampuran Aspal Nano

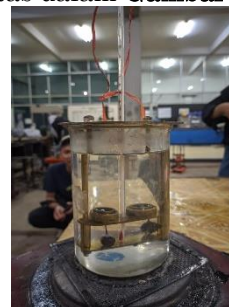
Total kebutuhan aspal dalam pengujian memerlukan 375gr aspal yang telah cair, lalu campurkan aspal dengan kadar 1000ppm hingga homogen selama 45 menit. Perlu diperhatikan bahwa suhu maksimal aspal harus dibawah 120°C agar aspal tidak membludak ketika proses *mixing* berlangsung. Ulangi langkah yang sama untuk kadar 2000ppm. Aspal nano 1000ppm dan 2000ppm selanjutnya dilakukan proses penuaan dengan oven 85°C selama 3 hari.

3.3. Pengujian Sifat Fisik Aspal

Untuk pengujian fisik menggunakan uji penetrasi dalam **Gambar 3**, Titik Lembek dalam **Gambar 4**, berat jenis dalam **Gambar 5**, dan daktilitas dalam **Gambar 6**.



Gambar 3. Alat Uji Penetrasi



Gambar 4. Alat Uji Titik Lembek



Gambar 5. Alat Uji Berat Jenis



Gambar 6. Alat Uji Daktilitas

3.4. Pengujian SEM-EDX

Untuk pengujian SEM-EDX menggunakan alat *Scanning Electron Microscopes-Energy Dispersive X-ray* pada laboratorium Teknik Mesin UMS sebagaimana disajikan dalam **Gambar 7**.



Gambar 7. Alat Uji *Scanning Electron Microscopes-Energy Dispersive X-ray*

3.5. Pengujian FTIR

Untuk pengujian FTIR menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* pada laboratorium Kimia Universitas Sanata Dharma sebagaimana disajikan dalam **Gambar 8**.

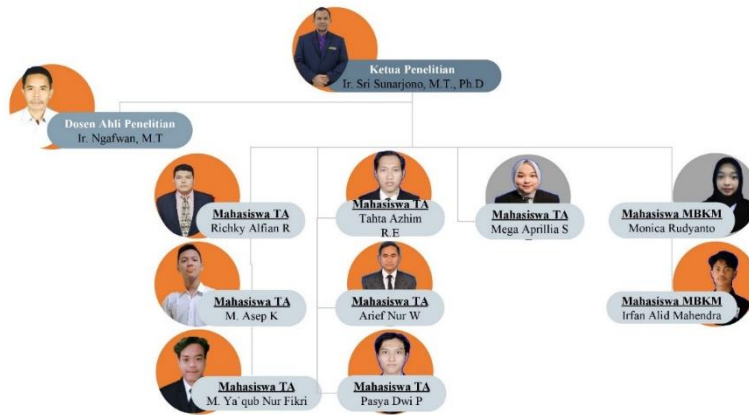


Gambar 8. Alat Uji *Fourier Transform Infra Red*

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Tata Kelola Riset

Kegiatan diskusi dan evaluasi dan riset ini dilaksanakan sejak disetujuinya Proposal PTUPT pada tanggal 12 Mei 2022 dan berakhir pada 10 Desember 2022. Sebelum memulai pekerjaan laboratorium, dilaksanakan kegiatan diskusi terlebih dahulu seperti penentuan batasan penelitian, berdiskusi terkait media dan substansi apa yang sesuai untuk pencampuran aspal dan bahan nano, cara pencampuran aspal dan bahan nano agar maksimal dan mengurangi resiko kegagalan, dilanjutkan dengan perhitungan perbandingan antara nano dan aspal sebelum proses pencampuran. Untuk pembagian pekerjaan sendiri seperti yang tertera pada **Gambar 9**, Ketua Riset mengatur jadwal untuk rapat koordinasi terkait pembagian tugas para anggota, serta rapat evaluasi atau monev. Sementara dosen ahli riset mengarahkan dan menjelaskan bagaimana cara kerja alat, cara perhitungan, dan apa saja yang menyangkut dengan bahan nano limbah kelapa sawit.



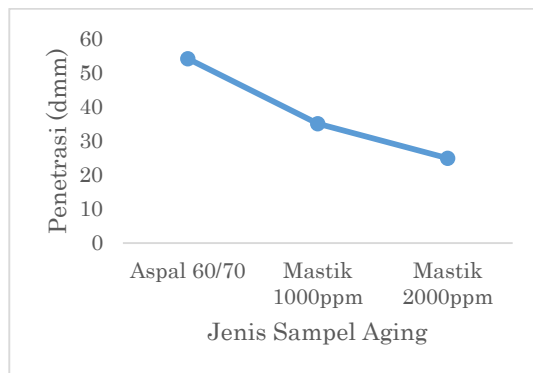
Gambar 9. Struktur Organisasi Riset

4.2. Pengujian Sifat Fisik, SEM-EDX, dan FTIR

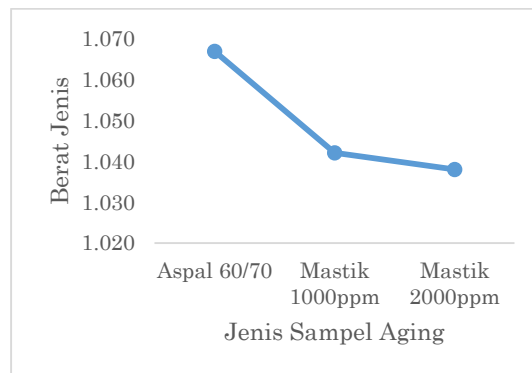
Terkait uji fisik aspal dapat dilihat pada **Tabel 2** yang diikuti oleh **Gambar 10**, **Gambar 11**, **Gambar 12**, dan **Gambar 13** yang menunjukkan kemajuan grafik dalam riset ini. Penurunan nilai penetrasi menjadi indikasi kenaikan kualitas aspal dalam menahan beban berjalan di lapangan. Kenaikan titik lembek menjadikan aspal akan lebih tahan terhadap deformasi suhu pada lapangan. Kenaikan daktilitas mengindikasikan aspal akan lebih elastis dengan daya ikat agregat lebih tinggi di lapangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

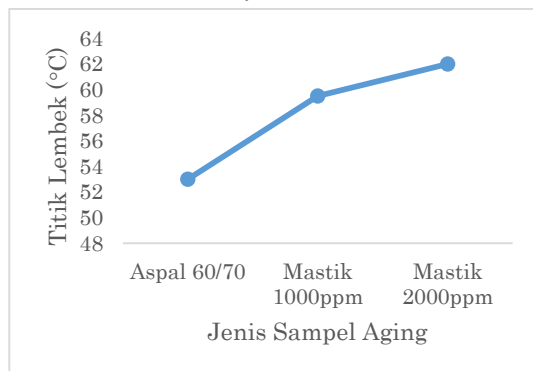
Benda Uji <i>Aging</i>	Penetrasi	Berat Jenis	Titik Lembek	Daktilitas
Aspal 60/70	54	1,067	53	1292
Mastik 1000ppm	35	1,042	59,5	1488
Mastik 2000ppm	24,8	1,038	62	1519



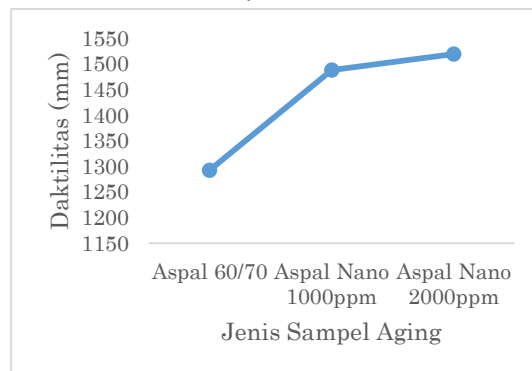
Gambar 10. Grafik Uji Penetrasi



Gambar 11. Grafik Uji Berat Jenis



Gambar 12. Grafik Uji Titik Lembek



Gambar 13. Grafik Uji Daktilitas

Terkait uji SEM-EDX dilihat pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa penambahan nano mampu mengatasi proses penuaan dengan meningkatnya nilai pengujian fisik. Nilai karbon terbukti meningkat, tetapi terjadi penurunan sulfur dan oksigen hal ini disebabkan oleh sulfur yang peka terhadap temperatur [18], jadi sangat memungkinkan ketika terjadinya penuaan, senyawa tersebut menghilang.

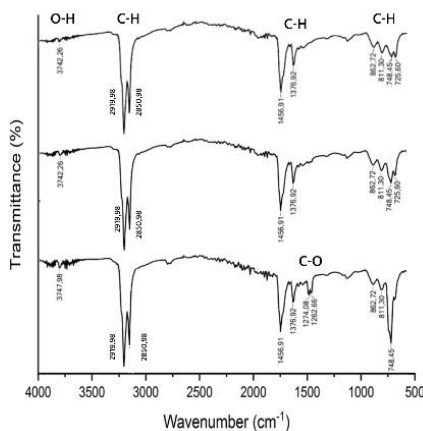
Tabel 3. Hasil Pengujian SEM-EDX

Benda Uji <i>Aging</i>	Berat Atom (%)		
	Karbon	Sulfur	Oksigen
Aspal 60/70	92,198	6,669	0,867
Mastik 1000ppm	92,903	4,299	0,733
Mastik 2000ppm	94,202	4,532	0,766

Terkait uji FTIR dilihat pada **Tabel 4** yang diikuti oleh **Gambar 14**. Kenaikan intensitas menjadi indikasi kekerasan aspal meningkat. Luas area menjadi indikasi titik lembek terhadap temperatur.

Tabel 4. Hasil Pengujian FTIR

No	Gelombang	Gugus Fungsi	Aspal 60/70		Mastik 1000ppm		Mastik 2000ppm	
			Intensitas	Area	Intensitas	Area	Intensitas	Area
1	725,6	C-H	78,62	900,478	78,87	763,716	-	-
2	748,45	C-H	78,64	875,974	75,39	1061,82	64,55	1617,21
3	811,3	C-H	80,43	984,475	81,05	949,514	80,94	961,591
4	862,72	C-H	82,96	1063,37	83,57	1017,83	83,37	1035,33
5	1262,66	C-O	-	-	-	-	79,39	561,039
6	1274,08	C-O	-	-	-	-	78,54	427,534
7	1376,92	C-H	74,66	825,991	75,3	799,888	75,21	800,366
8	1456,91	C-H	62,57	1853,55	62,71	1829,61	61,91	1858,94
9	2850,98	C-H	53,19	3252,76	54,21	3049,09	55,87	2748,8
10	2919,98	C-H	43,69	4123,64	44,54	3943,33	46,03	3655,69
11	3742,26	O-H	85,64	241,573	88,06	520,792	-	-
12	3747,98	O-H	-	-	-	-	90,93	439,212
Rata-rata			71,1556	1569,09	71,5222	1548,4	71,674	1518,5



Gambar 14. Grafik Uji FTIR

5. Kesimpulan

Kesimpulan berikut ini dapat ditarik dari penelitian :

1. Program Riset MBKM menjadi sarana mahasiswa mempelajari disiplin ilmu lain yang menunjukkan adanya kesinambungan antar ilmu teknik. Program ini menguntungkan mahasiswa dengan pengalaman pelaksanaan di beberapa laboratorium, manajemen waktu dan tata kelola organisasi riset, serta konversi mata kuliah dengan standar waktu riset yang telah disepakati.
2. Pengujian sifat fisik yang meliputi uji penetrasi, uji titik lembek, uji daktilitas, dan uji berat jenis terbukti lebih baik dari aspal biasa. Dalam implementasinya, aspal akan mampu meningkatkan kualitas dalam menahan beban berjalan, lebih tahan terhadap deformasi suhu lapangan, dan bertambahnya kekuatan aspal dalam mengikat agregat.
3. Pada pengujian SEM-EDX terjadi peningkatan nilai karbon sehingga aspal nano *aging* mampu meningkatkan kekerasan aspal. Kehilangan sulfur dan oksigen disebabkan oleh sulfur yang peka terhadap suhu tinggi, tetapi tidak memengaruhi kinerja karbon aktif dalam aspal nano.
4. Pada pengujian FTIR terjadi penurunan luas area membuktikan bahwa aspal nano *aging* lebih tahan terhadap suhu tinggi, dan peningkatan intensitas menjadi indikasi peningkatan kekerasan aspal.
5. Secara keseluruhan pada aspal nano 2000ppm menunjukkan potensi paling besar untuk memperbaiki sifat fisik aspal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, kedua orang tua, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Bapak Ir. Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc., Bapak Ir. Ngafwan, M.T., Dinas PUPR Surakarta, dan DRTPM Ditjen Dikti Ristek Kemendikbud Ristek atas berbagai dukungan, fasilitas, dan dana riset melalui Kontrak Riset No 158/E5/PG.02.00.PT/2022; 005/LL6/PB/AK.04/2022; 135.2/A.3-III/LRI/V/2022. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Arief Nur Wicaksono, Mega Aprillia S, Muhammad Asep Kurniawan, Muhammad Ya'qub Nur Fikri, Pasya Dwi Pranata, Richky Alfian Rahmendo, dan Tahta Azhim Restu Esaillahi.

Referensi

- [1] Nizam, "MBKM Guidebook," hal. 1–42, 2020.
- [2] S. Ramadanty dan H. Martinus, "Organizational Communication: Communication and Motivation in The Workplace," *Humaniora*, vol. 7, no. 1, hal. 77, 2016, doi: 10.21512/humaniora.v7i1.3490.
- [3] S. Baskaran dan K. Mehta, "What is innovation anyway? Youth perspectives from resource-constrained environments," *Technovation*, vol. 52, hal. 4–17, 2016.
- [4] S. E. Priana, "Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang)," *Rang Tek. J.*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.31869/rtej.v1i1.609.
- [5] J. U. D. Hatmoko, B. H. Setiadji, dan M. A. Wibowo, "Investigating causal factors of road damage: a case study," *MATEC Web Conf.*, vol. 258, hal. 02007, 2019, doi: 10.1051/mateconf/201925802007.
- [6] N. A. Munggarani dan A. Wibowo, "Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan jalan Lentur dan Pengaruhnya terhadap Biaya Penanganan," *J. Infrastruktur*, vol. 3, no. 01, hal. 9–18, 2017, [Daring]. Tersedia pada: https://bpsdm.pu.go.id/kms/admin/_assets/uploads/adminkms/papers/BM/KMS_JURNAL_20180726113633.pdf
- [7] M. N. Hidayat dan W. Ritonga, "Pengaruh Campuran Abu Kulit Kakaoterhadap Karakteristik Aspal," *Einstein*, vol. 10, no. 2, hal. 42, 2022, doi: 10.24114/einstein.v10i2.36272.
- [8] Z. Yang *dkk.*, "Effect of aging on chemical and rheological properties of bitumen," *Polymers (Basel)*, vol. 10, no. 12, 2018, doi: 10.3390/polym10121345.

- [9] B. Afriyanto, E. W. Indriyati, dan P. Hardini, “Analisis Variasi Kadar Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) Dalam Aspal Modifikasi Terhadap Karakteristik Dasar Aspal,” *Pros. Simp. Forum Stud. Transp. antar Perguru. Tinggi ke-21*, hal. 366–377, 2018.
- [10] W. N. A. Wan Azahar, M. Bujang, R. Putra Jaya, M. R. Hainin, M. M. A. Aziz, dan N. Ngadi, “Application of nanotechnology in asphalt binder: A conspectus and overview,” *J. Teknol.*, vol. 76, no. 14, hal. 85–89, 2015, doi: 10.11113/jt.v76.5847.
- [11] M. Sohrabi, H. Shirmohammadi, dan G. H. Hamedi, “Investigating the effect of modifying aggregate surface by micronized calcium carbonate on increasing the moisture resistance of asphalt mixtures,” *Period. Polytech. Civ. Eng.*, vol. 63, no. 1, hal. 63–76, 2019, doi: 10.3311/PPci.11632.
- [12] J. Crucho dan J. Neves, “Effect of nano hydrotalcite on the aging resistance of a high binder content stone mastic asphalt,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 21, 2021, doi: 10.3390/app11219971.
- [13] J. E. Hulla, S. C. Sahu, dan A. W. Hayes, “Nanotechnology: History and future,” *Hum. Exp. Toxicol.*, vol. 34, no. 12, hal. 1318–1321, 2015, doi: 10.1177/0960327115603588.
- [14] T. Prasad Yadav, R. Manohar Yadav, dan D. Pratap Singh, “Mechanical Milling: a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites,” *Nanosci. Nanotechnol.*, vol. 2, no. 3, hal. 22–48, 2012, doi: 10.5923/j.nn.20120203.01.
- [15] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Spesifikasi Umum 2018,” *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018*, no. Revisi 2, hal. 6.1-6.104, 2018.
- [16] W. Haroon, N. Ahmad, dan N. Mashaan, “Effect of Quartz Nano-Particles on the Performance Characteristics of Asphalt Mixture,” *Infrastructures*, vol. 7, no. 5, 2022, doi: 10.3390/infrastructures7050060.
- [17] A. B. D. Nandiyanto, R. Oktiani, dan R. Ragadhita, “How to read and interpret ftir spectroscopy of organic material,” *Indones. J. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, hal. 97–118, 2019, doi: 10.17509/ijost.v4i1.15806.
- [18] N. Susanti *dkk.*, “Pengaruh Perlakuan Termal Terhadap Karakteristik Aspal Komposit Berbasis Silika Sekam Padi,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 8, no. 1, hal. 120–126, 2020.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)