

INVESTIGASI KUAT GESER ANTARA LAPISAN PERMUKAAN CAMPURAN ASPAL PANAS AKIBAT PENGARUH WAKTU PENUNDAAN DAN SEBARAN TRACK COAT

Hery Awan Susanto¹, Kartika Fathma Dewi² dan Gito Sugiyanto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Korespondensi: hery.susanto@unsoed.ac.id

ABSTRACT

The hot asphalt surface layer is layered and has different functions in the pavement structure. In addition to being able to distribute the vertical load of the vehicle, it must also be able to withstand the lateral load of the vehicle. The lateral load of the vehicle that is too large causes a shear force which will have an impact on the release of the bond between the layers of hot asphalt mixture. Therefore, it is necessary to conduct research to determine the shear strength between layers of hot asphalt mixture. Several factors that cause the level of bonding strength between layers of hot asphalt mixture are the distribution of the tack coat, the setting time, the type of tack coat, and the presence of adhering dirt. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the distribution of tack coat 0.25 and 0.35 l/m² and setting time of 60, 90, and 120 minutes on the shear strength between layers of hot asphalt mix asphalt concrete wearing course (AC-WC) and asphalt concrete base course (AC-BC). The laboratory testing method selected by using modified soil shear test equipment. The test results show that the number of distributions and the length of setting time will cause an increase in the shear strength between the hot asphalt mixture. The maximum shear strength in the distribution of 0.25 l/m² is 0.59 kg/cm² and the distribution of 0.35 l/m² is 0.64 kg/cm² with a setting time of 120 minutes. It can also be concluded that setting time has a more significant effect on shear strength between asphalt pavement layers than the distribution of tack coat.

Keywords : Distribution, setting time, bonding, shear strength, tack coat

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab kerusakan jalan pada perkerasan lentur yang bisa berdampak struktural adalah lemahnya ikatan antara lapisan permukaan [1]. Penyebab lemahnya ikatan tersebut diakibatkan oleh repetisi beban dinamis kendaraan yang melewati perkerasan jalan. Beban dinamis kendaraan yang berulang pada perkerasan jalan dapat menyebabkan gaya geser dan momen lentur pada lapisan tersebut. Dua lapisan permukaan pada perkerasan lentur umumnya direkatkan dengan menggunakan tack coat. Kemampuan tack coat sebagai perekat lapisan perkerasan lentur sangat tergantung dari kualitas, kecepatan penyemprotan, dan jumlah takaran tack coat [2].

Penelitian tentang kekuatan ikatan antara lapisan perkerasan lentur yang sudah dilakukan bisa dikategorikan menjadi dua, yaitu ikatan lapisan ulang (*overlay*) dengan lapisan lama

dan faktor-faktor pelemahan ikatan itu sendiri. Penelitian tentang faktor-faktor penyebab pelemahan ikatan antara lapisan perkerasan lentur diantaranya pengaruh sebaran tack coat terhadap kuat geser lapisan perkerasan [3, 4], dan daya rekat tack coat akibat penundaan waktu (*setting time*) [5], dan pengaruh temperatur terhadap kuat geser lapisan perkerasan aspal [6].

Pada perkerasan jalan baru apabila terjadi ikatan yang kurang baik maka akan menyebabkan kegagalan struktur, dimana salah satu lapisan akan terlepas dari posisinya. Aplikasi lapisan permukaan atas yang sering digunakan pada perkerasan lentur adalah jenis lapisan asphalt concrete wearing course (AC-WC) dan *asphalt concrete base course* (AC-BC). Berdasarkan kategori penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dapat diketahui bahwa belum ada yang meneliti tentang penyebab-penyebab pelemahan ikatan antara lapisan AC-WC dan AC-BC. Oleh karena itu

sangat penting untuk dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi waktu penundaan dan sebaran tack coat terhadap kuat geser antara lapisan AC-WC dan AC-BC. Pengujian kuat geser ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat uji geser tanah yang dimodifikasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi kuat geser antara lapisan AC-WC dengan AC-BC akibat pengaruh banyaknya sebaran tack coat dan lamanya waktu penundaan. Variasi sebaran tack coat yang digunakan adalah 0,25 dan 0,35 l/m² dan lamanya penundaan 60, 90, dan 120 menit. Jenis tack coat yang digunakan yaitu tipe penguapan sedang MC-250.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Struktur Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur adalah salah satu jenis perkerasan yang banyak dipakai di Indonesia. Hal ini dikarenakan perkerasan lentur lebih cepat dalam pengerjaan, mudah dalam perbaikan, dan nyaman ketika dilewati kendaraan. Namun untuk mendapatkan hasil kekuatan struktur yang optimal perlu dilakukan perencanaan dan pengawasan yang baik, khususnya pada saat penggelaran lapisan demi lapisan. Kekuatan ikatan antara lapisan permukaan pada perkerasan lentur akan menentukan kemampuan struktur perkerasan dalam menerima beban geser yang terjadi akibat beban repetisi kendaraan.

Lapisan permukaan perkerasan lentur umumnya menggunakan jenis AC-WC, AC-BC, dan AC-Base. Ketiga lapisan tersebut disusun secara berlapis dari atas ke bawah. AC-BC menerima beban langsung kendaraan, kemudian AC-BC yang berfungsi mengurangi tegangan, dan AC-Base sebagai bantalan lapisan yang ada di atasnya. Dengan fungsi masing-masing yang berbeda tersebut, maka memungkinkan lapisan permukaan perkerasan lentur dapat menopang kendaraan dengan baik [7].

2.2. Lapisan Pengikat

Lapis pengikat adalah lapisan tipis yang berfungsi untuk merekatkan dua lapisan pada lapisan perkerasan lentur. Lapisan pengikat terdiri dari dua jenis yaitu prime coat dan tack coat. Prime coat diletakkan di atas lapisan pondasi yang berfungsi memberikan daya ikat antara agregat dengan campuran aspal.

Sedangkan tack coat diletakkan diantara lapisan beraspal [8]. Bahan penyusun prime coat dan tack coat adalah aspal emulsi atau aspal cair.

Aspal emulsi merupakan campuran aspal pen dengan 60-70% air dengan bahan tambah katalis sehingga molekul-molekul aspal melayang di dalam air. Sedangkan aspal cair adalah aspal yang berbentuk cair dengan cara menambahkan pelarut salah satu dari minyak tanah, bensin, dan solar ke dalam aspal pen. Beberapa tipe aspal cair adalah sebagai berikut:

- Rapid Curing* (RC), diperoleh dari aspal pen dilarutkan dengan bensin. RC adalah jenis aspal cair yang cepat menguap.
- Medium Curing* (MC), diperoleh dari aspal pen dilarutkan dengan minyak tanah. MC adalah jenis aspal cair yang tidak cepat menguap, sehingga memberikan kemudahan dalam pekerjaan (*workability*).
- Slow Curing* (SC), diperoleh dari aspal pen dilarutkan dengan solar. SC merupakan aspal cair yang paling lama menguap, sehingga jarang digunakan dalam pekerjaan pengaspalan.

Penggunaan aspal cair sebagai perekat lebih sering diaplikasikan di lapangan, karena proses pembuatannya yang cepat dan mudah.

Dalam perkerasan lentur kekuatan ikatan antara lapisan perkerasan harus di desain memiliki ikatan yang kuat (*fully bonded*) agar tidak terjadi pergeseran lapisan. Namun dalam prakteknya sering terjadi kegagalan struktur akibat lemahnya ikatan antara lapisan. Pada kondisi ikatan yang lemah, beban dinamis kendaraan yang berulang dapat menimbulkan gaya horizontal yang dapat menyebabkan retak, deformasi horizontal pada permukaan perkerasan jalan [1].

2.3. Direct Shear Test Modified

Penelitian tentang kekuatan ikatan lapisan perkerasan telah dilakukan diantaranya menggunakan tack coat. Pengujian kekuatan ikatan lapisan ini dilakukan di laboratorium dengan alat uji geser langsung Leutner. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai kuat geser yang menyatakan ukuran kekuatan ikatan antara lapisan. Namun penggunaan alat Leutner masih terbatas di Indonesia, karena alat tersebut harus dimport dari luar negeri.

Salah satu cara untuk memodelkan uji geser langsung antara lapisan perkerasan jalan di Indonesia adalah dengan menggunakan alat uji geser tanah modifikasi. Alat uji geser tanah

dimodifikasi pada bagian kotak penampung benda uji. Kemudian beban normal diberikan pada benda uji tersebut untuk mengukur seberapa besar kekuatan ikatan yang terjadi antara dua lapisan perkerasan jalan [9, 10, 11].



Gambar 1. Alat Direct Shear Test

Gambar 1 diatas menunjukkan alat uji geser tanah yang sudah dimodifikasi. Dalam alat uji tersebut kotak penampung benda uji berada diantara tuas dan proving ring.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan nilai kuat geser sesuai dengan tujuan dalam penelitian ini, maka dibuat benda uji dengan variasi *setting time* sebesar 60, 90, dan 120 menit dan sebaran tack coat sebanyak 0,25 dan 0,35 lt/m². Pada tahapan pengujian dibuat benda uji untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) masing-masing lapisan dan kuat geser. Jumlah benda uji untuk mencari KAO terdapat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Jumlah benda uji untuk KAO

No.	Jenis lapisan	Fraksi (%)	Jumlah benda uji (buah)
1	AC - WC	4,5	3
2		5	3
3		5,5	3
4		6	3
5		6,5	3
6		4,5	3
7	AC - BC	5	3
8		5,5	3
9		6	3
10		6,5	3
Total benda uji			30

Sedangkan jumlah benda uji untuk kuat geser terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Jumlah benda uji untuk kuat geser

No.	Jenis lapisan	Setting time (menit)	Banyaknya sebaran (lt/m ²)	Jumlah benda uji (buah)
1	AC-WC	60	0,25	3
2		90	0,25	3
3		120	0,25	3
4		60	0,35	3
5		90	0,35	3
6		120	0,35	3
7	AC-BC	60	0,25	3
8		90	0,25	3
9		120	0,25	3
10		60	0,35	3
11		90	0,35	3
12		120	0,35	3
Total benda uji				36

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat benda uji terdiri dari: aspal Pen 60/70, agregat, dan minyak tanah untuk membuat tack coat. Benda uji yang telah dibuat diuji dengan alat Marshall untuk mendapatkan nilai KAO. Nilai KAO sangat penting untuk menentukan komposisi campuran bahan penyusun campuran beraspal untuk menghasilkan kinerja yang baik. Selanjutnya dibuat benda uji yang memenuhi KAO tadi untuk dilakukan pengujian kuat geser langsung.

Persamaan untuk menghitung KAO awal sebagai berikut.

$$P_b = 0,04(CA\%) + 0,05(FA\%) + 0,2(FF\%) + 0,8 \quad (1)$$

Dari persamaan KAO tersebut dibuat benda uji sesuai Tabel 1 untuk pengujian Marshall dalam menentukan KAO yang sebenarnya baik untuk lapisan AC-WC maupun AC-BC.

Selanjutnya adalah tahapan penggabungan atau pengikatan lapisan AC-WC dan AC-BC dengan prosedur sebagai berikut:

- membuat tack coat MC-250 dari aspal pen 60/70 dicampur dengan minyak tanah 30 pph;
- memanaskan tack coat sampai temperatur penyemprotan $80 \pm 10^\circ\text{C}$ untuk jenis MC-250 [2];
- melapisi AC-BC dengan tack coat dengan variasi banyaknya sebaran yaitu 0,25 lt/m² dan 0,35 lt/m². Jumlah takaran banyaknya sebaran terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Sebaran takaran *tack coat*

Sebaran takaran (lt/m ²)	Luas benda uji (m ²)	Takaran (liter)
0,25	78,54.10 ⁻⁴	0,002
0,35		0,003

- d. melakukan *setting time* dengan variasi 60, 90, dan 120 menit di dalam oven bersuhu 60°C;
- e. merekatkan AC-WC di atas lapisan AC-BC;
- f. memberikan beban 20 kg di atas benda uji selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian kuat geser.

Setelah kedua benda uji direkatkan, maka dilanjutkan dengan pengujian kuat geser dengan prosedur sebagai berikut:

- a. meletakkan benda uji pada dudukan kotak geser dan memastikan telah terpasang dengan baik, kemudian memberikan beban normal sebesar 20 kg di atas benda uji dan atur proving ring pada kondisi bacaan nol [9, 10, 11];
- b. melakukan pengujian geser pada benda uji secara manual dengan kecepatan geser ±20 mm/menit;
- c. mencatat nilai kuat geser sesaat ketika jarum pada cincin pengujian berhenti bergerak yang menandakan benda uji sudah mengalami kegagalan geser.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Agregat

Dari hasil pengujian agregat yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Unsoed dapat diketahui bahwa agregat kasar, halus dan filler yang diambil dari PT Satria Buana Pamula Sakti Purwokerto telah memenuhi semua spesifikasi untuk campuran AC-WC dan AC-BC. Dengan demikian agregat tersebut bisa digunakan untuk membuat campuran AC-WC dan AC-BC. Hasil pengujian agregat kasar, halus, dan filler ditunjukkan pada **Tabel 4-6**.

Tabel 4. Hasil uji agregat kasar

Jenis pengujian		Hasil	Syarat
Abrasi Angeles (%)	Los 100 putaran	4	maks. 8
	500 putaran	16	maks. 40
Berat jenis bulk (gr/cc)		2,7	> 2,5
Berat jenis SSD (gr/cc)		2,72	> 2,5
Berat jenis apparent (gr/cc)		2,78	> 2,5
Penyerapan (%)		1,05	< 3
Kelekatan agregat dan aspal (%)		100	min. 95

Tabel 5. Hasil uji agregat halus

Jenis pengujian	Hasil	Syarat
Berat jenis bulk (gr/cc)	2,68	> 2,5
Berat jenis SSD (gr/cc)	2,75	> 2,5
Berat jenis apparent (gr/cc)	2,88	> 2,5
Penyerapan (%)	2,67	< 3
Agregat lolos ayakan no.200 (%)	0,78	maks. 1

Tabel 6. Hasil uji filler abu batu

Jenis pengujian	Hasil	Syarat
Berat jenis (gr/cc)	2,13	-
Filler lolos ayakan no.200 (%)	78,5	> 75

Dari hasil pengujian agregat dapat diketahui bahwa kekuatan agregat kasar cukup tinggi, karena nilai abrasinya (4% dan 16%) jauh di bawah nilai maksimum yang disyaratkan (8% dan 40%). Ketentuan berat jenis semua agregat telah terpenuhi yaitu >2,5 gr/cc, sehingga dapat menghasilkan kepadatan campuran yang baik. Berat jenis yang memenuhi syarat spesifikasi juga menunjukkan agregat memiliki pori yang sedikit (kerapatan tinggi) sehingga baik untuk membuat campuran beraspal. Agregat yang dipakai juga tidak memiliki kandungan air yang tinggi terlihat bahwa kadar penyerapan airnya cukup rendah, yaitu 1,05% untuk agregat kasar dan 2,67% untuk agregat halus dibawah spesifikasi yaitu <3%. Hal ini sejalan juga dengan hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal yang sangat baik, yaitu 100% diatas syarat min. 95%. Ketentuan ukuran gradasi agregat halus dan filler juga telah memenuhi spesifikasi 0,78% untuk agregat halus (maks.1% dan 78,5% (>75%).

4.2. Karakteristik Aspal

Hasil pengujian di laboratorium Teknik Sipil Unsoed menunjukkan bawah aspal pen 60/70 yang diperoleh dari CV. Mitra Niaga Purwokerto telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan oleh Bina Marga tahun 2018. Dengan demikian maka aspal pen 60/70 dapat digunakan sebagai bahan campuran lapisan AC-WC dan AC-BC. Adapun hasil pengujian aspal pen 60/70 ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil uji aspal pen 60/70

Jenis pengujian	Hasil	Syarat
Penetrasi pada 25° (0,1 mm)	68,85	60-70
Titik Lembek (°C)	55	≥ 48
Daktalitas pada 25°C (cm)	110	≥ 100
Titik Nyala (°C)	258	≥ 232

Jenis pengujian	Hasil	Syarat
Berat Jenis (gr/cc)	1,02	$\geq 1,0$
Viskositas Kinematis 135 °C (cSt)	494	≥ 300

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa aspal yang digunakan telah memenuhi kriteria tingkat kekerasan dan kekuatan yang diinginkan yaitu 68,85 (dalam rentang 60-70). Titik lembek aspal 55°C ($\geq 48^\circ\text{C}$), sehingga telah memenuhi syarat dimana aspal mulai meleleh yang disyaratkan harus lebih tinggi dari suhu permukaan jalan, sehingga konstruksi jalan tidak mudah rusak akibat melelehnya aspal. Jika dilihat dari nilai daktilitas yaitu 110 cm (≥ 100 cm), maka aspal memiliki kemampuan mengikat agregat dengan baik dan tidak terlalu peka terhadap temperatur. Dari uji titik nyala dapat diketahui bahwa hasilnya telah memenuhi syarat yaitu 258°C ($\geq 232^\circ\text{C}$), sebagai informasi temperatur agar aspal tidak terbakar dan meleleh. Berat jenis aspal juga sudah memenuhi syarat yaitu 1,02 gr/cc (≥ 1 gr/cc), sehingga memiliki kerapatan yang cukup baik dan tidak mudah terjadi oksidasi. Sementara itu dari hasil pengujian viskositas sebesar 494 cSt (≥ 300 cSt), sehingga telah memenuhi syarat kekentalan aspal yang baik pada saat pencampuran.

4.3. Karakteristik Tack Coat MC-250

Pengujian tack coat MC-250 dilakukan agar dapat diketahui karakteristik tack coat tersebut. Dari hasil pengujian tack coat yang digunakan sudah sesuai dengan spesifikasi aspal cair tipe penguapan sedang SNI 4799:2008 [12]. Oleh karena itu tack coat yang dibuat di laboratorium dapat digunakan sebagai lapisan perekat AC-WC dan AC-BC. Hasil pengujian tack coat terdapat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil uji tack coat MC-250

Jenis pengujian	Hasil	Syarat
Viskositas kinematis (cSt)	476	250- 500
Titik nyala Tag Open Cup (°C)	68	min. 66
Daktilitas (cm)	117	min. 100
Kelekatan terhadap batuan standar (%)	75	maks. 80

Dari Tabel 8 dapat diketahui bahwa tack coat yang digunakan memiliki karakteristik material yang baik sebagai perekat. Nilai viskositas sebesar 476 cSt terletak pada rentang 250-500 cSt. Titik nyalanya sebesar 68°C diatas

persyaratan minimum yaitu 66°C. Nilai daktilitas sebesar 117 cm telah memenuhi syarat minimal 100 cm. Dan dari nilai kelekatan batuan standar sebesar 75% masih dibawah persyatan yaitu maksimal 80%. Dengan demikian tack coat MC-250 memiliki kemampuan daya rekat yang cukup baik sebagai lapisan pengikat campuran beraspal.

4.4. Pengujian Marshall

Dalam perhitungan awal sesuai dengan persamaan (1) maka diperoleh KAO awal sebesar:

PbAC-WC= 5,74 %, dibulatkan menjadi 5,5%.

PbAC-BC = 5,61%, dibulatkan menjadi 5,5%.

Selanjutnya fraksi yang digunakan untuk mendapatkan KAO, yaitu 4,5% ; 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5%.

Untuk mendapatkan nilai KAO yang sebenarnya dilakukan dengan pengujian Marshall. Hasil analisis penentuan KAO sebenarnya dapat dilihat pada **Tabel 9-10**. Dari **Tabel 9-10** dapat diketahui bahwa KAO sebenarnya untuk lapisan AC-WC dan AC-BC sebesar 5,5%.

Tabel 9. KAO AC-WC

Parameter Marshall	Syarat	Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi				
		4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
Stabilitas (kg)	> 800	2394	2797	2934	2329	2463
Kelelehan (mm)	> 3	3,3	4,2	4,3	4,5	4,5
VIM (%)	3-5	13,43	7,20	4,95	9,25	7,19
VMA (%)	> 15	20,69	16,29	16,13	21,15	21,2
VFA (%)	> 65	46,27	69,30	77,68	66,61	72,5
MQ (kg/mm)	> 250	750	689	676	523	551
KAO		5,5 %				

Tabel 10. KAO AC-BC

Parameter Marshall	Syarat	Rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi				
		4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%
Stabilitas (kg)	> 800	3149	3380	3905	3532	3429
Kelelehan (mm)	> 3	4,2	4,3	4,5	5,3	5,5
VIM (%)	3-5	12,57	9,09	4,81	5,68	7,19
VMA (%)	> 14	19,95	18,60	17,05	19,48	20,09
VFA (%)	> 65	48,4	59,07	72,57	67,53	71,29
MQ (kg/mm)	> 250	758	783	874	663	628
KAO		5,5 %				

Nilai KAO pada campuran AC-WC dan AC-BC dari hasil pengujian Marshall

digunakan dalam mix design sampel Marshall. Dengan nilai KAO Marshall maka proporsi material penyusun campuran AC-WC dan AC-BC yang meliputi aspal dan agregat dapat ditentukan dengan benar. Selanjutnya campuran AC-WC dan AC-BC yang memiliki kinerja yang baik adalah yang dibuat berdasarkan KAO hasil pengujian Marshall.

4.5. Penentuan Kecepatan Uji Geser Langsung

Kecepatan kuat geser ditentukan melalui pengujian *trial and error*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat geser minimum sesuai dengan penelitian sebelumnya, yaitu $32,56 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$ [13]. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 10 mm/menit dan 20 mm/menit [14, 15, 16, 17]. Hasil dari pengujian diperoleh kuat geser setelah dikalikan nilai 0,51 (kalibrasi) pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Variasi kuat geser berdasarkan nilai kecepatan geser

Kecepatan (mm/mnt)	Banyak sebaran (l/m^2)	Setting time (menit)	P (kg)	Kuat geser (kg/cm^2)
10	0,25	60	29	0,19
15			38	0,25
20			70	0,45

Hasil dari pengujian *trial and error* menunjukkan bahwa kecepatan yang dapat digunakan untuk menghasilkan kuat geser minimum yaitu 20 mm/menit. Pada kecepatan 20 mm/menit diperoleh kuat geser $45 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat geser pada kecepatan 20 mm/menit sebesar $45 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$ merupakan kuat geser minimum yang dibutuhkan sebagai kemampuan ikatan antara lapisan AC-WC dan AC-BC. Selanjutnya kecepatan tersebut digunakan dalam penelitian ini penentuan kuat geser yang sebenarnya.

4.6. Hasil Pengujian Kuat Geser

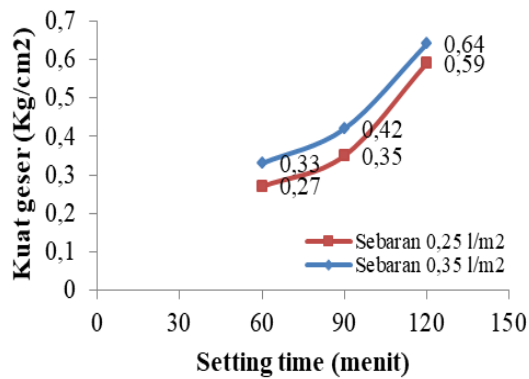
Hasil pengujian kuat geser antara lapisan AC-WC dan AC-BC dirangkum dalam **Tabel 12**. Hasil pengujian kuat geser diperoleh dengan variasi sebaran tack coat 0,25 dan 0,35 l/m^2 dan setting time 60, 90, dan 120 menit. Kuat geser rerata diperoleh dari 3 buah benda uji untuk masing-masing variasi. Kuat geser rerata ini yang dianalisis terhadap pengaruh banyaknya sebaran tack coat dan *setting time*.

Tabel 12. Hasil uji kuat geser

Banyak sebaran (l/m^2)	Setting time (menit)	P (kg)	$P_{kalibrasi}$ (Kg) ($P \times 0,51$)	Luas bidang kontak ikatan (cm^2)	Kuat geser (kg/cm^2)	Kuat geser rerata (kg/cm^2)
0,25	60	38	19,38	78,54	0,25	0,27
		35	17,85	78,54	0,23	
		51	26,01	78,54	0,33	
	90	50	25,5	78,54	0,32	0,35
		59	30,09	78,54	0,38	
		54	27,54	78,54	0,35	
	120	102	52,02	78,54	0,66	0,59
		87	44,37	78,54	0,56	
		85	43,35	78,54	0,55	
0,35	60	49	24,99	78,54	0,32	0,33
		45	22,95	78,54	0,29	
		60	30,6	78,54	0,39	
	90	55	28,05	78,54	0,36	0,42
		71	36,21	78,54	0,46	
		67	34,17	78,54	0,44	
	120	110	56,1	78,54	0,71	0,64
		90	45,9	78,54	0,58	
		95	48,45	78,54	0,62	

Dari **Tabel 12** terlihat bahwa pada sebaran 0,25 l/m^2 dengan setting time 60, 90, dan 120 menit diperoleh kuat geser rerata sebesar 0,27, 0,35, dan 0,59 Kg/cm^2 secara berturut-turut. Sedangkan untuk sebaran 0,35 l/m^2 dengan setting time 60, 90, dan 120 menit diperoleh kuat geser rerata sebesar 0,33, 0,42, dan 0,64 Kg/cm^2 secara berturut-turut. Kuat geser maksimal untuk sebaran 0,25 l/m^2 sebesar 0,59 Kg/cm^2 pada setting time 120 menit. Sementara itu untuk kuat geser maksimal dengan sebaran 0,35 l/m^2 sebesar 0,64 Kg/cm^2 pada setting time 120 menit. Kuat geser minimal untuk sebaran 0,25 l/m^2 sebesar 0,27 Kg/cm^2 pada setting time 60 menit. Sedangkan kuat geser minimal dengan sebaran 0,35 l/m^2 sebesar 0,33 Kg/cm^2 pada setting time 60 menit.

Untuk memudahkan dalam menganalisis kuat geser lebih lanjut, maka dibuat grafik yang dapat membandingkan perilaku kuat geser pada sebaran yang sama dan *setting time* yang berbeda dan perbandingan kuat geser antara sebaran. Grafik yang dimaksud ditunjukkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Perbandingan kuat geser tack coat MC-250

Pada sebaran 0,25 l/m² terlihat bahwa grafik kuat geser yang terbentuk adalah kurva parabolik. Pada sebaran 0,25 l/m², kuat geser akan semakin besar dan berbanding parabolik dengan penambahan *setting time*. Persentase kenaikan rerata kuat geser sebesar 49,10%. Pada sebaran 0,25 l/m² terlihat pula bahwa pada kenaikan *setting time* dari 60 menit ke 90 menit, kuat geser mengalami kenaikan tetapi masih agak landai. Namun pada kenaikan *setting time* dari 60 menit ke 120 menit kenaikan kuat geser sangat tinggi (hampir dua kali lipat). Pada variasi *setting time* yang digunakan dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa kuat geser akan meningkat seiring dengan penambahan waktu *setting time*.

Pada sebaran 0,35 l/m² terlihat bahwa grafik kuat geser yang terbentuk adalah kurva parabolik. Pada sebaran 0,35 l/m², kuat geser akan semakin besar dan berbanding parabolik dengan penambahan *setting time*. Persentase kenaikan rerata kuat geser sebesar 39,83%. Pada sebaran 0,35 l/m² terlihat juga pola kenaikan kuat geser yang sama dengan sebaran 0,25 l/m² pada akibat penambahan *setting time* tack coat. Sehingga pada variasi *setting time* yang digunakan dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa kuat geser akan meningkat seiring dengan penambahan waktu *setting time*.

Jika dihitung selisih kuat geser rerata antara sebaran 0,35 l/m² dengan 0,25 l/m² terlihat bahwa kuat geser rerata sebaran 0,35 l/m² lebih besar 6% dibandingkan dengan sebaran 0,25 l/m². Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sebaran tack coat akan berdampak pada peningkatan nilai kuat geser. Dapat diketahui pula dengan penambahan 40% sebaran tack coat hanya meningkatkan kuat geser sebesar 6%. Nilai peningkatan kuat geser

tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan penambahan sebaran tack coatnya. Dari hasil pengujian ini dapat dijelaskan pula bahwa jika semakin banyak sebaran tack coat tidak berarti kekuatan geser akan terus bertambah besar.

Dari variasi sebaran dan *setting time* tack coat diatas dapat diketahui bahwa kedua variabel tersebut mempengaruhi besar kecilnya nilai kuat geser. Walaupun terjadi kenaikan kuat geser akibat penambahan sebaran, namun kenaikan kuat gesernya tidak sebesar pada penambahan *setting time* pada nilai sebaran yang sama. Sehingga variabel *setting time* lebih berpengaruh (signifikan) terhadap penentuan kenaikan kuat geser dibandingkan sebaran tack coat. Namun demikian perlu diketahui lebih lanjut kaitannya dengan nilai batasan sebaran dan *setting time* untuk mencapai kuat geser yang optimal. Dengan demikian akan diperoleh kombinasi nilai sebaran dan *setting time* tack coat yang tepat (ideal).

Untuk melihat seberapa besar tingkat kekuatan ikatan dari kuat geser hasil pengujian, maka kuat geser tersebut dibandingkan terhadap pengelompokan nilai kuat geser seperti dalam **Tabel 13** [7]. Dalam **Tabel 13** kekuatan ikatan dikategorikan ke dalam 4 tingkat, yaitu *weak*, *medium*, *strong* dan *full bonding*.

Tabel 13. Kategori *bonding*

No.	<i>Bond strength</i> BS (Mpa)	Tingkatan <i>bonding</i>
1	≤ 0,74	<i>weak</i>
2	0,74 < Bs ≤ 1,21	<i>medium</i>
3	1,21 < Bs ≤ 1,7	<i>strong</i>
4	> 1,7	<i>full</i>

Berdasarkan pengelompokan kekuatan ikatan dalam **Tabel 13**, maka untuk kuat geser maksimum yang diperoleh pada sebaran 0,25 l/m² sebesar 0,59 Kg/cm² (0,059 Mpa) dan 0,35 l/m² sebesar 0,64 Kg/cm² (0,064 Mpa) termasuk ke dalam tingkatan *weak bonding*. Hasil *weak bonding* kuat geser pada lapisan AC-WC dan AC-BC bisa dikarenakan rentang sebaran dan *setting time* yang masih terbatas. Pada variasi yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan 2 variasi sebaran (0,25 l/m² dan 0,35 l/m²) dan 3 variasi *setting time* (60, 90, dan 120 menit). Dari Gambar 2 terlihat bahwa potensi kenaikan kuat geser masih bisa

terjadi jika dilakukan pada rentang sebaran dan setting time yang lebih luas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa temuan sebagai berikut:

- a. kuat geser maksimum pada sebaran 0,25 l/m² yaitu 0,59 kg/cm² dan sebaran 0,35 l/m² yaitu 0,64 kg/cm² dengan *setting time* 120 menit. Peningkatan kuat geser sebesar 49,1 % akibat penambahan *setting time* pada sebaran 0,25 l/m² dan 39,83% pada sebaran 0,35 l/m². Sehingga pada variasi *setting time* yang digunakan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kuat geser akan meningkat seiring dengan penambahan waktu *setting time*;
- b. nilai kuat geser lapisan akan meningkat seiring dengan lamanya *setting time* dan banyaknya sebaran tack coat. Besarnya penambahan kuat geser akibat peningkatan sebaran sebesar 6%, sedangkan akibat peningkatan *setting time* sebesar 49,10% (sebaran 0,25 l/m²) dan 39,83% (sebaran 0,35 l/m²). Sehingga dapat disimpulkan bahwa *setting time* lebih signifikan mempengaruhi kuat geser dibandingkan sebaran tack coat;
- c. kategori kekuatan bonding yang dihasilkan masuk dalam level weak (lemah) yang bisa diakibatkan oleh rentang sebaran dan *setting time* yang masih terbatas dalam penelitian ini.

5.2. Saran

Adapun saran dari penelitian ini diantaranya:

- a. melakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh variasi tack coat terhadap nilai kuat geser antara lapisan dengan menambahkan rentang sebaran dan *setting time*;
- b. melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lamanya pembebanan pada saat proses penggabungan antara lapisan AC-WC dan AC-BC.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan sebesar besarnya kepada tim peneliti yang telah memberikan dukungan dan saran-saran, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan

dengan baik, dan kepada laboratorium Teknik Sipil yang telah membantu memfasilitasi alat-alat untuk penelitian ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutanto, M.H. Assessment of Bond Between Asphalt Layers, PhD Thesis, University of Nottingham: 2010.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta: 2018.
- [3] Anggraini, M., Saleh, A., dan Rahmat, H., *Kajian Pengaruh Sebaran Tack coat Terhadap Kekuatan Geser pada Lapisan Perkerasan Jalan*, Siklus: Jurnal Teknik Sipil, Vol. 5(1), 2019: 23-30.
- [4] Ananda, F., Suparma, L.B., dan Mulyono, A.T., 2020, *Analisis Pengaruh Sebaran Tack Coat Terhadap Kekuatan Geser Antar Lapis AC-WC dan AC-BC*, Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-23, ITERA, Lampung.
- [5] Fadhilah, M.R., Suparma, L.B., dan Siswosukarto, S., 2022, *Penentuan Optimum Setting Time Aspal Emulsi Jenis CRS-1 dan CRS-1P Sebagai Material Lapis Perekat*, Jurnal Transportasi Vo. 22 No.1: 1-10.
- [6] Toad, W., dan Waani, J. E., *Kajian Pengaruh Suhu Permukaan Jalan Terhadap Kekuatan Geser Tack Coat Pada Perkerasan*, Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol. 6(1), 2016: 413-423.
- [7] Sukirman, S., Perkerasan Lentur Jalan Raya, 2, Bandung, 1999.
- [8] Nuggraha, A., Perbedaan Prime Coat dan Tack Coat pada Pekerjaan Konstruksi Jalan, <http://www.angganugraha.com/2018/12/perbedaan-prime-coat-dan-tack-coat-pada.html>, 2018.
- [9] Hariyadi, E. S., Siswosoebrotho, B. I., Subagio, B.S., dan Kosasih, D., *Analisis Kondisi Bonding Antar Lapisan Beraspal Secara Teoritis dan Pengujian di Laboratorium.*, Jurnal Transportasi, Vol. 7(2), 2007.
- [10] Hachiya, Y., Sato, K., 1998, Effect of Tack Coat on Bonding Characteristic at Interface Between Asphalt Concrete Layer. Proceeding Ninth International Conference on The Structural Design of Asphalt Pavement, ISAP.
- [11] Kruntcheva, M. R, Collop, A. C and Thom, N. H, 2005, Effect of Bond Condition on Flexible Pavement Performance, Journal of Transportation Engineering. 131(11), 880-888, ASCE.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, Spesifikasi Aspal Cair Tipe Penguapan Sedang, SNI 4799:2008,

- Jakarta : 2008.
- [13] Maesa, Pengaruh Penundaan Waktu Pengaspalan Terhadap Daya Rekat Tack Coat Pada Perkerasan Jalan Raya, Tugas Akhir Sarjana Teknik Sipil, ITENAS, Bandung: 2005.
- [14] Sondakh, F., Rangkang, J., dan Saerang, E. J., *Evaluasi Kinerja Modifikasi Alat Direct Shear pada Pengujian Kuat Geser Tack coat*, Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif), Vol. 3(1), 2017 : TS98-TS108.
- [15] Sihombing, A. V. R., *Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Rekat Tack coat*, Jurnal Jalan-Jembatan, Vol. 31(1), 2014: 38-49.
- [16] Kurniawan, D.C., Utomo, S.H.T., dan Mulyono, A.T., 2022, *Pengaruh Serbuk Ban Karet Terhadap Kuat Geser Pada Lapisan AC-WC dan Lapisan AC-BC*, Jurnal HPJI Vo.8 No.2.
- [17] Sompie, T.P.F. dan Pangemanan, S., 2018, *Shear Strength of Tack Coat on Flexible Pavement and Composite Pavement*, Journal of the Civil Engineering Forum, 4 (2): 121–126. (Online), <http://dx.doi.org/10.22146/jcef.31945>).