

NILAI MODULUS KEKAKUAN BETON ASPAL AC–WC DENGAN TAMBAHAN VARIASI DIAMETER WIREMESH

Syarwan¹, Mulizar³, Faisal Rizal³, Rudi Hermawan⁴

¹²³⁴Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, email: syarwan@pnl.ac.id

Abstrak

Lapisan permukaan jalan memiliki kemampuan dalam memikul beban yang dipengaruhi oleh modulus kekakuan campuran bahan yang digunakan. Untuk upaya meningkatkan nilai modulus kekakuan, maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan wiremesh di dalam lapisan perkerasan beton aspal, penempatan wiremesh tegak lurus dengan arah pemadatan yang diharapkan mampu meningkatkan nilai stabilitas saat pengujian Marshall. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh nilai parameter marshall dan modulus kekakuan pada lapisan beton aspal dengan penambahan wiremesh dengan variasi ukuran lubang. Penentuan nilai modulus kekakuan dilakukan dengan pendekatan nilai tegangan dan regangan menggunakan alat Marshall. Dari hasil evaluasi kadar aspal diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,5%. Setelah dilakukan pembuatan benda uji dengan variasi ukuran lubang penambahan wiremesh maka diperoleh nilai modulus kekakuan pada diameter wiremesh 0 mm (tanpa wiremesh) = 423,9 MPa, diameter 14 mm = 1113,4 Mpa, diameter 18 mm = 1237,3 Mpa, diameter 20 mm = 1588,4 Mpa, dan diameter 25 mm = 1324,637 Mpa. Nilai modulus kekakuan terus mengkat seiring besarnya ukuran diameter wiremesh dan mencapai optimum pada ukuran lubang wiremesh 20 mm sebesar nilai 1588,4 Mpa. Bina Marga mensyaratkan nilai modulus kekakuan beton aspal adalah 1100 Mpa.

Kata kunci : Lapisan Beton Aspal, Parameter Marshall, Modulus Kekakuan, Wiremesh.

DOI: <https://doi.org/10.30811/bissotek.v12i2.3344>

© Politeknik Negeri Lhokseumawe. All rights reserved

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan prasarana transportasi terutama jalan raya yang permukaannya memiliki keawetan dan ketahanan sangat perlu ditingkatkan dan diperhatikan. Untuk meningkatkan kebutuhan tersebut, maka sangat diperlukan desain suatu lapisan permukaan aspal berlebih dan gesekan roda kendaraan maupun perubahan suhu dan temperatur. Dari permasalahan beton yang memiliki keawetan mampu menahan keausan akibat dari pengaruh repitisi beban lalu lintas yang di atas, perlu adanya peninjauan dengan diperhatikan lapisan permukaan aspal beton tersebut.

Untuk mendesain agar lapisan permukaan (AC-WC) tidak cepat mengalami kerusakan seperti retak dan alur maka lapisan beton aspal harus mempunyai nilai stabilitas, ketahanan terhadap kelelahan dan modulus kekakuan yang tinggi. Modulus kekakuan adalah hubungan tegangan dan regangan yang menunjukkan kekakuan dari suatu bahan. Modulus kekakuan merupakan faktor penting untuk menentukan koefisien lapisan perkerasan aspal yang sangat mempengaruhi kinerja perkerasan aspal. Berdasarkan Bina Marga (2013) karakteristik modulus bahan untuk iklim dan kondisi Indonesia pada jenis AC-WC adalah 1100 Mpa (Tommy dkk., 2011). Salah satu inovasi untuk meningkatkan kualitas aspal beton lapis permukaan dengan menambahkan kawat loket (*wiremesh*) dalam campuran aspal. Wiremesh adalah rangkaian kawat berbentuk anyaman/jaring berbentuk kotak-kotak yang terbuat dari kawat galvanis dengan berbagai ukuran diameter kawat dan lubang (*mesh*) dengan spasi tertentu yang pada tiap titik pertemuannya dihubungkan dengan mesin las listrik

bertegangan tinggi sehingga memiliki kualitas laspisan yang baik.

Sifat laston AC-WC yaitu kedap air, mempunyai nilai struktural, awet, kadar aspal berkisar 4-7% terhadap berat campuran, dan dapat digunakan untuk lalu lintas ringan, lalulintas sedang, sampai lalulintas berat. Campuran ini memiliki tingkat kekakuan yang tinggi. Tipe kerusakan yang umum terjadi pada lapisan ini adalah retak dan terlepasnya butiran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ini perlu adanya perbaikan dalam hal kelenturan dan daya tahannya (Hary, 2007). Komposisi dari campuran beton aspal yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal sebagai bahan pengikat akan ditambah dengan wiremesh yang divariasikan berdasarkan ukuran diameter dan besar lubang dengan penempatan pada bagian tengah benda uji pada saat proses pemadatan. Diharapkan dengan penambahan wiremesh dapat meningkatkan nilai stabilitas, dan memenuhi semua nilai parameter Marshall yang disyaratkan serta dapat meningkatnya nilai modulus kekakuan campuran beton aspal. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penambahan wiremesh dengan variasi ukuran lubang pada lapisan campuran beton aspal AC –WC terhadap nilai modulus kekakuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter *Marshall* dengan penambahan wiremesh pada variasi ukuran diameter dan besar lubang yang berbeda pada lapisan campuran beton aspal AC –WC dan untuk mengetahui pengaruh penambahan wiremesh pada campuran beton Aspal AC-WC terhadap nilai modulus kekakuan. *Modulus Kekakuan (Kekakuan)*

Modulus kekakuan dicari dari gambar hubungan antara tegangan dan regangan yang terjadi pada benda uji saat pengujian dengan alat Marshall. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengamatan beban pada setiap penambahan pelelehan benda uji sebesar 0,5 mm. Tegangan dan regangan yang terjadi pada benda uji saat pengujian Marshall dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{d.T} \dots\dots\dots(1)$$

$$\varepsilon = \frac{F}{d} \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- σ = tegangan yang terjadi pada benda uji P = beban yang bekerja
- d = diameter benda uji
- t = tebal/tinggi benda uji
- ε = regangan yang terjadi pada benda uji
- F = pelelehan benda uji

Tegangan dan regangan yang diperoleh selama pengujian Marshall kemudian di plot pada suatu gambar dengan sumbu y yang mewakili besaran tegangan dan sumbu x yang mewakili besaran regangan. Modulus kekakuan campuran beton aspal adalah merupakan kemiringan dari garis lurus gambar hubungan antara tegangan dan regangan pada saat awal pembebanan. Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi linear, nilai modulus diperoleh dari variabel x yaitu kemiringan garis regresi yang merupakan laju perubahan y saat x berubah dengan satuan nilai kg/cm² . Kemudian nilai tersebut dikonversikan ke satuan modulus yaitu Megapascal (Mpa).

METODOLOGI

Metode pengujian berpedoman pada Metode Marshall dan spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Pengujian dilakukan pada pemeriksaan material agregat dan aspal. Untuk pengujian sampel beton aspal AC-WC, Pengujian dilakukan dengan dua tahapan yaitu

pembuatan benda uji normal tanpa tambahan wiremesh dan pembuatan benda uji dengan tambahan variasi *wiremesh*.

Tahapan pertama yaitu pembuatan benda uji untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan nilai *Pb* diperoleh 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, dan 7,0%, tiap *Pb* dibuat sebanyak 3 benda uji. Setelah tahapan pertama diperoleh nilai Kadar aspal Optimum (KAO), dilanjutkan dengan tahapan kedua yaitu pembuatan benda uji pada KAO dengan tambahan variasi wiremesh yang berukuran lubang 14 mm, 18 mm, 20 mm, dan 25 mm. Untuk nilai Modulus kekakuan diperoleh dari persamaan garis lurus hubungan antara tegangan dan regangan yang diperoleh dari hasil pengujian Marshall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sifat Fisis Agregat

Pengujian sifat fisis agregat yang dilakukan meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar. Berikut ini hasil pemeriksaan sifat fisis agregat yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Data Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

| No | sifat fisis Agregat | Syarat Spesifikasi Umum 2018 | Hasil | Ket |
|----|---------------------|------------------------------|-------|----------|
| 1 | Berat Jenis Agregat | | | |
| | a. Split | ≥ 2,50 | 2,54 | Memenuhi |
| | b. Screen | ≥ 2,50 | 2,65 | Memenuhi |
| | c. Dust stone | ≥ 2,50 | 2,62 | Memenuhi |
| | d. Pasir | ≥ 2,50 | 2,73 | Memenuhi |
| 2 | Penyerapan Agregat | | | |
| | a. Split | < 3% Berat | 1,03 | Memenuhi |
| | b. Screen | < 3% Berat | 1,03 | Memenuhi |
| | c. Dust stone | < 3% Berat | 1,64 | Memenuhi |
| | d. Pasir | < 3% Berat | 2,63 | Memenuhi |

Tabel 2 memperlihatkan bahwa untuk hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat memenuhi semua syarat spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga agregat dapat digunakan sebagai material dalam campuran pembuatan benda uji.

B. Pengujian Sifat Fisis Aspal

Pengujian sifat fisis aspal yang dilakukan meliputi berat jenis aspal, penetrasi dan titik lembek. Hasil pemeriksaan sifat fisis aspal secara keseluruhan diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Pemeriksaan Sifat Fisis Aspal

| No | Sifat-Sifat Fisis Aspal | Syarat Spesifikasi | Hasil |
|----|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | Berat Jenis Aspal 25° C | > 1,00 | 1,10 gr/cm ³ |
| 2 | Penetrasi 25° C | 60-70 | 64,10 mm |
| 3 | Titik Lembek | 48°C - 58°C | 52° C |

Tabel 3 memperlihatkan bahwa untuk hasil pemeriksaan sifat fisis aspal diatas, aspal yang digunakan yaitu aspal *Shell* penetrasi 60/70 dan dikaitkan dengan literatur, maka aspal yang digunakan memenuhi persyaratan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran aspal beton.

C. Hasil Pengujian Marshall

Hasil pengujian *Marshall* yang dilakukan pada variasi kadar aspal ideal untuk benda

uji awal, diperoleh parameter *Marshall* seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Parameter *Marshall* Pada Varian Kadar Aspal

| Parameter <i>Marshall</i> | Variasi Kadar Aspal | | | | | Syarat <i>Marshall</i> |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| | 5,0% | 5,5% | 6,0% | 6,5% | 7,0% | |
| Stabilitas (kg) | 1104 | 1143 | 1210 | 1260 | 1205 | >1000 Kg |
| Flow (mm) | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3,3 | 3,2 | 2-4 mm |
| Density(gr/cm ³) | 2,30 | 2,31 | 2,32 | 2,32 | 2,30 | 2-3 gr/cm ³ |
| VIM (%) | 6,80 | 5,7 | 4,8 | 4,0 | 3,6 | 3-5 % |
| VFB (%) | 78,02 | 79,01 | 79,71 | 80,25 | 79,92 | ≥ 65% |
| VMA (%) | 15,29 | 15,37 | 15,50 | 15,8 | 16,50 | ≥ 15% |
| MQ (kN/mm) | 642,02 | 637,70 | 635,34 | 623,45 | 612,19 | ≥ 200 kg/mm |

D. *Kadar Aspal Optimum (KAO)*

Berdasarkan parameter *marshall* pada Tabel 4 didapatkan kadar aspal optimum dengan sistem *Range Overlapping*. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa campuran AC–WC dengan variasi kadar aspal, didapatkan kadar aspal optimum sebesar 6,5%.

E. *Hasil Pengujian Marshall Benda Uji Kadar Aspal Optimum dengan Variasi Wiremesh*

Dari hasil pengujian *Marshall* yang dilakukan dengan variasi wiremesh untuk benda uji, diperoleh parameter *marshall* seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Parameter *Marshall* Dengan Variasi Ukuran Lubang Wiremesh

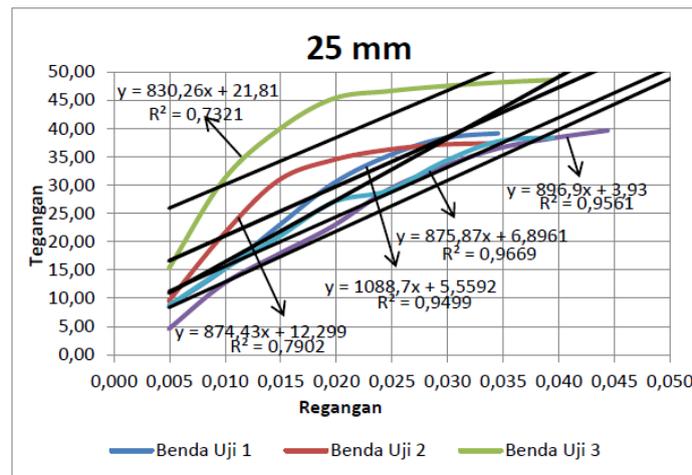
| Parameter <i>Marshall</i> | Variasi Wiremesh (mm) | | | | | Syarat <i>Marshall</i> |
|------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| | Tanpa Wire mesh | 14 | 18 | 20 | 25 | |
| Stabilitas (kg) | 1056 | 1110 | 1210 | 1250 | 1112 | >1000 Kg |
| Flow (mm) | 3,7 | 3,9 | 4,3 | 4,0 | 3,9 | 2-4 mm |
| Density(gr/cm ³) | 2,32 | 2,32 | 2,32 | 2,23 | 2,34 | 2-3 gr/cm ³ |
| VIM (%) | 3,62 | 3,49 | 3,36 | 3,23 | 2,73 | 3,5-5,5 % |
| VFB (%) | 80,01 | 80,24 | 80,49 | 80,74 | 81,66 | ≥ 65% |
| VMA (%) | 15,69 | 15,58 | 15,46 | 15,35 | 14,92 | ≥ 15% |
| MQ (kN/mm) | 610,40 | 614,42 | 625,44 | 624,39 | 627,20 | ≥ 250 kg/mm |

Tabel 5 memperlihatkan bahwa nilai stabilitas memenuhi spesifikasi, nilai *Flow* memenuhi spesifikasi, nilai VIM hanya ukuran wiremesh (tanpa wiremesh) dan 14 mm yang memenuhi spesifikasi, nilai *Density* memenuhi spesifikasi, nilai VFB memenuhi spesifikasi, nilai VMA memenuhi spesifikasi dan Nilai MQ memenuhi spesifikasi.

F. *Nilai Modulus Kekakuan (Kekakuan)*

Pengujian modulus kekakuan aspal beton dapat dilaksanakan dengan alat Marshall Test, yaitu dengan menggunakan pendekatan nilai Tegangan dan Regangan (Widodo S,2011). Dari hasil pengujian Marshall didapatkan nilai stabilitas dan flow. Besarnya Tegangan diketahui dari nilai stabilitas dibagi dengan luas bidang tekan, sedangkan besarnya Regangan diketahui dari nilai flow dibagi dengan diameter benda uji. Pada Gambar 2 salah

satu contoh grafik hubungan antara tegangan dan regangan beton aspal dengan variasi ukuran lubang wiremesh 25 mm.



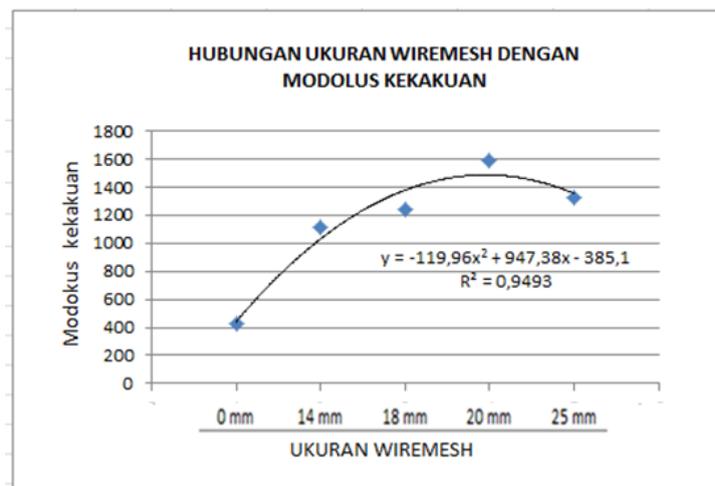
Gambar 1. Hubungan Antara Tegangan Dan Regangan Dengan Penambahan Wiremesh Pada Diameter 25 mm

Nilai Modulus kekakuan diperoleh dari variabel x persamaan garis lurus diatas yang merupakan kemiringan garis hubungan tegangan dan regangan yang terjadi pada awal – awal pembebanan. Hasil nilai modulus kekakuan benda uji untuk semua variasi ukuran lubang wiremesh seperti terlihat pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa menunjukkan nilai modulus kekakuan beton aspal semakin tinggi seiring dengan bertambahnya ukuran lubang wiremesh. Hal ini dipengaruhi oleh kekuatan wiremesh yang lebih meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran wiremesh yang digunakan.

Tabel 6. Nilai Modulus Kekakuan Pada Beberapa Variasi Ukuran Lubang Wiremesh

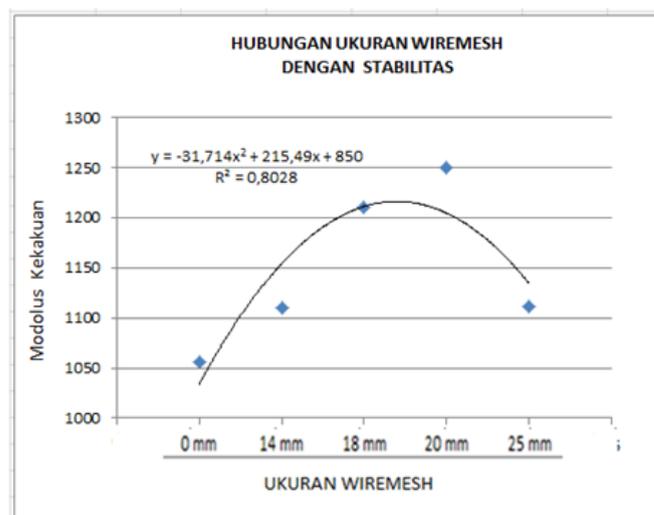
| No | Diameter wiremesh | Nilai modulus kekakuan (Mpa) |
|----|-------------------|------------------------------|
| 1 | (tanpa wiremesh) | 423,9 |
| 2 | 14 mm | 1113,4 |
| 3 | 18 mm | 1237,3 |
| 4 | 20 mm | 1588,4 |
| 5 | 25 mm | 1324,6 |

Berdasarkan hasil yang didapat dilakukan analisa untuk mengetahui pengaruh diameter wiremesh, korelasi nilai stabilitas Marshall dengan modulus kekakuan dan perbandingan analisa nilai modulus kekakuan tiap diameter wiremess.



Gambar 2. Hubungan Antara Modulus Kekakuan Dengan Penambahan Wiremesh Berbagai Ukuran

Dari grafik diatas cenderung menunjukkan nilai modulus kekakuan turun naik hingga mencapai optimum pada diameter wiremesh 20 mm dan selanjutnya turun dengan penambahan besarnya ukuran diameter wiremesh yang yang digunakan. Ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran diameter wiremess, nilai kekakuan beton aspal lebih baik disebabkan oleh adanya wiremess sehingga pada saat dibebani campuran beton aspal AC-WC semakin kaku.



Gambar 3. Hubungan Stabilitas Dengan Penambahan Wiremesh Berbagai Ukuran

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas optimum tercapai pada penggunaan ukuran wiremesh 20 mm. Dari kedua gambar 2 dan grafik 3 diatas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa penggunaan wiremesh dengan diameter 20 mm menyebabkan nilai stabilitas dan modulus kekakuan mencapai optimum, disebabkan ukuran lubang wiremesh pada 20 mm mempunyai ukuran lubang yang bisa bersatu dengan campuran beton aspal karena dapat lewat pada saat dipadatkan, sehingga tidak terjadi perpisahan antar butir agregat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penentuan nilai modulus kekakuan beton aspal AC-WC dengan tambahan wiremesh dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran yaitu nilai modulus kekakuan beton aspal semakin tinggi seiring dengan bertambahnya ukuran lubang wiremesh. nilai modulus kekakuan pada diameter wiremesh 0 mm (tanpa wiremesh) = 423,9 MPa, diameter 14 mm = 1213,4 Mpa, diameter 18 mm = 127,3 Mpa, diameter 20 mm = 1588,4 Mpa, dan diameter 25 mm = 1324,637 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2010). Spesifikasi Baru Campuran Aspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2018). Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Hardiyatmo, Christadi, H. (2007). Pemeliharaan Jalan Raya, Gajah Mada Press: Yogyakarta.
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas, Yuana Marga:Bandung.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova : Bandung.
- Widodo, S. (2011). Penggunaan alat marshal untuk pengujian modulus kekakuan beton aspal. *Prosiding Simposium Nasional RAPI X FT -2011*, Fakultas Teknik : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulia, A. (2019). Modulus Kekakuan Aspal Beton AC-WC Dengan Tambahan Wiremesh. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe*.