

PROPERTIES ASPAL AKIBAT SUBSTITUSI GETAH KARET DENGAN FILLER ABU ARANG TEMPURUNG KELAPA

Anik Budiati^[1], Fillia Indah Kumala Dewi^[2], Mukhammad Khafid Zakiya Alwi^[3],
Citto Pacama Fajrinia^[4]

^{[1],[2],[3],[4]} Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Bhayangkara Surabaya
Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya.

e-mail: ^[1]anikbudiati2013@ubhara.ac.id, ^[2]indahfillia@gmail.com

^[3]mukhammadkhafidzakiyalwi@gmail.com, ^[4]cittopacamafajrinia@ubhara.ac.id

ABSTRACT

The use of additives originating from nature in the form of latex (rubber latex) and charcoal ash from coconut shells is expected to be a solution in improving the quality of road pavement. Latex (rubber latex) substitution of 1%, 2% and 3% and charcoal ash of 1%; 1.5%; and 2% were used in this research, with the aim of determining the effect of additives on asphalt properties values based on the 2018 Bina Marga Specifications. In the penetration test there was a decrease with an optimum substitution of 59.1 at a proportion of 2% latex and 1.5% charcoal ash. In flash point and burn point tests, the addition of latex and charcoal ash caused the asphalt to heat up more quickly at lower temperatures than asphalt without additional ingredients. In testing the flash point and burning point, the optimum substitution was 1% latex and 1.5% charcoal ash. Meanwhile, in the ductility test, with the substitution of 1% latex and 1.5% charcoal ash, a ductility value of 105 mm was obtained. From several tests, it was concluded that the optimum substitution was for the 2% latex variant and 1.5% charcoal ash. These results meet the 2018 Bina Marga Specifications.

Keywords: Concrete, Substitution, Latex, Rubber Sap, Coconut Shell Charcoal Ash

ABSTRAK

Penggunaan bahan aditif yang berasal dari alam berupa lateks (getah karet) dan abu arang dari tempurung kelapa diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas perkerasan jalan. Substitusi lateks (getah karet) sebesar 1%, 2%, dan 3% serta abu arang sebesar 1%; 1,5%; dan 2% digunakan dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh bahan aditif terhadap nilai sifat properties aspal berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018. Pada uji penetrasi terjadi penurunan dengan substitusi optimum 59,1 pada proporsi kadar lateks 2% dan abu arang 1,5%. Pada pengujian titik nyala dan titik bakar, penambahan lateks dan abu arang menyebabkan aspal lebih cepat panas pada suhu yang lebih rendah dibandingkan aspal tanpa bahan tambahan. Pada pengujian titik nyala dan titik bakar ini substitusi optimum lateks 1% dan abu arang 1,5%. Sedangkan pada uji daktilitas, pada substitusi lateks 1% dan abu arang 1,5% di dapatkan nilai daktilitas sebesar 105 mm. Dari beberapa pengujian tersebut disimpulkan substitusi optimum varian lateks 2% dan abu arang 1,5%. Hasil ini memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

Kata kunci: Beton, Substitusi, Lateks, Getah Karet, Abu Arang Batok Kelapa

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan fasilitas utama dalam mendukung kegiatan pergerakan dari suatu tempat ke tempat lain dalam pemenuhan kebutuhan berbagai aspek, antara lain kebutuhan ekonomi, sosial, dan budaya. Namun, masih dijumpai kerusakan dini pada lapis perkerasan yang dapat menghambat mobilitas. Dalam perencanaannya, lapis perkerasan harus mampu menahan beban lalu lintas yang diterima. Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Terdapat tiga jenis konstruksi perkerasan, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan gabungan keduanya (*composite pavement*). Di Indonesia sebagian besar menggunakan lapis perkerasan aspal beton atau campuran beraspal panas. Kualitas kinerja dari campuran beraspal ini ditentukan oleh nilai properties dan kualitas

bahan yang meliputi agregat dan aspal. Salah satu bahan penyusun alam campuran beraspal adalah aspal itu sendiri. Aspal berasal dari hasil residu minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Sifat – sifat yang terdapat pada aspal mempengaruhi karakteristik suatu campuran perkerasan.

Menurut penelitian (Thanaya et al., 2016), penggunaan bahan tambah lateks pada campuran aspal menyebabkan nilai penetrasi, titik nyala, dan daktilitas mengalami penurunan seiring ditambahkannya kadar lateks. Sedangkan pada penelitian (Ferdilla, Gunawan; Malik, 2018), dengan seiring ditambahkannya kadar lateks dapat meningkatkan nilai penetrasi dan titik nyala pada pengujian aspal. Namun, mengalami penurunan pada nilai daktilitas.

Pada penelitian (Nur et al., 2017), menunjukkan bahwa bahan aditif abu arang tempurung kelapa dapat digunakan karena pada pengujian lolos ayakan no. 200 menghasilkan nilai lolos 100% dari spesifikasi min. 75%. Pada penelitian (Dewi & Budiati, 2022), menunjukkan bahwa penggunaan lateks pada campuran aspal menyebabkan penurunan pada nilai penetrasi dan daktilitas. Tetapi mengalami peningkatan pada nilai titik nyala. Pada penelitian tersebut, peneliti juga menggunakan bahan aditif lain berupa abu arang dari tempurung kelapa yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap karakteristik marshal. (Budiati, 2023), meneliti dengan menambahkan Crumb Rubber (CR) pada campuran aspal dan didapatkan pada prosentase aspal 5%, CR 3% didapatkan nilai VIM 3,13%, flow 2,69 mm dan test stabilitas marshal 1180,80 kg. Parameter kestabilan agregat maksimal 19 mm mempunyai kestabilan 1557,90 kg dengan massa jenis 2,4 kg/cc (Budiati, 2013).

Bedasarkan hal tersebut maka penelitian ini untuk mendapatkan nilai pengaruh substitusi lateks dan abu arang dari tempurung kelapa terhadap nilai properties aspal. Beberapa rumusan masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh substitusi dan nilai prosentase optimum bahan aditif lateks dan abu arang dari tempurung kelapa pada campuran aspal. Tujuan pelaksanaan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh substitusi dan nilai prosentase optimum bahan aditif lateks (dengan prosentase 1%, 2%, dan 3%) dan abu arang dari tempurung kelapa (dengan prosentase 1%, 1,5%, dan 2%) pada campuran aspal. Metode dalam pencampuran bahan aditif terhadap aspal menggunakan SNI 2456-2011, SNI 2433-2011, dan SNI 2432-2011 serta menggunakan metode Spesifikasi Bina Marga 2018.

2. TEORI

Setelah mempersiapkan seluruh material, selanjutnya akan dilaksanakan pengujian material pada filler dan aspal. Berikut tahapan dari pengujian material antara lain:

2.1. PENGUJIAN PROPERTIES ASPAL

Aspal yang dimodifikasi menggunakan karet alam harus memenuhi persyaratan sebagaimana pada Tabel 1. Pada penelitian ini pengujian properties aspal meliputi pengujian penetrasi, titik nyala, titik bakar, dan daktilitas.

Tabel 1. Persyaratan Aspal PEN 60/70 dan Aspal Modifikasi

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Aspal Pen. 60-70	Aspal Modifikasi Karet Alam
1	Penetrasi 25°C (mm)	SNI 2456-2011	60 - 70	≥ 50
2	Viskositas Kinematis	SNI 06-6441-2000	≥ 300	≤ 2000
3	Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48	≥ 52
4	Daktilitas, 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100
5	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232
6	Kelarutan dalam Trikloroetylena (%)	SNI 2432:2011	≥ 99	≥ 99

2.2. PENGUJIAN FILLER

Pada pengujian bahan pengisi (filler) meliputi pengujian dan lolos ayakan No. 200 (0,075 mm)f, sebagaimana terdapat pada Tabel 2.

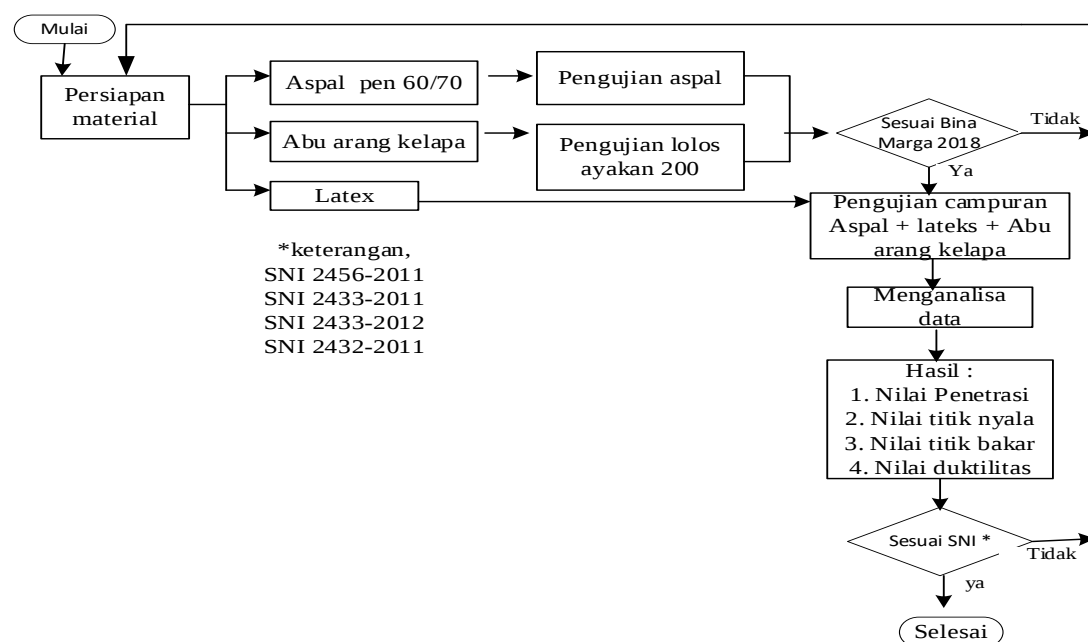
Tabel 2. Persyaratan Bahan Pengisi

Pengujian	Standar	Nilai
Berat Butiran yang lolos ayakan No. 200 (75 micron)	SNI 03-6723-2002	Min.75%

Penggunaan bahan ini yang terlalu besar dapat mempengaruhi penggunaan aspal dan menyebabkan efek kekakuan pada aspal. Oleh karena itu dalam (Bina Marga, 2018), bahan pengisi yang ditambahkan harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat.

3 .METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui kualitas material yang digunakan, dalam penelitian pengaruh substitusi lateks (getah karet) dengan filler abu arang tempurung kelapa terhadap peroperties aspal ini. Maka, dilakukan dilakukan dengan beberapa tahapan pengujian agar dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian meliputi properties aspal tanpa bahan aditif, pengujian filler dan pengujian aspal dengan bahan aditif berupa latexs dan abu tempurung kelapa.

4.1. PENGUJIAN PROPERTIES ASPAL

Hasil pengujian properties aspal dapat dilihat pada Tabel 3. dengan Tabel 6.

Tabel 3. Hasil Pengujian Properties Aspal Dengan Bahan Aditif

No	Jenis Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spek	Ket.
Aspal + Lateks 0% + Abu Arang 0%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	63	60 - 70	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	281	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	298	min. 233	Ok
4	Daktilitas (cm)	SNI 2432-2011	111	min. 100	Ok

Pada Tabel 3, menunjukkan bahwa seluruh material yang digunakan telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

4.2 HASIL PENGUJIAN FILLER

Hasil pengujian substitusi paada bahan pengisi berupa abu arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Filler (Abu Arang Tempurung Kelapa)

Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spek.	Ket.
Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-6723-2002	93,9%	min 75%	Ok
Penyerapan (%)	SNI 2531-2015	1,70	maks. 3%	Ok

Pada Tabel 4, menunjukkan bahwa abu arang tempurung kelapa menghasilkan 93,9% lolos ayakan no. 200 dan memiliki penyerapan 1,7%. Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan sebagai campuran aspal.

4.3. PENGUJIAN ASPAL DENGAN BAHAN ADITIF ABU TEMPURUNG KELAPA DAN LATEKS

Hasil pengujian properties aspal dengan bahan aditif abu tempurung kelapa dan lateks dengan berbagai variasi prosentase dapat dilihat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 8.

Tabel 5. Hasil Pengujian Properties Aspal Lateks 1% dan Abu Arang

No	Jenis Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spek.	Ket.
Aspal + Lateks 1% + Abu Arang 1%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	53,6	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	275,5	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	104,2	min. 100	Ok
Aspal + Lateks 1% + Abu Arang 2%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	54	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	273,5	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	277,5	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	105	min. 100	Ok

Aspal + Lateks 1% + Abu Arang 3%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	57	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	271,5	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	275	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	103	min. 100	Ok

Berdasarkan hasil Tabel 5, menunjukkan terdapat nilai tertinggi pada pengujian penetrasi yaitu pada varian lateks 1% + abu arang 3%, pengujian titik nyala dan titik bakar pada varian lateks 1% + abu arang 2%, pengujian daktilitas pada varian 1% + abu arang 2%. Nilai – nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Tabel 6. Hasil Pengujian Properties Aspal Lateks 2% dan Abu Arang

No	Jenis Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spek.	Ket.
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 1%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	57,4	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272,5	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	277	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	101,4	min. 100	ok
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 2%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	59,1	50	ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272	min. 232	ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	276	min. 233	ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	105	min. 100	ok
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 3%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	56	50	ok

Tabel 7. Hasil Pengujian Properties Aspal Lateks 2% dan Abu Arang

No	Jenis Pengujian	Metode	Hasil	Spek.	Ket.
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 1%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	57,4	50	ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272,5	min. 232	ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	277	min. 233	ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	101,4	min. 100	ok
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 2%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	59,1	50	ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272	min. 232	ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	276	min. 233	ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	105	min. 100	ok
Aspal + Lateks 2% + Abu Arang 3%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	56	50	ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272,5	min. 232	ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	275	min. 233	ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	104	min. 100	ok

Berdasarkan hasil Tabel 6 dan Tabel 7, menunjukkan terdapat nilai tertinggi pada pengujian penetrasi yaitu pada varian lateks 2% + abu arang 2%, pengujian titik nyala lateks 2% + abu arang 1%

dan 3% dan titik bakar pada varian lateks 2% + abu arang 2%, pengujian daktilitas pada varian 2% + abu arang 2%. Nilai – nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Tabel 8. Hasil Pengujian Properties Aspal Lateks 3% dan Abu Arang

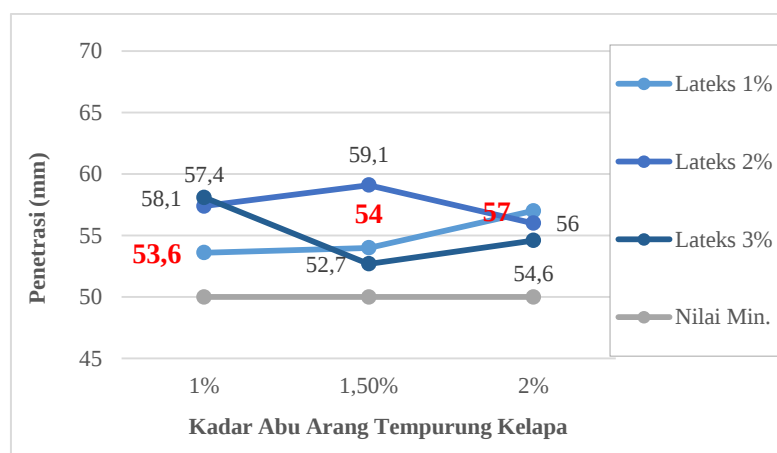
No	Jenis Pengujian	Metode	Hasil Pengujian	Spek.	Ket.
Aspal + Lateks 3% + Abu Arang 1%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	58,1	50	ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	270	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	273,5	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	104	min. 100	Ok
Aspal + Lateks 3% + Abu Arang 2%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	52,7	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	272	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	275	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	104	min. 100	Ok
Aspal + Lateks 3% + Abu Arang 3%					
1	Penetrasi (mm)	SNI 2456-2011	54,6	50	Ok
2	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	271	min. 232	Ok
3	Titik Bakar (°C)	SNI 2433-2012	273	min. 233	Ok
4	Daktilitas (mm)	SNI 2433-2011	100	min. 100	Ok

Berdasarkan hasil Tabel 8, menunjukkan terdapat nilai tertinggi pada pengujian penetrasi yaitu pada varian lateks 3% + abu arang 1%, pengujian titik nyala lateks 3% + abu arang 2%, titik bakar pada varian lateks 3% + abu arang 2%, dan pengujian daktilitas pada varian lateks 3% + abu arang 1% dan 2%. Nilai – nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

4.4. HUBUNGAN NILAI PROPERTIES ASPAL DENGAN BAHAN ADITIF

Penambahan bahan aditif lateks dan abu arang tempurung kelapa menghasilkan hasil yang berpengaruh terhadap nilai properties aspal, hal tersebut ditunjukkan pada grafik hubungan nilai properties aspal dengan bahan aditif.

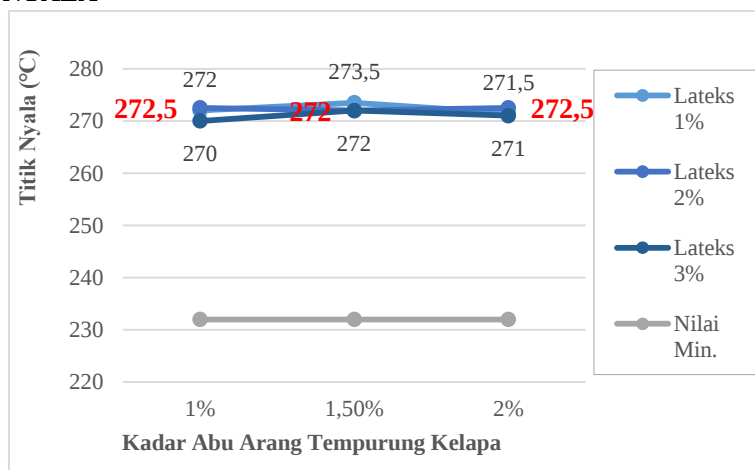
4.4.1 NILAI PENETRASI



Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai Penetrasi dengan Bahan Aditif

Nilai pengujian penetrasi pada Gambar 2, menunjukkan terjadinya peningkatan pada varian lateks 1% dengan semua varian abu arang tempurung kelapa dan pada lateks 2% dengan varian abu arang tempurung kelapa 1% dan 1,5% kemudian mengalami penurunan pada varian abu arang tempurung kelapa 2%. Seiring bertambahnya lateks menyebabkan penurunan pada varian lateks 3% dengan varian abu arang tempurung kelapa 1% dan 1,5%, kemudian mengalami peningkatan pada varian abu arang tempurung kelapa 2%. Hal ini menjelaskan bahwa seiring ditambahkan bahan aditif menyebabkan peningkatan kekerasan pada campuran aspal.

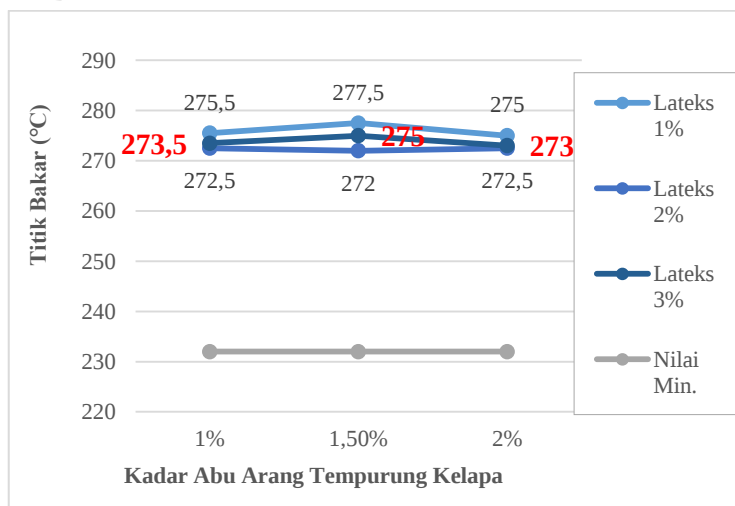
4.4.2. NILAI TITIK NYALA



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Titik Nyala dengan Bahan Aditif

Nilai pengujian titik nyala pada Gambar 3, menunjukkan terjadinya peningkatan pada varian lateks 1% dan lateks 2% dengan varian abu arang tempurung kelapa 1% dan 1,5%. Sedangkan pada lateks 3% dengan varian abu arang tempurung kelapa 2% mengalami penurunan seiring ditambahkan kadar lateks dan abu arang tempurung kelapa. Hal ini menjelaskan bahwa seiring ditambahkan bahan aditif menyebabkan campuran aspal lebih cepat panas.

4.4.3. NILAI TITIK BAKAR

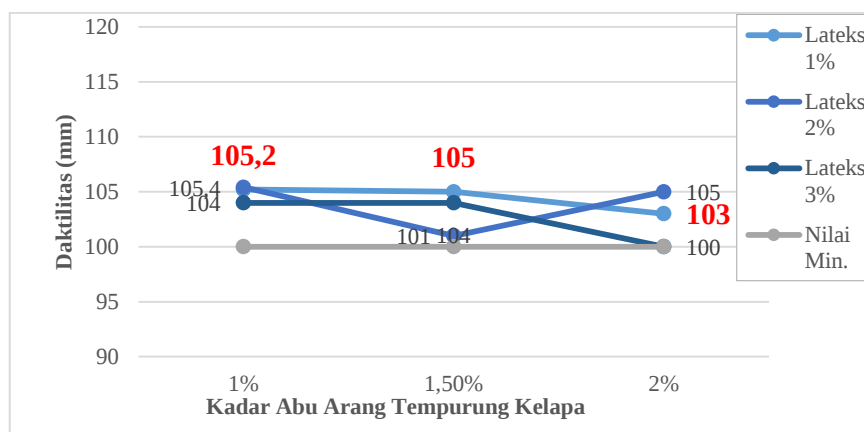


Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Titik Bakar dengan Bahan Aditif

Nilai pengujian titik bakar pada Gambar 4, menunjukkan terjadinya peningkatan pada varian lateks 2% dengan varian abu arang tempurung kelapa 1,5%. Sedangkan pada lateks 1% dan 3% dengan varian

abu arang tempurung kelapa 1% dan 3% mengalami penurunan Hal ini menjelaskan bahwa pada prosentase lateks 3% dan kadar abu tempurung kelapa 1,5% merupakan prosentase optimum pada uji titik bakar.

4.4.4. NILAI DAKTILITAS



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai Daktilitas dengan Bahan Aditif

Nilai pengujian daktilitas pada Gambar 5, menunjukkan terjadinya peningkatan pada varian lateks 1% dan 3% dengan varian abu arang tempurung kelapa 1% dan 1,5%, kemudian mengalami penurunan pada varian abu arang tempurung kelapa sebesar 2%. Pada lateks 2% mengalami penurunan pada varian abu arang tempurung kelapa 1% dan 1,5%, kemudian meningkat pada varian abu arang tempurung kelapa 2%. Hal ini menjelaskan bahwa seiring ditambahkannya bahan aditif menyebabkan penurunan elastisitas pada campuran aspal.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian, analisa data dan pembahasan yang telah dilaksanakan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan bahan aditif pada campuran aspal, berupa lateks dan abu arang dari tempurung kelapa mempengaruhi hasil nilai properties pada pengujian aspal. Pada pengujian penetrasi bahan aditif menyebabkan nilai penetrasi menurun hal ini dimungkinkan karena lateks yang ditambahkan masih mengandung kadar air yang menyebabkan aspal mengalami perkerasan.

2. Pada pengujian penetrasi aspal substitusi optimum pada nilai tertinggi sebesar 59,1 mm, terdapat pada varian lateks 2% + abu arang tempurung kelapa 1,5%. Pada pengujian titik nyala dan bakar aspal, menunjukkan peningkatan temperatur hal ini disebabkan oleh bahan aditif berupa arang aktif yang memiliki sifat lebih mudah dan cepat panas dengan nilai substitusi optimum pada varian lateks 1% + abu arang tempurung kelapa 1,5%. Sedangkan pada pengujian daktilitas aspal, hasil menunjukkan bahwa terdapat penurunan elastisitas seiring ditambahkannya kadar lateks. Pada pengujian ini nilai tertinggi sebesar 105 mm, terdapat pada varian lateks 1% dan 1,5% untuk abu arang tempurung kelapa. Secara keseluruhan substitusi prosentase kadar aditif optimum pada varian lateks sebesar 2% dan abu arang tempurung kelapa sebesar 1,5% bias di gunakan dan memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya dengan nomor penelitian TUG/05/FTK/3/2025.

REFERENSI

- Bina Marga. (2018). Spesifikasi umum 2018. *Direktorat Jendral Bina Marga, 2018*(Revisi 3), 1–6.
- Budiati, A. (2013). Effect Of 19mm As Aggregate ' S Maximum Size To Marshall Properties Of Asphalt Concrete. *Academic Research International*, 4(5), 30–35.
- Budiati, A. (2023). Pengaruh Penambahan Crumb Rubber (CR) Terhadap Parameter Marshall Pada Campuran Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Lalu Lintas Sedang. *J.Intertech*, 1(1), 18–21. <https://doi.org/DOI.org/10.54732/i.v1i1.1019>
- Budiati, A., Mudlofi, M. A. L. I., Rizki, A., & Fitri, A. (2022). Pengabdian Masyarakat Melalui Kkn-T Menjadi Bahan Pengganti Semen Pada. *Abdi Bhayangkara Surabaya*, 04(02), 1485–1492. http://ejournal.lppm.ubhara.id/index.php/jurnal_abdi
- Dewi, F. I. K., & Budiati, A. (2022). Jurnal rekayasa sipil dan lingkungan. *Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 6(1), 67–75.
- Ferdilla, Gunawan; Malik. (2018). Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat Dengan Pengujian Marshall. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 5(Vol 5 (2018): Edisi 2 Juli s/d Desember 2018), 1–11.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Spesifikasi campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam*. 14.
- Nur, M. F., Imananto, E. I., & Prajitno, A. (2017). Pemanfaatan Serbuk Arang Batok Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Abu Batu Untuk Meningkatkan Kinerja Karakteristik Beton Aspal (Ac-Wc). *Jurnal Sondir*, 1, 30–38.
- Thanaya, I. N. A., Puranto, I. G. R., & Nugraha, I. N. S. (2016). Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 dengan Penambahan Lateks. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 77. <https://doi.org/10.14710/mkts.v22i2.12875>