

KAJIAN PENGARUH SUHU PERMUKAAN JALAN TERHADAP KEKUATAN GESER TACK COAT PADA PERKERASAN LENTUR

Wellem Toad

Pasca Sarjana Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Joice E, Waani

Dosen Pasca Sarjana Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Pada pekerjaan overlay, lapis perekat atau tack coat diberikan terlebih dahulu pada perkerasan lama kemudian dilapisi dengan lapis perkerasan baru. Fungsi dari tack coat ini yaitu untuk menahan gaya geser yang terjadi diantara lapis perkerasan akibat beban kendaraan di atasnya. Kuat geser dari tack coat dipengaruhi oleh cara pemberian, perbandingan aspal dan bahan pengencer, besar takaran, kondisi permukaan perkerasan lama, curing time dan suhu permukaan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan curing time dan kuat geser tack coat terhadap variasi suhu permukaan jalan, setting time dari setiap suhu permukaan jalan dan curing time dari kuat geser maksimum. Metodologi yang digunakan yakni metode eksperimental laboratorium. Larutan tack coat dibuat dengan perbandingan 30 pph, takarannya 0,25 ltr/m², curing time 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit, 120 menit dan 135 menit dan variasi suhu yaitu 20⁰C, 30⁰C, 40⁰C, 50⁰C dan 60⁰C. Alat yang digunakan untuk mengukur kuat geser tack coat yakni alat uji geser langsung yang telah dimodifikasi. Hasil penelitian didapatkan : Hubungan curing time dan kuat geser yakni kuat geser meningkat sejalan dengan lamanya curing time sampai batas tertentu, curing time yang lebih lama menyebabkan kuat geser menurun, hubungan ini dalam gambar berbentuk seperti parabola terbalik; Setting time untuk setiap variasi suhu berbeda, setting time terlama terjadi pada suhu 60⁰C yakni pada curing time 30 menit sampai 146 menit; Kuat geser maksimum terjadi pada suhu 60⁰C yaitu 5,48 Kg/cm² pada curing time 90 menit.

Kata kunci : tack coat, laston AC – WC, aspal pen 60/70, kuat geser.curing time, seting time.

ABSTRACT

On the overlay work, adhesive or tack coat layer is given in advance to the existing pavement and then be coated with a new pavement layer. The function of tack coat is to withstand shear forces occurring between the pavement due to vehicle load. The shear strength of tack coat is influenced by the way of administration, comparison of bitumen and diluent, dose size, the existing pavement surface conditions, curing time and temperature of the road surface. This study aims to determine how the relationship between curing time and shear strength tack coat to the road surface temperature variations, setting time of each road surface temperature and curing time of maximum shear strength. The methodology used is laboratory experimental methods. Solution of tack coat is made with 30 p.p.h, measuring 0.25 ltr / m², curing time 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes, 75 minutes, 90 minutes, 105 minutes, 120 minutes and 135 minutes and the temperature variation of 20 C, 30 C, 40 C, 50 C and 60 C. The tools used to measure the shear strength tack coat the direct shear test tool that has been modified. The result showed: the relationship curing time and the shear strength shear strength increases with the length of time Curin to a certain extent, curing time is longer causes shear strength decreases, this relationship in the image shaped like inverted parabola; Setting time for each different temperature variations, the longest setting time occurs at a temperature of 60 ° C which is the curing time from 30 minutes to 146 minutes; The maximum shear strength occurs at a temperature of 60 C is 5.48 KG / cm² on the curing time of 90 minutes.

Keywords: tack coat, laston AC - WC, 60/70 pen asphalt, shear strength, curing time, setting time.

PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan jalan dibuat supaya dapat melayani pengguna jalan, dimana pengguna jalan dapat merasa nyaman, aman dan lancar dalam berlalu lintas. Konstruksi perkerasan jalan ini akan menurun kinerjanya setelah umur rencana dilampaui atau adanya peningkatan arus lalu lintas yang sangat besar yang tidak sesuai dengan rencana awal. Untuk meningkatkan kinerja jalan salah satu cara yaitu melakukan overlay atau pelapisan tambahan.

Pada pekerjaan overlay tack coat harus diberikan secara merata diatas permukaan perkerasan lama, lalu didiamkan beberapa saat untuk memberikan waktu agar bahan pengencer yang terdapat didalam cutback aspal atau aspal emulsi menguap. Lamanya waktu dimana bahan pengencer ini mulai menguap dikenal dengan istilah setting time atau kadang kala disebut juga curing time (Rumkita dan Yamin 2006).

Penguapan bahan pengencer pada tack coat dipengaruhi oleh suhu permukaan jalan, semakin

tinggi suhu permukaan jalan semakin cepat bahan pengencer menguap, sebaliknya semakin rendah suhu permukaan jalan semakin lama bahan pengencer menguap.

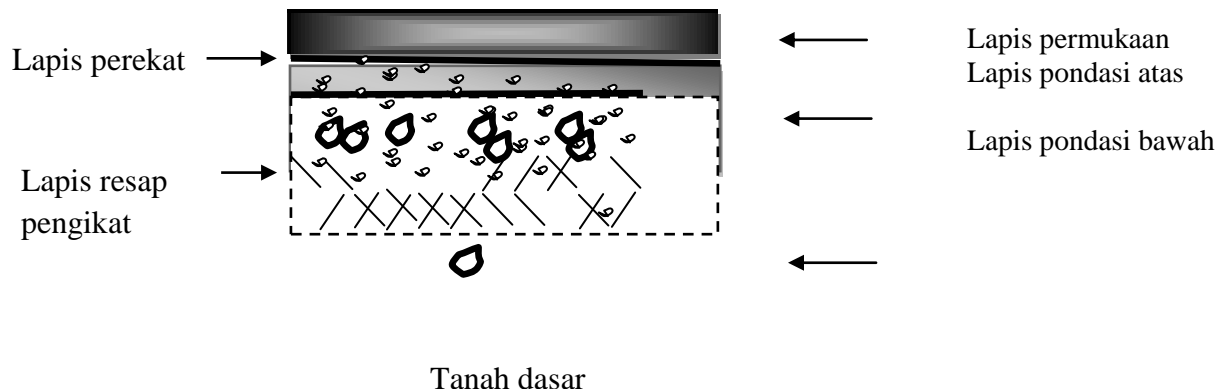
Permasalahan yang sering didapati dilapangan kuat geser lapis perkerasan yang dilapisi tack coat tergantung dari campuran tack coat dan pelaksanaan penghamparan tack coat di lapangan (suhu, curing time).

Sejauh ini belum ada standar untuk pengujian suhu permukaan jalan terhadap tack coat baik dari peralatannya maupun besar tegangan geser yang disyaratkan. Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka penulis ingin melakukan penelitian tentang

TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur dibuat secara berlapis terdiri dari elemen perkerasan: lapis pondasi bawah (sub base course), lapis



Gambar 1. Struktur Lapis Perkerasan Lentur

pondasiatas (base course), lapis permukaan dan tanah dasar, diantara lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas terdapat lapis resap pengikat dan diantara lapis pondasi atas dan lapis permukaan terdapat lapis perekat, jelasnya lihat Gambar 1.

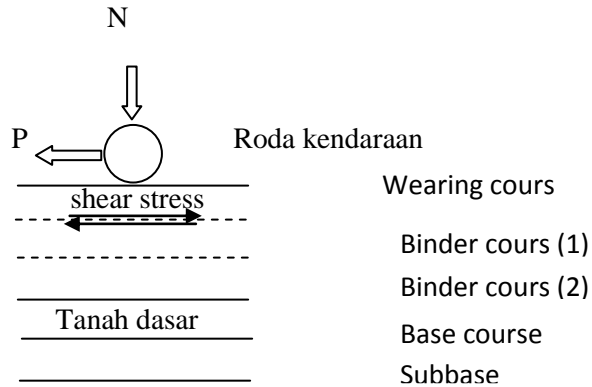
Tegangan Geser Pada Perkerasan Jalan

Pada konstruksi jalan yang sudah berkurang kinerjanya perlu ditingkatkan dengan melakukan

overlay atau pelapisan tambahan. Tetapi sebelum overlay dilakukan, perkerasan lama dilapisi terlebih dahulu dengan suatu lapis perekat atau tack coat.

Tack coat akan memberikan daya ikat antara lapis perkerasan lama dan lapis perkerasan baru membentuk satu kesatuan lapis perkerasan. Daya ikat ini diperlukan untuk menahan tegangan geser yang terjadi antara lapisan perkerasan lama dan lapisan perkerasan baru akibat adanya beban kendaraan yang lewat di atas lapis perkerasan

yang melakukan percepatan atau perlambatan. Kekuatan geser diartikan sebagai daya ikat antar lapis perkerasan.



Gambar 2. Tegangan geser diantara lapis perkerasan

gaya geser dari beban kendaraan yang bekerja di atasnya. (Afrilianto, 2007)

Asumsi dari model perkerasan yang menerima beban kendaraan yang lewat di atas lapis perkerasan dapat digambarkan seperti pada Gambar 2. Dimana N = berat kendaraan, P = gaya geser dan tegangan geser terjadi diantara lapis-lapis perkerasan jalan seperti pada antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya.

Tack Coat

Secara umum *tack coat* adalah suatu lapisan perekat tipis yang disebar di antara lapisan perkerasan aspal lama dan perkerasan aspal baru atau diantara perkerasan komposit. *Tack Coat* adalah pelaburan aspal cair yang cepat menguap diatas lapisan perkerasan lama yang sudah beraspal (Afrilianto, 2007). *Tack Coat* adalah lapisan tipis aspal yang memberikan daya rekat sekaligus memberikan kekuatan diantara lapisan perkerasan lama dengan lapisan perkerasan baru. *Tack coat* dapat terbentuk dari bahan aspal emulsi jenis *Rapid Setting* dengan bahan pengencer air dan pelarut atau dari bahan aspal cair (*cutback aspal*) dengan bahan pengencer (*solvent*) yang mudah menguap.

Besaran sebaran takaran *tack coat* bergantung pada kondisi permukaan konstruksi jalan lama (*existing*), mulai dari $0,15 - 0,35 \text{ l/m}^2$ dengan temperature $110 \pm 10^\circ\text{C}$. Lapisan *tack*

coat berfungsi sebagai lapisan perekat antara lapisan perkerasan lama dengan lapisan perkerasan baru sehingga memberikan daya rekat yang kuat. Pelaburan *tack coat* dilakukan dengan menggunakan aspal distributor atau aspal *sprayer* dengan mengatur posisi *nozzle* dan ketinggian tongkat *nozzle* sedemikian rupa sehingga laburan *tack coat* akan merata sesuai dengan takaran sebaran yang disyaratkan.

Lapisan *tack coat* harus didiamkan beberapa saat untuk memberikan waktu agar bahan pengencer (minyak atau air) yang terdapat dalam cutback aspal atau aspal emulsi menguap. Lamanya waktu dimana bahan pengencer ini mulai menguap (tergantung dari kondisi cuaca) dikenal dengan istilah *setting time* atau kadangkala disebut dengan *curing time*. Tahanan geser yang dihasilkan oleh *tack coat* terhadap lapis beraspal akan meningkat sejalan dengan lamanya *curing time* sampai dengan batas waktu tertentu. *Curing time* yang lebih lama akan menurunkan tahanan geser yang dihasilkan, kecenderungan ini terjadi karena penguapan minyak yang terdapat didalam *cutback* aspal yang menyebabkan perubahan viskositas sehingga aspal menjadi lebih keras. Bila *curing time* dilakukan terlalu singkat hal ini juga menurunkan tahanan geser karena minyak yang ada didalam *cutback* aspal memberikan ikatan yang lemah antara *interface* lapisan (Rumkita dan Yamin, 2006).

METODOLOGI

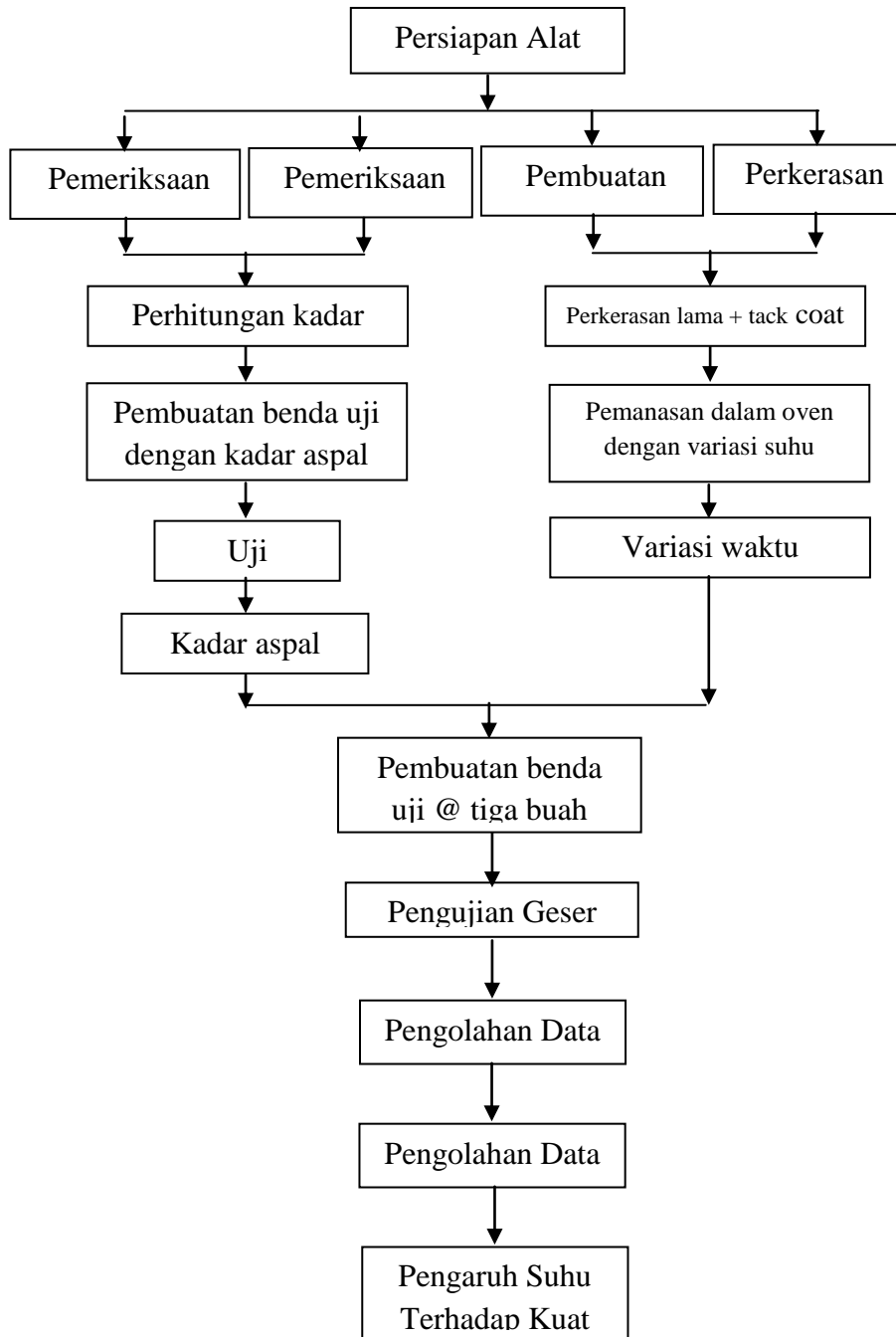
Metodologi penelitian pada tulisan ini berdasarkan pada pendekatan laboratorium dengan melakukan percobaan – percobaan kemudian dianalisis dengan menggunakan batasan nilai kuat geser dari pengujian yang sudah ada antara perkerasan lama dan perkerasan baru yang mengacu pada peraturan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan.

Berdasarkan metode penelitian maka urutan kegiatan penelitian sebagai berikut :

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pengujian sifat-sifat fisik material (aspal dan agregat)
3. Persiapan perkerasan lama, dibuat di laboratorium kemudian dipanaskan didalam oven pada suhu 85°C selama lima hari.
4. Pembuatan *tack coat* (30 pph)

5. Pembuatan rencana campuran beraspal dengan metode Marshall yang mengacu pada persyaratan Bina Marga tentang campuran Laston AC – WC.

6. Pembuatan benda uji dengan variasi suhu permukaan perkerasan lama



Gambar 3. Bagan Alir Tahapan Penelitian

yang telah dilapisi tack coat dan variasi waktu.

7. Pengujian kekuatan geser antara perkerasan lama dan baru yang telah dilapisi tack coat.
8. Analisa data.

Data hasil pengujian didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Manado.

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan sesuai dengan standar pemeriksaan di laboratorium dengan jenis pemeriksaan meliputi abrasi, kelekatan terhadap aspal, berat jenis dan penyerapan. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada table 1 untuk agregat kasar dan table 2 untuk agregat halus.

Table 1 hasil pemeriksaan agregat kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Persyaratan	Standart pengujian
1	Keausan	%	23,12	<40	SNI 03 2417 1991
2	Kelekatan terhadap aspal	%	>95	>95	PB 0205 76
3	Berat jenis bulk	gr/cc	2,492	>2,5	PB 0202 76
4	Berat jenis SSD	gr/cc	2,515	>2,5	PB 0202 76
5	Berat jenis apparent	gr/cc	2,551	>2,5	PB 0202 76
6	Penyerapan	%	0,928	<3	PB 0202 76

Table 2 hasil pemeriksaan agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Persyaratan	Standart pengujian
1	Keausan	%		<40	SNI 03 2417 1991
2	Kelekatan terhadap aspal	%		>95	PB 0205 76
3	Berat jenis bulk	gr/cc	2,448	>2,5	SK SNI M 10 1989 F
4	Berat jenis SSD	gr/cc	2,474	>2,5	SK SNI M 10 1989 F
5	Berat jenis apparent	gr/cc	2,514	>2,5	SK SNI M 10 1989 F
6	Penyerapan	%	1,086	<3	SK SNI M 10 1989 F

Hasil Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan karakteristik aspal meliputi beberapa jenis pemeriksaan antara lain : penetrasi, titik lembek, titik nyala, daktilitas,

berat jenis, kelarutan dalam CCL₄ dan kehilangan berat. Pemeriksaan karakteristik aspal ini sesuai dengan standar pemeriksaan di laboratorium. Hasilnya dapat dilihat pada table 3

Table 3 Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Persyaratan		Standar Pengujian
				Minimum	Maksimum	
1	Penetrasi	0,1 mm	62,8	60	79	AASHTO 49 68
2	Titik lembek	⁰ C	53	48	58	SNI M 20 1990 F
3	Titik nyala	⁰ C	228	200		AASHTO T 48 74
4	Daktilitas	Cm	150	100		AASHTO 51 74
5	Berat jenis		1,031	1		PA 03 07 75
6	Kelarutan CCL 4 dalam	Persen	99,32	99		PA 0305 76
7	Kehilangan berat	persen	0,4		0,4	SNI M 29 1990 F

Benda Uji

Benda uji dibuat tiga lapisan , yaitu lapisan perkerasan lama, lapisan perekat (tack coat) dan lapisan perkerasan baru (overlay). Lapisan perkerasan lama dan lapisan perkerasan baru (overlay) dibuat dengan menggunakan agregat sesuai dengan spesifikasi bahan untuk laston AC – WC , dengan menggunakan bahan pengikat aspal pen 60/70. Campuran beraspal dibuat dengan kadar aspal optimum campuran yaitu sebesar 6,1% terhadap berat total campuran. Lapis perkerasan lama dibuat di laboratorium kemudian dimasukkan kedalam oven pada suhu 85⁰C selama lima hari.

Jenis tack coat yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis aspal cair yang dibuat dari aspal pen 60/70 yang dicampur dengan minyak tanah. Banyaknya penggunaan tack coat untuk setiap benda uji sama besar yaitu 2 gram. Tack coat dilaburkan pada setiap benda uji perkerasan lama dan dimasukkan ke dalam oven sesuai suhu pengujian yaitu : 20⁰C, 30⁰C, 40⁰C, 50⁰C dan 60⁰C. lamanya benda uji dalam oven sesuai



Gambar 5 Alat Uji Geser Langsung

waktu pengujian yaitu : 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit, 120 menit dan 135 menit. setelah benda uji dipanaskan dalam oven sesuai waktu pengujian, benda uji dikeluarkan kemudian dilapisi dengan lapis perkerasan baru (overlay) kemudian ditumbuk sebanyak 75 kali. Setelah dingin benda uji dikeluarkan dari cetakan dan siap diuji kuat gesernya.

Pengujian Kuat Geser

Pengujian kuat geser *tack coat* dilakukan dengan menggunakan alat geser langsung yang dimodifikasi seperti pada Gambar 5. Benda uji diletakkan pada dudukan kotak geser serta terpasang dengan baik, kemudian berikan beban normal (N) sebesar 20 kg di atas benda uji dan atur cincin penguji (*proving ring*) pada kondisi bacaan nol. Setelah semua telah terpasang dengan benar maka kotak geser di geser dengan cara manual, dimana kecepatan geser ± 10 mm/menit. Pembacaan kuat geser *tack coat*

dibaca pada saat benda uji sudah tidak memberikan perlawanan geser yang ditunjukkan dengan berhentinya jarum pada cincin penguji. Data pengujian dapat dilihat pada table 5.

(N) sebesar 20 kg di atas benda uji dan atur cincin penguji (*proving ring*) pada kondisi bacaan nol. Setelah semua telah terpasang dengan benar maka kotak geser di geser dengan cara manual, dimana kecepatan geser ± 10 mm/menit. Pembacaan kuat geser *tack coat* dibaca pada saat benda uji sudah tidak

memberikan perlawanan geser yang ditunjukkan dengan berhentinya jarum pada cincin penguji. Data pengujian dapat dilihat pada table 5.

Table 5.Hasil Pengujian Kuat Geser

Suhu (°C)	Curing Time (menit)	Kuat geser (kg/cm ²)
20	30	3,63
	45	4,01
	60	4,36
	75	4,79
	90	5,03
	105	5,29
	120	4,62
	135	4,25
30	30	3,70
	45	4,19
	60	4,49
	75	4,79
	90	5,16
	105	4,88
	120	4,62
	135	4,21
40	30	3,56
	45	3,87
	60	4,25
	75	4,43
	90	4,97
	105	4,54
	120	4,41
	135	3,93

Table 5.Hasil Pengujian Kuat Geser (sambungan)

Suhu (°C)	Curing Time (menit)	Kuat geser (kg/cm ²)	
50	30	3,95	
	45	4,02	
	60	4,62	
	75	5,03	
	90	4,78	
	105	4,56	
	120	4,32	
	135	4,21	
	60	30	4,29
		45	4,93
		60	5,08
		75	5,29
90		5,48	
105		5,10	
120		4,79	
135		4,51	

PEMBAHASAN

Agregat

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat yang meliputi abrasi, kelekatan terhadap aspal, berat jenis dan penyerapan semuanya memenuhi syarat seperti yang terdapat dalam table 1 dan 2.

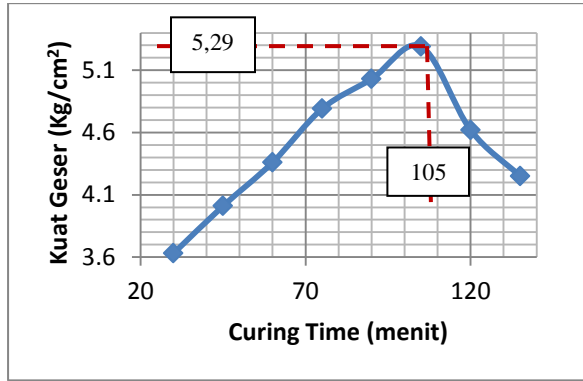
Aspal

Hasil pemeriksaan karakteristik aspal yang meliputi penetrasi, titik lembek, titik nyala, daktalitas, berat jenis, kelarutan dalam CCL₄ dan kehilangan berat semuanya memenuhi syarat seperti yang terdapat dalam table 3.

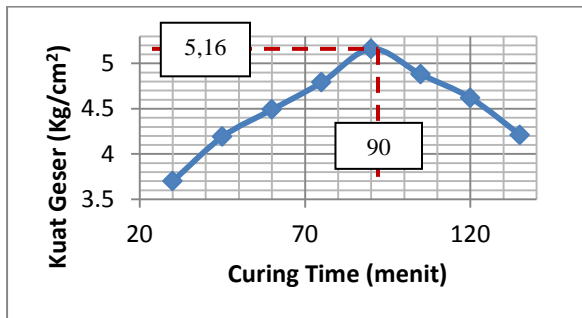
Kuat Geser

Uji geser yang dilakukan untuk masing – masing suhu didapatkan kuat geser (Kg/Cm²), selanjutnya dibuat grafik hubungan antara curing time dan kuat geser. (gambar 6, 7, 8, 9 dan 10).

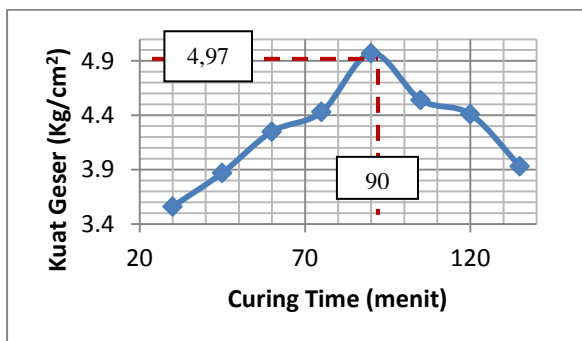
Grafik hubungan antara curing time dan kuat geser berbentuk seperti parabola terbalik dan kuat geser maksimum berada dipuncaknya. Untuk suhu 20°C kuat geser maksimum adalah 5,29 Kg/Cm² pada curing time 105 menit (gambar 6). Untuk suhu 30°C



Gambar 6. Hubungan Curing Time dan Kuat Geser Pada Suhu 20°C



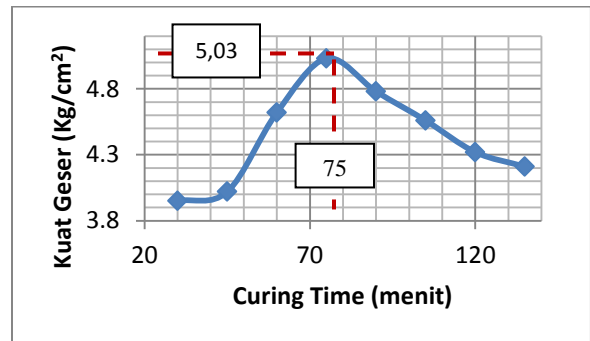
Gambar 7. Hubungan Curing Time Dan Kuat Geser Pada Suhu 30°C



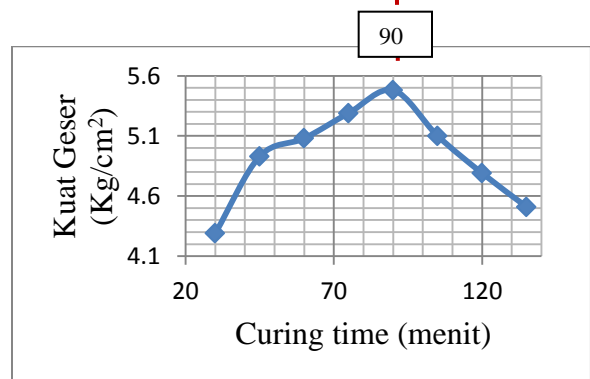
Gambar 8. Hubungan Curing Time Dan Kuat Geser Pada Suhu 40°C

kuat geser maksimum 5,16 Kg/Cm² pada curing time 90 menit (gambar 7). Untuk suhu 40°C kuat geser maksimum 4,97 Kg/Cm² pada curing time 90 menit (gambar 8). Untuk suhu 50°C kuat geser maksimum 5,03 Kg/Cm² pada curing time 75 menit (gambar 9). Untuk maksimum 5,48 Kg/Cm² pada curing time 90 menit (gambar

10). Selanjutnya dapat ditentukan setting



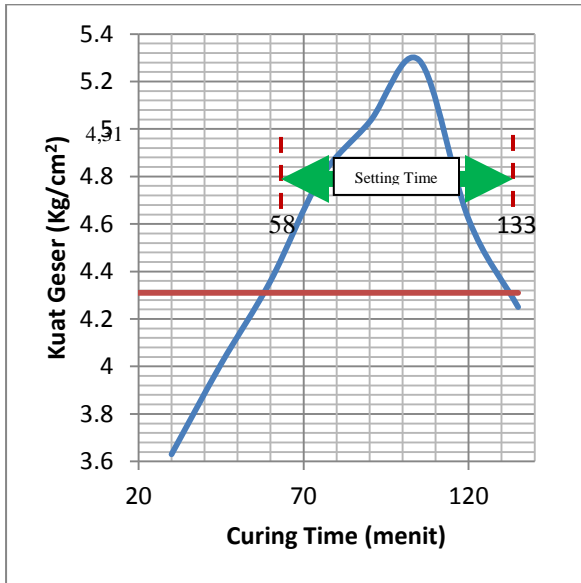
Gambar 9. Hubungan Curing Time Dan Kuat Geser Pada Suhu 50°C



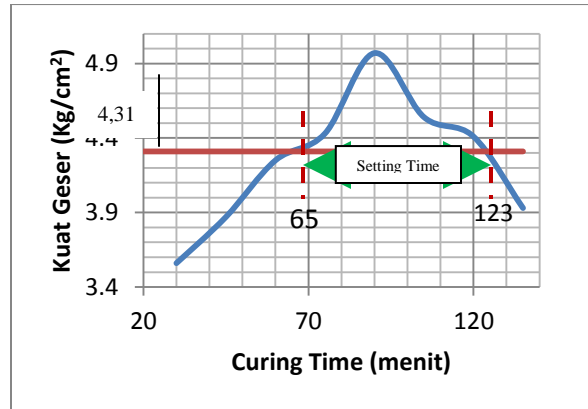
Gambar 10. Hubungan Curing Time Dan Kuat Geser Pada Suhu 60°C

time yang mana Setting time ini berdasarkan kuat geser minimum yang didapat pada pengujian yang dilakukan oleh Sondak (2010) untuk campuran tack coat 30 pph dan takaran tack coat 0,15 ltr/m² yaitu 4,31 Kg/cm². pengujian Sondakh ini mengacu pada peraturan Bina Marga yang mensyaratkan campuran tack

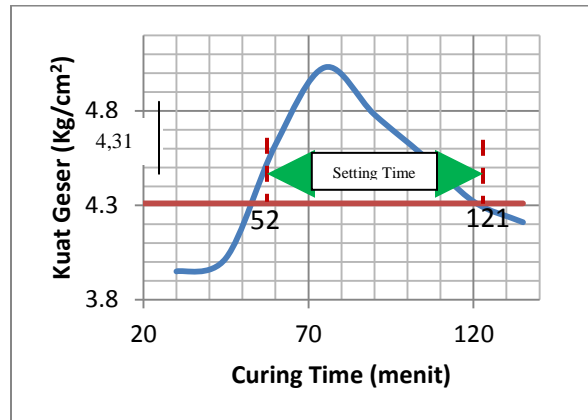
coat 25 – 30 bagian minyak tanah per 100 bagian aspal. Setting time untuk suhu 20°C terjadi pada curing time 58 – 133 menit (Gambar 11), untuk suhu 30°C setting time terjadi pada curing time 51 – 131 menit (gambar 12). Untuk suhu 40°C setting time terjadi pada curing time 65 – 123 menit (gambar 13). Untuk suhu 50°C setting time terjadi pada curing time 52 – 121 menit (gambar 14).



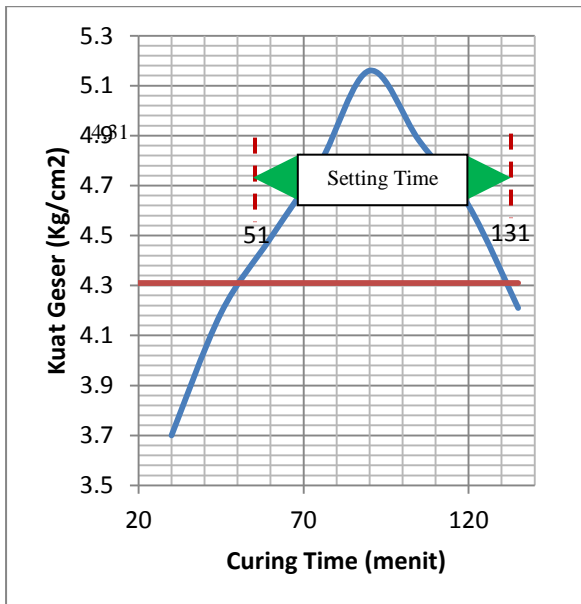
Gambar 11. Setting Time Pada Suhu 20°C



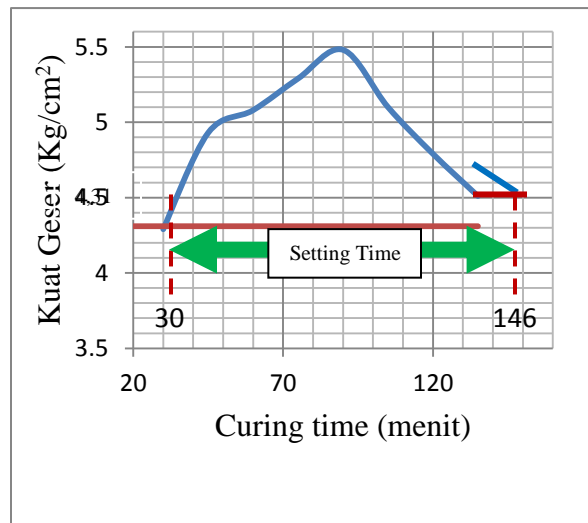
Gambar 13. Setting Time Pada Suhu 40°C



Gambar 14. Setting Time Pada Suhu 50°C



Gambar 12. Setting Time Pada Suhu 30°C



Gambar 15. Setting Time Pada Suhu 60°C

Untuk suhu 60°C setting time terjadi pada curing time 30 – 146 menit (gambar 15)..

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian tack coat dari bahan medium curing cutback pen 60/70 hubungan curing time dan kuat geser untuk setiap variasi suhu didapatkan bahwa kuat geser akan meningkat sebanding dengan lamanya curing time sampai batas waktu tertentu, curing time yang lebih lama menyebabkan kuat geser menurun. Bentuk hubungan ini dalam gambar berupa parabol terbalik.
2. Setting time dari hubungan curing time dan kuat geser dari variasi suhu, didapatkan pada suhu 60⁰C setting time paling lama yaitu 30 – 146 menit, jadi penghamparan lapisan baru dapat dilakukan setelah 30 menit tack coat di semprotkan pada perkerasan lama sampai 146 menit.
3. Kuat geser maksimum untuk masing-masing suhu berbeda, kuat geser terbesar didapat pada suhu 60⁰C yaitu 5,48 Kg/Cm² pada curing time 90 menit, pada suhu 50⁰C kuat geser besarnya 5,03 Kg/Cm² pada curing time 75 menit, menurun dibandingkan dengan kuat geser pada 60⁰C, pada suhu 40⁰C kuat geser yaitu 4,97 Kg/Cm² pada curing time 90 menit, pada suhu 30⁰C kuat geser meningkat dibandingkan suhu 40⁰C yaitu 5,16 Kg/Cm² pada curing time 90 menit, dan pada suhu 20⁰C kuat geser lebih besar dibandingkan dengan kuat geser pada suhu 30⁰C yaitu 5,29 Kg/Cm² pada curing time 105 menit.

Saran

Kuat geser tack coat masih perlu dikaji lagi mengenai pengaruh suhu terhadap perbandingan campuran dan banyaknya takaran.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1998. *Standard Specification for Transportation Material Sampling And Testing*, Part I, Nineteenth Edition, Washington DC, USA.
- Affandi, F. 2006, *Sifat Campuran Aspal Keras yang Mengandung Bitumen*

Asbuton untuk Konstruksi Campuran Beraspal, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.

- Afrilianto, E. 2007. *Pengukuran Laboratoris Kuat Lekat Lapisan Tack Coat dengan Menggunakan Alat Tekan Marshall Yang Dimodifikasi*. Bandung
- Asphalt Institute, 1997, *Mix Design Methode for Asphalt Concrete And Other Hotmix Types*, Manual Series No.2, Sixth edition, Lexington, Kentucky, United State
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1976. *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Hendarsin S. L., 2000, *Petunjuk Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Hunter N. Robert. 1997. *Bituminous Mixture in Road Construction*. Thomas Telford, London
- Mektan Babakan Tujuh Kalibrasi PT, 2000. *Sertifikat Kalibrasi Proofing Ring*. PT Mektan Babakan Tujuh Kalibrasi. Bandung
- Rumkita Ida, Yamin Anwar. 2006. *Pengaruh Curing Time Dan Pengaruh Air Pada Lapisan Ber-Tack Coat Terhadap Kinerja Tahanan Geser Pada Interface Lapisan Beraspal*, Jurnal Jalan – Jembatan Volume 23 Nomor.2, Bandung
- Sinar Karya Mega Perkasa PT. 2009. *Job Mix Disain Campuran Aspal Proyek*

- BMW.PT.** Sinar Karya Mega Perkasa. Manado.
- Sondakh, F. 2010. *Kajian Eksperimental Kuat Geser Tack Coat Pada Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Komposit.* Tesis Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi. Universitas Sam Ratulangi.
- Sukirman Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- The Asphalt Institute, 1983. *Mix Design Methods For Asphalt and Other Hot-Mix Types.* Manual Series no. 22(MS-22) Second Edition. Kentucky.
- Whiteoak, D., 1990, *The Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen UK, East Nolesey, Surrey