

Analisis Pengaruh Penambahan Karet Pravulkanisasi Terhadap Karakteristik Fisik Aspal Penetrasi 60/70

Evan*, Eti Sulandari, Siti Mayuni

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

*Koresponden email: d2071231002@student.untan.ac.id

Diterima: 10 Februari 2026

Disetujui: 15 Februari 2026

Abstract

Asphalt modification is required to improve the quality of the binder. This experimental study analyzes the effect of pre-vulcanized rubber (Vulutex) on the physical characteristics of 60/70 penetration grade asphalt and determines the optimum dosage. The asphalt was modified with Vulutex at 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% by weight of asphalt and tested in accordance with Indonesian National Standards (SNI) and evaluated against the 2018 Bina Marga General Specifications (Revision 2). The tests included penetration at 25°C, softening point, flash and fire point, specific gravity, ductility, and mass loss (loss on heating). The addition of Vulutex reduced penetration from 64.80 dmm (0%) to 53.70 dmm (7%) and increased the softening point up to 54.65°C (7%). The flash and fire points ranged from 260–294°C, meeting the minimum requirement ($\geq 230^\circ\text{C}$), while the specific gravity ranged from 1.02–1.09 g/cm³. Ductility decreased from 110.00 cm (0%) to 90.50 cm (7%); however, at 3% it still met the minimum requirement of ≥ 100 cm (101.50 cm). Mass loss decreased from 0.60% (0%) to 0.04–0.09%, and all mixtures satisfied the maximum limit of 0.8%. A Vulutex content of 3% is recommended as the optimum dosage because it increases stiffness without reducing ductility below the specification limit and provides better resistance to heating effects.

Keywords: bitumen, pre-vulcanized rubber, vulutex, 60/70 penetration, physical characteristics

Abstrak

Modifikasi aspal diperlukan untuk meningkatkan kualitas bahan pengikat. Penelitian eksperimental ini menganalisis pengaruh karet pravulkanisasi (Vulutex) terhadap karakteristik fisik aspal penetrasi 60/70 serta menentukan kadar optimum. Aspal dimodifikasi dengan Vulutex 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7% berdasarkan berat aspal dan diuji sesuai SNI serta dibandingkan dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Pengujian meliputi penetrasi 25°C, titik lembek, titik nyala/bakar, berat jenis, daktilitas, dan kehilangan berat (*loss on heating*). Penambahan Vulutex menurunkan penetrasi dari 64,80 dmm (0%) menjadi 53,70 dmm (7%) dan meningkatkan titik lembek hingga 54,65°C (7%). Titik nyala/bakar 260–294°C memenuhi persyaratan minimum ($\geq 230^\circ\text{C}$) dan berat jenis 1,02–1,09 g/cm³. Daktilitas menurun dari 110,00 cm (0%) menjadi 90,50 cm (7%); namun pada kadar 3% masih ≥ 100 cm (101,50 cm). Kehilangan berat menurun dari 0,60% (0%) menjadi 0,04–0,09% dan seluruh variasi memenuhi batas maksimum 0,8%. Kadar Vulutex 3% direkomendasikan sebagai optimum karena meningkatkan kekakuan tanpa menurunkan daktilitas di bawah batas spesifikasi serta lebih tahan terhadap pengaruh pemanasan.

Kata Kunci: bitumen, karet pravulkanisasi, vulutex, aspal penetrasi 60/70, karakteristik fisik

1. Pendahuluan

Bitumen atau aspal keras merupakan bahan pengikat utama dalam campuran beraspal panas yang menentukan sifat reologi, daya lekat, dan ketahanan campuran terhadap beban lalu lintas serta pengaruh lingkungan, aspal diperoleh dari residu hasil destilasi minyak mentah bumi yang awalnya berupa aspal lunak dengan penetrasi sekitar 300 dan setelah melalui proses pemanasan dan udara terkontrol, aspal ini menjadi jenis penetrasi 60/70, serta jenis aspal keras lainnya yang biasa dikenal sebagai *asphalt cement* [1]. Dalam hal ini aspal keras dapat diartikan sebagai aspal dengan nilai penetrasi antara 60 sampai dengan 79 dmm [2]. Kualitas bitumen sangat berpengaruh terhadap kinerja campuran aspal, karena sifat-sifat fisik bitumen seperti penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis, serta ketahanan terhadap penuaan akan memengaruhi perilaku lapisan perkerasan ketika menerima beban dan suhu yang berfluktuasi. Aspal penetrasi 60/70 adalah jenis bitumen yang paling banyak digunakan di Indonesia. Namun, bitumen konvensional masih memiliki keterbatasan, antara lain mudah melunak pada suhu tinggi sehingga rentan mengalami kerusakan tertentu, serta dapat menjadi rapuh pada suhu rendah sehingga berpotensi retak. Akibatnya, diperlukan menggunakan aspal modifikasi yang diharapkan mampu untuk mengatasi masalah ini, karena diketahui bahwa aspal yang dimodifikasi berpotensi meningkatkan kinerja perkerasan karena

memiliki kualitas reologi yang lebih baik [3]. Reologi dapat diartikan sebagai respon aspal terhadap perubahan temperatur dan waktu pembebanan yang dilihat dari nilai modulus kekakuan aspal (Sbit) [4].

Salah satu metode peningkatan yang berpotensi meningkatkan kualitas bitumen adalah dengan menambahkan bahan modifikasi berbasis polimer atau karet alam [5]. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa penggunaan karet dalam modifikasi aspal dapat meningkatkan sifat fisik aspal dan karakteristik campuran aspal beton [6]. Penggunaan karet sebagai bahan aditif untuk aspal bertujuan meningkatkan elastisitas, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta durabilitas, dan telah lama dikenal. Lateks karet alam telah terbukti secara ilmiah dapat digunakan sebagai bahan pemodifikasi untuk aspal [7]. Dalam penelitian ini bitumen penterasi 60/70 dicampur dengan karet pravulkanisasi (vulutex) sehingga aspal jenis ini disebut dengan aspal karet. Aspal karet adalah bentuk aspal modifikasi yang ditambahkan bahan aditif berupa karet alam dan menjadi alternatif yang dihadirkan dalam perencanaan perkerasan lentur. Penambahan karet alam (lateks) bertujuan untuk meningkatkan kualitas campuran aspal dan membantu pemanfaatan karet alam (lateks) yang ketersediaannya cukup banyak di Indonesia [8]. Hal ini tentu diharapkan dapat meningkatkan kualitas infrastruktu perkerasan lentur, karena perkerasan adalah fasilitas transportasi yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari. Keberadaan jalan tidak hanya memfasilitasi mobilitas manusia dan barang, tetapi juga berperan besar dalam mendorong pertumbuhan serta pengembangan wilayah [9][10].

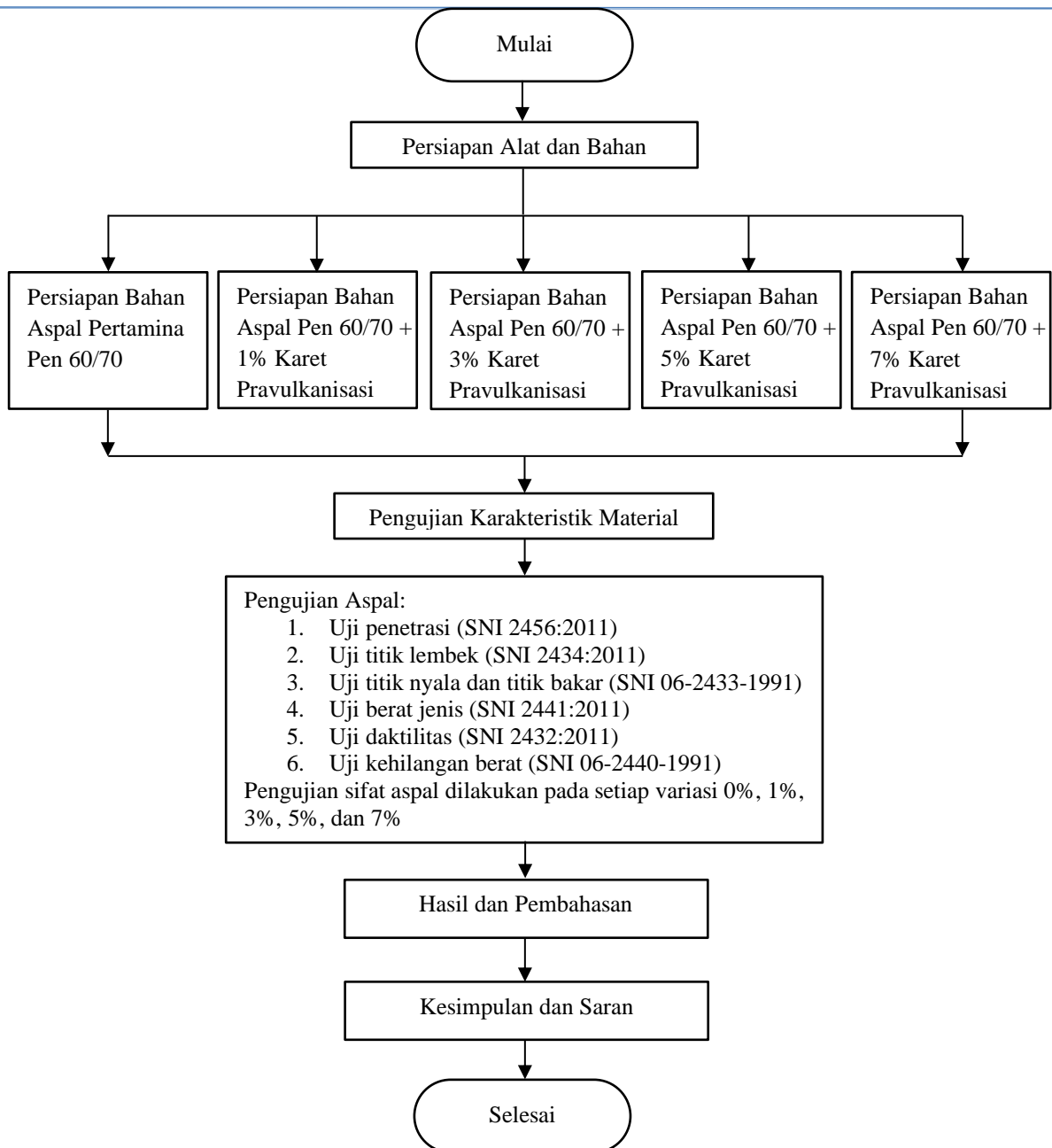
Karet alam cair (lateks) pravulkanisasi merupakan hasil pencampuran lateks pekat KKK-60 dengan bahan kimia vulkanisasi. Lateks pekat KKK-60 adalah lateks yang dipekatkan dengan konsentrasi minimum 60% berat karet kering yang distabilkan dengan amonia dan bahan kimia lain [11]. Aspal penetrasi 60/70 dengan penambahan Lateks KKK-60 Pravulkanisasi, menunjukkan peningkatan terhadap sifat-sifat fisis aspal berdasarkan pengujian penetrasi dan titik lembek yaitu mampu menurunkan nilai penetrasi dan meningkatkan nilai titik lembek aspal [12]. Perubahan sifat fisik aspal yang diperoleh menunjukkan aspal akan bertambah keras dan aspal semakin kurang peka terhadap temperatur seiring dengan bertambahnya presentase getah karet alam [13].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, di mana data primer dikumpulkan dari hasil pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Material utama yang digunakan merupakan aspal/Bitumen Pertamina Penetrasi 60/70. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengujian langsung terhadap sifat-sifat aspal yang dimodifikasi, serta memberikan data yang valid dan terukur untuk menganalisis perubahan yang terjadi pada aspal setelah penambahan Vulutex sebagai bahan aditif. Data primer diperoleh melalui pengujian laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

Material utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal Penetrasi 60/70, yang diperoleh dari Pertamina, yang memiliki spesifikasi yang umum digunakan di Indonesia untuk konstruksi perkerasan jalan. Pemilihan aspal Penetrasi 60/70 ini didasarkan pada ketersediaannya yang luas di pasaran serta kesesuaiannya dengan spesifikasi teknis yang berlaku dalam perencanaan dan konstruksi jalan di Indonesia. Dalam penelitian ini, variasi kadar karet pravulkanisasi (Vulutex) yang ditambahkan pada aspal adalah 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7%, yang mencakup rentang konsentrasi yang cukup untuk mengidentifikasi efek yang signifikan terhadap karakteristik fisik aspal. Proses penelitian ini dimulai dengan pencampuran aspal Penetrasi 60/70 dengan Vulutex pada masing-masing variasi kadar, yang dilakukan secara homogen agar dapat memastikan bahwa perubahan sifat fisik yang terukur hanya disebabkan oleh penambahan Vulutex dan bukan oleh variabel lain.

Setelah bahan campuran siap, dilakukan pengujian karakteristik fisik yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan dievaluasi kesesuaiannya terhadap Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2. Pengujian meliputi penetrasi pada suhu 25°C, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, berat jenis, daktilitas, serta kehilangan berat (*loss on heating*). Rangkaian pengujian ini dipilih karena mewakili parameter penting yang berkaitan dengan kekakuan aspal, dan sensitivitas terhadap temperatur, yang mana hal tersebut berperan terhadap performa aspal saat diaplikasikan pada konstruksi perkerasan jalan. Adapun tahapan prosedur pelaksanaan yang akan dilakukan dalam penelitian yang tergambar pada **Gambar 1**.



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mencakup rangkaian pengujian karakteristik aspal, berdasarkan Standar Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 [14]. Dalam spesifikasi ini disebutkan dengan rinci metode uji apa saja yang dapat dilakukan. Berikut adalah pengujian yang dilakukan.

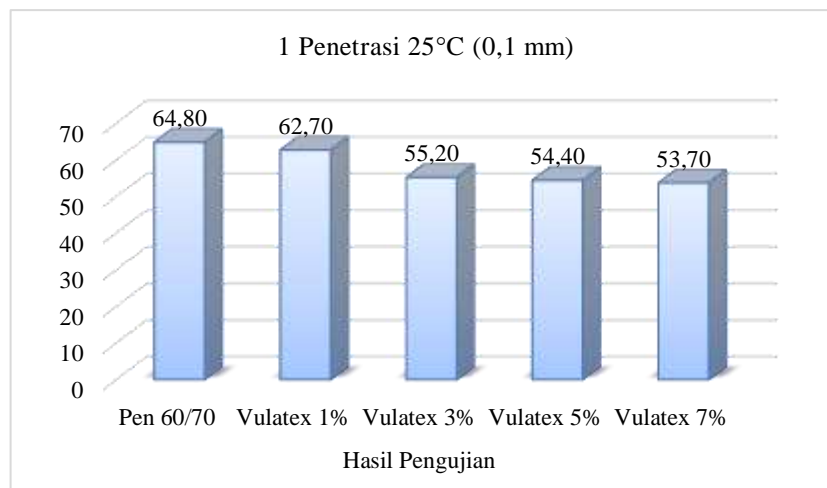
Pengujian Penetrasi (SNI 2456:2011)

Pengujian ini dilaksanakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2456:2011) yang mengatur tata cara pengujian penetrasi aspal keras [15]. Penetrasi dilakukan dalam menentukan kekerasan aspal. Semakin tinggi kadar karet yang digunakan maka akan mengakibatkan aspal semakin keras, karena kandungan karet yang terdapat pada aspal tersebut [16]. Semakin besar kadar karet alam lateks yang digunakan dalam aspal maka nilai penetrasi menjadi menurun, hal ini terjadi karena saat karet dicampurkan pada aspal dengan metode pencampuran tertentu, membuat ikatan karet alam lateks menyatu dengan ikatan aspal dikarenakan [4]. Berikut alat dan bahan bitumen/aspal untuk pengujian penetrasi ditampilkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2: (a) Alat Penetrasi (b) Bitumen/Aspal

Gambar 2 menunjukkan alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian penetrasi aspal keras. Pada gambar (a), terlihat alat penetrasi yang digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan aspal. Alat ini bekerja dengan cara menurunkan jarum dengan beban tertentu ke dalam sampel aspal yang ditempatkan pada wadah khusus. Sementara itu, gambar (b) menunjukkan sampel bitumen atau aspal yang akan diuji, yang ditempatkan dalam wadah logam yang sudah disiapkan.

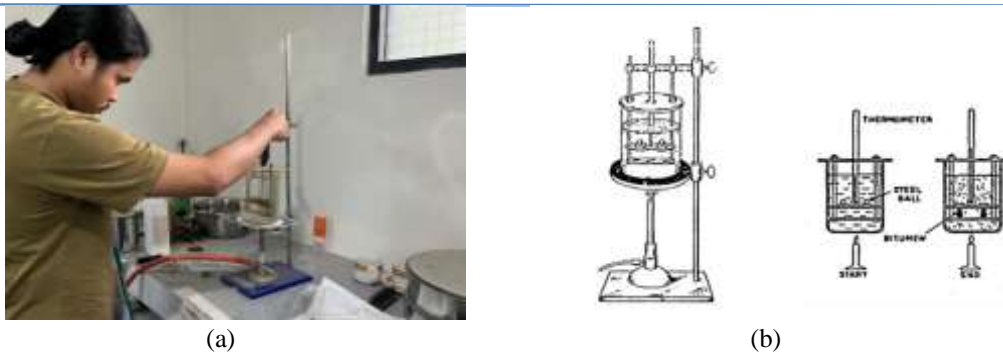


Gambar 3: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Penetrasi Aspal

Gambar 3 merupakan hasil pengujian penetrasi 25°C (0,1 mm) terhadap aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (Vulutex) menunjukkan adanya penurunan penetrasi seiring dengan meningkatnya kadar Vulutex [12]. Pada aspal Pen 60/70, nilai penetrasi tercatat 64,80 dmm, yang sesuai dengan standar tipe I (60–70 dmm). Dengan penambahan 1% Vulutex, nilai penetrasi menjadi 62,70 dmm, menunjukkan bahwa aspal menjadi lebih lunak. Namun, pada kadar 3%, 5%, dan 7% Vulutex, penetrasi turun signifikan menjadi 55,20 dmm, 54,40 dmm, dan 53,70 dmm, masing-masing. Penurunan penetrasi ini menunjukkan bahwa aspal menjadi lebih keras, yang mengindikasikan peningkatan kekakuan akibat modifikasi dengan karet pravulkanisasi. Dari hasil tersebut berarti penambahan Vulutex memengaruhi nilai penetrasi aspal. Pada kadar 1% penetrasi menjadi 62,70 dmm sehingga aspal lebih keras, dan pada 3–7% penetrasi menurun hingga 53,70 dmm yang menandakan peningkatan kekakuan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar Vulutex, aspal menjadi lebih keras.

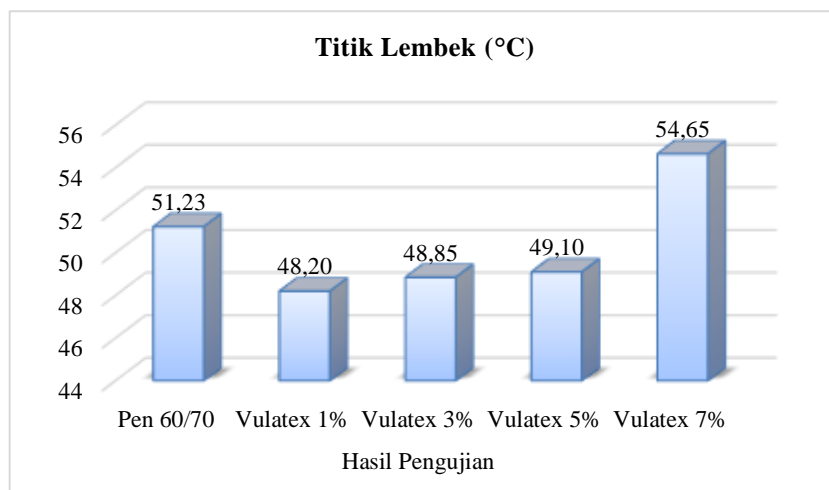
Pengujian Titik Lembek (SNI 2434:2011)

Pengujian ini dilaksanakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2434:2011) tentang metode uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (*Ring and Ball Apparatus*), sehingga hasil pengujian dapat dijadikan acuan teknis yang sesuai dengan spesifikasi yang berlaku [17]. Titik lembek merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kualitas aspal, karena nilai ini menunjukkan ketahanan aspal terhadap perubahan bentuk akibat kenaikan suhu. Semakin tinggi nilai titik lembek, semakin baik kemampuan aspal menahan deformasi pada kondisi suhu tinggi. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kinerja perkerasan jalan, terutama di wilayah beriklim tropis dengan intensitas panas yang tinggi. Berikut gambar pengujian titik lembek bitumen/aspal dengan alat cincin dan bola (*Ring and Ball Apparatus*) ditampilkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4: (a) Proses Pengujian (b) Alat cincin dan bola (*Ring and Ball Apparatus*)

Pada **Gambar 4**, khususnya pada gambar (a), terlihat proses pengujian titik lembek yang sedang dilakukan, di mana sampel aspal ditempatkan dalam tabung khusus yang dipanaskan secara bertahap. Suhu yang tercatat saat bola pertama kali menyentuh dasar cincin menunjukkan titik lembek aspal tersebut. Sedangkan pada gambar (b), terlihat alat cincin dan bola (*Ring and Ball Apparatus*), yang terdiri dari cincin berisi sampel aspal dan bola logam yang digunakan untuk menekan aspal selama pengujian.



Gambar 5: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Titik Lembek Aspal

Hasil pada **Gambar 5** memperlihatkan bahwa hasil pengujian titik lembek (*softening point*) terhadap aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (*Vulatex*) menunjukkan adanya peningkatan titik lembek seiring dengan penambahan kadar *Vulatex*. Pada aspal Pen 60/70, titik lembek tercatat sebesar 51,23°C, yang sesuai dengan standar minimum 48°C untuk Tipe I (aspal penetrasi 60/70). Dengan penambahan 1% *Vulatex*, titik lembek turun menjadi 48,20°C, yang menunjukkan bahwa aspal tersebut memiliki karakter yang mirip dengan aspal Pen 60/70 murni. Namun, pada kadar 3%, 5%, dan 7% *Vulatex*, titik lembek meningkat menjadi 48,85°C, 49,10°C, dan 54,65°C, masing-masing. Peningkatan titik lembek ini menunjukkan bahwa aspal menjadi lebih tahan terhadap pelunakan pada suhu tinggi, yang mengindikasikan bahwa modifikasi dengan *Vulatex* meningkatkan ketahanan terhadap deformasi plastis akibat panas.

Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan *Vulatex* berpengaruh terhadap titik lembek aspal. Pada kadar 1% terjadi penurunan hingga 48,20°C, namun pada kadar 3% sampai 7% titik lembek meningkat kembali hingga mencapai 54,65°C. Kenaikan ini menunjukkan bahwa aspal dengan kadar *Vulatex* lebih tinggi menjadi lebih tahan terhadap pelunakan pada suhu panas. Dengan demikian, grafik pada **Gambar 5** menunjukkan modifikasi dengan *Vulatex*, khususnya pada kadar 3% ke atas, meningkatkan ketahanan aspal terhadap deformasi akibat temperatur tinggi.

Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 06-2433-1991)

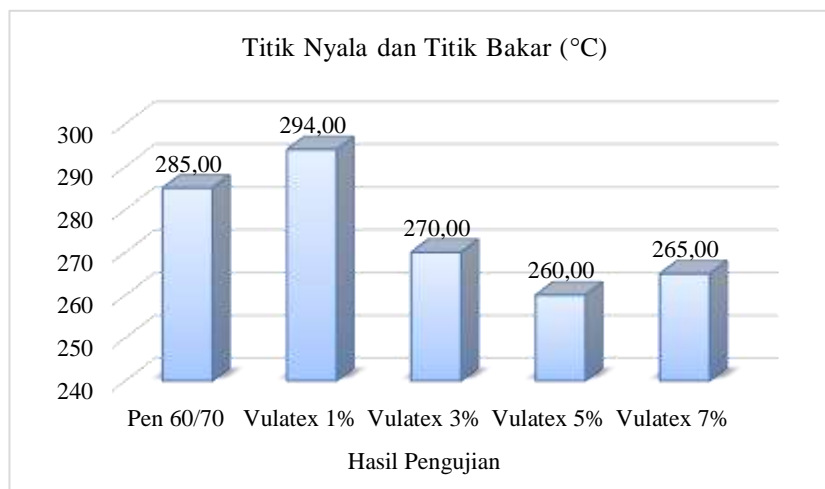
Pengujian ini dilakukan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 06-2433-1991) mengenai metode uji titik nyala dan titik bakar aspal dengan menggunakan alat *Cleveland Open Cup*, sehingga hasil pengujian dapat dipertanggung jawabkan sesuai standar teknis yang berlaku [18]. Titik nyala dan titik bakar merupakan parameter penting untuk menilai aspek keselamatan dan kestabilan termal aspal. Titik nyala

menunjukkan suhu terendah ketika uap aspal mulai menyala sesaat akibat adanya percikan api, sedangkan titik bakar menunjukkan suhu ketika nyala api terus bertahan. Nilai yang lebih tinggi pada kedua parameter ini menandakan bahwa aspal memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap bahaya kebakaran saat pemanasan maupun pada kondisi lapangan. Oleh karena itu, pengujian titik nyala dan titik bakar tidak hanya menjadi indikator mutu aspal, tetapi juga menjadi pertimbangan utama dalam proses penyimpanan, pengangkutan, serta penerapan aspal pada pekerjaan konstruksi jalan. Berikut gambar alat pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar ditampilkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6: Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan alat *Cleveland Open Cup*

Gambar 6 memperlihatkan proses pengujian titik nyala dan titik bakar aspal dengan menggunakan alat *Cleveland Open Cup*. Pada pengujian ini, sampel aspal dipanaskan secara bertahap hingga mengeluarkan uap yang kemudian diuji menggunakan sumber api untuk mengetahui suhu ketika uap tersebut mulai menyala (titik nyala) dan suhu ketika nyala api tetap bertahan (titik bakar). Alat *Cleveland Open Cup* dirancang untuk memberikan hasil yang akurat sesuai standar SNI 06-2433-1991, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan dalam menilai kestabilan termal dan tingkat keamanan aspal. Semakin tinggi nilai titik nyala dan titik bakar, semakin baik pula ketahanan aspal terhadap potensi kebakaran yang dapat terjadi pada saat proses produksi maupun ketika aspal diaplikasikan di lapangan.



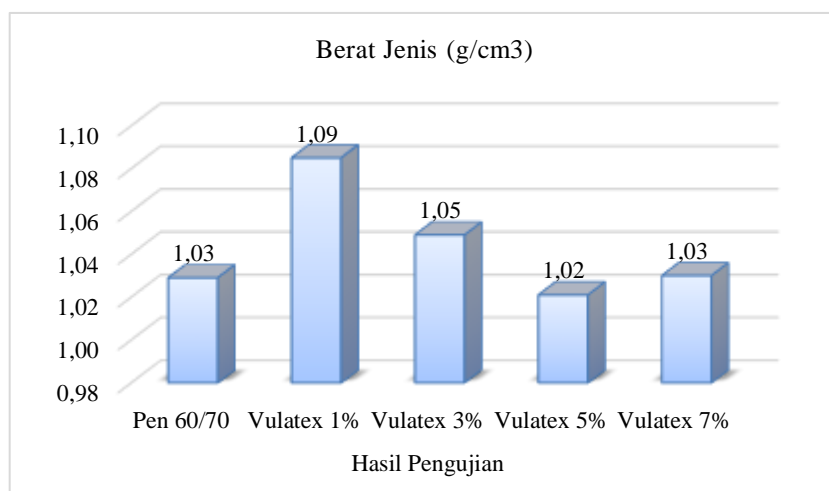
Gambar 7: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Nyala Bakar Aspal

Hasil pada **Gambar 7** menunjukkan pengujian titik nyala dan titik bakar terhadap aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (Vulatex) menunjukkan peningkatan titik nyala dan titik bakar seiring dengan penambahan kadar Vulatex. Pada aspal Pen 60/70, titik nyala dan titik bakar tercatat sebesar 285,00°C, yang sudah memenuhi syarat minimum untuk Tipe I ($\geq 232^\circ\text{C}$). Dengan penambahan 1% Vulatex, titik nyala dan titik bakar meningkat menjadi 294,00°C, menunjukkan peningkatan stabilitas terhadap suhu tinggi. Namun, pada kadar 3%, 5%, dan 7% Vulatex, titik nyala dan titik bakar mengalami penurunan menjadi 270,00°C, 260,00°C, dan 265,00°C, meskipun semua nilai tersebut masih memenuhi batas minimum yang disyaratkan ($\geq 230^\circ\text{C}$). Penurunan ini menunjukkan bahwa pada kadar Vulatex yang lebih tinggi, aspal tetap memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi, meskipun sedikit menurun. Dengan demikian, hasil uji menunjukkan bahwa penambahan Vulatex meningkatkan ketahanan aspal terhadap suhu tinggi, dengan kadar 1% Vulatex memberikan nilai terbaik untuk titik nyala dan titik bakar yang lebih tinggi, sementara kadar 3–7% Vulatex masih memenuhi syarat untuk aspal

modifikasi. Penambahan Vulatex memengaruhi titik nyala dan titik bakar aspal. Pada 1% Vulatex, nilai meningkat hingga 294°C yang menandakan stabilitas terbaik terhadap suhu tinggi. Namun, pada kadar 3%, 5%, dan 7% nilai sedikit menurun menjadi 270°C, 260°C, dan 265°C, tetapi masih berada di atas batas minimum yang dipersyaratkan ($\geq 230^\circ\text{C}$).

Pengujian Berat Jenis (SNI 2441:2011)

Pengujian berat jenis ini dilaksanakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2441:2011) tentang metode uji berat jenis aspal, sehingga hasil pengujian dapat dijadikan acuan yang sah dalam evaluasi kualitas aspal modifikasi dengan penambahan karet pravulkanisasi (Vulatex) [17]. Berat jenis merupakan salah satu parameter yang penting dalam menilai mutu aspal, karena berkaitan langsung dengan massa jenis material yang memengaruhi perhitungan campuran aspal pada perkerasan jalan. Nilai berat jenis yang konsisten menunjukkan homogenitas material serta kestabilan komposisi kimia yang dimiliki aspal. Selain itu, parameter ini juga berperan dalam menentukan kebutuhan volume dan proporsi material lain dalam campuran beraspal panas (*hot mix asphalt*). Dengan demikian, pengujian berat jenis tidak hanya digunakan sebagai indikator teknis semata, tetapi juga menjadi dasar penting dalam perancangan campuran aspal yang kuat, awet, serta sesuai dengan spesifikasi teknis konstruksi jalan.



Gambar 8: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Berat Jenis Aspal

Hasil pada **Gambar 8** memperlihatkan dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian berat jenis terhadap aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (Vulatex) menunjukkan adanya sedikit fluktuasi nilai berat jenis seiring dengan penambahan kadar Vulatex. Pada aspal Pen 60/70, nilai berat jenis tercatat sebesar 1,03 g/cm³, yang sesuai dengan persyaratan standar untuk Tipe I ($\geq 1,0$ g/cm³). Dengan penambahan 1% Vulatex, nilai berat jenis meningkat sedikit menjadi 1,09 g/cm³. Pada kadar 3% Vulatex, nilai berat jenis sedikit menurun menjadi 1,05 g/cm³, sementara pada 5% dan 7% Vulatex, nilai berat jenis kembali menurun menjadi 1,02 g/cm³ dan 1,03 g/cm³. Secara keseluruhan, meskipun terjadi variasi kecil pada nilai berat jenis, semua sampel masih memenuhi syarat minimum untuk Tipe I, yaitu $\geq 1,0$ g/cm³. Penambahan Vulatex tidak memberikan perubahan signifikan terhadap nilai berat jenis, yang tetap berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk penggunaan aspal modifikasi. Penambahan Vulatex tidak memberikan perubahan signifikan terhadap berat jenis aspal. Nilai berat jenis hanya berfluktuasi tipis antara 1,02–1,09 g/cm³, namun seluruhnya masih berada di atas batas minimum 1,0 g/cm³ sesuai persyaratan standar. Hal ini menegaskan bahwa meskipun kadar Vulatex ditingkatkan hingga 7%, berat jenis aspal tetap stabil dan dapat diterima untuk penggunaan aspal modifikasi.

Pengujian Daktilitas (SNI 2432:2011)

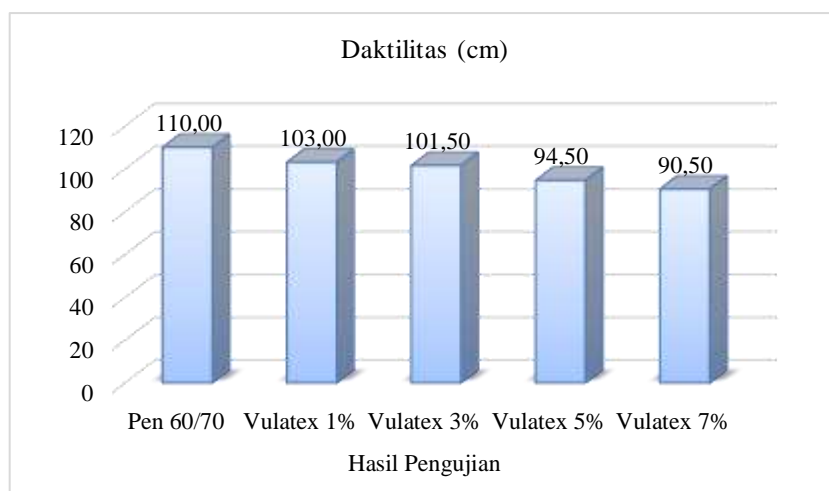
Pengujian daktilitas ini dilakukan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 2432:2011), sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan dasar untuk menilai sejauh mana modifikasi dengan Vulatex memengaruhi fleksibilitas aspal penetrasi 60/70 [18]. Pengujian daktilitas merupakan salah satu metode penting untuk mengetahui sejauh mana aspal mampu mempertahankan sifat elastisnya ketika mengalami tarikan. Melalui pengujian ini dapat ditentukan kemampuan regangan aspal hingga mencapai titik putus, yang menjadi indikator utama dalam menilai ketahanan aspal terhadap retak akibat beban lalu lintas berulang maupun perubahan suhu di lapangan. Hasil pengujian daktilitas memberikan gambaran mengenai tingkat fleksibilitas campuran aspal, sehingga dapat dijadikan acuan dalam mengevaluasi pengaruh bahan

modifikasi terhadap kinerja aspal penetrasi 60/70. Dengan demikian, pengujian ini tidak hanya berfungsi untuk menilai kualitas aspal, tetapi juga menjadi dasar penting dalam memastikan kelayakan aspal sebagai material pada konstruksi perkerasan jalan. Nilai daktalitas yang tinggi menunjukkan bahwa aspal memiliki sifat plastis dan elastis yang baik, sehingga mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan beban lalu lintas maupun fluktuasi suhu tanpa mudah mengalami keretakan. Sebaliknya, nilai daktalitas yang rendah menandakan bahwa aspal cenderung rapuh dan kurang tahan terhadap deformasi, yang pada akhirnya dapat mempercepat terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan. Berikut gambar alat pengujian Daktalitas yang ditampilkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9: (a) Sampel Bitumen/Aspal (b) Mesin Daktalitas

Pada **Gambar 9**, terlihat mesin daktalitas yang digunakan dalam pengujian ini. Mesin ini berfungsi untuk menarik sampel aspal secara perlahan hingga sampel aspal tersebut putus. Pengukuran dilakukan berdasarkan panjang tarikan yang terjadi sebelum aspal putus. Hasil dari pengujian ini akan memberikan informasi mengenai kemampuan aspal dalam menahan perubahan bentuk tanpa retak, yang sangat penting untuk kondisi jalan dengan suhu ekstrem.



Gambar 10: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Daktalitas Aspal

Pada **Gambar 10** menunjukkan bahwa penambahan Vulatex menyebabkan penurunan daktalitas aspal. Aspal Pen 60/70 memiliki daktalitas 110 cm, turun menjadi 103 cm pada 1% Vulatex, 101,5 cm pada 3%, 94,5 cm pada 5%, dan 90,5 cm pada 7%. Kadar 3% masih memenuhi standar ≥ 100 cm sehingga fleksibilitas aspal tetap terjaga, sedangkan pada 5% dan 7% daktalitas berada di bawah standar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar Vulatex, aspal menjadi lebih keras dan rentan retak pada suhu rendah. Pada kadar 1% dan 3%, daktalitas masih berada di atas 100 cm sehingga aspal tetap memenuhi standar fleksibilitas. Namun, pada kadar 5% dan 7%, nilai daktalitas turun di bawah batas standar, yaitu 94,50 cm dan 90,50 cm, yang mengindikasikan berkurangnya kelenturan aspal. Hal ini menegaskan bahwa semakin tinggi kadar Vulatex, aspal menjadi lebih keras dan berpotensi rapuh pada suhu rendah, sedangkan kadar 3% masih dianggap optimal karena tetap menjaga fleksibilitas yang dipersyaratkan.

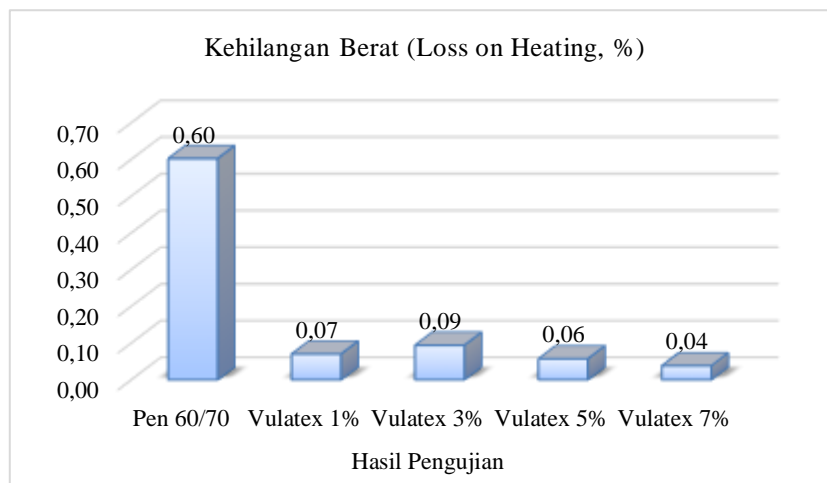
Pengujian Kehilangan Berat (SNI 06-2440-1991)

Pengujian ini dilaksanakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-2440-1991) tentang metode uji kehilangan berat aspal akibat pemanasan, sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan acuan dalam mengevaluasi pengaruh penambahan karet pravulkanisasi (Vulutex) terhadap stabilitas termal bitumen penetrasi 60/70 [19]. Selama pengujian, sampel aspal dipanaskan pada suhu tertentu untuk mengamati perubahan berat yang terjadi akibat penguapan zat yang tidak stabil dalam aspal. Kehilangan berat yang tercatat akan memberikan gambaran mengenai kestabilan aspal dalam mempertahankan kualitasnya pada suhu tinggi. Hasil pengujian kehilangan berat memberikan informasi yang sangat penting mengenai kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat fisiknya, yang berkaitan langsung dengan ketahanan jangka panjang aspal pada perkerasan jalan, terutama di daerah yang memiliki suhu tinggi atau kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses degradasi aspal. Pengujian ini juga bermanfaat untuk mengevaluasi kualitas aspal yang dimodifikasi, dan menentukan apakah modifikasi tersebut memberikan hasil yang optimal dalam memperbaiki sifat termal aspal. Berikut gambar persiapan dan pengujian Kehilangan Berat yang ditampilkan pada **Gambar 11**.



Gambar 11: (a) Sampel Bitumen/Aspal (b) Uji Kehilangan Berat Aspal

Hasil pengujian kehilangan berat (*loss on heating*) terhadap aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (Vulutex) menunjukkan penurunan yang signifikan pada sampel yang dimodifikasi. Pada aspal Pen 60/70, nilai kehilangan berat tercatat sebesar 0,60%, yang masih memenuhi batas maksimum yang diizinkan untuk Tipe I ($\leq 0,8\%$). Dengan penambahan 1% Vulutex, kehilangan berat turun drastis menjadi 0,07%, yang menunjukkan bahwa modifikasi dengan Vulutex meningkatkan stabilitas aspal terhadap penuaan termal. Pada kadar 3% Vulutex, kehilangan berat sedikit meningkat menjadi 0,09%, tetapi tetap memenuhi syarat. Pada kadar 5% dan 7% Vulutex, nilai kehilangan berat menurun menjadi 0,06% dan 0,04%, yang menunjukkan ketahanan yang sangat baik terhadap penuaan dan kehilangan bahan akibat pemanasan. Secara keseluruhan, semua sampel yang dimodifikasi dengan Vulutex menunjukkan penurunan kehilangan berat dibandingkan dengan aspal murni Pen 60/70, yang mengindikasikan bahwa modifikasi ini meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi dan pemanasan.



Gambar 12: Grafik Pengaruh Karet Pravulkanisasi VS Kehilangan Berat Aspal

Hasil pada **Gambar 12** menunjukkan bahwa penambahan Vulatex secara konsisten menurunkan nilai kehilangan berat aspal. Aspal Pen 60/70 murni memiliki kehilangan berat 0,60%, sedangkan pada kadar 1% turun drastis menjadi 0,07%. Pada kadar 3% nilai sedikit naik menjadi 0,09%, namun masih jauh di bawah batas maksimum 0,8%. Selanjutnya, pada 5% dan 7% Vulatex kehilangan berat kembali menurun menjadi 0,06% dan 0,04%. Tren ini memperkuat hasil bahwa modifikasi dengan Vulatex meningkatkan ketahanan aspal terhadap penuaan termal dan oksidasi, sehingga campuran aspal tetap stabil meskipun terpapar pemanasan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian karakteristik fisik aspal penetrasi 60/70 yang dimodifikasi dengan karet pravulkanisasi (Vulatex), dapat disimpulkan bahwa penambahan Vulatex berpengaruh nyata terhadap sifat fisik bitumen. Nilai penetrasi menurun pada kadar 3% hingga 7% yang menunjukkan peningkatan kekakuan, titik lembek meningkat hingga 54,65°C pada 7% yang menandakan ketahanan lebih baik terhadap suhu tinggi, serta kehilangan berat turun signifikan menjadi 0,04–0,09% yang menunjukkan stabilitas baik terhadap penuaan termal. Namun, nilai daktilitas menurun seiring dengan meningkatnya kadar Vulatex, di mana kadar 5% dan 7% sudah tidak memenuhi persyaratan minimum ≥ 100 cm. Berdasarkan kombinasi parameter tersebut, kadar 3% Vulatex dipandang paling optimal karena mampu meningkatkan kekakuan dapat dilihat dari parameter pengujian penetrasi yang menghasilkan nilai 55,20 dmm, menjaga fleksibilitas dilihat dari daktilitas 101,5 cm masih memenuhi syarat, meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi yaitu titik lembek 48,85°C, serta menurunkan kehilangan berat dengan nilai 0,09%. Oleh karena itu, penambahan 3% Vulatex direkomendasikan sebagai komposisi modifikasi paling seimbang untuk menghasilkan bitumen dengan karakteristik fisik yang lebih baik dibandingkan aspal pen 60/70 murni.

5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variasi kadar karet pravulkanisasi (Vulatex) yang lebih luas guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif terhadap perubahan sifat fisik aspal. Selain itu, perlu dilakukan pengujian lanjutan yang tidak hanya terbatas pada karakteristik fisik bitumen, tetapi juga mencakup pengujian kinerja campuran beraspal seperti *Marshall Stability*, *Indirect Tensile Strength*, dan *Wheel Tracking Test*, sehingga dapat diketahui pengaruh nyata terhadap ketahanan deformasi dan retak pada perkerasan jalan. Penelitian juga dapat diperluas dengan membandingkan hasil modifikasi Vulatex dengan jenis bahan aditif karet lainnya untuk mendapatkan alternatif modifikasi bitumen yang lebih efektif.

6. Referensi

- [1] Sumarsono, Addy, and Miftahul Fauziah. "Evaluasi Kondisi Perkerasan, Penanganan Dan Nilai Sisaperkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Binamarga 2013 dan Metode Mekanistik Empirik (Studi Kasus: Jalan Jogja-Solo Km 14+ 800-16+ 800)." *Jurnal Teknik* 9.1 (2022): 10-27.
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Laston Dengan Aspal Yang Mengandung Karet Alam," 2018.
- [3] S. Poovaneshvaran, M. R. Mohd Hasan, and R. Putra Jaya, "Impacts of recycled crumb rubber powder and natural rubber latex on the modified asphalt rheological behaviour, bonding, and resistance to shear," *Constr. Build. Mater.*, vol. 234, p. 117357, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117357.
- [4] Y. B. Krishna, Ramadhani, and H. Jimmyanto, "Predicting Stiffness Asphalt Natural Rubber Latex Modulus Value Using Multiple Linear Regression Analysis," *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 7, no. 1, pp. 293–300, 2023, doi: 10.31289/jcebt.v7i1.9184.
- [5] H. Prastanto, Y. Firdaus, S. Puspitasari, A. Ramadhan, and A. F. Falaah, "Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam Pada Berbagai Jenis Dan Dosis Lateks Karet Alam," *J. Penelit. Karet*, vol. 36, no. 1, pp. 65–76, 2018, doi: 10.22302/ppk.jpk.v36i1.444.
- [6] R. Hakiki and R. P. Person, "Pengaruh Penggunaan Aspal Karet Alam Padat Pada Laston AC-WC Terhadap Kondisi Cuaca Ekstrem (The Effect Of Utilizing Solid Natural Rubber Asphalt In AC-WC Mixtures On Extreme Weather Conditions)," pp. 83–93, 2024.
- [7] N. Suaryana and T. S. Sofyan, "Performance Evaluation of Hot Mixture Asphalt Using Concentrated Rubber Latex, Rubber Compound and Synthetic Polymer as Modifier," *Civ. Eng. Dimens.*, vol. 21, no. 1, pp. 36–42, 2019, doi: 10.9744/ced.21.1.36-42.

- [8] E. E. Putri and A. Kaspari, "Penggunaan Aspal Karet Pada Campuran Perkerasan Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)," *J. Bangunan, Konstr. Desain*, vol. 1, no. 1, pp. 32–43, 2023, doi: 10.25077/jbkd.1.1.32-43.2023.
- [9] Cahyani, Meutia Regita, Eti Sulandari, and Slamet Widodo. "Effect of Asphalt Content on the Surface Texture of Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Mixture." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 29.2 (2025): 139-148.
- [10] Avelia, Grace Cindy, Eti Sulandari, and Heri Azwansyah. "Pengaruh Karakteristik Agregat Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC)." *Jurnal Serambi Engineering* 10.4 (2025).
- [11] D. J. B. M. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Spesifikasi Khusus Interim Aspal Karet Pra-Campur (SKh-1.6.26)," Jakarta, 2018.
- [12] D. W. Nasution, Z. A. Muis, A. Sari L., A. Putra R, and R. Aprilia S, "Lateks KKK60 Pravulkanisasi sebagai Modifier Campuran Aspal (AC-WC)," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 22, no. 1, p. 1, 2024, doi: 10.12962/j2579-891x.v22i1.12492.
- [13] B. W. Widiyanto and M. I. Faisal, "Kajian Kepekaan Aspal terhadap Temperatur pada Aspal dengan Pemanfaatan Subtitusi Getah Karet Alam," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 3, p. 179, 2021, doi: 10.26760/rekaracana.v7i3.179.
- [14] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)," Jakarta, 2020.
- [15] Badan Standarisasi Nasional SNI 2456, "Cara Uji Penetrasi Aspal, SNI 2456:2011," Jakarta, 2011.
- [16] A. Marhamatunnisya, I. Arlini, S. Syafier, and F. Mulyawati, "Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Karet Alam Pada Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Aspal," *J. Rekayasa Infrastruktur*, vol. 8, no. 2, pp. 1–7, 2022, doi: 10.31943/jri.v8i2.172.
- [17] Badan Standarisasi Nasional SNI 2441, "Cara uji berat jenis aspal keras, SNI 2441:2011," Jakarta, 2011.
- [18] Badan Standarisasi Nasional SNI 2432, "Cara Uji Daktilitas Aspal, SNI 2432:2011," Jakarta, 2011.
- [19] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 06-2440-1991 Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal Dengan Cara A," *Sni 06-2440 1991*, pp. 1–5, 1991.