

KUAT GESER LAPISAN BETON ASPAL DAN PADA PELAT BAJA UNTUK JEMBATAN

Furqon Affandi

Puslitbang Jalan dan Jembatan, Jl. A.H. Nasution 264 Bandung

RINGKASAN

Kuat geser antar lapisan permukaan beraspal dengan lapisan dibawahnya pada suatu konstruksi perkerasan mempunyai arti yang sangat penting. Kuat geser yang tidak memadai akan menimbulkan kerusakan pada lapis permukaan seperti jembul, retak dan lepas sebagian dari lapis permukaan tersebut.

Begitu juga lapis campuran beraspal diatas dek pelat baja dari suatu jembatan, harus mempunyai kuat geser yang memadai.

Untuk mengetahui kuat geser antar campuran beraspal diatas pelat baja, dilakukan pengujian kuat geser langsung di laboratorium, dimana pelat bajanya terlebih dahulu diberi bahan lapisan sebagai pelindung korosi dengan jenis yang bermacam macam.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat geser yang dihasilkan antar satu bahan pelapis dengan bahan pelapis lainnya tidak terlalu jauh berbeda.

Dari hasil pengujian laboratorium dan analisisnya, didapat bahwa kuat geser antara lapisan campuran beraspal diatas pelat baja, lebih kecil dari kuat geser antara lapisan permukaan (wearing – course) dan lapisan antara (binder course) dari suatu campuran beraspal. Karena itu pelaksanaan pemasangan campuran beraspal diatas pelat baja suatu jembatan memerlukan ke hati – hatian yang lebih besar.

Kata kunci: *Kuat geser, pelat baja, campuran beraspal, bahan pelapis, geser langsung.*

SUMMARY

Shear strength between asphalt wearing course and layer beneath in pavement structure has an important role. Wearing course distress will occur due to unsatisfactory shear strength such as shoving, cracks and REMOVAL of some wearing course. Moreover, adequate shear strength of asphalt mix layer on steel plate deck bridge is required as well. Laboratory direct shear test was performed to find out the shear strength between asphalt mixes and various coated steel plates to protect against corrosion.

Test result using direct shear principles showed that shear strength resulted from different coating on steel plates was not significant. Test result and its analysis indicated that shear strength between wearing course of asphalt mix layers and steel plates is less than shear strength between wearing course and binder course of asphalt mixes. Therefore, a great careful application (spreading and placement) of asphalt mix on steel plate deck bridge must be taken into account.

Key words : *Shear strength, steel plate, asphalt mixes, coated material, direct shear*

PENDAHULUAN

Daya lekat antara lapisan beraspal dengan lapisan lainnya pada suatu konstruksi perkerasan beraspal merupakan hal yang penting. Daya lekat yang kuat akan memberikan sifat kerjasama dalam memikul beban, sementara itu bila daya lekatnya kurang atau tidak baik akan menyebabkan lapis perkerasan beraspal akan bekerja secara sendiri-sendiri. Selanjutnya lapisan beraspal tersebut akan segera mengalami kerusakan-kerusakan seperti jembul (*shoving*), lepas bagian lapis permukaan

(delaminasi), retak-retak yang kesemuanya ini akan menurunkan masa dan tingkat pelayanan terhadap lalu lintas.

Pada perencanaan perkerasan lentur, para perencana menganggap bahwa daya lekat yang terjadi antara lapis beraspal sangat kuat (*full bonding*), padahal pada konstruksi yang sebenarnya kondisi daya lekat ini bisa terjadi antara daya lekat penuh (*full bonding*) sampai tidak ada daya lekat sama sekali, tergantung pada sifat bahan dan kualitas pelaksanaannya. Brown dan Burton (1984) sebagaimana yang dilaporkan oleh Hariyadi

(2007) menyimpulkan bahwa daya lekat sebagian pada interface akan mengurangi usia perkerasan secara berarti.

Penelitian Hakim, et al (2000) sebagaimana dituliskan oleh Hariyadi (2007) menyimpulkan bahwa usia perkerasan akan menurun sekitar 20% pada nilai shear reaction modulus mendekati nilai 10,000 MN/m³, bahkan menurun sampai 50% ketika tidak ada daya lekat sama sekali antara lapis perkerasan tersebut.

Kuat geser ini, belum diperhatikan sebagaimana mestinya, baik dalam perencanaan maupun pada pelaksanaan yang mengakibatkan terjadinya kerusakan-kerusakan seperti yang disebutkan sebelumnya. Daya lekat atau kuat geser lapisan beraspal dengan lapis dibawahnya pada struktur perkerasan jalan masih lebih banyak diperhatikan dibandingkan dengan daya lekat lapis permukaan campuran beraspal dengan lantai konstruksi jembatan. Hal ini mungkin disebabkan oleh total panjang jalan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan total panjang jembatan.

Salah satu tipe jembatan yang ada ialah jembatan dengan dek pelat baja, yang dikenal dengan Jembatan dengan dek pelat baja (*Orthotropic steel plate deck bridges*). Jembatan tipe ini

dipandang mempunyai keuntungan dari segi ekonomisnya, terutama bagi jembatan dengan bentang panjang, karena akan menghilangkan penggunaan dek dari beton yang cukup berat. Keuntungan lain dari tipe jembatan ini ialah kekakuannya akan meningkat baik dalam arah memanjang maupun arah melintang secara bersamaan, melalui sistim *rib* yang diletakan dan dilas kepada pelat itu.

Jembatan dengan dek pelat baja, umumnya diberi lapis permukaan guna meningkatkan daya cengkram terhadap roda kendaraan serta melindungi pelat bajanya sendiri dari pengaruh cuaca dan kendaraan.

Salah satu persyaratan agar lapis permukaan bisa berfungsi dengan baik, maka beberapa persyaratan harus bisa dipenuhi yaitu tahan terhadap deformasi permanen, mempunyai kekesatan yang baik serta mempunyai ikatan yang baik dengan lapis dibawahnya.

Pada umumnya faktor kuat geser ini, kurang diperhatikan sebagai mana mestinya, baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaan, sehingga sering timbul kerusakan pada lapisan permukaan perkerasan jalan yang disebabkan oleh ketidak sempurnaan kuat geser ini.

KAJIAN PUSTAKA

Lapis permukaan beraspal yang terletak diatas pelat baja suatau jembatan, mempunyai beberapa persyaratan yang lebih banyak dibandingkan persyaratan lapis permukaan suatu perkerasan jalan tentur pada umumnya.

Hal ini disebabkan oleh sifat dari jembatannya itu sendiri, yang menuntut persyaratan tambahan antara lain seperti beban yang ringan agar mengurangi beban mati jembatan, bisa bersifat melindungi lapisan pelat dari faktor cuaca dan beban lalu lintas.

Ketentuan umum lapis permukaan diatas dek jembatan baja

Secara umum beberapa prinsip dari lapisan permukaan untuk dek jembatan baja harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut, seperti bersifat ringan, agar didapat beban mati yang seminimal mungkin dengan memasang konstruksi perkerasan yang relatif tipis. Kekesatan yang baik pada saat musim kemarau ataupun saat musim hujan, yang ditandai dengan tekstur permukaan yang kasar, sebagaimana halnya permukaan perkerasan untuk jalan raya pada umumnya. Kestabilan dan keawetan lapis permukaan juga merupakan suatu tuntutan,

dimana bahan ini tidak mudah mengalami sungkur (*shoving*) atau deformasi yang diakibatkan oleh roda kendaraan baik saat mulai akan maju ataupun saat mengerem. Kestabilan bahan ini harus bisa bertahan terhadap temperatur yang diperkirakan terjadi selama umur lapisan permukaan tersebut. Lapisan permukaan ini harus tahan terhadap kerusakan permukaan seperti lubang dan pelepasan butir dan tidak terpengaruh oleh tumpahan oli, minyak atau bahan kimia lainnya.

Ketentuan lainnya ialah ketebalan yang cukup. Ketebalan yang cukup diperlukan untuk mendapatkan permukaan yang rata, sesuai dengan kelandaian yang ditentukan. Permukaan dek jembatan pelat baja secara geometrik tidak mungkin sempurna, walaupun dibuat secara fabrikasi dan dipasang dengan penuh kehati-hatian. Karena itu ketebalan minimum dari lapis permukaan harus dijadikan pertimbangan untuk mengakomodasi penyimpangan ketinggian dari pelat baja yang tidak bisa dihindari akibat dari pengaruh distorsi pada saat pengelasan dek, kesalahan dari kemiringan melintang dan lain-lain.

Hal lain yang agak berbeda dengan pelapisan pada perkerasan jalan biasa, ialah adanya peningkatan ketebalan lapis permukaan yang dibutuhkan pada lantai jembatan akibat adanya baut dan rivet yang dipasang pada dek jembatan.

Perbedaan lainnya dengan lapisan permukaan pada perkerasan jalan lentur yang umum, ialah bahan ini harus mempunyai perlindungan yang baik dan awet terhadap korosi. Lapisan permukaan harus mempunyai perlindungan yang baik terhadap dek jembatan baja, karena bila terjadi retak pada lapis permukaan atau ikatan yang tidak cukup baik dengan dek jembatan baja, akan menimbulkan "kantong-kantong air".

Jika hal ini terjadi, maka korosi pada dek jembatan akan terjadi, dan hal ini bisa menyebar dibagian lain dari pelat baja yang terletak dibawah dari lapisan permukaan dan tidak bisa terdeteksi dari atas.

Karena itu, lapis permukaan hendaknya kedap air, tahan terhadap retak agar air tak bisa masuk sampai ke lantai baja jembatan tersebut, serta mempunyai ikatan yang baik antara lapis permukaan dengan dek jembatan baja pada berbagai keadaan. Ikatan antara lapis permukaan dengan lantai baja

harus cukup kuat dalam rangka mengantisipasi kekuatan yang timbul pada saat kendaraan akan maju atau saat kendaraan melakukan pengereman. Kuat geser yang ada antara dek jembatan baja dan lapis permukaan harus tahan terhadap vibrasi yang terjadi pada jembatan itu sendiri.

Hal lain yang tidak kalah pentingnya, ialah kemudahan dalam pemeliharaan dan perbaikan terjadi kerusakan, hendaknya mudah dan cepat dalam perbaikannya serta tidak mahal. Hal selanjutnya yang harus dipertimbangkan ialah memungkinkan penggantian bagian bagian lapisan permukaan yang mengalami kerusakan dengan tanpa mengganggu kelancaran lalu lintas dalam waktu yang lama.

Terlihat bahwa persyaratan lapis permukaan pada dek jembatan baja, lebih kompleks dari persyaratan lapis permukaan pada jembatan beton. Karena itu dibutuhkan pemilihan tipe lapis permukaan dengan hati-hati.

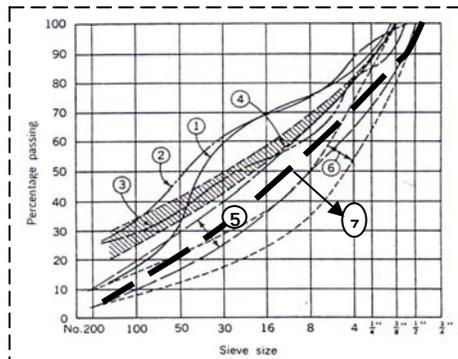
Lapisan Permukaan dari Campuran Beton Aspal

Lapisan permukaan beton aspal, merupakan pilihan yang paling umum untuk dek jembatan pelat baja. Beton aspal merupakan campuran antara agregat ber

gradasi tertentu dengan aspal dalam perbandingan tertentu pula.

Umumnya untuk perkerasan jalan aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi antara 60 sampai 150 dmm tergantung kondisi masing masing negara, sedangkan yang umum dipergunakan di Indonesia ialah aspal keras dengan kelas penetrasi 60. Tipikal dari gradasi campuran aspal beton yang dipergunakan sebagai lapis permukaan adalah sebagai mana terlihat pada Gambar 1.

Terlihat spesifikasi gradasi aspal beton di Indonesia (AC-WC) yang sesuai spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan Departemen Pekerjaan Umum (PU) 2005, terlihat identik dan cukup dekat dengan gradasi no. 5 dan 6 yang dipergunakan di Negara-negara lain



Gambar 1. Tipikal gradasi lapis permukaan aspal beton; sumber *Design manual for "orthotropic Steel Plate Deck Bridges" American Institute of Steel Construction*

Keterangan :

1. Lapis antara dan lapis permukaan, west – end, Cologne – Muelheim Bridge.
2. Lapis antara, east – end , Cologne – Muelheim Bridge.
3. Lapis permukaan, east – end, Cologne – Muelheim Bridge.
4. *Tentative German specification for asphalt concrete mixes on steel deck*
5. Aspal beton gradasi tipe Va (gradasi halus) untuk lapis permukaan. Aspal Institute
6. Aspal beton gradasi tipe IVa (gradasi rapat) untuk lapis permukaan. Aspal Institute
7. Lapis permukaan (AC-WC); spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan Dep. PU, 2005

Secara umum perencanaan campuran lapis permukaan beraspal untuk lapisan pada dek jembatan baja, lebih mengutamakan kestabilan dari pada durabilitas. Alur yang terjadi pada lapisan permukaan beraspal pada dek jembatan, sangat sulit dihilangkan ketika hal itu timbul, dan mungkin harus dilakukan penggantian lapis permukaan secara menyeluruh.

Bila retak terjadi pada lapisan permukaan beraspal diatas dek jembatan baja, maka hal ini tidak mempunyai konsekwensi yang tinggi dan bisa diatasi pada waktu pemeliharaan rutin dengan cara diberi lapisan sealing. Hal lainnya yang perlu diingat ialah, dengan diberikannya bahan

pelindung pada dek jembatan, maka retak yang terjadi pada lapisan beraspal tidak akan langsung menyebabkan korosi pada dek jembatan tersebut.

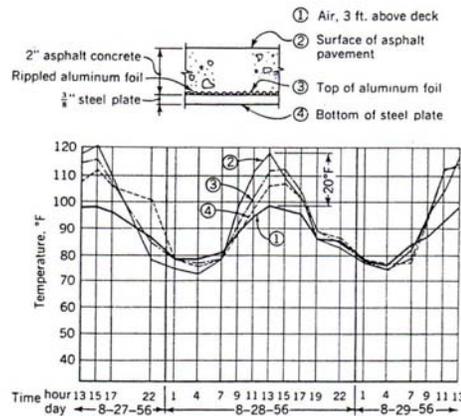
Penyebab retak pada lapisan beraspal, utamanya bukan disebabkan oleh faktor yang erat kaitannya dengan lendutan, tetapi oleh seperti jenis dan kelas aspal, temperatur, *aging* dan sebagainya.

Pengalaman selama ini dengan jembatan dek baja menunjukkan tidak adanya korelasi langsung antara tebal pelat dengan retak lapis permukaan beraspal. Hal ini ditunjukkan dari kenyataan bahwa pada beberapa jembatan dek baja dengan tebal pelat baja 10 mm tidak terjadi retak, sementara itu retak lapis permukaan beraspal terjadi pada jembatan serupa dengan tebal pelat yang lebih besar serta jarak pemasangan rib sama.

Pemanasan yang tinggi pada campuran beraspal yang

terletak diatas dek baja jembatan, cukup membahayakan sebab pelat baja tidak bisa menyerap panas dan menghilangkannya sebagaimana halnya pada lapisan perkerasan yang biasa atau pada perkerasan beton. Hubungan antara temperatur udara, lapis permukaan beraspal, dan pelat baja pada musim panas yang diamati pada Save River Bridge di Belgrade diperlihatkan pada Gambar 2.

Terlihat bahwa perbedaan temperatur antara aspal dan pelat baja tidak terlalu besar. Pada temperatur yang rendah aspal semakin getas dan modulus elastisitasnya akan cepat naik. Dikarenakan koefisien susut / muai thermal dari aspal lebih besar daripada baja, maka perubahan dingin yang sering dan cepat dari lapisan permukaan beraspal, bersamaan dengan tegangan lentur akan menyebabkan terjadinya retak.



Gambar 2. Variasi temperatur pada permukaan lapis beraspal diatas dek pelat baja di Save River Bridge; sumber *Design manual for "orthotropic Steel Plate Deck Bridges" American Institute of Steel Construction*

Daya Lekat dan Proteksi terhadap Korosi

Hilangnya ikatan antara lapis permukaan aspal beton dan dek jembatan mengakibatkan terpisahnya dua lapisan tersebut yang bisa menjadikan permukaan dek mudah terkena korosi akibat masuknya air melalui retak yang terjadi pada lapis permukaan beraspal. Hilangnya ikatan antara lapisan beton aspal dengan dek jembatan akan mengakibatkan terjadinya tegangan yang terjadi lapisan beton aspal akibat beban roda kendaraan menjadi lebih besar, dan selanjutnya menjadikan kerusakan yang lebih cepat.

Karena itu bahan pelapis (*coating*) yang memadai harus digunakan pada dek baja jembatan,

sebelum beton aspal dihampar dan dipadatkan diatasnya.

Bahan pelapis (*coating*) pada pelat baja, mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Memberikan proteksi pada dek baja jembatan terhadap korosi, bilamana terjadi ketidak sempurnaan pada lapisan permukaan beton aspal.
2. Memberikan ikatan yang cukup baik antara lapis permukaan beton aspal dengan dek pelat baja jembatan.

Dengan demikian, bahan yang layak untuk digunakan dibawah lapis permukaan aspal beton diatas dek pelat baja jembatan, haruslah:

1. Mempunyai adhesi yang baik pada pelat baja, untuk

mencegah masuknya kelembaban air pada pelat baja tersebut disamping harus mempunyai ikatan yang baik dengan lapis permukaan dari aspal beton

2. Kedap air serta tahan terhadap minyak, dan bahan kimia lainnya yang bisa masuk lewat lapisan permukaan beton aspal .
3. Tidak mudah berubah akibat temperatur (*low temperature susceptibility*), untuk mencegah agar bahan tersebut tidak mudah regas (*brittle*) sewaktu temperatur rendah serta juga tidak mudah berubah akibat temperatur tinggi saat penghamparan dan pematangan aspal beton.

Ketahanan dari campuran beraspal terhadap jembul (*shoving*) juga tergantung pada ikatan yang baik antara lapis permukaan beraspal dengan lapis pelindung serta gaya geser yang baik dan stabilitas dari lapis pelindung itu sendiri.

Bahan Pelapis (*coating*) Sebagai Pelindung pada Pelat Baja

Jenis bahan pelindung yang umum dipergunakan diantaranya ialah *bituminous paint* dan lapis ikat (*tack coat*), *mastic asphalt metal foil* seperti aluminium atau *cooper foil*. *Bituminous paint* terbuat dari aspal dengan penetrasi tinggi

dicampur bahan pelarut yang mudah menguap (*solvent*). Pengecatan dilakukan sekali atau dua kali segera sesudah pembersihan pada dek baja jembatan dilakukan. Pengamatan yang telah dilakukan oleh *Road Research Laboratory* di Inggris pada jembatan dengan dek pelat baja selama 4,5 tahun menunjukkan bahwa korosi telah terjadi pada dek baja sampai ke rib nya, dimana lapis wearing course nya yang setebal 2,54 cm telah mengalami keretakan. Pada lapisan permukaan beton aspal dengan ketebalan 3,75 cm dan 5 cm yang diletakkan diatas dek baja jembatan, tidak ditemukan korosi pada dek jembatan tersebut, walaupun telah terjadi keretakan pada lapisan beraspalnya yang tidak sampai ke lapisan dek jembatan.

Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan lapisan beton aspal juga mempengaruhi ketahanan jembatan tersebut. Pada pengujian tersebut, didapat pula bahwa ikatan antara lapis permukaan beraspal dengan dek jembatan tidak begitu baik di beberapa tempat, yang mengakibatkan telah terjadinya korosi walaupun dek jembatan tersebut telah diberi *bituminous paint*. Keadaan diatas menunjukkan bahwa *bituminous*

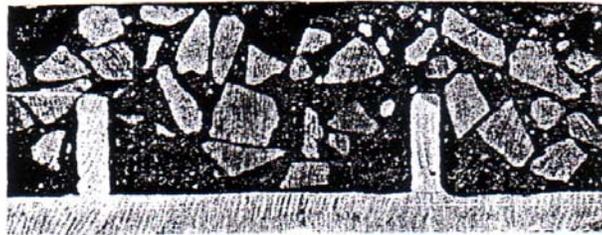
paint sendiri tidak cukup baik untuk melindungi terhadap korosi, dan tidak memberikan ikatan yang cukup baik .

Pengalaman di Jerman, menunjukkan bahwa ikatan antara lapisan permukaan aspal beton dengan dek baja jembatan turun dengan sangat berarti akibat pengaruh temperatur, dimana kekuatannya turun dengan sangat drastis ketika temperatur berkisar antara 0 sampai -9°C . Tetapi hasil yang baik juga dicapai dengan menggunakan bahan *bituminous paint compounds*.

Pemasangan Angker

Untuk meningkatkan kerjasama antara lapis permukaan beraspal dengan dek pelat baja, angker telah dipergunakan pada beberapa jembatan dengan dek pelat baja ini.

Untuk kestabilan dari lapisan beraspal, angker pelat datar dengan ketebalan sekitar 20 mm dilas setempat secara selang seling (*zig zag*) pada dek jembatan dengan jarak dari sumbu ke sumbu antara 7,5 sampai 15 cm. Bentuk dari angker yang telah dipasang di Duesseldorf, Jerman diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penampang melintang lapisan beraspal dengan angker baja pada lapis permukaan beraspal; sumber *Design manual for "orthotropic Steel Plate Deck Bridges" American Insstitute of Steel Construction*

Percobaan yang telah dilakukan pada lapisan permukaan beraspal diatas pelat baja yang diberi *wire mesh* dan pemasangan angker baja setempat, tidak selalu menguntungkan bahkan mempunyai kecenderungan menimbulkan retakan pada lapisan beraspal tersebut. Hal lain yang telah ditemukan, ialah bahwa bidang kontak antara lapis permukaan beraspal dengan dek pelat baja cenderung tidak sempurna, dimana menghasilkan rongga-rongga udara.

Beberapa ahli mengatakan bahwa pengelasan setempat antara angker pelat datar dengan dek baja akan menyebabkan naiknya tegangan setempat, yang kemudian melemahkan ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*) dan korosi dari dek pelat tersebut.

Kerugian yang nyata dari pemasangan angker pelat datar tersebut, ialah besarnya tenaga buruh yang terlibat serta pada akhirnya menaikkan biaya dari jembatan tersebut.

Pengalaman di Inggris menunjukkan, bahwa lapis permukaan mastic aspal dengan ketebalan lebih dari 3,75 cm yang dipasang diatas dek pelat baja jembatan lebih disukai untuk mencegah terjadinya retak dari

lapisan permukaan sampai ke dek jembatannya. Ketebalan lapisan yang umum dipergunakannya ialah antara 3,25 sampai 6,25 cm.

Bilamana ada tonjolan-tonjolan boud dan rivet pada dek jembatan tersebut, maka tonjolan-tonjolan tersebut harus tertutup dengan lapis permukaan beraspal sedemikian rupa sehingga ketebalan penutup diatas tonjolan-tonjolan tersebut tidak kurang dari 2,5 cm.

Kuat Geser Lapis Permukaan Beraspal dengan Dek Baja

Dalam penggunaan lapis pengikat (*tack coat*), harus diperhatikan waktu *curing* yang memadai, karena ini sangat berpengaruh terhadap daya lekat atau kuat geser yang akan timbul. Kekuatan daya lekat setelah curing 24 jam akan jauh lebih besar dibanding dengan daya lekat dengan masa curing satu jam. Selain itu jenis bahan ikat (*tack coat*) dan jumlah penggunaannya akan sangat menentukan kekuatan daya lekat yang dihasilkan.

Pengujian daya lekat atau kuat geser di laboratorium dilakukan dengan menggunakan alat Direct Shear Test (Uzan et al., 1978; Kruntcheva et al., 2006; Mohamad et al., 2005), dimana pada dasarnya benda uji diberi

tekanan normal yang tetap dan selanjutnya diberi gaya geser yang terus dinaikan besarnya sampai terjadi keruntuhan geser pada benda uji tersebut.

Pada pengujian ini, diukur perpindahan horizontal serta gaya yang dibutuhkan untuk mencapai keruntuhan, yang selanjutnya dapat diketahui nilai kuat gesernya.

Pemisahan antara permukaan dek jembatan dengan lapisan beraspal menggunakan lapisan kertas untuk memudahkan penggantian lapis permukaan beraspal di kemudian hari, sangat tidak disarankan.

MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kuat geser antara lapis permukaan beraspal (*wearing course*) yang dipergunakan di Indonesia dengan pelat baja pada berbagai jenis lapis pelindung (*coating*) dan cara pemadatan beton aspal yang berbeda.

Tujuan dari pengkajian ini ialah mendapatkan perilaku daya lekat antara lapis permukaan beraspal (*asphalt concrete – wearing course*) dengan dek baja pada jembatan pelat baja.

METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan pada pengkajian ini dasarnya ialah berupa pendekatan laboratorium melalui percobaan-percobaan serta menganalisa hasil pengujian dan membandingkannya dengan hasil pengujian yang sudah ada dari susunan perkerasan lentur yang umum.

KEGIATAN PENELITIAN

Sesuai dengan metodologi diatas, maka urutan kegiatan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Studi pustaka.
2. Penyiapan dan pengujian bahan agregat dan aspal.
3. Pembuatan rencana campuran beraspal dengan metoda Marshall.
4. Pembuatan pelat baja untuk benda uji, dengan bermacam-macam jenis lapis pelindung (*coating*).
5. Pengujian kuat geser antara campuran beraspal dengan pelat baja.
6. Analisa data.

Persiapan Benda Uji Campuran Beraspal

Persiapan benda uji campuran beraspal, dilakukan dengan terlebih dahulu menguji bahan agregat, aspal yang akan

dipergunakan guna menjamin bahwa bahan-bahan tersebut telah memenuhi persyaratan kualitas bahan untuk suatu campuran beraspal panas.

Bahan agregat yang dipergunakan, ialah bahan ex Kali Comal – Pekalongan, dimana pengujian bahan agregat kasar, sedang dan halus meliputi pengujian kualitas dan gradasi. Hasil pengujian tersebut seperti terlihat pada Tabel 1.

Bahan aspal yang dipergunakan ialah bahan aspal polimer elastomer, dengan

pertimbangan untuk meningkatkan ketahanan terhadap deformasi permanen dari campuran beraspal tersebut, dimana hasil pengujian aspal diperlihatkan pada Tabel 2.

Selain aspal polimer untuk campuran, juga dilakukan pengujian terhadap aspal emulsi yang akan dipergunakan untuk bahan lapis pengikat (*tack coat*) antara lapis campuran beraspal dengan lapisan pelat baja.

Hasil pengujian aspal emulsi, diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 1.
Hasil Pengujian Agregat

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			Spesifikasi *)
		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus	
1.	Abrasi, %	20,93			Min. 40
2.	Impact, %	15,03			Max. 25
3.	Kepipihan dan Kelonjongan, %	4,22			Max. 10
4.	Berat Jenis				
	Bulk	2,679	2,619	2,68	Min. 2,5
	Ssd	2,735	2,684	2,735	
	Apparent	2,839	2,779	2,837	
	Abdorpsi, %	2,109	2,457	2,062	Max. 3
5.	Setara Pasir				93,59
6.	Angularitas Agregat Halus				46,83
7.	Analisa Saringan, % Lolos				
	¾"	100,0			
	½"	42,2	100,0		
	3/8"	10,8	98,7		
	No. 4	1,5	50,3	100,0	
	No. 8		15,3	72,4	
	No. 16		10,7	50,5	
	No. 30		6,3	35,7	
	No. 50		5,5	26,6	
	No. 200		3,0	11,9	

*) Spesifikasi umum Bidang Jalan dan Jembatan Dep. PU, 2005

Tabel 2.
Hasil pengujian aspal polimer untuk campuran beraspal

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi *)
1.	Penetrasi pada 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	56	50 - 80
2.	Titik Lembek, °C	54,9	Min. 54
3.	Titik Nyala (COC), °C	320	Min. 225
4.	Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, Cm	>140	Min. 50
5.	Berat Jenis	1,035	Min. 1,0
6.	Kekentalan pada 135 °C, Cst	665	300 - 2000
7.	Kelarutan dalam C ₂ HCL ₃ , %	99,842	Min. 99
8.	Kehilangan berat (TFOT), %	0,039	Max. 1,0
9.	Penurunan Penetrasi setelah TFOT, % asli	27,23	Max. 40
10.	Kenaikan Titik Lembek setelah TFOT, % asli	4,74	Max. 6,5
11.	Elastic recovery pada 25°C, %	45	Max. 30
12.	Perbedaan titik lembek setelah stabilitas 48 jam, 163°C, °C	0,2	Max. 2
13.	Suhu Pencampuran, °C	176	-
14.	Suhu Pemadatan, °C	165	-

*) Spesifikasi umum Bidang Jalan dan Jembatan Dep. PU, 2005

Tabel 3.
Hasil pengujian aspal emulsi

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Viscositas SF pada 50°C, detik	20
2.	Pengendapan 1H, %	0,4
3.	Jenis Muatan Listrik	+
	Destilasi	
4.	Tetes Pertama, °C	85
5.	Kadar Air, %	28,5
6.	Kadar Minyak, %	0
7.	Kadar Residu, %	611,5
8.	Penetrasi Residu, %	93
9.	Daktilitas Residu, %	>140
10.	Kelarutan Residu, %	99,56

Pengujian Campuran Beraspal

Pengujian campuran beraspal dimaksudkan untuk mendapatkan rumusan perbandingan agregat (kasar, sedang dan halus) terhadap berat aspal, sedemikian

rupa sehingga sifat sifat campuran tersebut memenuhi persyaratan sifat campuran yang diinginkan.

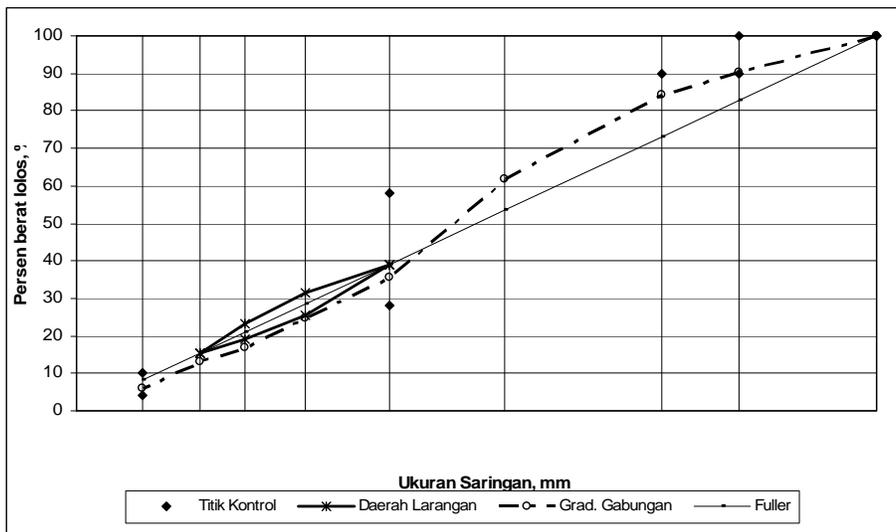
Campuran beraspal yang dipergunakan pada percobaan ini ialah AC-WC (*Asphalt Concrete* –

Wearing Course) sesuai dengan spesifikasi Umum Bidang Jalan, Departemen P.U. 2005, dimana metoda yang dipergunakan untuk mendapatkan rumusan campuran beraspal ini ialah metoda Marshall.

Gradasi agregat campuran, merupakan gabungan antara agregat kasar, sedang dan halus sesuai dengan hasil pengujian sebelumnya mempunyai perbandingan

17% : 43% : 40%, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

Sifat sifat teknis dari campuran beraspal yang didapat dari hasil pengujian laboratorium, ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil campuran optimum yang didapat dari percobaan Marshall ini, dijadikan pegangan untuk pembuatan-pembuatan benda uji selanjutnya guna pengujian kuat gesernya.



Gambar 4. Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal dan batas batas kontrolnya

Tabel 4.

Sifat – sifat teknis campuran beraspal untuk percobaan kuat geser

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi *)
	Pengujian Marshall		
1	Kadar Aspal Optimum, %	6,25	-
2	Kepadatan, Tom/m ³	2,349	-
3	VMA, %	16,96	Min. 15
4	VFB, %	71,12	Min. 65
5	VIM Marshall, %	4,87	3,5 – 4,5
6	VIM PRD, %	3,47	Min. 5
7	Stabilitas, Kg	1362,38	Min. 1000
8	Pelelehan, mm	3,44	Min. 3
9	Mg, %	396,13	Min. 300
10	Stabilitas Sisa, %	90,58	Min. 80

*) Spesifikasi umum Bidang Jalan dan Jembatan Dep. PU, 2005

Setelah didapat rumusan campuran beraspal yang optimum seperti terlihat pada Tabel 4, selanjutnya dibuat benda uji dengan campuran yang sama untuk pengujian ketahanan terhadap alur dengan alat Wheel Tracking Machine dan juga untuk pengujian Modulus Stiffness yang diuji dengan alat UMATTA, pada temperatur pengujian yang berbeda, seperti terlihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5, terlihat campuran yang menggunakan

aspal polimer mempunyai ketahanan terhadap alur yang lebih baik, dibanding campuran yang sama tetapi menggunakan aspal keras pen 60. Modulus Elastisitas campuran yang menggunakan aspal elastomer lebih kecil dari campuran yang sama tetapi dengan menggunakan aspal pen 60, hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan aspal polimer elastomer lebih elastis dibanding campuran dengan aspal pen 60.

Tabel 5.
Ketahanan terhadap alur dan stiffness campuran beraspal

No.	Sifat Ketahanan Alur dan Stiffness Campuran	Hasil Pengujian	Batas
1.	Pengujian Kedalaman Alur (WTM)		
	Aspal Penetrasi 60		
	Deformasi Awal, mm	2,12	
	Stabilitas Dimensi, lintasan/mm	2333,3	
	Kecepatan Deformasi, mm/menit	0,018	
	Aspal Polimer Elastomer		
	Deformasi Awal, mm	1,50	
	Stabilitas Dimensi, lintasan/mm	3937,5	Min. 2500
	Kecepatan Deformasi, mm/menit	0,0107	
2.	Pengujian Stiffness		
	Aspal Penetrasi 60		
	Suhu 25°C, Mpa	4515,5	
	Suhu 45°C, Mpa	433,05	
	Aspal Polimer Elastomer		
	Suhu 25°C, Mpa	3407	
	Suhu 45°C, Mpa	388,7	

Penyiapan Alas Pelat Baja

Untuk menghasilkan pengujian kuat geser yang mendekati keadaan sebenarnya, di laboratorium dibuat pelat baja dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pengujian, yang diberi lapisan pelapis terlebih dahulu. Lapisan pelapis ini, dimaksudkan sebagai lapisan untuk melindungi lapisan pelat baja yang berfungsi sebagai dek jembatan terhadap korosi yang bisa terjadi, sekaligus melihat pengaruh lapis pelindung ini terhadap daya lekat yang dihasilkan.

Jenis serta tebal lapis pelapis yang dipasang pada

masing-masing pelat untuk benda uji, diperlihatkan pada Tabel 6.

Pelat baja yang disiapkan untuk percobaan ini, dibuat berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 30 cm. Hal ini disesuaikan dengan alat yang akan digunakan pada pembuatan benda uji campuran beraspal. Campuran beraspal yang diletakkan diatas pelat Bujur Sangkar, dipadatkan dengan alat pemadat *Wheel Tracking Machine (WTM)*. Perbedaan lainnya ialah pelat yang berbentuk bujur sangkar, akan diuji dengan menggunakan alat geser yang besar.

Tabel 6.
Jenis bahan pelapis yang dipergunakan untuk percobaan

No benda uji	Bahan Lapisan			Ketebalan lapisan (micron)		
	Primer	Sekunder	Terluar	Primer	Sekunder	Terluar
1	Epoxy polyamid	Polyamine coal tar epoxy	Polyamine coal tar epoxy	75	100	100
2	Epoxy polyamid	Polyamine coal tar epoxy	Polyamine coal tar epoxy + mortar	75	100	100
3	Silikat Seng	Polyamid Epoxi	Polyamine coal tar epoxy	75	100	100
4	Silikat Seng	Polyamid Epoxi	Polyamine coal tar epoxy + mortar	75	100	100
5	Tar epoxy hitam	Tar epoxy coklat	Tar epoxy + mortar	100	100	100
6	Tar epoxy hitam	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam	100	100	100
7	Epoxy polyamid	Tar epoxy	Tar epoxy + mortar	75	100	100
8	Epoxy polyamid	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam	75	100	100
9	Surface tolerant polyamine-epoksi modifikasi	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam + morta	100	100	100
10	Surface tolerant polyamine-epoksi modifikasi	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam	100	100	100

Penyiapan benda uji, untuk pengujian kuat geser

Dalam penyiapan benda uji untuk pengujian kuat geser, perlu dipertimbangkan cara pembuatannya sehingga daya lekat antara campuran beraspal dengan pelat dibawahnya mendekati keadaan sebenarnya di lapangan. Untuk tujuan tersebut, maka pelat baja yang telah diberi bahan pelapis, dilapisi lagi dengan aspal emulsi sebanyak 0,4 l/ m². Hal ini menggambarkan pemberian ikat (*tack coat*) pada keadaan sebenarnya di lapangan. Diatas *tack coat* ini diberi campuran beraspal yang akan diuji sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, dimana sebelum

diberi campuran beraspal, *tack coat* tersebut terlebih dahulu harus sudah curing, yang ditunjukkan dengan perubahan warna dari coklat ke hitam.

Pada pelat yang berbentuk bujur sangkar, diatas *tack coat* yang sudah curing, diberi campuran beraspal sesuai dengan rencana campuran yang telah dicari sebelumnya, dan kemudian dipadatkan pada temperatur 160 °C dengan menggunakan alat pemadat *Wheel Tracking Machine* (WTM) dimana prinsip kerja pemadatan alat ini serupa dengan pemadatan alat berat di lapangan.

Pemadatan campuran beraspal diatas pelat baja yang telah diberi pelindung dan *tack coat* dengan cara Marshall tidak dilakukan, karena dikhawatirkan daya lekatnya akan terganggu akibat pengaruh tumbukan yang terjadi. Berikut ini diperlihatkan pemadatan pada pelat bujur sangkar dengan *wheel tracking machine*, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemadatan dengan alat Wheel Tracking Machine

Pengujian Kuat Geser

Pengujian kuat geser di laboratorium, dimaksudkan untuk mengetahui kuat geser antara lapisan beraspal dengan lapisan baja yang telah diberi berbagi lapis pelindung, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Prinsip dari pengujian ini, ialah memberikan gaya horizontal, pada lapisan campuran beraspal yang sejajar dengan permukaan bidang kontak antara lapis permukaan beraspal dengan

lapisan baja, yang terus meningkat besarnya dengan kecepatan pergeseran tertentu yang sampai terjadi keruntuhan geser dari kedua lapisan bahan tersebut. Sebelum dilakukan pemberian gaya horizontal, benda uji tersebut diberi gaya normal yang besarnya konstan sebesar 500 kPa.

Interval pembacaan pergeseran benda uji dilakukan sebagai mana terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7.

Interval pembacaan pergeseran

No	Rentang Pembacaan pergeseran (mm)	Interval pembacaan Pergeseran (mm)
1	0,0 – 0,5	0,02
2	0,5 – 1,0	0,05
3	1,0 – 2,0	0,10
4	2,0 - selesai	0,25

Pengujian Kuat Geser pada Contoh Berbentuk Bujur Sangkar

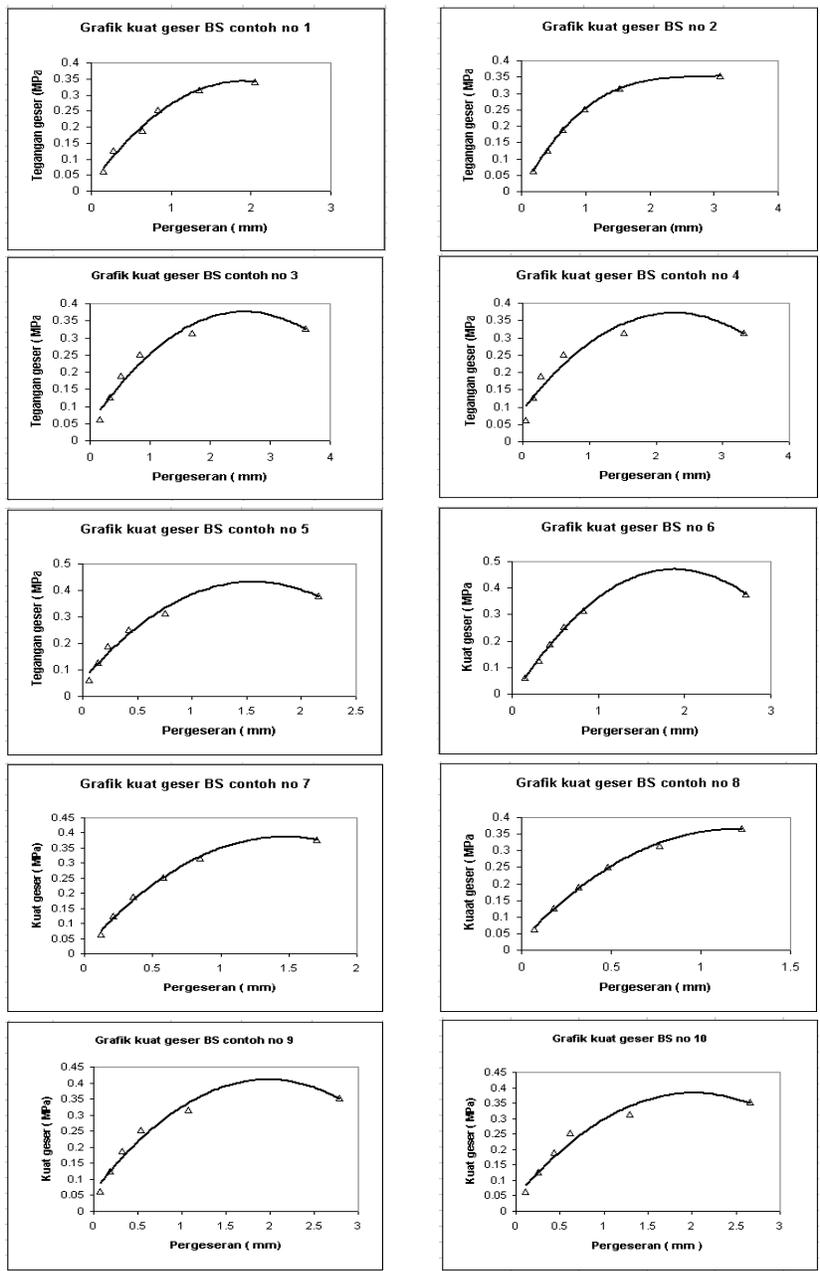
Pada contoh ini dilakukan pengujian kuat geser dua benda uji secara bersamaan, dimana dua benda uji disusun secara berhadapan sedemikian rupa sehingga masing masing pelat baja ada di bagian paling atas dan bagian paling bawah, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian kuat geser pelat berbentuk Bujur Sangkar

Contoh tersebut diberi beban yang menghasilkan tegangan sebesar 500 kPa, dan selanjutnya contoh campuran beraspal di dorong horizontal dan dicatat pergeseran horizontalnya bersama gaya yang diperlukan

untuk menghasilkan pergeseran tersebut, sesuai dengan Tabel 7 diatas. Kuat geser dari benda uji ini dihitung dengan cara membagi gaya horizontal yang diberikan dengan dua kali luas bidang kontak antara campuran beraspal dengan pelat baja bujur sangkar. Selanjutnya dibuat hubungan antara tegangan geser dengan pergeseran yang terjadi selama pengujian tersebut, dimana hasil untuk masing masing benda uji dengan lapis pelindung yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik kuat geser contoh dengan pelat bujur sangkar

PEMBAHASAN DAN ANALISA

Pemberian bahan pelapis yang bermacam macam dimaksudkan untuk mendapatkan pengaruh dari lapisan tersebut terhadap kuat geser yang timbul. Sedangkan pemilihan penggunaan tack coat emulsi sebagai perekat antara lapis campuran beraspal dengan pelat baja dipandang lebih praktis dan mudah, karena tidak perlu dilakukan pemanasan sewaktu penggunaannya. Jumlah penggunaan tack coat sebesar 0,4 kg/m² didasarkan pada hasil-hasil sebelumnya yang diperoleh dari literatur bahwa jumlah penggunaan aspal sebesar itu akan memberikan kuat geser yang maksimum.

Dari hasil pengujian kuat geser dengan benda uji yang menggunakan pelat bujur sangkar, didapat bahwa kuat geser maksimum yang paling besar

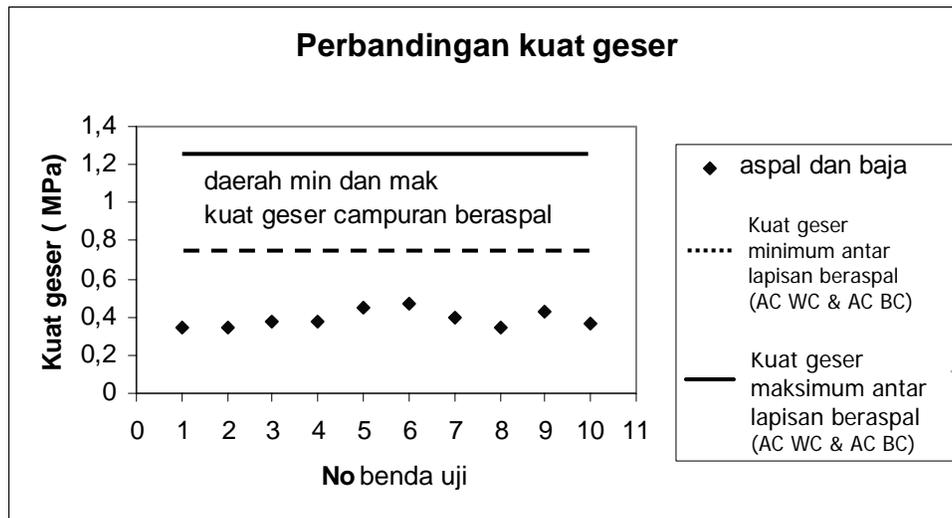
dicapai oleh contoh no 6 sebesar 0.45 MPa yang menggunakan bahan pelapis terluar "epoxy hitam" dan yang paling kecil sebesar 0,35 MPa pada contoh no 1; 2 dan 8.

Dilihat dari besarnya kuat geser yang terjadi, maka susunan kekuatan dari yang paling kuat sampai yang paling rendah pada benda uji dengan pelat Bujur Sangkar (BS), adalah seperti terlihat pada Tabel 8.

Nilai kuat geser rata-rata dari benda uji dengan bentuk Bujur Sangkar (BS), ialah sebesar 0,393 MPa dengan standard deviasinya sebesar 0,044 MPa. Dari Gambar 8, terlihat bahwa hasil pengujian kuat geser tersebut, antara satu jenis lapis pelapis dengan jenis pelapis lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang terlalu jauh.

Tabel 8.
Urutan kekuatan kuat geser dari benda uji berbentuk Bujur Sangkar (BS)

Urutan kuat geser BS		No benda uji	Bahan Lapisan		
Urutan	Kuat geser (MPa)		Primer	Sekunder	Terluar
I	0,47	6	Tar epoxy hitam	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam
II	0,45	5	Tar epoxy hitam	Tar epoxy coklat	Tar epoxy + mortar
III	0,43	9	Surface tolerant polyamine-epoksi modifikasi	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam + mortar
IV	0,40	7	Epoxy polyamid	Tar epoxy	Tar epoxy + mortar
V a	0,38	3	Silikat Seng	Polyamid Epoxi	Polyamine coal tar epoxy
V b	0,38	4	Silikat Seng	Polyamid Epoxi	Polyamine coal tar epoxy + mortar
VI	0,37	10	Surface tolerant polyamine - epoksi modifikasi	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam
VII a	0,35	1	Epoxy polyamid	Polyamine coal tar epoxy	Polyamine coal tar epoxy
VII b	0,35	2	Epoxy polyamid	Polyamine coal tar epoxy	Polyamine coal tar epoxy + mortar
VII c	0,35	8	Epoxy polyamid	Tar epoxy coklat	Tar epoxy hitam



Gambar 8. Kuat geser pada pelat Bujur Sangkar diatas pelat baja

Hal lain yang dapat dilihat dari hasil pengujian ini ialah, bahwa pemasangan mortar yang berupa butiran serbuk kasar yang semula diharapkan untuk menaikkan kuat gesernya, ternyata tidak bekerja sebagaimana yang diharapkan, yaitu ditandai dengan nilai kuat geser dari lapisan yang diberi mortar tidak selalu lebih besar dari kuat geser dari benda uji yang tidak dipasang mortar. Begitu juga jenis lapisan terluar tidak memberikan hasil yang konsisten, dimana terlihat jenis lapisan terluar dari bahan " tar epoxy hitam" menghasilkan kuat geser yang tidak selalu paling besar.

Perbandingan Kuat Geser antara Lapis Beraspal Pelat Baja dari Kuat Geser antara Dua Lapisan Campuran Beraspal

Untuk lebih mendapatkan gambaran yang nyata, maka hasil pengujian kuat geser antara lapis beton aspal dengan pelat baja di laboratorium, dibandingkan dengan kuat geser antar lapisan beraspal pada konstruksi jalan raya yang juga diuji di laboratorium.

Hariyadi (2007) melakukan penelitian kuat geser antar lapisan beraspal, dimana percobaan tersebut dilakukan pada contoh yang *fresh* dibuat dilaboratorium, dimana Pematatan campuran

beraspalnya dilakukan dengan menggunakan alat pemadat *Wheel Tracking Machine* dan juga contoh yang diambil dari perkerasan jalan lama dengan cara coring, dengan metoda pengujian yang serupa dengan pengujian pada contoh LBA,

Pada contoh *fresh* yang dibuat di laboratorium, kuat geser bervariasi terletak dalam rentang 0,74 MPa sampai 1,27 MPa dengan nilai rata-rata 1 MPa dengan standard deviasi sebesar 0,26 MPa. Pada perkerasan lama yang contohnya diambil dengan cara coring, memberikan rentang kuat geser antara 1,06 MPa sampai 1,69 MPa dengan nilai rata-ratanya sebesar 1,37 MPa dengan standard deviasinya 0,31 MPa.

Terlihat bahwa kuat geser rata-rata lapisan diatas pelat baja hanya sekitar 41% dari kuat geser lapisan beraspal *wearing* diatas lapisan beraspal binder dari contoh dalam keadaan *fresh*. Kuat geser pada contoh yang diambil dari perkerasan jalan yang sudah lama memberikan hasil yang lebih besar, mungkin karena sifat aspal *tack coat*-nya sudah mengalami perubahan, disebabkan oleh pengaruh waktu dan lingkungan. Karena itu, perbandingan kuat geser antara contoh pelat baja bujur sangkar dan contoh yang diambil dari perkerasan jalan lama

tidak akan menggambarkan keadaan yang seimbang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari percobaan dan bahasan tersebut diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut,

1. Kuat geser antara campuran beraspal dengan pelat baja mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,40 MPa, yaitu lebih kecil dibandingkan kuat geser antara dua lapisan campuran beraspal, yang mempunyai kuat geser rata-rata 1 MPa.
2. Penambahan mortar pada lapis pelindung paling luar, tidak selalu memberikan kenaikan kuat geser.
3. Bahan lapis pelindung pelat baja yang digunakan diatas, tidak menunjukkan pengaruh yang nyata antar satu jenis dengan jenis lainnya terhadap nilai kuat geser yang dihasilkan.
4. Perlu ke hati-hatian dalam pelaksanaan pemadatan dilapangan, supaya dihindari terjadinya rongga-rongga pada bidang kontak antara dua lapisan,

terutama antara campuran beraspal dan pelat baja.

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction., 1963, *Design Manual for Orthotropic Steel Plate Deck Bridges*
- Asphalt Institute Manual Series No 2, 1993, *Mix Design Method for Asphaltic Concrete and Other Hot – Mix Types.*
- Asphalt Institute, Superpave Series No 1, 1977, *Performance graded asphalt binder specification and testing.*
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, *Spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan.*
- Hariyadi, Eri Susanto., 2007, *Pengembangan pendekatan simulasi dan laboratorium terhadap kondisi bonding antar lapis perkerasan beraspal, Disertasi program S3.*
- O'Flaherty, CA., *Highway Engineering*, volume 2, Third Edition.