

## PENGARUH VARIASI BAHAN TAMBAH KAWAT BENDRAT DAN FILLER ABU SEKAM PADI PADA LASTON (AC-BC) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Oleh: Juandra Hartono <sup>1</sup>, Dian Eksana Wibowo <sup>2</sup>, Avit Fajari <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Politeknik Pekerjaan Umum.  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang  
E-mail : <sup>1</sup>docyjuandra@gmail.com

### Abstrak

*Jalan yang baik tentunya harus memiliki sifat tidak mudah mengelupas dan memiliki nilai perkerasan lentur yang tinggi. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan kawat bendrat dan filler abu sekam padi sebagai bahan pengisi campuran. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana kualitas aspal beton yang menggunakan bahan tambah kawat bendrat dan filler abu sekam padi jika diuji dengan metode marshall. Penelitian ini menggunakan kawat bendrat sebagai bahan tambah dengan variasi kadar 0%, 5%, 7%, dan 9% dari berat total campuran serta 2 variasi panjang kawat yang digunakan yaitu 2 cm dan 3 cm. Masing masing varian dibuat 3 sampel benda uji dengan notasi (BK1, BK2, BK3, 5K1, 5K2, 5K3, 5KP1, 5KP2, 5KP3, 7K1, 7K2, 7K3, 7KP1, 7KP2, 7KP3, 9K1, 9K2, 9K3, 9KP1, 9KP2, dan 9KP3) dengan jumlah semua benda uji adalah 21. Pembuatan benda uji ini menggunakan campuran AC-BC kemudian diuji menggunakan metode marshall untuk mendapatkan nilai dari kepadatan (density), VIM, VMA, VFA, flow, stabilitas dan MQ (Marshall Quotient). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar bahan tambah kawat bendrat dan filler abu sekam padi mempengaruhi nilai karakteristik aspal pada pengujian marshall. Penambahan paling efektif adalah pada kadar 5% dengan panjang kawat 3 cm, karena pada saat itu nilai stabilitas marshall mengalami kenaikan yang sangat tinggi yaitu dari 1277,07 kg menjadi 1774,77 kg. Sedangkan untuk nilai kepadatannya sebesar 2,15 gr/cc, VIM 7,86%, VMA 20,99%, VFA 61,30% flow 3,24 mm serta MQ 542,95 kg/mm. Variasi panjang kawat sangat mempengaruhi hasil dari analisis marshall. Pada penambahan kawat 2 cm nilai density, VFA dan VMA selalu lebih tinggi dari pada penggunaan kawat yang panjangnya 3 cm. Sedangkan untuk penggunaan bahan tambah kawat yang panjangnya 3 cm berpengaruh pada nilai VIM dan VMA yang lebih besar daripada kawat yang 2 cm.*

**Kata kunci:** marshall, kawat bendrat, abu sekam padi

### Abstract

*A good road must have a characteristic which is not easy to flake and have a high flexural pavement value. One of the innovations that can be done to improve the quality of asphalt is adding bendrat wire and rice husk ash filler as a mixed filler material. This research is aimed to observe the quality of concrete asphalt which use added bendrat wire and rice husk ash filler if it is tested by marshall's method. This research used bendrat wire as the added material with level variations of 0%, 5%, 7%, and 9% from the total of mixed weight and 2 variations of wire length used, those were 2 cm and 3 cm. 3 sample of specimens were made for each variant with notations (BK1, BK2, BK3, 5K1, 5K2, 5K3, 5KP1, 5KP2, 5KP3, 7K1, 7K2, 7K3, 7KP1, 7KP2, 7KP3, 9K1, 9K2, 9K3, 9KP1, 9KP2, and 9KP3) with the number of all specimens is 21. The producing of this specimen used the AC-BC mixture then it was tested by marshall's method to get values of density, VIM, VMA, VFA, flow, stability and MQ (Marshall Quotient). The results of this research show that the addition of added materials of bendrat wire and rice husk ash filler influenced the characteristic of asphalt in marshall test. The most effective addition is at 5% with wire length of 3 cm, because at that time the value of marshall stability has been increased highly from 1277.07 kg to 1774.77 kg. The value of its density, on the other hand, is 2.15 gr / cc, VIM 7.86%, VMA 20.99%, VFA 61.30% flow 3.24 mm and MQ 542.95 kg / mm. The variations of wire length really influenced the results of marshall analysis. In the addition of wire of 2 cm, the density, VFA and VMA are always higher than those of wire of 3 cm. The use of wire-added materials of 3 cm, on the other hand, influenced on the values of VIM and VMA which are greater than those of 2 cm.*

**Keywords :** marshall, bendrat wire, rice husk ash

## **1. Pendahuluan**

Salah satu jenis lapisan permukaan (surface course) dari konstruksi perkerasan lentur adalah lapis aspal beton (Laston). Laston sendiri adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras sebagai pengikat dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Semua bahan harus dipanaskan dulu sebelum dicampur untuk membuat agregat kering dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan dalam mencampurnya (Sukirman, 1999). Menurut Suprpto (2004), aspal beton dapat dibuat dengan 2 macam jenis pencampuran yaitu pencampuran secara dingin (cold mix) dan secara panas (hot mix). Untuk pencampuran secara panas, bahan dipanasi sampai suhu 155 °C bagi agregat dan akan menghasilkan campuran dengan suhu 160 °C.

Dalam Sukirman (1999), dijelaskan bahwa suatu campuran aspal beton harus memiliki karakteristik campuran yang baik. Karakteristik tersebut meliputi: stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, tahanan geser, kedap air, kemudahan pekerjaan dan ketahanan terhadap kelelahan.

### **1.1 Stabilitas**

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding. Stabilitas terjadi dari hasil getaran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi diperlukan agregat yang bergradasi baik, bergradasi rapat dan memberikan rongga antar butiran agregat (voids in mineral agregat) yang kecil.

### **1.2 Durabilitas**

Durabilitas adalah ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai durabilitas dari

campuran aspal adalah ketebalan film aspal, nilai VIM dan nilai VAM. Suatu campuran aspal akan memiliki durabilitas yang tinggi jika nilai VIM kecil dan nilai VMA besar.

### **1.3 Fleksibilitas**

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Faktor-faktor yang membuat campuran aspal memiliki fleksibilitas yang tinggi adalah penggunaan agregat yang bergradasi senjang sehingga nilai VMA besar, penggunaan aspal jenis aspal lunak dan nilai VIM yang kecil.

### **1.4 Tahanan Geser (skid resistance)**

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan jalan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu keadaan jalan basah maupun di waktu keadaan jalan sedang kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

### **1.5 Ketahanan Kelelahan (fatigue resistance)**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (ruting) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah nilai VIM dan VMA. Campuran aspal yang memiliki nilai VIM dan VMA yang tinggi akan mempunyai ketahanan kelelahan yang tinggi juga.

### **1.6 Kemudahan pelaksanaan (workability)**

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi workability suatu campuran aspal adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan filler dalam campuran.

Namun pada saat ini sering kali kita menemui perkerasan lentur atau jalan raya yang rusak bahkan sudah tidak dapat dilalui. Maka dari itu perlu dilakukan inovasi mengenai perkerasan lentur guna meningkatkan kualitas jalan yang ada saat ini. Pada penelitian ini mencoba menggunakan kawat bendrat dengan variasi kadar atau jumlah dan panjang kawat yang dibedakan serta penambahan abu sekam padi yang digunakan sebagai filler dengan harapan dapat meningkatkan kualitas stabilitas marshall.

**2. Metodologi Penelitian**

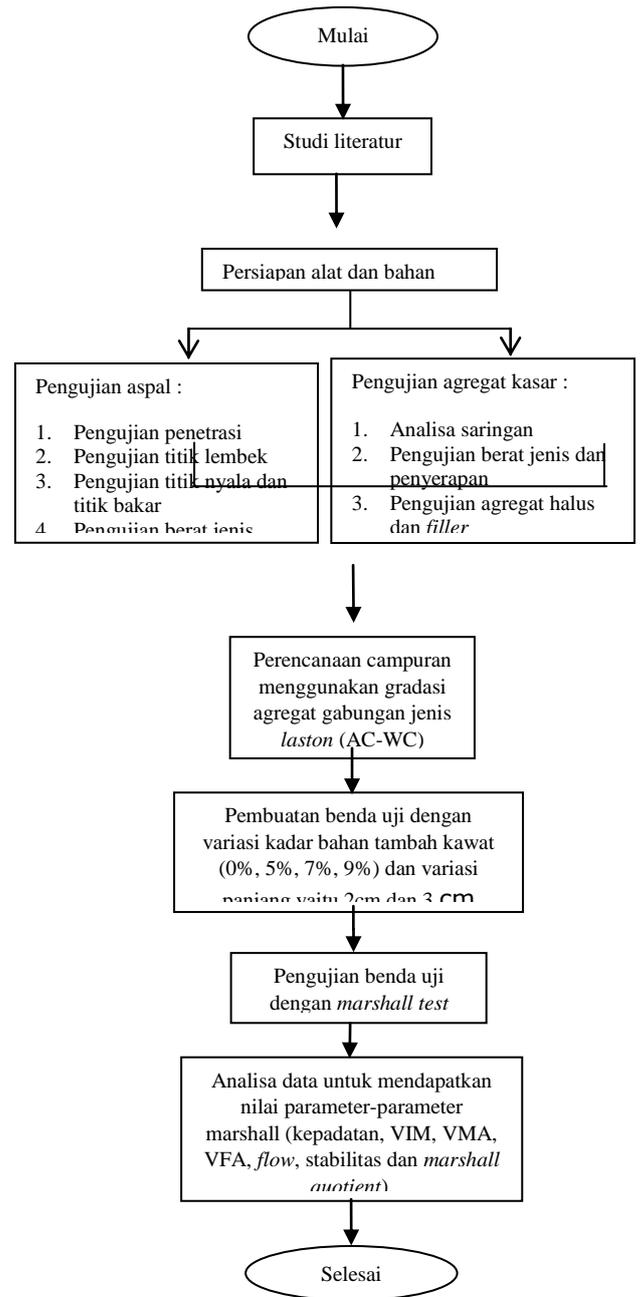
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengujian aspal dan agregat halus menggunakan acuan SNI 06-2489-1991.

**2.1 Metode dan Desain**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. benda uji dibuat sebanyak 21 buah dengan notasi (BK1, BK2, BK3, 5K1, 5K2, 5K3, 5KP1, 5KP2, 5KP3, 7K1, 7K2, 7K3, 7KP1, 7KP2, 7KP3, 9K1, 9K2, 9K3, 9KP1, 9KP2, dan 9KP3). Pada penelitian ini kadar aspal yang digunakan yaitu sebesar 6%. Kemudian untuk penambahan kawat bendrat dibedakan berdasarkan kadar dan ukuran. Pada kawat bendrat ditambahkan dengan variasi kadar yaitu sebanyak 5%, 7% dan 9% dengan panjang kawat yaitu 2 cm dan 3 cm. selanjutnya untuk penambahan filler abu sekam padi yang digunakan adalah sebesar 5% dari berat keseluruhan.

**2.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Tahap Penelitian

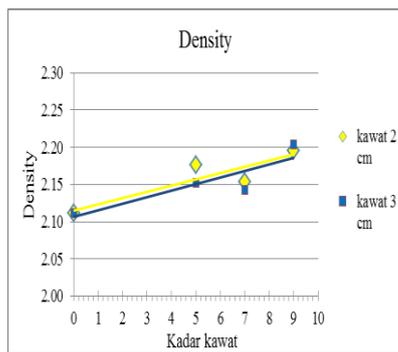


Gambar 1 Diagram penelitian

**3. Hasil penelitian dan pembahasan**

Pengujian marshall dilakukan menggunakan acuan SNI 06-2489-1991. Pengujian ini bertujuan untuk mencari nilai kepadatan (density), VIM, VMA, VFA, pelelehan (flow), stabilitas dan MQ (marshall quotient). Pada penelitian ini dibuat 21 benda uji dengan setiap benda uji yang menggunakan bahan tambah dibuat sebanyak 3 buah. Berikut ini adalah data hasil pengujian marshall:

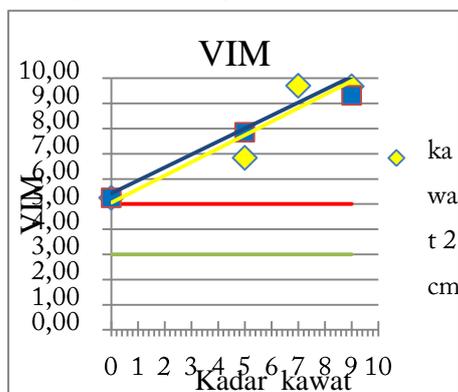
### 3.1 Kepadatan (*density*)



Gambar 1. Grafik Nilai kepadatan

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa penambahan kadar bahan tambah kawat bendrat mempengaruhi nilai kepadatan (*density*). Dimana nilai kepadatan yang menggunakan bahan tambah lebih tinggi daripada yang tidak menggunakan bahan tambah. Untuk penambahan kawat yang panjangnya 2 cm dengan kadar sebanyak 5% memiliki nilai sebesar 2,11 gr/cc, sedangkan untuk yang kadarnya 7% mengalami penurunan yaitu sebesar 0,3% dan untuk kadar 9% mengalami kenaikan yaitu sebesar 0,5% yaitu sebesar 2,20 gr/cc. Pada bahan tambah sepanjang 3 cm juga mengalami kenaikan untuk nilai kepadatannya. Untuk yang kadar 5% sebesar 2,15 gr/cc, kemudian untuk yang kadarnya 7% senilai 2,14 gr/cc. untuk nilai kepadatan tertinggi terjadi pada penambahan kawat 3 cm dengan kadar 9% yaitu memiliki nilai kepadatan sebesar 2,20 gr/cc.

### 3.2 VIM (*void in mix*)

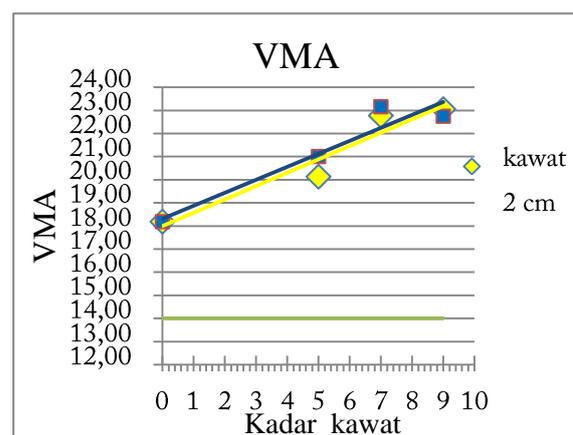


Gambar 2. Grafik Nilai VIM

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa karakteristik laston pada rongga udara dalam campuran aspal ini yang sesuai dengan aturan bina marga adalah yang menggunakan bahan tambah kawat bendrat dengan kadar 7%, baik yang menggunakan kawat dengan panjang 2 cm ataupun 3 cm. Kedua bahan tambah tersebut memiliki nilai sebesar 3,33% dan 3,85% yang artinya masih sesuai dengan yang disyaratkan oleh bina marga. Sedangkan untuk yang tidak menggunakan bahan tambah nilainya sebesar 5,26% yang berarti lebih besar dari yang disaratkan bina marga yaitu batas maksimal nya sebesar 5%. Begitu juga untuk yang menggunakan bahan tambah 2 cm dengan kadar 5% dan 9% juga tidak memenuhi karena nilainya adalah 6,85% dan 9,69%. Untuk yang menggunakan bahan tambah 3 cm baik yang menggunakan kadar 5% ataupun 9% juga tidak memenuhi persyaratan bina marga karena nilainya sebesar 7,86% dan 9,33% sehingga melebihi batas maksimal Bina Marga.

### 3.3 VMA (*voids in mineral agregate*)

Pada gambar dibawah dapat diketahui bahwa penambahan kawat bendrat abu sekam padi sebagai filler sangat mempengaruhi hasil dari rongga diantara mineral agregat.



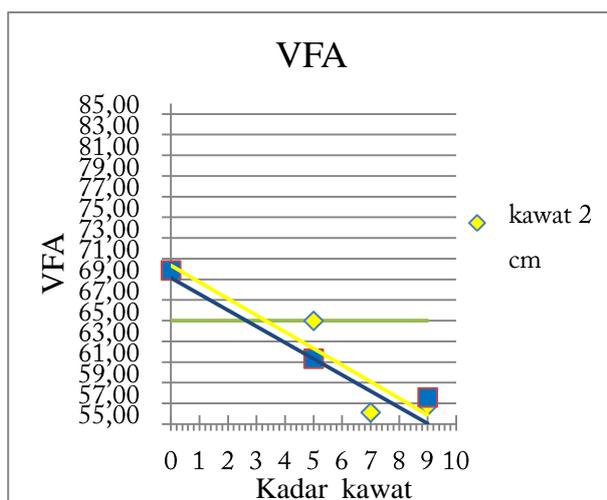
Gambar 3. Grafik Nilai VMA

Untuk nilai dari VMA sendiri semuanya telah memenuhi persyaratan minimal yang ditentukan oleh bina marga

yaitu sebesar 14%. Hasil dari analisa, untuk yang tidak menggunakan bahan tambah kawat memiliki nilai VMA sebesar 18,18%. Untuk yang menggunakan bahan tambah kawat 2 cm memiliki nilai lebih rendah VMA lebih rendah daripada yang menggunakan bahan tambah sepanjang 3 cm. pada penambahan 5% 2 cm memiliki nilai VMA sebesar 20,12. Mengalami penurunan sebesar 3,57% pada penambahan kadar kawat 7% dengan nilai 16,55%. Kemudian untuk penambahan kadar kawat 9 % mengalami kenaikan yaitu sebesar 23,04%. Untuk nilai VMA tertinggi terjadi pada penambahan kadar kawat 9% dengan potongan sepanjang 3 cm yaitu sebesar 22,74%. Kemudian nilai tertinggi kedua yaitu pada penambahan kawat 3 cm dengan kadar 5% yaitu sebesar 20,99%. terakhir dari benda uji ini dengan ukuran 3 cm adalah dengan kadar 75 yaitu seniali 16,96%.

**3.4 VFA (void filled with asphalt)**

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai VFA terbaik ada pada benda uji yang menggunakan bahan tambah kawat bendrat dengan kadar 7%. Baik yang menggunakan kawat 2 cm ataupun 3 cm semuanya telah memenuhi persyaratan batas minimal yang ditentukan oleh bina marga yaitu sebesar 65%.



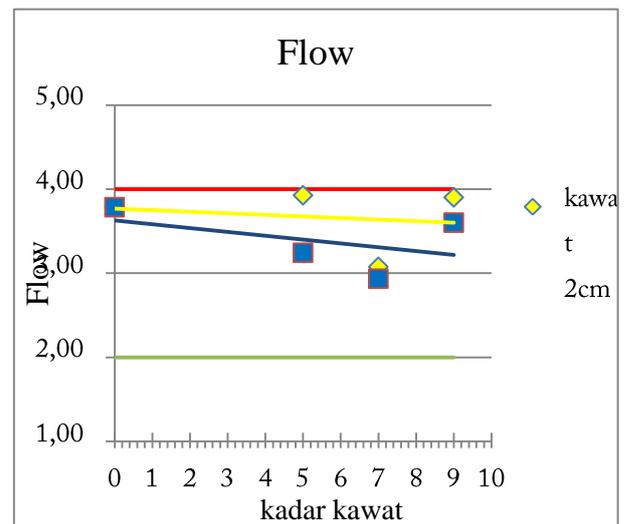
Gambar 4. Grafik Nilai VFA

Untuk nilai VFA dengan bahan tambah 2 cm lebih tinggi yaitu sebesar 79,24% daripada yang menggunakan bahan tambah

3 cm yaituhanya sebesar 76,495. Artinya benda uji yang menggunakan bahan tambah kawat 2 cm lebih lembek karena lebih banyak terisi aspal. Kecuali itu benda uji yang tidak menggunakan bahan tambah juga mempunyai nilai sebesar 69,84, yang artinya telah memenuhi syarat minimal yang telah ditentukan oleh bina marga. Untuk benda uji yang menggunakan bahan tambah 5% tidak memenuhi persyaratan karena memiliki nilai kurang dari 65%. Pada benda uji bahan tambah 2 cm dengan kadar 5% mempunyai nilai VFA sebesar 64,96, kemudian yang menggunakan 3 cm dengan kadar 5% memiliki nilai VFA sebesar 61,30%. Begitu juga untuk yang menggunakan benda uji sebesar 9% juga semuanya tidak memenuhi persyaratan bina marga, baik yang menggunakan panjang 2 cm maupun 3 cm yang mempunyai nilai VFA masing masing sebesar 56,75% dan 57,55%.

**3.5 Pelelehan (flow)**

Berdasarkan gambar di bawah dapat dilihat bahwa pada penelitian ini nilai kelelehan atau flow memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh bina marga.



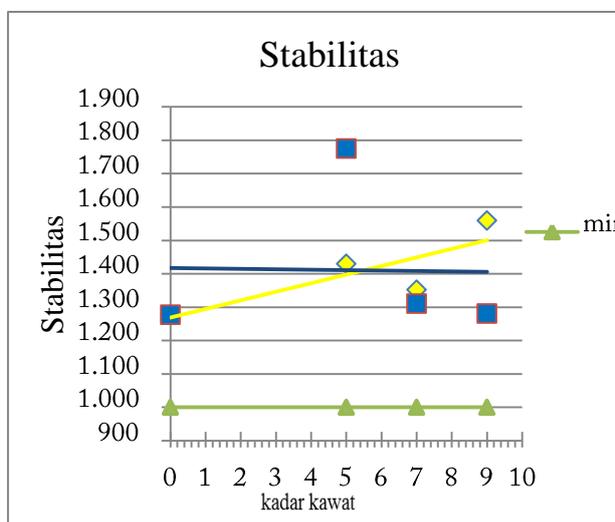
Gambar 5. Grafik Nilai Pelelehan

Nilai tertinggi pada pelelehan ini adalah sebesar 3,93 mm yaitu ada pada benda uji yang menggunakan bahan tambah kawat 2 cm dengan kadar sebesar 5%. Sedangkan nilai terendah pada kelelehan ini

ada pada benda uji yang menggunakan kadar kawat 7% dengan panjang 3 cm yaitu sebesar 2,93 mm. Untuk yang tidak menggunakan bahan tambah memiliki nilai kelelahan sebesar 3,78 mm yang telah sesuai dengan persyaratan bina marga. Sedangkan untuk yang menggunakan bahan tambah kawat 2 cm dengan kadar 7% mengalami penurunan yaitu dengan nilai kelelahan sebesar 3,07 mm. selanjutnya mengalami kenaikan pada penambahan 9% dengan panjang 2 cm yaitu sebesar 3,90 mm. untuk yang menggunakan bahan tambah kawat bendrat yang panjangnya 3 cm dengan kadar 5% dan 9% masing masing memiliki nilai kelelahan sebesar 3,24 mm dan 3,60 mm.

### 3.6 Stabilitas

Dari grafik di bawah dapat dilihat bahwa nilai stabilitas pada benda uji tanpa menggunakan bahan tambah adalah sebesar 1277,07 kg. kemudian mengalami peningkatan pada benda uji yang menggunakan bahan tambah 2 cm dengan kadar 5% yaitu sebesar 1429,65 kg.



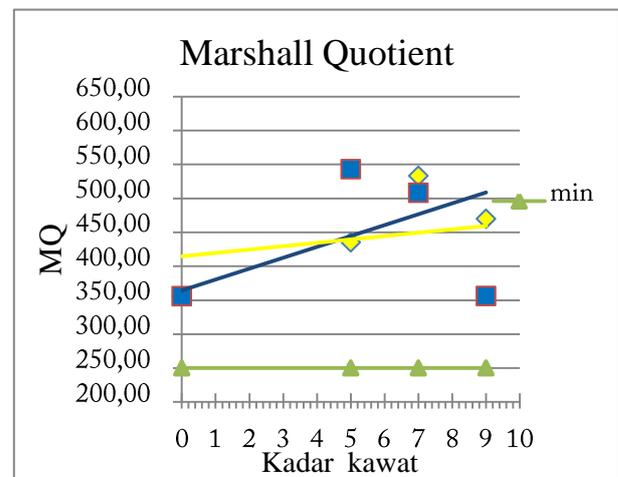
Gambar 6. Grafik Nilai Stabilitas

Kemudian mengalami penurunan pada benda uji selanjutnya yaitu pada benda uji yang menggunakan bahan tambah kawat bendrat 7% dengan panjang 2 cm dengan nilai stabilitas adalah 1351,96 kg. kemudian pada penggunaan kawat 2 cm terakhir adalah dengan kadar 9% ini mengalami kenaikan

nilai stabilitasnya yaitu sebesar 1559,22 kg. Dari benda uji yang menggunakan bahan tambah kawat sepanjang 2 cm nilai stabilitas paling efektif adalah penambahan 9%. Untuk yang menggunakan bahan tambah kawat sepanjang 3 cm nilai tertinggi untuk stabilitasnya adalah pada penambahan kadar sebanyak 5% yaitu sebesar 1774,77 kg. Sedangkan untuk yang menggunakan kadar 7% dan 9% mengalami penurunan pada nilai stabilitasnya yaitu masing-masing sebesar 1310,38 kg dan 1280,70 kg. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan kawat bendrat paling efektif pada penelitian ini adalah menggunakan kawat bendrat 3 cm dengan kadar sebesar 5%.

### 3.7 MQ (marshall quotient)

Berdasarkan gambar di bawah nilai MQ (Marshall Quotient) terendah yaitu ada pada laston yang tidak menggunakan bahan tambah sebesar 355,78 kg/mm.



Gambar 7. Grafik Nilai MQ

Selanjutnya untuk nilai MQ (Marshall Quotient) yang menggunakan bahan tambah kawat sepanjang 2 cm nilai MQ (Marshall Quotient) tertinggi ada pada bahan tambah dengan kadar 7% yaitu dengan nilai MQ (Marshall Quotient) sebesar 533,05 kg/mm. Sedangkan untuk yang menggunakan bahan tambah dengan kadar 9% mempunyai nilai MQ (Marshall Quotient) sebesar 469,76 kg/mm. selanjutnya nilai terendah pada benda uji 2

cm ada pada kadar 5% yaitu dengan nilai MQ (Marshall Quotient) sebesar 435,16 kg/mm. Untuk yang menggunakan bahan tambah kawat dengan panjang 3 cm nilai tertinggi MQ (Marshall Quotient) adalah pada saat penggunaan dengan kadar 5% yaitu memiliki nilai MQ (Marshall Quotient) sebesar 542,95 kg/mm. pada penggunaan bahan tambah dengan kadar 7% dan 9% selalu mengalami penurunan dengan masing masing nilai MQ (Marshall Quotient) adalah sebesar 508,12 kg/mm dan 356,03 kg/mm. Dari hasil analisis marshall ini untuk nilai MQ (Marshall Quotient) telah memenuhi persyaratan dari bina marga dibuktikan dengan grafik diatas bahwa nilai MQ (Marshall Quotient) semuanya lebih besar dari batas minimal yaitu sebesar 250 kg/mm.

#### 4. Kesimpulan dan Rekomendasi

Didalam bab berikut ini kami berikan kesimpulan dan saran sebagai berikut:

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Variasi kadar bahan tambah kawat bendrat mempengaruhi nilai karakteristik marshall. Pada setiap penambahan kawat bendrat semua nilai dari pengujian marshall mengalami perubahan.
- b. Variasi panjang kawat dan penambahan abu sekam padi sebagai filler sangat mempengaruhi karakteristik marshall. Untuk variasi panjang kawat juga mempengaruhi hasil dari analisis marshall. Pada penambahan kawat 2 cm memiliki nilai density, VFA dan VMA selalu lebih tinggi dari pada kawat yang 3 cm. tetapi untuk kawat yang ukuranya 3 cm berpengaruh pada nilai VIM dan VMA lebih besar daripada kawat yang 2 cm.
- c. Penambahan kadar bahan tambah kawat bendrat pada campuran lapis aspal beton (laston) dengan filler abu sekam padi mempengaruhi nilai karakteristik marshall. Dimana penambahan paling efektif adalah pada kadar 5% dengan

panjang kawat 3 cm, karena pada saat itu nilai stabilitas marshall mengalami kenaikan yang sangat tinggi. Sedangkan untuk nilai kepadatan adalah sebesar 2,15 gr/cc, VIM sebesar 7,86%, VMA sebesar 20,99%, VFA sebesar 61,30%, flow sebesar 3,24 mm, dan MQ sebesar 542,95 kg/mm.

- d. Penambahan kawat dan abu sekam padi sebagai filler pada penelitian ini secara keseluruhan memenuhi persyaratan Bina Marga 2010, terutama untuk nilai stabilitasnya yang mengalami kenaikan setelah ditambah dengan kawat dan abu sekam padi sebagai filler.

##### 4.2 Rekomendasi

Untuk meningkatkan kualitas agar penelitian ini lebih baik kedepan, maka penulis memberikan saran – saran sebagai berikut :

- a. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang “Pengaruh Bahan Tambah Kawat Bendrat dan Abu Sekam Padi Sebagai filler terhadap Karakteristik Marshall”
- b. Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan mencari terlebih dahulu kadar aspal optimum (KAO) untuk mendapatkan kualitas campuran lapis aspal beton (laston) yang lebih baik.
- c. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan kawat bendrat yang lebih di variasi untuk kadar maupun panjangnya.
- d. Dapat dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan kawat jenis lain.
- e. Penelitian ini masih perlu ditingkatkan untuk mencari kadar bendrat optimum agar semua spesifikasi umum Bina Marga devinisi 6 pekerasan aspal terpenuhi.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Spesifikasi umum 2010(revisi3)*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum.

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010 Revisi 3*. Jakarta: Ditjen Bina Marga Kementerian PU.
- Ismadarni dkk, 2013. *Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat (AC-BC) yang Menggunakan Bahan Pengisi (Filler) Abu Sekam Padi*. Teras Jurnal vol 15 no 2 mei 2013. Palu: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
- Pratama, Zakaria Edo. 2017. *Pengaruh Bahan Tambah PET (Polyethylene Terephthalate) dan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Pada Laston (AC-BC) Terhadap Parameter Marshall*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Revisi SNI 06-2456-1991. *Uji Penetrasi Aspal*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- RSNI M-01-2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*: Badan Standarisasi Nasional.
- Sahay S dkk, 2010. *Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*. Teras Jurnal vol 5 no 2 desember 2010. Palang Karaya: Jurusan Teknik Sipil Universitas Palang Karaya.
- Said dkk, 2012. *Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi*. Teras Jurnal vol 2 No 4 desember 2012. Aceh: Fakultas Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 06-2441-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.73.
- SNI 1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*: Badan Standarisasi Nasional.
- Soehartono, 2015. *Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Sukirman S, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Sutrisyanto, Panca Sigit. 2017. *Pengaruh Variasi Bahan Tambah Agregat Keramik dengan Filler Keramik dan Filler abu Sekam Padi Pada Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Widodo, A. 2012. *Pengaruh Penggunaan Potongan Potongan Kawat Bendrat Pada Campuran Beton Dengan Konsentrasi Serat Panjang 4 cm Berat Semen 350 Kg/m<sup>3</sup> dan FAS 0,5*. Teras Jurnal vol 14 no 2 juli 2012. Semarang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.