

PENGARUH OLI BEKAS DENGAN SOLAR, MINYAK TANAH DAN WAKTU PEMERAMAN PADA PERKERASAN DAUR ULANG

Alan Haryo, Bonifasius Raditya, Ludfi Djakfar, Hendi Bowoputro
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Abstrak

Perlunya inovasi dalam pemeliharaan jalan yang ramah lingkungan, pengolahan bahan tidak terpakai serta mengurangi pemakaian material baru maka digunakanlah perkerasan daur ulang yang dapat mengembalikan kekuatan perkerasan. Untuk mengembalikan kekuatan perkerasan daur ulang dibutuhkan peremaja. Peremaja yang digunakan yaitu oli bekas dan solar serta oli bekas dan minyak tanah dengan perbandingan oli bekas : solar dan oli bekas d: minyak tanah yang sama yaitu 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 100 : 0 dengan kadar peremaja yang dicampurkan 4% terhadap berat benda uji. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode grafik. Berdasarkan hasil dari metode tersebut solar dan minyak tanah tidak berpengaruh terhadap stabilitas benda uji. Perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut solar untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0, dengan pemeraman 6,8 hari, diperoleh nilai stabilitas optimum 131,92 kg. Sedangkan perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut minyak tanah untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0, dengan pemeraman 9 hari, diperoleh nilai stabilitas optimum 138,6 kg. Dari nilai stabilitas benda uji yang diperoleh, nilai stabilitas benda uji tidak memenuhi standar Laston maupun Latasir.

Kata Kunci : Oli Bekas, Perkerasan daur ulang, Stabilitas

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah infrastruktur utama masyarakat untuk melakukan pergerakan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan moda transportasi. Semakin berkembangnya jumlah pengguna jalan maka beban yang diterima jalan akan meningkat, dan mengakibatkan konstruksi jalan akan mengalami kerusakan.

Dalam UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menyatakan bahwa dana preservasi jalan digunakan khusus untuk kegiatan pemeliharaan, rehabilitasi, dan rekonstruksi jalan dan dana preservasi jalan dapat bersumber dari pengguna jalan dan pengelolaannya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

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 yang berbahaya apabila tidak dikelola adalah oli bekas kendaraan bermotor. Sampai saat ini masih sedikit pihak yang memanfaatkan limbah oli bekas kendaraan bermotor.

Muslim dan Rizaldi (2013) dalam penelitian yang telah dilakukan menyarankan pada penelitian selanjutnya untuk memberikan tambahan minyak ringan dalam meremajakan aspal daur ulang.

Penggunaan oli pada perkerasan daur ulang lebih efektif jika ditambahkan bahan pelarut. Karena bahan peremaja aspal yang berupa oli mempunyai viskositas yang tinggi sehingga sulit tercampur dengan merata. Penambahan bahan pelarut bertujuan agar viskositas bahan peremaja semakin kecil sehingga dapat menyebar merata pada agregat perkerasan daur ulang. Dalam penelitian ini bahan pelarut yang digunakan adalah solar dan minyak tanah.

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi jumlah limbah oli bekas

yang dapat mencemati lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui proporsi dan lama waktu pemeraman oli bekas dan solar serta oli bekas dan minyak tanah yang digunakan untuk mendapatkan stabilitas campuran perkerasan daur ulang yang optimum serta perbandingan antara nilai stabilitas rata-rata sampel hasil *core drill* sebelum pengerukan dengan nilai stabilitas maksimum benda uji hasil daur ulang.

2. KAJIAN PUSTAKA

Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur – unsur *asphathenes*, *resins* dan *oli*. Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing – masing agregat. (Walker, 1971).

Aspal merupakan senyawa hydrogen (H) dan carbon (C) yang terdiri dari *parafins*, *naptene*, dan *aromatics*. Bahan-bahan tersebut membentuk kelompok-kelompok yang disebut *Asphaltenese*, *Oils*, *Resins* (Suprpto Tm, 2004).

Campuran Aspal Cair (Cut Back Asphalt)

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Dengan demikian *cut back asphalt* berbentuk cair dalam temperatur ruang. Berdasarkan bahan pencairnya dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cair dapat dibedakan atas :

1) *Rapid Curing Cat Back Asphalt (RC-Asphalt)*

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bensin atau premium. RC merupakan cutback aspal paling cepat menguap.

2) *Medium Curing Cut Back Asphalt (MC-Asphalt)*

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan pencair yang lebih kental seperti minyak tanah.

3) *Slow Curing Cut Back Asphalt (SC-Asphalt)*

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan yang lebih kental seperti solar. Aspal jenis ini merupakan cutback aspal yang paling lama menguap. (Sukirman : 1999)

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)

Minyak Tanah

Minyak tanah adalah cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Dia diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150 °C and 275 °C (rantai karbon dari C12 sampai C15). Pada suatu waktu dia banyak digunakan dalam lampu minyak tanah tetapi sekarang utamanya digunakan sebagai bahan bakar mesin jet (lebih teknikal Avtur, Jet-A, Jet-B, JP-4 atau JP-8). Sebuah bentuk dari minyak tanah dikenal sebagai RP-1 dibakar dengan oksigen cair sebagai bahan bakar roket. Nama kerosene diturunkan dari bahasa Yunani *keros*.

Minyak Pelumas (Oli)

Berdasarkan jenis base oilnya minyak pelumas diklasifikasikan menjadi 2, yaitu:

1. Oli mineral

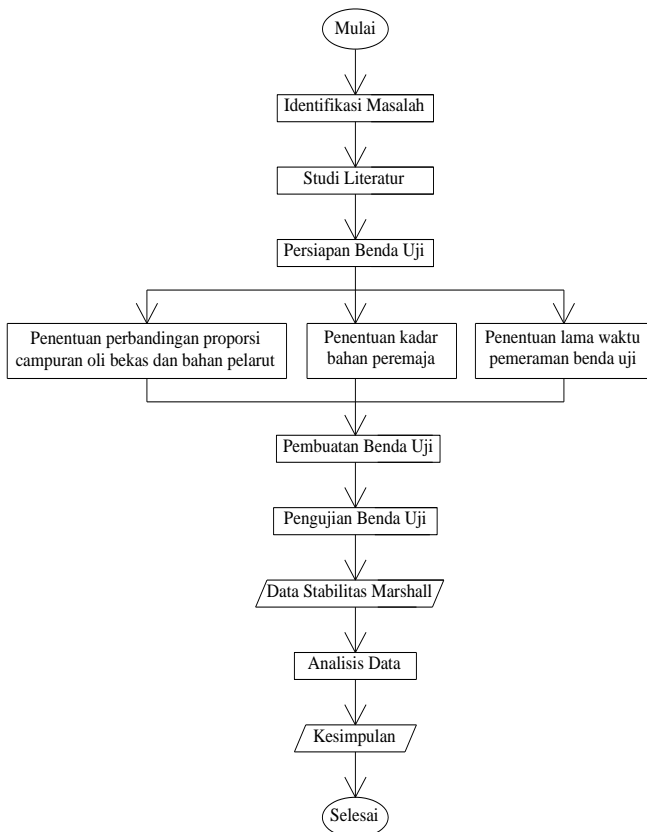
Oli mineral terbuat dari *crude oil* yang mengandung bahan hidro karbon dan paraffin yang cukup tinggi.

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.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

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%

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu perbandingan proporsi oli bekas dan solar serta oli bekas dan minyak tanah dengan perbandingan oli bekas : solar dan oli bekas d: minyak tanah yang sama yaitu 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, dan 100 : 0 dengan kadar peremaja yang dicampurkan 4% terhadap berat benda uji serta waktu pemeraman yaitu 1, 3, 5, 7, dan 9 hari. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu nilai stabilitas pengujian marshall.

Penentuan Jumlah Benda Uji

Tabel 1. Rancangan pembuatan benda uji

Perbandingan proporsi campuran oli bekas dan bahan pelarut	Waktu Pemeraman (hari)				
	1	3	5	7	9
0 : 100	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
25 : 75	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
50 : 50	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
75 : 25	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
100 : 0	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah

Pada penelitian ini digunakan prosentasi bahan peremaja sebesar 4% serta digunakan 2 bahan pelarut yaitu solar dan minyak tanah. Masing-masing benda uji sebanyak 60 benda uji, sehingga untuk keseluruhan dibutuhkan sebanyak 120 benda uji. Dengan rincian seperti pada tabel di atas

Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode grafik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Marshall

Tabel 2. Hasil Marshall Pelarut Solar

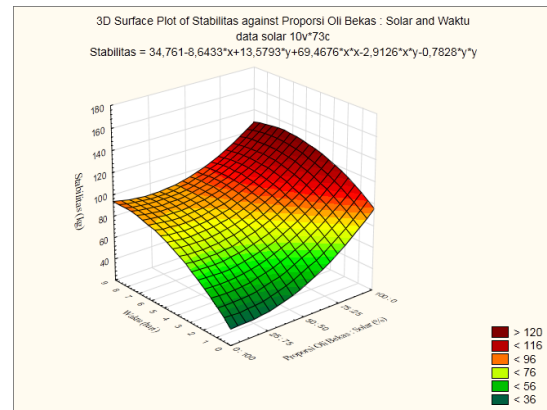
proporsi bahan peremaja	Waktu Pemeraman (hari)				
	1	3	5	7	9
0 : 100	55.610	55.610	88.976	100.098	88.976
	33.366	66.732	88.976	100.098	100.098
	33.366	88.976	122.342	66.732	77.854
25 : 75	55.610	66.732	100.098	77.854	100.098
	44.488	55.610	122.342	77.854	77.854
	66.732	44.488	66.732	88.976	77.854
50 : 50	66.732	66.732	111.220	88.976	88.976
	66.732	33.366	100.098	100.098	88.976
	44.488	66.732	88.976	100.098	55.610
75 : 25	100.098	77.854	88.976	88.976	133.464
	88.976	100.098	111.220	111.220	155.708
	66.732	88.976	100.098	133.464	133.464
100 : 0	88.976	100.098	111.220	166.830	122.342
	144.586	133.464	88.976	155.708	100.098
	111.220	122.342	177.952	166.830	100.098

Tabel 3. Hasil Marshall Pelarut Minyak Tanah

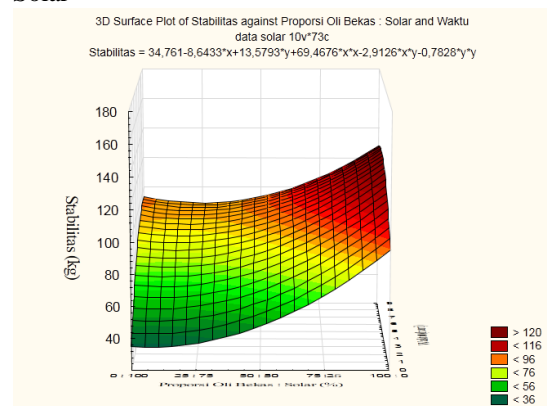
proporsi bahan peremaja	Waktu Pemeraman (hari)				
	1	3	5	7	9
0 : 100	rusak	122.342	133.464	100.098	88.976
	77.854	122.342	111.220	122.342	111.220
	44.488	55.610	155.708	122.342	77.854
25 : 75	77.854	111.220	122.342	100.098	144.586
	100.098	111.220	111.220	100.098	111.220
	100.098	66.732	144.586	111.220	111.220
50 : 50	66.732	177.952	111.220	122.342	100.098
	55.610	88.976	100.098	111.220	122.342
	88.976	122.342	155.708	100.098	133.464
75 : 25	66.732	100.098	122.342	144.586	144.586
	88.976	88.976	144.586	111.220	155.708
	122.342	111.220	144.586	122.342	133.464
100 : 0	100.098	122.342	100.098	133.464	122.342
	133.464	111.220	111.220	166.830	166.830
	122.342	100.098	100.098	111.220	144.586

Analisa Hubungan Antar Variabel

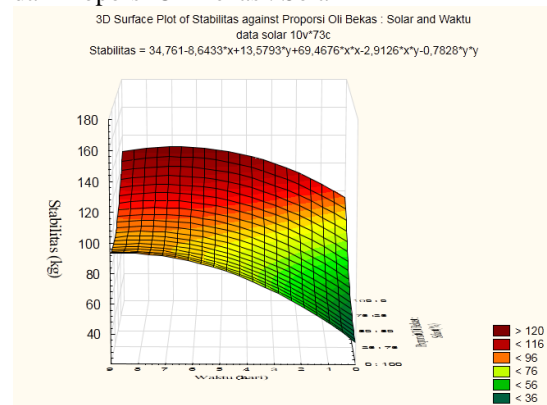
Pada metode ini, digunakan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara ketiga variabel, yaitu nilai stabilitas, variasi kadar oli bekas, dan proporsi oli bekas dengan solar atau minyak tanah. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui hubungan ketiga variabel secara langsung. Pada grafik ini terdapat 3 sumbu, yaitu sumbu X, Y, dan Z. sumbu X menunjukkan proporsi oli bekas dengan solar atau minyak tanah, sumbu Y menunjukkan waktu pemeraman, dan sumbu Z menunjukkan nilai stabilitas.



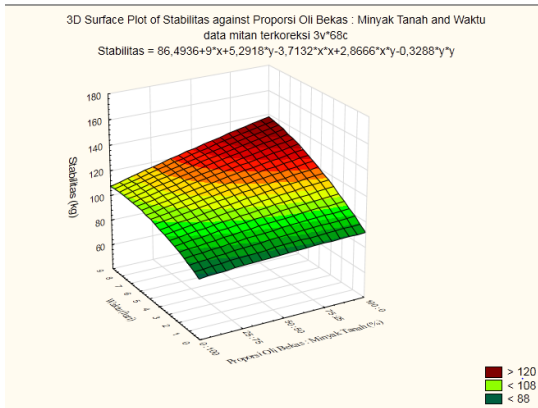
Gambar 2. Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Solar



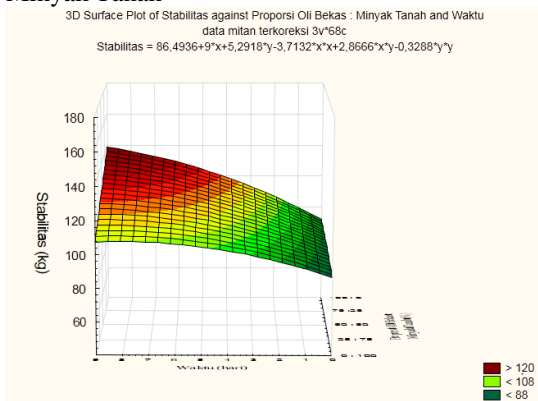
Gambar 3. Tampilan Sisi Z-Y Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Solar



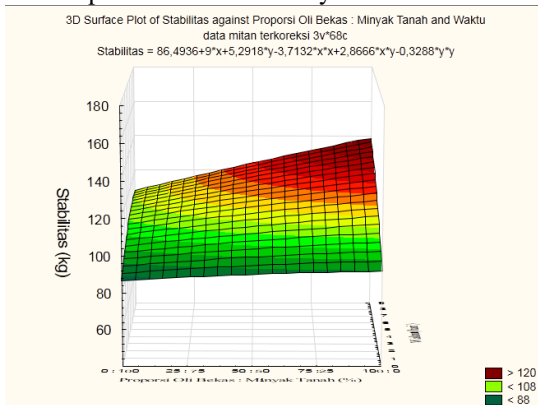
Gambar 4. Tampilan Sisi Z-X Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Solar



Gambar 5. Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Minyak Tanah



Gambar 6. Tampilan Sisi Z-Y Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Minyak Tanah



Gambar 7. Tampilan Sisi Z-X Grafik 3D Hubungan Nilai Stabilitas terhadap Waktu Peram dan Proporsi Oli Bekas : Minyak Tanah

Perhitungan Kadar Oli Bekas dan Waktu Peram Optimum

Untuk menghitung proporsi dan waktu pemeraman yang menghasilkan nilai stabilitas yang optimum pada penelitian ini, digunakan persamaan dari metode grafik tiga dimensi, pada proporsi oli bekas : solar digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Stabilitas = 34,761 - 8,6433x + 13,5793y + 69,4676x^2 - 2,9126xy - 0,7828y^2$$

Keterangan :

Stabilitas: Nilai stabilitas benda uji (Kg)

Y : Waktu pemeraman (Hari)

X : Proporsi bahan peremaja

Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai stabilitas optimum adalah pada proporsi 100 : 0 dan waktu pemeraman 6,8 hari dengan nilai stabilitas 131,9 kg.

Pada proporsi oli bekas : minyak tanah digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Stabilitas = 86,4936 + 9x + 5,2918y + 3,7132x^2 - 2,8666xy - 0,3288y^2$$

Keterangan :

Stabilitas: Nilai stabilitas benda uji (Kg)

Y : Waktu pemeraman (Hari)

X : Proporsi bahan peremaja

Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai stabilitas optimum adalah pada proporsi 100 : 0 dan waktu pemeraman 9 hari dengan nilai stabilitas 138,6 kg.

Perbandingan Nilai Karakteristik Marshall Hasil Core Drill Sebelum Pengerukan dan Nilai Stabilitas Maksimum Benda Uji Hasil Daur Ulang

Dari hasil perhitungan stabilitas terkoreksi yang telah diperoleh, dapat dihitung nilai stabilitas rata-rata tiap proporsinya dan dibandingkan dengan nilai stabilitas rata-rata sampel hasil *core drill*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan atau penurunan yang terjadi sebelum dan sesudah dilakukan penambahan kadar bahan peremaja. Dari data hasil penelitian didapat nilai stabilitas rata-rata pada proporsi peremaja solar paling optimum (100 : 0) adalah 166,83 kg. Sedangkan dari data hasil *core drill*, nilai stabilitas rata-rata 10 sampel adalah 938 kg. Dari kedua nilai tersebut, penurunan yang terjadi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned} \text{penurunan} &= \frac{938 - 166,83}{938} \times 100\% \\ &= 82,21\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh bahwa perbandingan nilai stabilitas benda uji dengan nilai stabilitas hasil *core drill* mengalami penurunan sebesar 82,21%. Dan dari data hasil penelitian didapat nilai stabilitas rata-rata pada proporsi peremaja minyak tanah paling optimum (100 : 0) adalah 144,58 kg.

$$\begin{aligned} \text{penurunan} &= \frac{938 - 144,58}{938} \times 100\% \\ &= 84,58\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh bahwa perbandingan nilai stabilitas benda uji dengan nilai stabilitas hasil *core drill* mengalami penurunan sebesar 84,58%.

Pembahasan Nilai Stabilitas Benda Uji

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, nilai stabilitas terkoreksi dari seluruh benda uji tidak ada yang memenuhi standar nilai stabilitas untuk lapis beton aspal (LASTON). Ada alternatif lain yaitu digunakan untuk lapis tipis aspal pasir (LATASIR).

LATASIR adalah lapis penutup permukaan jalan yang terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan. Pada umumnya digunakan untuk perencanaan jalan dengan lalu lintas tidak terlalu tinggi, tetapi dapat pula digunakan untuk pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan sementara pada lalu lintas yang lebih tinggi.

Beberapa hasil perhitungan data hasil penelitian terdapat beberapa nilai VMA, VIM, VFB, dan MQ yang memenuhi standar Revisi SNI 03-1737-1989 untuk LATASIR. Akan tetapi nilai stabilitas tidak memenuhi standart LATASIR, sehingga hasil penelitian ini tidak dapat diaplikasikan di lapangan sebagai pengganti lapis tipis aspal pasir. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya:

- a) Resin adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. (Silvia Sukirman, 2007). Berkurangnya kualitas bahan penyusun aspal daur ulang yang berupa resin menyebabkan berkurangnya daya ikat antar agregat yang mengakibatkan turunya nilai stabilitas dari benda uji.
- b) Tidak masuknya gradasi benda uji yang digunakan untuk benda uji pada zona yang disyaratkan pada SNI 03-1737-1989 sehingga agregat yang digunakan tidak mengikat dengan baik antara satu dengan yang lainnya.
- c) Kurangnya waktu pemeraman, hal ini terlihat pada saat pembuatan benda uji masih terlihat basah karena bahan peremaja belum bereaksi secara menyeluruh dan pada bahan pelarut solar pada waktu pemeraman terakhir nilai stabilitas belum mengalami penurunan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis data yang telah dilakukan, pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut solar untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0 diperoleh nilai stabilitas optimum 131,92 kg. Sedangkan perbandingan proporsi bahan peremaja dengan bahan pelarut minyak tanah untuk mendapatkan nilai stabilitas optimum perkerasan daur ulang adalah 100 : 0, diperoleh nilai stabilitas optimum 138,6 kg. Dari hasil diatas, stabilitas dengan bahan pelarut minyak tanah lebih tinggi dibandingkan pelarut solar dikarenakan titik didih minyak tanah lebih rendah dibandingkan solar. Selain itu dalam *cut back asphalt* minyak tanah termasuk dalam *Medium Curing* dan solar

termasuk dalam *Slow Curing*. Titik didih yang lebih rendah menyebabkan bahan pelarut lebih cepat menguap pada waktu pemeraman sehingga tidak terjadi bleding pada saat pengujian benda uji.

- 2) Lama waktu pemeraman optimum untuk campuran oli bekas : solar adalah 6,8 hari sedangkan lama waktu pemeraman optimum untuk campuran oli bekas : minyak tanah adalah 9 hari. Dengan pelarut minyak tanah nilai stabilitas akan meningkat dengan bertambahnya waktu pemeraman yang memperlihatkan tidak adanya penurunan nilai stabilitas sampai batas akhir waktu pemeraman.
- 3) Nilai stabilitas hasil penelitian dengan pelarut solar dibandingkan dengan nilai stabilitas hasil *core drill*, mengalami penurunan drastis hingga 82,21 % yang diperoleh dari rata-rata pada proporsi peremaja solar paling optimum (100 : 0) adalah 166,83 kg dibandingkan dengan nilai rata-rata nilai stabilitas *core drill* sebesar 938 kg. Sedangkan nilai stabilitas hasil penelitian dengan pelarut minyak tanah dibandingkan dengan nilai stabilitas hasil *core drill*, mengalami penurunan drastis hingga 85,58 % yang diperoleh dari rata-rata pada proporsi peremaja minyak tanah paling optimum (100 : 0) adalah 144,58 kg dibandingkan dengan nilai rata-rata nilai stabilitas *core drill* sebesar 938 kg. Karena penurunan nilai stabilitas yang terlampaui jauh dari hasil *core drill* dan membutuhkan waktu pemeraman yang lama maka aspal daur ulang ini tidak dapat digunakan di tempat awal pengerukan. Aspal daur ulang ini dapat digunakan di tempat lain sebagai penambal lapisan non struktural.

Saran

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

- 1) Penggunaan bahan pelarut sebaiknya menggunakan medium curing karena nilai stabilitas yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan bahan pelarut *slow curing*. Bisa juga dicoba menggunakan *rapid curing* yang memungkinkan untuk membuat nilai stabilitas semakin tinggi.
- 2) Perlunya penambahan waktu pemeraman untuk bahan pelarut minyak tanah yang terlihat dengan tidak adanya penurunan nilai stabilitas sampai batas akhir waktu pemeraman pada grafik stabilitas.
- 3) Perlu penambahan bahan pengikat pengganti resin yang bertujuan untuk memberi sifat adesi pada aspal dan juga penambahan agregat pada aspal daur ulang untuk memperbaiki gradasi karena dengan tidak masuknya gradasi benda uji yang digunakan pada zona yang disyaratkan SNI 03-1737-1989 maka agregat tidak akan mengikat dengan baik antara satu dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alik Ansyori. 2010. *Penggunaan Pertamax Sebagai Modifier Pada Lasbutag (Lapisan Aspal Buton Beragregat) Untuk Perkerasan Jalan*. Malang : Universitas Muhammadiyah. Jurnal
- Anonim. 2007. *Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan II (Perkerasan Jalan Raya)*. Malang: Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Universitas Brawijaya.
- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Kementerian Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall SNI 06-2489-1991*.

- Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Kementerian Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (LASBUTAG)*, SNI 03-2852-92.
- 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
- Epps J. A., Little D. N and Holmgreen R. J. 1980. *Guidelines for Recycling Pavement Materials*. Transportation Research Board. Washington D. C.
- Janie, Dyah Nirmala Arum. 2012. *Statistik Deskriptif & Regresi Linier Berganda dengan SPSS*. Semarang niversity Press : Semarang.
- Kasan, Muhammad. 2009. *Karakterisitk Stabilitas dan Stabilitas Sisa Campuran Beton Aspal Daur Ulang*. Palu : Universitas Tadulako. Jurnal
- Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. 2013. *Rescycling Teknologi Daur Ulang Perkerasan Jalan*, (Online). ([http:// balitbang.pu.go.id /recycling -teknologi-daur-ulang-perkerasan-jalan.balitbang.pu.go.id](http://balitbang.pu.go.id/recycling-teknologi-daur-ulang-perkerasan-jalan.balitbang.pu.go.id), diakses pada 21 Oktober 2013)
- Krebs, R.D dan Walker , R.D. 1971. *Highway Materials*. McGraw-Hill Book Company. New York, USA.
- Muhammad Iqbal dan Taqwa Rizaldi. 2013. *Pengaruh variasi Pencampuran Oli Bekas dan Waktu Pemeraman Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Daur Ulang*. Malang : Universitas Brawijaya. Skripsi
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. 1999.
- Revisi SNI 03-1737-1989. *Pedoman Tentang "Pelaksanaan lapis campuran beraspal panas" adalah pengganti dari SNI 03-1737-1989, Tata cara pelaksanaan laapis aspal beton (LASTON) untuk jalan raya*: Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova Indonesia
- Suprpto, T.M. 2004. *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 2002. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Universitas Gunadarma. Jakarta
- Tjahjono Sindhu Wibowo. 1997. *Studi Perbandingan di Laboratorium tentang Daur Ulang Laston Bekas Jalan Tol Surabaya-Gempol dengan Minyak Berat Bahan Remaja Flux Oil dan Bunker Oil*. Surabaya : Universitas Kristen Petra. Skripsi.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*