

PENGARUH PEREMAJA OLI BEKAS DAN SOLAR TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PERKERASAN DAUR ULANG DENGAN ASBUTON

Bambang Sumantri, Hermawan Santiko, Ludfi Djakfar, Hendi Bowoputro
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Abstrak

Penambahan lapis perkerasan diatas lapis perkerasan lama (overlay) sebagai tindakan peremajaan lapis perkerasan dinilai kurang efektif karena hal tersebut dapat merusak lapisan pondasi dibawahnya serta memerlukan dana yang tidak sedikit. Diperlukan inovasi dalam pemeliharaan jalan yang ekonomis, efektif, dan ramah lingkungan. Recycling (daur ulang) merupakan metode yang dapat menjadi alternatif untuk permasalahan tersebut. Pada penelitian ini menggunakan pencampuran perkerasan jalan dengan metode cold mix. Dalam metode cold mix diperlukan bahan peremaja agar aspal yang terkandung didalamnya dapat digunakan kembali. Pada campuran aspal daur ulang ini digunakan peremaja berupa oli bekas dan solar sebagai bahan peremajanya dengan perbandingan 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 100 : 0, kadar peremaja yang digunakan 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dan kadar asbuton yang digunakan adalah 3%, 6%, 9%, dan 12% dengan waktu pereman selam 4 hari. Dari penelitian ini menghasilkan kadar peremaja optimum pada kadar 2,93 % proporsi peremajanya pada komposisi 75 : 25 (oli bekas : solar) dengan hasil nilai stabilitas maksimumnya 236,17 kg. Namun nilai stabilitas rata – rata dari komposisi peremaja 75 : 25 mengalami penurunan nilai stabilitas 81,93 % dari hasil core drill. Sehingga benda uji pada penelitian ini tidak memenuhi kriteria stabilitas untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg. Namun, beberapa dari nilai stabilitas benda uji masuk kriteria untuk LATASIR yaitu 200 kg. Hal ini dapat dikatakan bahwa penelitian ini dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti LATASIR.

Kata Kunci : *Asbuton, Oli Bekas, Perkerasan daur ulang, Stabilitas*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambahan volume kendaraan akan berpengaruh pada beban kerja yang diterima oleh jalan sehingga dapat menyebabkan berkurangnya umur layan dari perkerasan jalan yang tersedia. Beban yang bekerja pada jalan menjadi lebih besar dari beban rencana sehingga kerusakan terhadap lapisan perkerasan mudah terjadi yang menyebabkan kenyamanan dalam berkendara akan berkurang..

Metode daur ulang (*recycling*) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan perbaikan jalan. Karena metode daur ulang dapat menghemat penggunaan aspal dan batuan, serta tidak merusak geometri jalan akibat penumpukan lapisan perkerasan yang terus menerus. Penggunaan metode daur ulang yang dikerjakan dengan peralatan yang memadai dapat menghasilkan lapis perkerasan yang kekuatannya bersaing dengan lapis perkerasan menggunakan bahan baru.

Pemerintah Indonesia melalui PP No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) telah menyerukan tentang bahaya limbah bahan berbahaya dan

beracun terhadap lingkungan. Salah satu limbah B3 yaitu oli bekas kendaraan bermotor yang hingga saat ini pemanfaatannya masih minim.

Selain itu, solar yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor juga mengakibatkan polusi udara. Namun bukan berarti solar tidak boleh digunakan karena solar merupakan hasil penyulingan minyak bumi yang memiliki manfaat lain selain sebagai bahan bakar kendaraan.

Ketersediaan asbuton yang masih melimpah di Indonesia. Penggunaan asbuton yang masih minim dalam perkerasan jalan di Indonesia dan masih kalah dengan aspal minyak.

. Seperti yang telah dilakukan dalam penelitian sebelumnya yang membahas tentang perbaikan kualitas aspal daur ulang dengan penambahan oli bekas sebagai bahan peremaja, melatar belakang penulis untuk melakukan penelitian mengenai variasi penambahan bahan peremaja berupa campuran oli kendaraan bermotor dengan minyak solar dan asbuton sebagai bahan pengganti agregat untuk memperbaiki kualitas aspal daur ulang.

1.2 Identifikasi Masalah

Banyaknya material perkerasan jalan yang dapat didaur ulang sebagai material perkerasan jalan baru dengan penambahan bahan peremaja berupa campuran oli bekas kendaraan bermotor dan minyak solar dapat menjadi alternatif dalam pembangunan jalan baru maupun untuk perbaikan lapisan perkerasan. Oli bekas kendaraan bermotor memiliki kekentalan tinggi sehingga penyebaran pada aspal daur ulang kurang merata. Untuk itu dibutuhkan bahan pelarut berupa minyak solar agar kekentalan menurun dan dapat menyebar secara merata. Sedangkan untuk mengisi rongga kosong pada aspal daur ulang dibutuhkan asbuton sebagai pengganti agregat.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola hubungan antara variasi kadar oli bekas dan minyak solar terhadap nilai stabilitas campuran aspal daur ulang ?
2. Berapa komposisi oli bekas dan minyak solar yang optimum pada campuran aspal daur ulang untuk menghasilkan stabilitas maksimum ?
3. Bagaimana nilai perbandingan antara nilai stabilitas rata – rata sampel hasil *core drill I* dengan nilai stabilitas maksimum benda uji ?

1.4 Batasan Masalah

1. Aspal daur ulang yang digunakan adalah aspal hasil pengerukan (*milling*) di jalan depan Rektorat Universitas Brawijaya.
2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Transportasi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan suhu ruangan .
3. Bahan peremaja yang digunakan yaitu campuran oli bekas kendaraan bermotor dan minyak solar.
4. Penelitian ini menggunakan oli bekas mobil dengan viskositas 1,826 cSt (centiStoke)
5. Asbuton digunakan sebagai filler yang berfungsi untuk memperbaiki gradasi.
6. Proporsi oli bekas dan solar yang merupakan bahan peremaja yang dicampurkan pada penelitian ini yaitu 0% : 100% , 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25% dan 100% : 0%
7. Kadar campuran bahan peremaja yang dicampurkan pada penelitian ini adalah 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari benda uji.
8. Penelitian ini secara spesifik meninjau kadar peremaja yang dicampurkan.

Sedangkan asbuton yang digunakan telah ditentukan kadarnya

9. Kadar asbuton yang dicampurkan pada penelitian ini adalah 3%, 6%, 9% dan 12% dari berat benda uji.
10. Metode pencampuran bahan aspal daur ulang dengan modifier oli bekas, solar dan asbuton adalah dengan menggunakan metode pencampuran dingin (*cold mixing*).
11. Pengujian stabilitas benda uji adalah dengan menggunakan pengujian marshall.
12. Tinjauan terhadap karakteristik campuran terbatas pada pengamatan terhadap hasil pengujian *Marshall*.
13. Perubahan kimiawi yang terjadi tidak ditinjau.
14. Karakteristik aspal dari bahan yang dipakai tidak ditinjau.
15. Variasi waktu pemeraman yang digunakan adalah : 4 hari (*berdasarkan SNI 03-2852-1992*)
16. Penelitian ini hanya sebatas penerapan di laboratorium.
17. Batasan-batasan masalah yang lain yang belum disebutkan tetapi diperlukan dalam pembahasan akan disebutkan dalam bab terkait.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Reclaimed Asphalt Pavement*

Menurut Pradipta (2010), RAP adalah material yang berasal dari pengerukan lapis permukaan perkerasan jalan yang lama. Lapis permukaan perkerasan jalan yang kasar dikeruk dengan cara merotavatingnya sampai kedalaman 20 cm (8 inci) untuk dimanfaatkan kembali sebagian atau keseluruhan dalam konstruksi perkerasan yang baru sebagai material pencampur pada campuran aspal. RAP dapat digunakan kembali karena secara struktur agregat yang terkandung masih dapat berfungsi sebagai campuran dengan agregat baru.

2.2 Solar

Solar adalah hasil dari penyulingan minyak bumi *crude oil* dan ini bila dipanaskan sekitar 350⁰C akan menjadi campuran uap dari cairan. Kemudian dialirkan akan terjadi pemisahan antara gas, bensin, minyak tanah, solar, residu dan *heavy oil* pada sekat – sekatnya. Solar dikeluarkan pada temperatur 200⁰C – 340⁰C. (Pertamina, 2005)

2.4 Minyak Pelumas (Oli)

Menurut Boentarto (2003), berdasarkan jenis base oilnya minyak pelumas diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

1. Oli mineral
Oli mineral terbuat dari *crude oil* yang mengandung bahan hidro karbon dan paraffin yang cukup tinggi.
2. Oli Sintetis
Oli sintetis merupakan hasil dari perpaduan beberapa senyawa kimia. Oli sintetis lebih baik daripada oli mineral karena bisa tahan bekerja pada suhu rendah dan suhu tinggi.

2.4 Asbuton

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang selanjutnya dikenal dengan istilah Asbuton. Asbuton atau Aspal batu Buton ini pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous. (Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

3 METODE PENELITIAN

3.5 Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil penelitian Muslim dan Rizaldi (2013) diperoleh data sebagai berikut :

1. Stabilitas rata-rata 10 sampel 938 kg
2. Kadar aspal rata-rata pengujian ekstraksi dari 2 sampel diperoleh 6,61%
3. Analisa saringan yang diperoleh yaitu :
 - a. Tertahan saringan no. 3/4 : 0 gr (0% terhadap jumlah)
 - b. Tertahan saringan no. 1/2 : 23,7gr (4,31% terhadap jumlah)
 - c. Tertahan saringan no. 3/8 : 65,4 gr (11,89% terhadap jumlah)
 - d. Tertahan saringan no. 4 : 107,4 gr (19,53% terhadap jumlah)
 - e. Lolos no. 4 : 353,4 gr (64,27% terhadap jumlah)
4. Berat jenis aspal rata-rata sebesar dari 2 sampel diperoleh 1,155
5. *Void In Mix* (VIM) rata-rata dari 10 sampel diperoleh 2,11%
6. *Void In Mineral Agregate* (VMA) rata-rata dari 10 sampel yaitu 13,79%
7. *Void Filled Bitument* (VFB) rata-rata dari 10 sampel yaitu 84,84%

3.2 Penentuan Jumlah Sampel

Banyaknya benda uji yang dibuat dapat ditentukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut (Suharto, 2004):

$$(r - 1) \cdot (t - 1) \approx 15$$

Dimana :

r = Replikasi atau perulangan

t = Treatment atau perlakuan

Dalam penelitian ini digunakan empat variasi kadar asbuton, tiga variasi kadar bahan peremaja, dan lima variasi proporsi kadar bahan peremaja.

Sehingga jumlah treatment adalah 60, maka :

$$(r - 1) \cdot (t - 1) \approx 15$$

$$(r - 1) \cdot (60 - 1) = 15$$

$$60r - r - 60 + 1 = 15$$

$$59r - 59 = 15$$

$$r = \frac{15+59}{59}$$

$$r = 1,25 \approx 3 \text{ buah}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan benda uji minimal 3 buah.

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu perbandingan proporsi oli bekas : solar, kadar asbuton, dan kadar peremaja. Proporsi oli bekas : solar yaitu 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 0 : 100, kadar asbuton pada penelitian ini yaitu 3%, 6%, 9%, dan 12% dari benda uji. Kadar peremaja pada penelitian ini yaitu 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dari berat benda uji. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu nilai stabilitas pengujian marshall.

3.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis grafik 3 dimensi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Hasil Pengujian Sampel

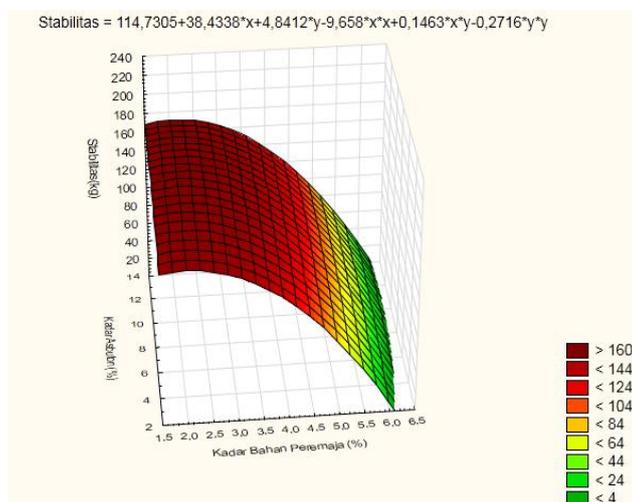
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik Marshall berupa stabilitas dan flow. Jumlah benda uji sebanyak 300 benda uji dengan proporsi bahan peremaja berupa oli bekas : solar sebesar 0% : 100%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25% dan 100% : 0%, kadar bahan peremaja 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%, dengan kadar asbuton 3%, 6%, 9% dan 12%. Tiap variabel dilakukan pengulangan sebanyak 3 buah benda uji.

Namun dari hasil penelitian yang sudah dilakukan terdapat beberapa evaluasi pada benda uji. Karena pada setiap proporsi bahan peremaja

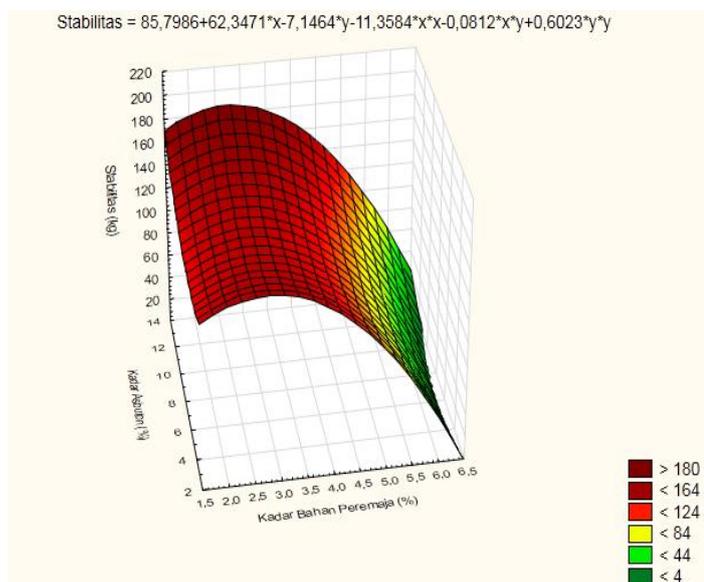
dengan kadar peremaja 8% dan 10%, benda uji tidak dapat dipadatkan. Hal ini disebabkan pada kadar peremaja tersebut campuran aspalnya mengalami *bleeding*, sehingga dalam penelitian ini pada kadar peremaja 8% dan 10 % tidak diikutkan dalam pembahasan.

4.2 Analisa Hubungan Antar Variabel

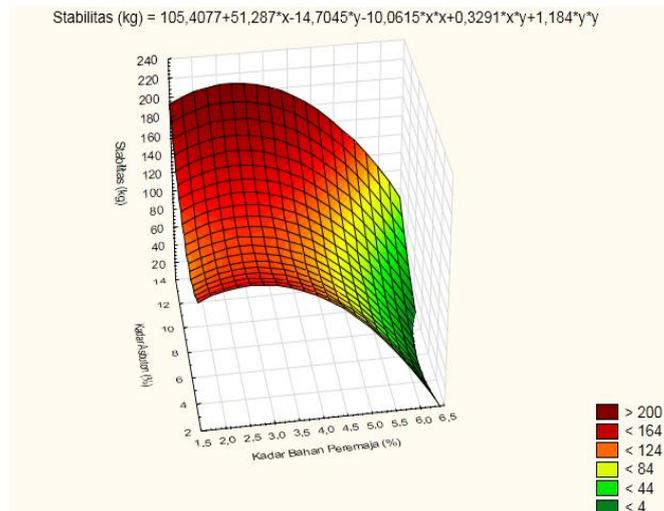
Analisis hubungan antar variabel dengan menggunakan analisis grafik 3 dimensi dilakukan untuk mengetahui secara langsung pengaruh dari kadar peremaja dan kadar asbuton sebagai variabel bebas dan nilai stabilitas sebagai variabel terikat pada setiap proporsinya. Dari ketiga hubungan tersebut akan didapatkan persamaan dari hubungan ketiga variabel pada setiap proporsinya, dimana X (kadar peremajanya), Y (kadar asbutonnya) sedangkan Z (nilai stabilitas). Berikut grafik tiga dimensi dan persamaanya pada setiap proporsi peremaja:



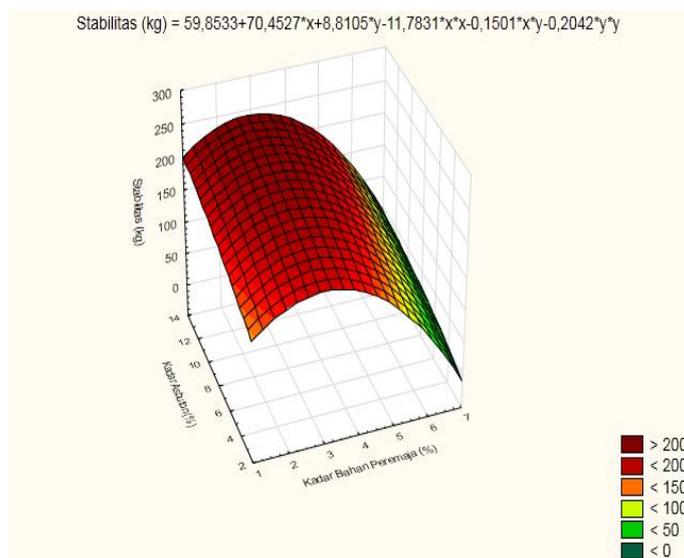
Gambar 1 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton dan Kadar Bahan Peremaja (0:100).



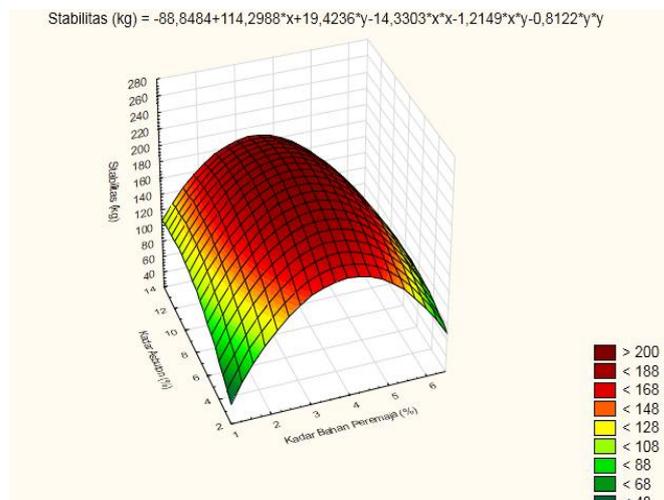
Gambar 2 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton dan Kadar Bahan Peremaja (25:75).



Gambar 3 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton dan Kadar Bahan Peremaja (50:50).



Gambar 4 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton dan Kadar Bahan Peremaja (75:25).



Gambar 5 Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton dan Kadar Bahan Peremaja (100:0).

Dari hasil perbandingan antara kadar peremaja, kadar asbuton dan nilai stabilitas pada

setiap proporsi peremaja, berkencenderungan bahwa nilai stabilitas optimumnya berada pada kadar peremaja 2% - 4% sedangkan kadar asbutonnya pada kadar > 12% sedangkan proporsi peremjanya berada pada proporsi 75 : 25 antara oli bekas dan solar

4.3 Kadar Peremaja Optimum dan Nilai Stabilitas Maksimum

Dari hasil analisa metode grafik 3 dimensi didapatkan persamaan regresi dari hubungan antara kadar peremaja, kadar asbuton dan nilai stabilitas pada setiap proporsinya. Sedangkan untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum dari variabel bebasnya pada setiap proporsinya, digunakan metode langsung dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dari **Gambar 6** menunjukkan semakin sedikit kandungan solarnya pada proporsi peremajanya berkecenderungan mengalami peningkatan nilai stabilitasnya. Hal ini dibuktikan dari hasil perhitungan yang didapatkan proporsi peremaja yang ideal adalah 75 : 25 dengan hasil nilai stabilitas maksimumnya sebesar 236,168 kg. Dan kadar peremaja optimumnya pada 2.93% sedangkan kadar asbuton optimumnya pada 12% dari berat benda ujinya.

4.4 Perbandingan Nilai Karakteristik Marshall Sebelum dan Sesudah Penambahan Asbuton

Nilai stabilitas terkoreksi dari perhitngan hasil penelitian didapatkan nilai rata – rata optimum pada proporsi 75 : 25 dengan hasil 169,505 sedangkan nilai stabilitas dari perhitungan hasil *core drill* didapatkan sebesar 938 kg. Dari hasil perbandingan kedua nilai stabilitas tersebut ternyata pada hasil penelitian mengalami penurunan dari nilai stabilitas pada hasil *core drill*, penurunannya dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{penurunan} = \frac{\text{stabilitas awal} - \text{stabilitas akhir}}{\text{stabilitas awal}} \times 100\%$$

$$\text{penurunan} = \frac{938 - 169,505}{938} \times 100\% = 81,93 \%$$

Dari perhitungan di atas nilai stabilitas mengalami penurunan sebesar 81,93%. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas apabila telah dikeruk maka stabilitas dari perkerasan itu sendiri akan hilang. Hal ini dikarenakan resin yang terkandung dalam perkerasan tersebut telah hilang. Resin ini memberikan sifat adhesi dari aspal, dan

merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan.

Nilai stabilitas terkoreksi yang dihasilkan dari penelitian mengalami penurunan terhadap nilai stabilitas sebelum di daur ulang dikarenakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu :

1. Kandungan resin dalam aspal daur ulang berkurang, resin merupakan cairan dalam aspal yang memberikan sifat adhesi pada aspal. Sehingga apabila pada saat melakukan peremajaan aspal tidak bisa mengembalikan kandungan resin dalam aspal, akan mengakibatkan daya ikat aspal terhadap agregat berkurang (Silvia Sukirman, 1999).
2. Dari hasil pengujian gradasi benda uji yang digunakan tidak ada yang memenuhi zonasi yang disyaratkan pada SNI 03 – 1737 – 1989. Menyebabkan agregat yang digunakan tidak mempunyai gaya *interlocking* yang baik antara satu dengan yang lainnya.
3. Waktu pemeraman dalam pembuatan benda uji yang digunakan kurang lama, hal ini dapat dilihat dengan benda uji yang digunakan dalam penelitian masih terlihat basah. Sehingga bahan peremaja yang digunakan belum bereaksi secara menyeluruh terhadap benda uji yang digunakan.

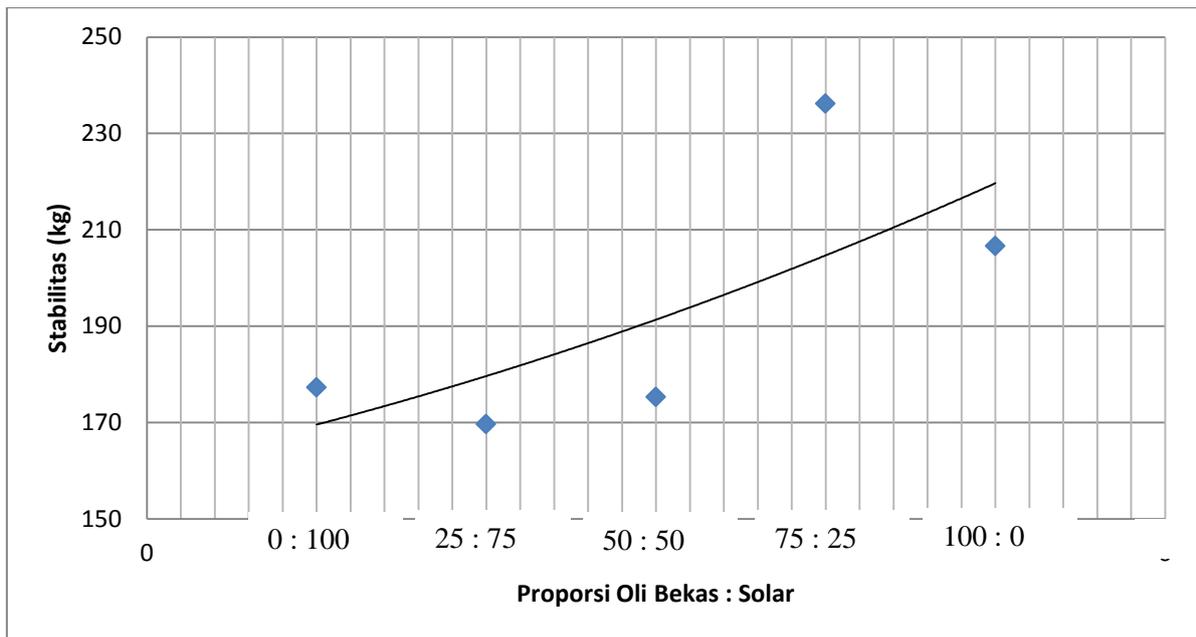
4.5 Pembahasan Nilai Stabilitas Benda Uji

Berdasarkan hasil perhitungan data hasil penelitian stabilitas untuk semua benda uji berada di bawah standar lalu lintas berat yaitu 800 kg. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 7**.

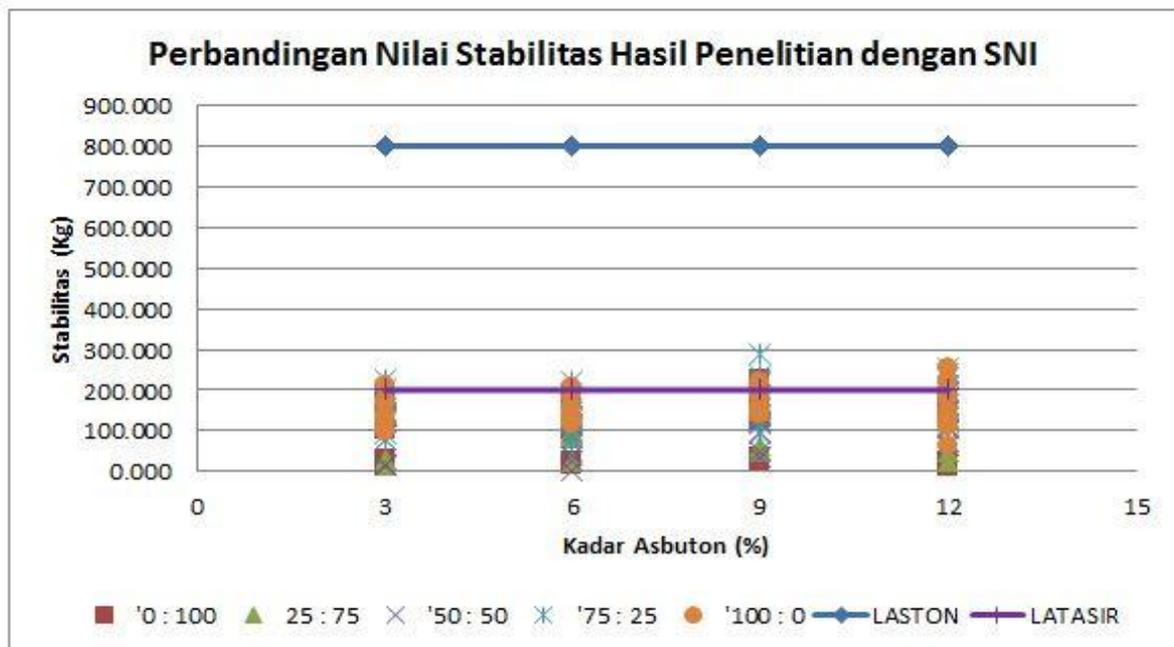
Berdasarkan hasil perhitungan nilai stabilitas benda uji, stabilitas benda uji tida ada yang memenuhi syarat untuk lalu lintas berat. Namun, beberapa nilai stabilitas benda uji ada yang memenuhi standar minimal untuk Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) yaitu 200 kg. Hal ini dapat dikatakan bahwa hasil penelitian dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti LATASIR.

Tabel 1 Stabilitas Maksimum dan Kadar peremaja Optimum pada Setiap Proporsi Peremaja

Proporsi Peremaja	Kadar Peremaja (%)	Kadar Asbuton (%)	Stabilitas Optimum (kg)
0 : 100	2,05	9,44	177,261
25 : 75	2,69	12	169,677
50 : 50	2,76	12	175,257
75 : 25	2,93	12	236,168
100 : 0	3,6	9,25	206,625



Gambar 6 Hubungan Stabilitas Maksimum dengan Proporsi



Gambar 6 Perbandingan Nilai stabilitas penelitian dengan SNI

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian serta analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Hubungan antara stabilitas dan kadar peremaja adalah berbanding terbalik, dimana semakin banyak peremaja yang diberikan akan menghasilkan nilai stabilitas yang semakin kecil pada semua proporsi bahan peremaja. Hal ini disebabkan karena pada kadar peremaja yang semakin tinggi mengakibatkan aspal kehilangan daya lekatnya terhadap agregat dan gaya *interlocking* antar agregat menjadi berkurang karena campuran aspal daur ulang menjadi mempunyai rongga.
2. Proporsi optimum yang memberikan nilai stabilitas maksimum adalah proporsi 75 : 25 dengan nilai stabilitas sebesar 236,17 kg pada kadar peremaja optimum 2.93%. Karena pada proporsi tersebut oli bekas yang digunakan sebagai peremaja aspal daur ulang dapat bekerja optimum untuk meremajakan aspal daur ulang, dan solar dapat mengaktifkan bitumen yang ada dalam asbuton secara maksimal.
3. Nilai stabilitas hasil penelitian ini mengalami penurunan sebesar 81,93% jika dibandingkan dengan nilai stabilitas hasil *core drill*. Hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor yaitu :
 - a) Kandungan resin dalam aspal daur ulang berkurang, resin merupakan cairan dalam aspal yang memberikan sifat adhesi pada aspal. Sehingga apabila pada saat melakukan peremajaan aspal tidak bisa mengembalikan kandungan resin dalam aspal, akan mengakibatkan daya ikat aspal terhadap agregat berkurang (Silvia Sukirman, 1999).
 - b) Dari hasil pengujian gradasi benda uji yang digunakan tidak ada yang memenuhi zonasi yang disyaratkan pada SNI 03 – 1737 – 1989. Menyebabkan agregat yang digunakan tidak mempunyai gaya *interlocking* yang baik antara satu dengan yang lainnya.
 - c) Waktu pemeraman dalam pembuatan benda uji yang digunakan kurang lama, hal ini dapat dilihat dengan benda uji yang digunakan dalam penelitian masih terlihat basah. Sehingga bahan peremaja yang digunakan belum bereaksi secara

menyeluruh terhadap benda uji yang digunakan.

4. Pada kadar bahan peremaja 8% dan 10% benda uji mengalami kerusakan sebelum dilakukan tes karakteristik marshall, hal ini disebabkan karena campuran aspal daur ulang dalam penelitian mengalami bleeding pada saat dilakukan pemeraman, sehingga benda uji pada kadar peremaja tersebut tidak dapat untuk dipadatkan.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, terdapat beberapa hal yang menyebabkan kurang maksimalnya dari hasil penelitian. Saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Dicoba menggunakan bahan selain oli bekas karena penggunaan oli bekas sebagai peremaja aspal daur ulang belum mampu mengembalikan resin aspal yang hilang di aspal daur ulang.
2. Bahan yang digunakan sebagai pengaktif bitumen dalam asbuton sebaiknya digunakan minyak ringan yang mempunyai titik didih lebih rendah dari minyak solar, contohnya minyak bensin dan pertamax.
3. Pada penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan variasi waktu pemeraman karena pada percobaan ini dengan waktu pemeraman yang sama belum dihasilkan stabilitas yang lebih baik.
4. Pada penelitian lebih lanjut sebaiknya penggunaan asbuton diperbanyak karena pada penelitian kali ini kadar asbuton 12% belum mengalami penurunan stabilitas
5. Perlu ditambahkan agregat baru dalam campuran aspal daur ulang, agar gradasi dalam campuran menjadi lebih baik sehingga meningkatkan gaya *interlocking* antar agregat pada campuran aspal daur ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, A. A., 2010. *Penggunaan Pertamax sebagai Modifier pada Lasbutag (Lapisan Aspal Buton Beragregat) untuk Perkerasan Jalan*. Naskah Publikasi
- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Kementerian Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (LASBUTAG)*, SNI 03-2852-1992

- Boentarto. 2003. *Panduan Praktis Tune Up Mesin Mobil, cetakan 1*. Jakarta : Kawan Pustaka
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*, No : 001 – 01 / BM / 2006
- Eka Ambarwati. 2010. *Kajian Kuat Tekan terhadap Karakteristik Aspal Beton pada Campuran Hangat dengan Modifikasi Agregat Baru-RAP dan Aspal Residu Oli*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret. Skripsi
- Iqbal, M. M., & Rizaldy, T. 2013. *Pengaruh Variasi Pencampuran Oli Bekas dan Waktu Pemeraman terhadap Stabilitas Campuran Aspal Daur Ulang*. Malang : Universitas Brawijaya. Skripsi
- Kasan, Muhammad. 2009. *Karakteristik Stabilitas dan Stabilitas Sisa Campuran Beton Aspal Daur Ulang*. Palu : Universitas Tadulako. Jurnal
- Meindiar Wikanta. 2010. *Karakteristik Marshall pada Aspal Beton Campuran Hangat dengan Modifikasi Agregat-RAP dan Aspal-Residu Oli*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret. Skripsi
- Nisfiannoor, Muhammad. 2009. *Pendekatan Statistika Modern untuk Ilmu Sosial*. Jakarta : Salemba Humanika
- Selamet Riyadi. 2007. *Pengaruh Campuran Bahan Bakar Minyak Kerosin dengan Minyak Pelumas dan Variasi Putaran Mesin terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel Kama*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret. Skripsi
- Santoso, Singgih. 2010. *Statistik Multivariat*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo
- Setiawan, Arief. 2011. *Studi Penggunaan Asbuton Butir terhadap Karakteristik Marshall Asphaltic Concrete Wearing Course Asbuton Campuran Hangat (AC-WC-ASB-H)*. Jurnal
- Suharto, Ign, Dkk, 2004. *Perekayasaan Metodologi Penelitian*. Yogyakarta : Andi Offset
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia
- Pusat Litbang PU. *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*, SNI 06-2489-1991
- Pusat Litbang PU. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) untuk Jalan Raya*, SNI 03-1737-1989
- Welly Pradipta. 2010. *Karakteristik Permeabilitas pada Aspal Beton Campuran Hangat untuk Campuran antara Agregat Baru - Reclaimed Asphalt Pavement dan Aspal-Residu Oli*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret. Skripsi
- Wignall, Arthur et al. 2003. *Proyek Jalan Teori dan Praktek*. Jakarta : Erlangga.
- Yitnosumarto, Suntoyo. 1993. *Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama