

Kajian Kepekaan Aspal terhadap Temperatur pada Aspal dengan Pemanfaatan Subtitusi Getah Karet Alam

BARKAH WAHYU WIDIANTO, MOCHAMMAD ISA FAISAL

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: barkah@itenas.ac.id

ABSTRAK

Aspal merupakan material pengikat perkerasan lentur yang sangat peka terhadap temperatur. Salah satu cara mengurangi sifat kepekaan tersebut adalah melakukan modifikasi aspal dengan substitusi getah karet alam sebagai pemanfaatan sumber daya alam. Hal ini didukung dengan peningkatan penghasilan rata-rata karet alam di Indonesia tahun 2015-2020 adalah 1,5%; dimana penghasilan karet terbesar 28,77% di Provinsi Sumsel. Penelitian ini bermaksud menganalisis tingkat kepekaan aspal terhadap temperatur dengan nilai indeks penetrasi (IP) aspal dengan nilai penetrasi 60/70 disubstitusi pada persentase tanpa getah dari karet alam; substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5%. Hasil penelitian menghasilkan bahwa nilai IP semakin meningkat dengan ditambahkan Persentase karet alam; yaitu -0,347 untuk 0%; -0,179 untuk 2,5%; 0,419 untuk 5%;, dan 0,557 untuk 7,5%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya persentase karet sehingga aspal bertambah keras dan kurang peka terhadap temperatur karena kandungan getah karet alam yang non bitumen. Hal ini dapat diindikasikan bahwa dengan bertambahnya Persentase karet maka aspal semakin tahan terhadap deformasi tetapi rentan terhadap retak.

Kata kunci: indeks penetrasi, getah karet alam, aspal

ABSTRACT

Asphalt is a flexible pavement binder which is very sensitive to temperature. One way to reduce this sensitivity is to modify asphalt by substituting natural rubber latex for the use of natural resources. This is supported by an increase in natural rubber production in Indonesia by an average of 1.5% in 2015-2020, where the largest rubber production is 28.77% in South Sumatra Province. This study aims to assess the sensitivity level of bitumen to temperature with the penetration index (IP) value of 60/70 pen asphalt substituted with natural rubber latex levels of without substitution, 2.5% substitution, 5% substitution, and 7.5% substitution. The test results showed that the IP value increased with the addition of natural rubber content, namely -0.347 for 0%, -0.179 for 2.5%, 0.419 for 5%, and 0.557 for 7.5%. This shows that with increasing rubber content, the asphalt is getting harder and not sensitive to temperature because of the non-bituminous natural rubber latex. It can be indicated that asphalt is increasingly resistant to deformation but susceptible to cracking.

Keywords: penetration index, natural rubber latex, asphalt

1. PENDAHULUAN

Aspal merupakan material pengikat pada perkerasan lentur yang sangat peka terhadap temperatur. Salah satu cara mengurangi sifat kepekaan tersebut yaitu dengan melakukan modifikasi aspal. Modifikasi aspal dapat dilakukan dengan menambah atau mensubstitusi bahan selain aspal, salah satunya adalah dengan substitusi karet alam sebagai pemanfaatan sumber daya alam. Hal ini didukung dengan peningkatan penghasilan karet alam di Indonesia tahun 2015-2020 adalah 1,5%; dimana penghasilan karet terbesar 28,77% di Provinsi Sumatera Selatan [1]. Getah yang mengandung karet alam biasa dipakai adalah getah dalam bentuk karet padat. Dengan bertambahnya kadar lateks pada aspal maka penetrasi mengalami penurunan [2]. Presentase kadar lateks yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%. Penurunan nilai penetrasi diindikasikan aspal tersebut semakin keras. Dengan penambahan persentase lateks, maka aspal tersebut memiliki kepekaan terhadap temperatur yang semakin peka [1]. Persentase lateks adalah 3%, 5%, dan 7%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada KAO (Kadar Aspal Optimum) 6,25% dan penambahan persentase karet sebesar 3,0% menghasilkan VIM sebesar 3,2% dari 5,6% (-42,86%); VMA sebesar 15,8% dari 17,7% (-10,73%); VFA sebesar 79,5% dari 69,5% (+14,80%); stabilitas sebesar 1.150 kg dari 1.200 kg (-4,17%); *flow* sebesar 4,5 mm dari 4,25 mm (+3,45%); serta MQ sebesar 258 kg/mm dari 280 kg/mm (-7,86%) [3]. Berdasarkan hasil tersebut, dengan ditambahkan karet maka spesifikasi Marshall dapat dipenuhi. Nilai Indeks Penetrasi (IP) di antara -1 sampai +1 yaitu nilai IP yang dimiliki aspal sebagai material pada perkerasan jalan [9]. Nilai IP ini berdasarkan hubungan pengujian Titik lembek dan Penetrasi. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kepekaan aspal terhadap temperatur, serta menganalisis nilai Indeks Penetrasi (IP) aspal dengan penetrasi 60/70 yang disubstitusi dengan persentase getah yang mengandung karet alam tanpa karet alam; substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5%.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal adalah material perekat yang dihasilkan oleh alam ataupun produksi minyak bumi, berbentuk semipadat atau padat, berwarna gelap atau hitam pekat, berwarna hitam pekat atau gelap [9]. Bitumen dapat berupa *pitch*, *tar*, atau aspal. Bitumen seringkali disebut dengan aspal, dan hanya aspal digunakan dalam material campuran pada perkerasan. Residu dari pengilangan pada minyak bumi dapat menghasilkan aspal. Aspal juga dapat dihasilkan dari alam. Aspal memiliki sifat melembek apabila dipanaskan dan kembali mengeras apabila pada temperatur rendah atau disebut dengan termoplastis. Karakteristik ini biasa dilakukan pada konstruksi jalan. Besarnya persentase aspal dalam campuran beraspal berdasarkan berat campuran adalah berkisar 4 – 10%, atau berdasarkan volume campuran adalah 4 – 10%.

2.2 Pengujian Aspal

Aspal memiliki persyaratan/karakteristik untuk digunakan sebagai material konstruksi yang bersumber pada [4], antara lain:

1. Pengujian Penetrasi bersumber pada SNI 06-2456-1991
Pengujian penetrasi bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kekerasan material aspal. Penetrasi adalah besarnya kedalaman jarum standar dengan diameter 1 mm, dibebani 100 gram, dalam waktu 5 detik, dan temperatur 25°C. Stuan dinyatakan 0,1 mm.
2. Pengujian Titik lembek bersumber pada SNI 2434:2011
Pengujian Titik lembek dilakukan untuk mengidentifikasi temperatur dimana bola baja yang berada diatas aspal pada cincin berukuran tertentu, terus turun dengan kecepatan pemanasan tertentu, sampai aspal menyentuh plat dasar pada tinggi 25,4 mm.

2.3 Temperatur Pencampuran dan Pematatan

Pengaruh viskositas aspal sangat penting karena temperatur yang dihasilkan akan digunakan pada temperatur *Hot Mixed Asphalt* baik saat pencampuran maupun saat pematatan [10]. Partikel material agregat *Hot Mixed Asphalt* akan berpengaruh jika adanya kenaikan temperatur saat pematatan. Pada suhu lebih besar dari 135°C akan terjadi kerapatan saat pematatan. Pada suhu yang lebih rendah ketika pematatan, kerapatan semakin menurun dengan cepat.

Aspal merupakan material yang bersifat termoplastis dan memiliki kepekaan terhadap temperatur. Aspal akan cair atau lunak jika bertambahnya temperatur dan akan keras atau kental apabila berkurangnya temperatur. Aspal memiliki komposisi kimiawi sehingga aspal memiliki kepekaan temperatur yang berbeda, walaupun memiliki nilai viskositas dan penetrasi pada temperatur yang sama. Informasi rentang temperatur yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan jalan diperoleh dari pengujian sidat kepekaan aspal terhadap temperatur yang dilakukan.

2.4 Kepekaan Aspal Terhadap Temperatur

Sifat termoplastik dimiliki oleh material aspal, yaitu aspal dapat berubah bentuk berdasarkan temperatur, aspal menjadi lunak apabila dipanaskan pada temperatur tinggi dan menjadi keras apabila didinginkan pada temperatur rendah [11]. Indeks Penetrasi (IP) menunjukkan nilai kepekaan aspal terhadap temperatur tersebut. Penentuan Indeks Penetrasi (IP) dapat ditunjukkan pada **Persamaan 1 hingga Persamaan 3** di bawah ini. Sensitivitas aspal dapat dilihat pada nilai A yang bertujuan sama dengan nilai IP dimana memiliki fungsi dari nilai IP.

Pada konsepnya material aspal bersifat termoplastis, yaitu material yang dapat berubah melunak jika dipanaskan dan berubah keras jika didinginkan. Nilai sensitivitas aspal terhadap temperatur menunjukkan nilai *Penetration Index* (PI). Terdapat persamaan untuk menganalisis nilai *Penetration Index* (PI), seperti pada **Persamaan 1 hingga Persamaan 3**. Nilai *slope* A menunjukkan fungsi dari nilai PI.

Nilai Indeks Penetrasi (IP) [7] aspal dapat ditentukan dari **Persamaan 1** berikut:

$$PI = \frac{20(1-25A)}{1+50A} \quad \dots(1)$$

Berdasarkan nilai penetrasi di dua temperatur, dengan tujuan yang sama, Indeks Penetrasi (IP) memiliki fungsi dari nilai A seperti pada **Persamaan 2** berikut:

$$A = \frac{\log.\text{pen}.T_1 - \log.\text{pen}.T_2}{T_1 - T_2} \quad \dots(2)$$

Pada *softening point* atau titik lembek sebagian besar aspal memiliki nilai penetrasi adalah 800 mm sehingga pada **Persamaan 3** berubah:

$$A = \frac{\log.\text{pen}.T_1 - \log.800}{T_1 - SP} \quad \dots(3)$$

Nilai IP yang digunakan dalam material pada konstruksi jalan adalah antara -1 sampai +1.

2.5 Getah Karet

Getah yang mengandung karet alam adalah polimer dari alam bahan modifikasi aspal yang dapat dimanfaatkan [8]. Sifat lekat dan plastis yang lebih baik dari bahan polimer sintesis

mengakibatkan akret alam dapat digunakan sebagai aditif dan diprediksi akan lebih baik. Karet alam mempunyai sifat elastisitas baik, daya regang tinggi, daya kenyal dan resilien yang baik. Produk karet alam sebagai aspal modifikasi ada 2 (dua) jenis, yaitu lateks dan karet padat. Jika dibandingkan dengan karet padat, lateks mempunyai kelebihan mudah ketika dicampurkan pada *Hot Mixed Asphalt*. Apabila dilihat dari jenis dan bentuk karet lainnya, lateks juga dipilih menjadi bahan modifikasi pada campuran aspal panas yang lebih efisien.

Kelemahan yang dimiliki oleh getah karet alam, yaitu lemah terhadap reaksi ozon dan oksidasi dikarenakan pada struktur molekul karet alam memiliki banyaknya ikatan rangkap [6]. Karet alam juga memiliki kelebihan seperti: memiliki sifat fisik kepegasan tinggi, elastisitas baik dan kuat, serta mempunyai daya pantul yang baik.

Getah karet alam digunakan untuk peningkatan mutu campuran beraspal pada perkerasan jalan dan mutu material aspalnya [12]. Getah karet alam (**Gambar 1**) yang dimodifikasi dengan aspal yaitu campuran aspal yang mengandung getah karet alam yang bertujuan dalam peningkatan kelekatan aspal pada agregat, peningkatan ketahanan terhadap potensi retak, serta pengurangan potensi retak di perkerasan. Pencampuran getah karet alam pada aspal di perkerasan jalan bermanfaat dalam peningkatkan produksi getah karet alam di Indonesia. Pemanfaatan ini juga akan berpotensi pada peningkatan kualitas perkerasan jalan, peningkatan umur layan perkerasan, serta pengurangan biaya saat pemeliharaan.



Gambar 1. Getah yang mengandung karet alam di Pangkalan Balai, Sumsel

2.6 Pengujian Hipotesis

Statistik hipotesis merupakan statistik pada fungsi populasi [8]. Statistik merupakan suatu ukuran yang digunakan pada sampel, yaitu r merupakan koefisien korelasi, s^2 merupakan varians, \bar{x} merupakan nilai rata-rata, dan s merupakan nilai simpangan baku. Sedangkan parameter merupakan ukuran-ukuran yang digunakan di populasi, yaitu μ merupakan rata-rata, σ merupakan simpangan baku, σ^2 merupakan varians, dan ρ merupakan koefisien korelasi. Pada definisi lainnya, hipotesis merupakan taksiran pada fungsi populasi, dengan sampel. Penelitian deskripsi merupakan penelitian yang berdasarkan *sampling* total, sensus, atau data populasi.

a. Pengujian Satu sampel atau Hipotesis Deskriptif

Pengujian satu sampel atau hipotesis deskriptif yaitu eksperimen generalisasi dari hasil penelitian dan berdasarkan dari satu sampel [8]. Hasil kesimpulan merupakan hipotesis

yang diuji dengan digeneralisasikan atau tidak. Hipotesis dapat digeneralisasi jika H_0 diterima. Hipotesis penelitian bukan perbandingan atau gabungan antara beberapa variable jika penelitian bersifat mandiri.

b. Uji Chi Kuadrat (χ^2)

Chi Kuadrat (χ^2) satu sampel merupakan cara statistik untuk menguji hipotesis, jika terdapat populasi yang terdiri dari beberapa kelas dimana data dalam bentuk nominal [8]. Nilai Chi Kuadrat harus dicek perbandingannya dengan Chi Kuadrat tabel dengan d_k dan taraf kesalahan tertentu jika keputusan hipotesis yang dihasilkan akan ditolak atau diterima. Berdasarkan hal tersebut berlaku nilai Chi Kuadrat tabel lebih tinggi dari Chi Kuadrat hitung, pada kesimpulannya H_0 diterima. H_0 tidak diterima jika Chi Kuadrat hitung lebih tinggi atau sama dengan Chi Kuadrat tabel.

3. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dari identifikasi masalah serta penentuan topik yaitu sifat dasar aspal yang peka terhadap temperatur yang mengakibatkan indikasi kerusakan deformasi permanen. Kemudian diupayakan pada modifikasi dengan pemanfaatan getah karet alam yang bersifat elastomer dan berkelanjutan. Penelitian ini didukung dari studi yang sudah dilakukan dan sumber-sumber terkait. Pengumpulan data sekunder dilakukan berdasarkan studi terdahulu. Proses pertama adalah pencampuran getah karet alam dengan aspal yang dilakukan di laboratorium Pusjatan [12]. Kecepatan, waktu, dan temperatur pencampuran [5]. Getah karet alam dan aspal dicampur pada temperatur 150°C, selama 60 menit, dan kecepatan 6.000 rpm. Kemudian dilakukan pengujian titik lembek dan penetrasi aspal yang disubstitusi getah karet alam dengan substitusi 2,5%; 5%, dan 7,5%. Eksperimen berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis berdasarkan kajian kepekaan aspal terhadap temperatur dari nilai indeks penetrasi pada aspal yang telah disubstitusi oleh getah karet alam. Pada saat kesimpulan, diperoleh kajian kepekaan aspal terhadap temperatur dan berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui perubahan kepekaan aspal terhadap temperatur dengan penambahan persentase getah karet alam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

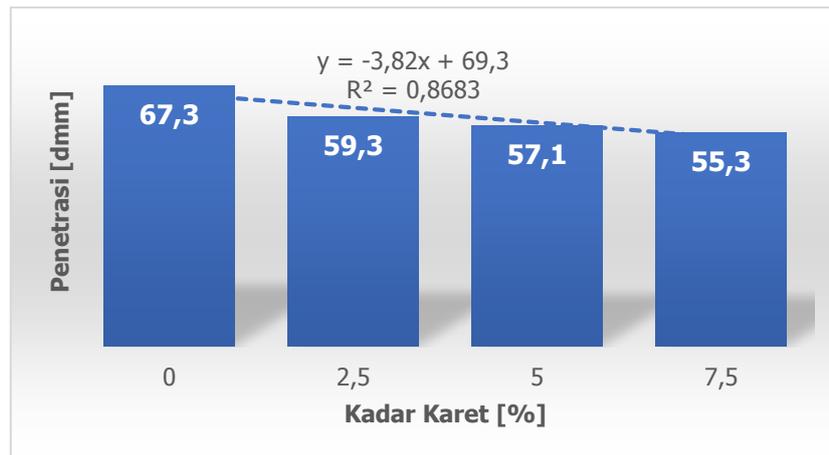
4.1 Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil pengujian laboratorium [12] didapat rekapitulasi hasil pengujian sifat aspal yang disubstitusi getah karet alam dengan substitusi 0%; substitusi 2,5%; 5%; dan substitusi 7,5% dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Penetrasi dan Titik Lembek

| No | Pengujian | Satuan | 0% | | 2,5% | | 5% | | 7,5% | | Spek |
|----|--------------|--------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|------|------------|
| | | | Persentase Getah Karet | | Persentase Getah Karet | | Persentase Getah Karet | | Persentase Getah Karet | | |
| | | | Hasil | Spek | Hasil | Spek | Hasil | Spek | Hasil | Spek | |
| 1 | Penetrasi | dmm | 67,3 | - | 59,3 | - | 57,1 | - | 55,3 | - | dilaporkan |
| 2 | Titik Lembek | °C | 50,5 | - | 52,5 | - | 55,5 | - | 56,5 | - | dilaporkan |

Dari **Tabel 1** di atas dapat dijelaskan bahwa perubahan karakteristik aspal dengan substitusi getah karet alam memiliki peningkatan nilai titik lembek dan penurunan nilai penetrasi.



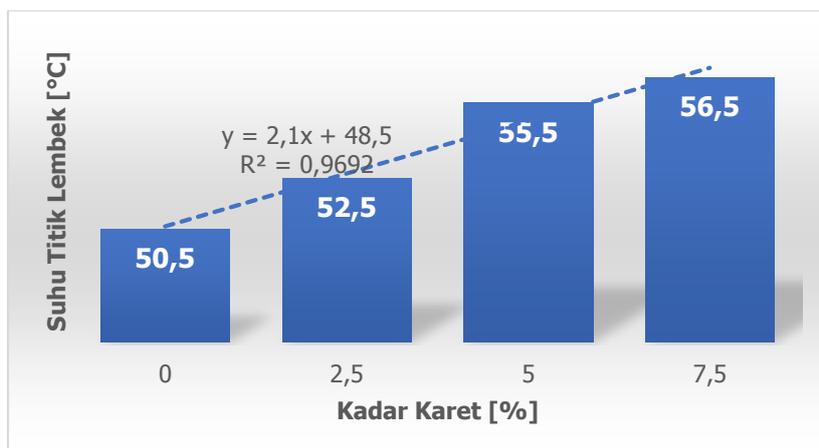
Gambar 2. Perubahan nilai penetrasi aspal

Dari **Gambar 2** di atas dapat diketahui bahwa terjadinya penurunan nilai penetrasi dengan penambahan getah karet alam. Penurunan nilai penetrasi dapat diindikasikan bahwa sifat fisik aspal akan bertambah keras. Hal ini seiring dengan bertambahnya persentase kadar karet alam. Besarnya nilai penetrasi pada persentase getah karet alam, yaitu pada 0% adalah 67,3 dmm; pada 2,5% adalah 59,3 dmm; pada 5% adalah 57,1 dmm; dan pada 7,5% adalah 55,3 dmm. Presentase penurunan terjadi pada 0% dan 2,5% adalah 11,88%; pada 2,5% dan 5% adalah 3,85%; dan pada 5% dan 7,5% adalah 3,25%.

Tabel 2. Analisis Uji Kruskal Wallis dan Uji Chi Kuadrat pada Uji Penetrasi

| Penetrasi | |
|---------------------------|-------|
| Chi-Square | 6,667 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | 0,083 |
| a. Test of Kruskal Wallis | |
| b. Variable of Grouping: | |
| Persentase | Getah |
| Karet [%] | |

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa hasil pengujian Kruskal Wallis untuk penetrasi. Dapat dilihat bahwa hasil Asymp.Sig menghasilkan $0,083 > 0,05$; sehingga tidak ada rata-rata perbedaan pada nilai penetrasi antara persentase substitusi tanpa getah karet alam, substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5% atau H_0 diterima. Untuk Uji Chi Kuadrat didapat Chi kuadrat hitung menghasilkan 6,667 sedangkan Chi Kuadrat tabel didapat 7,815. Dikarenakan Chi Kuadrat tabel lebih tinggi dibandingkan Chi Kuadrat hitung sehingga H_0 diterima atau tidak adanya perbedaan karakteristik pada nilai penetrasi antara persentase substitusi tanpa getah karet alam; substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5%.



Gambar 3. Perubahan nilai titik lembek aspal

Dari **Gambar 3** di atas juga dapat diketahui bahwa terjadinya peningkatan nilai titik lembek dengan penambahan getah karet alam. Peningkatan temperatur titik lembek dapat diindikasikan bahwa sifat fisik aspal akan bertambah keras dan memerlukan temperatur yang cukup tinggi dalam mencapai titik lembek. Hal ini seiring dengan bertambahnya persentase kadar karet alam. Besarnya nilai titik lembek pada persentase getah karet alam; yaitu pada 0% adalah 50,5°C; pada 2,5% adalah 52,5°C; pada 5% adalah 55,5°C; dan pada 7,5% adalah 56,5°C. Persentase penurunan terjadi pada 0% dan 2,5% adalah 3,96%; pada 2,5% dan 5% adalah 5,71% dan pada 5% dan 7,5% adalah 1,80%.

Tabel 3. Analisis Uji Kruskal Wallis dan Uji Chi Kuadrat pada Uji Titik Lembek

| Penetrasi | |
|---------------------------|-------|
| Chi-Square | 6,452 |
| df | 3 |
| Asymp. Sig. | 0,092 |
| a. Test of Kruskal Wallis | |
| b. Variable of Grouping: | |
| Persentase | Getah |
| Karet [%] | |

Dari **Tabel 3** dapat dilihat bahwa hasil pengujian Kruskal Wallis untuk titik lembek. Dapat dilihat bahwa hasil Asymp.Sig memiliki nilai 0,092 > 0,05; sehingga tidak ada rata-rata perbedaan pada nilai titik lembek antara Persentase substitusi tanpa getah karet alam, substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5% atau H_0 diterima. Untuk Uji Chi Kuadrat didapat Chi Kuadrat hitung menghasilkan 6,452 sedangkan Chi Kuadrat tabel didapat 7,815. Karena Chi Kuadrat tabel lebih tinggi dibandingkan Chi Kuadrat hitung maka H_0 diterima atau tidak adanya perbedaan karakteristik pada nilai titik lembek antara persentase substitusi tanpa getah karet alam; substitusi 2,5%; substitusi 5%; dan substitusi 7,5%.

4.2 Analisis Kepekaan Aspal terhadap Temperatur

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik aspal yaitu penetrasi dan titik lembek, serta **Persamaan 1 hingga Persamaan 3** maka didapat nilai Kemiringan (sensitivitas) A dan Indeks Penetrasi (IP). Berikut perhitungan analisis pada persentase karet 0%, maka mendapatkan nilai A dan PI seperti pada **Persamaan 4** dan **Persamaan 5** di bawah ini:

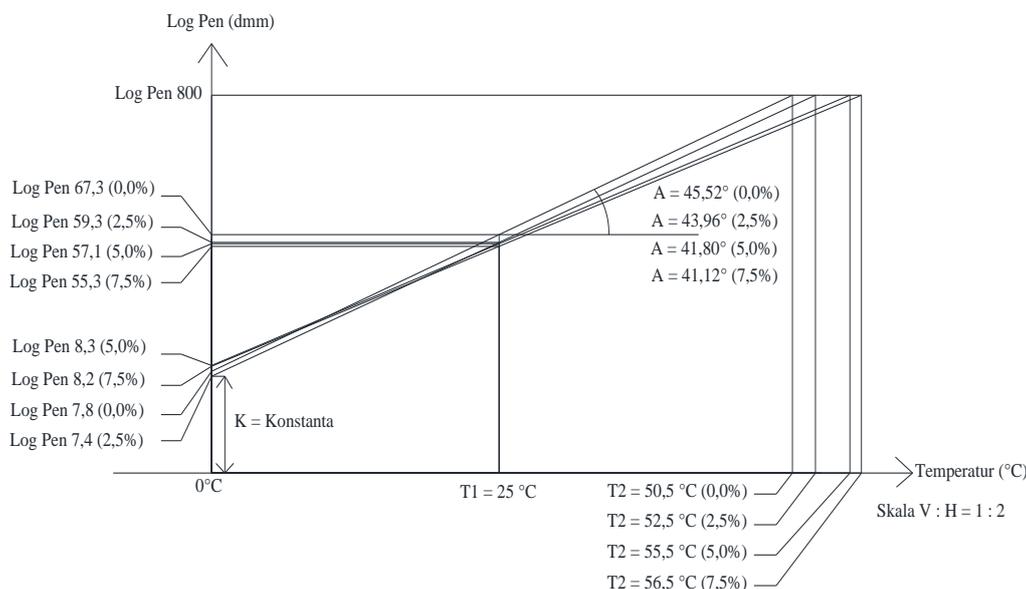
$$A = \frac{\log.\text{pen.}25 - \log.\text{pen.}800}{25 - 50,5} = 0,042 \quad \dots(4)$$

$$PI = \frac{20(1 - 25 \cdot 0,042)}{1 + 50(0,042)} = -0,35 \quad \dots(5)$$

Nilai IP -0,35 pada persentase karet 0% menunjukkan bahwa tingkat kepekaan aspal terhadap temperatur yang tinggi. Nilai ini berdasarkan dari nilai titik lembek yang tinggi. Untuk rekapitulasi perhitungan analisis pada Persentase karet 0%; 2,5%; 5%; dan 7% maka mendapatkan nilai A dan PI seperti pada **Tabel 4** serta **Gambar 4** berikut.

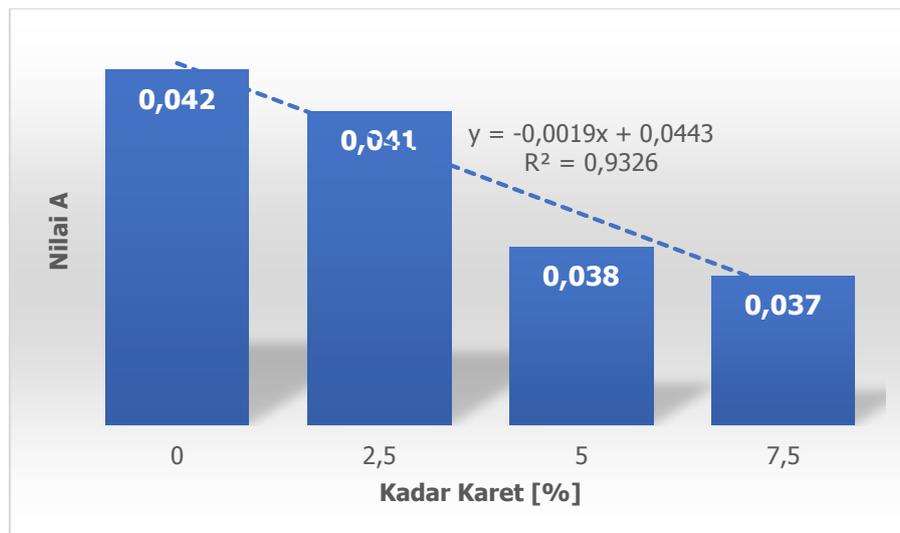
Tabel 4. Rekapitulasi Indeks Penetrasi

| Persentase Karet [%] | T1 | Pen T1 | T2 (SP) | Pen T2 | A | IP |
|----------------------|----|--------|---------|--------|-------|-------|
| 0 | 25 | 67,3 | 50,5 | 800 | 0,042 | -0,35 |
| 2,5 | 25 | 59,3 | 52,5 | 800 | 0,041 | -0,18 |
| 5 | 25 | 57,1 | 55,5 | 800 | 0,038 | 0,42 |
| 7,5 | 25 | 55,3 | 56,5 | 800 | 0,037 | 0,56 |

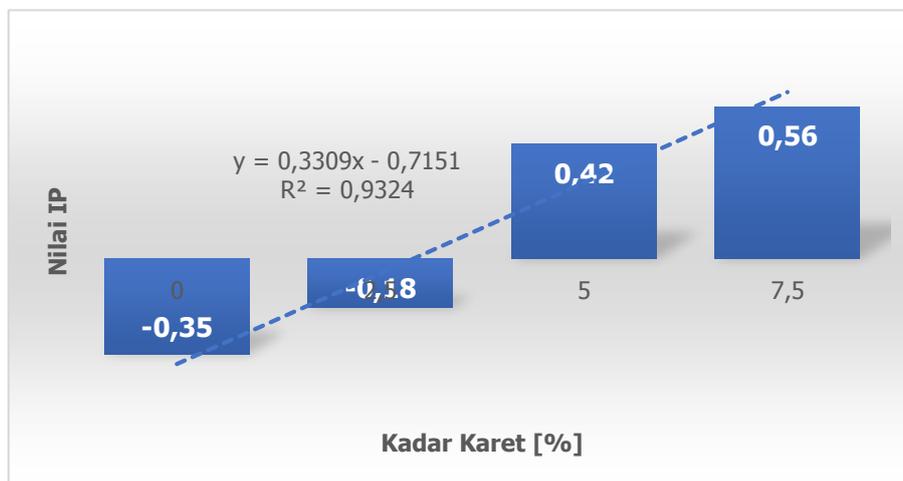


Gambar 4. Grafik hubungan temperatur dan Log Pen aspal

Pada **Gambar 4** dan **Tabel 4** di atas diketahui bahwa aspal dengan persentase karet alam 0% memiliki kepekaan terhadap temperatur paling tinggi dibandingkan persentase getah karet yang lain, yaitu dengan nilai A sebesar 45,52° atau 0,042 dan IP sebesar -0,35. Kemudian kedua adalah aspal dengan persentase karet alam 2,5% yaitu 43,96° atau 0,041 dan IP sebesar -0,18, ketiga adalah aspal dengan persentase karet alam 5,0% yaitu 41,80° atau 0,038 dan IP sebesar 0,42; dan keempat adalah aspal dengan persentase karet alam 7,5% yaitu 41,12° atau 0,037 dan IP sebesar 0,56.



Gambar 5. Perubahan nilai A pada aspal



Gambar 6. Perubahan nilai IP pada aspal

Berdasarkan **Gambar 5** serta **Gambar 6** dapat dijelaskan semakin bertambahnya persentase karet, maka terjadi penurunan nilai A dan peningkatan nilai Indeks penetrasi (IP). Nilai Indeks Penetrasi ini akan mempengaruhi kemampuan aspal pada setiap persentase substitusi karet alam terhadap kepekaan temperatur di lapangan, dimana semakin bertambahnya persentase getah karet sehingga aspal akan semakin kurang peka terhadap temperatur (mendekati positif 1). Hal ini juga dapat diindikasikan bahwa semakin aspal tidak peka terhadap temperature, maka aspal akan semakin keras serta lebih tahan saat deformasi permanen dan sebaliknya rentan terhadap retak.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Pengujian aspal dengan nilai penetrasi 60/70 dengan substitusi getah yang mengandung karet alam diperoleh bahwa semakin bertambahnya persentase karet, maka nilai penetrasi mengalami penurunan sedangkan nilai titik lembek mengalami peningkatan.
2. Berdasarkan hasil pembahasan uji Kruskal Wallis dan Uji Chi Kuadrat, menunjukkan tidak terjadi perbedaan rata-rata antara persentase getah karet dengan hasil pengujian.

3. Hasil analisis Indeks Penetrasi (IP) menunjukkan bahwa bertambahnya persentase karet alam maka semakin kurang peka aspal terhadap temperatur. Hal ini berdasarkan nilai A yang semakin kecil dan nilai IP yang mendekati nilai 1.
4. Perubahan sifat fisik aspal yang diperoleh menunjukkan aspal akan bertambah keras dan aspal semakin kurang peka terhadap temperatur seiring dengan bertambahnya persentase getah karet alam. Hal ini dikarenakan kandungan non bitumen pada getah karet alam dan sifatnya yang elastis.
5. Penambahan persentase karet alam pada aspal akan meningkatkan ketahanan deformasi permanen tetapi memiliki kerentanan terhadap retak. Dengan peningkatan persentase getah karet alam diindikasikan membutuhkan temperatur yang tinggi pada saat pencampuran dan pemadatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, D.Y. (2010). *Pemanfaatan Lateks Karet Alam Sebagai Bahan Pemodifikasi Aspal Untuk Meningkatkan Mutu Perkerasan Aspal. Tugas Akhir*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian - Institut Pertanian Bogor.
- [2] Debrina, D. (2005). *Studi Penggunaan Lateks Pada Aspal Sebagai Campuran Lapisan Permukaan Aspal Porus. Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [3] Hawinuti, R. (2020). Karakteristik Campuran Aspal Karet pada Laston Lapis Aus (HRS-WC). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 4(1), pp. ___-__.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2018). *Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan dan Jembatan 2018*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Penerapan Terbatas Aspal Plastik dan Aspal Karet di Jalan Lingkungan Pusjatan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan.
- [6] Ramadhan, A., Prastanto, H., & Alfa, A.A. (2005). *Pengaruh Waktu Reaksi Depolimerisasi terhadap Viskositas Mooney Karet Mentah pada Proses Pembuatan Karet Alam Cair Sistem Redoks*. Yogyakarta: Yayasan Media Utama.
- [7] Shell Bitumen (2003). *The Shell Bitumen Handbook*. UK: Shell Bitumen.
- [8] Sugiyono. (2012). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- [9] Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Nova.
- [10] Suparyanto. (2008). *Pengaruh Penggunaan Aspal Pertamina AC 60/70 dan Aspal Shell AC 60/70 Terhadap Deformasi Permanen Campuran Beton Aspal (Spesifikasi Bina Marga 2007) Dikaitkan Dengan Temperatur Pemadatan Menggunakan Alat Uji Wheel Tracking*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [11] Widiyanto, B.W., (2012). *Kajian Life Cycle Cost terhadap Perkerasan Jalan Campuran Lapis Aus (AC-WC) yang menggunakan BNA Blend 75/25*. Tesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [12] Widiyanto, B.W. (2020). Perubahan Karakteristik Aspal Pen 60/70 dengan Substitusi Getah Karet Alam Pangkalan Balai, Sumatera Selatan. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), pp. ___-__.