

## ***STUDY KASUS DEFORMASI PLASTIS***

Nono<sup>1</sup>, R. Anwar Yamin<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*In genelar, defect in the flexible pavement on road links which heavy loaded traffic and have high temperature is plastic deformation. This paper discusses some causes of plastic deformation occurred in the field and some factors that effect occurring plastic deformation. Plastic deformation found in the field is effect of bad design gradation and of high bitumen content as caused mix design without void in mix at refusal density. Plastic deformation with rut depth is less than 20 mm, displacement or shear occurred on the wearing course (ACWC). In spite of rut depth is more than 20 mm, displacement or shear also occurred on the second layer or binder course (ACBC). Base on rut depth above, so we can used as a guide for determining of asphalt layer is should be scraped or repaired. Giving attention for example to consider void in mix at refusal density on mix design and the uses of asphalt mixtures which relatively high stiffness can reduce plastic deformation.*

**Keywords :** *flexible pavement, plastic deformation*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Akhir-akhir ini kerusakan yang terjadi pada perkerasan beraspal terutama pada ruas-ruas jalan yang melayani lalu lintas berat dan memiliki temperatur yang relatif tinggi adalah deformasi plastis.

Ruas-ruas jalan pada daerah-daerah yang memiliki terain yang datar adalah cenderung melayani lalu lintas yang cukup berat dan umumnya memiliki temperatur lapangan yang tinggi.

Pada tulisan ini, penulis mencoba mengangkat studi kasus terjadinya deformasi plastis yang terjadi pada beberapa daerah, yaitu terutama ruas-ruas jalan yang melayani beban lalu lintas yang

relatif berat dan memiliki temperatur lapangan yang tinggi.

Sebagai bahan evaluasi, dilakukan pemantauan atau pengujian di lapangan dan pengambilan contoh, selanjutnya dari contoh-contoh yang diambil dari lapangan dilakukan pengujian di laboratorium.

#### **Pembatasan Masalah**

Penelitian ini, dilakukan hanya untuk mengetahui sifat campuran beraspal yang menggunakan aspal keras Pen 60 yang digunakan pada lokasi atau ruas jalan yang relatif datar dan terbatas terhadap data Instansional yang diperoleh.

#### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi sejauh mana penyimpangan

---

<sup>1</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik ITN Bandung

penggunaan aspal keras Pen 60 terhadap terjadinya deformasi plastis.

### Hipotesa

Deformasi plastis terjadi sebagai akibat proporsi aspal yang berlebih dan atau rongga aspal yang tinggi.

### KAJIAN PUSTAKA

Respon perkerasan terhadap beban kendaraan adalah dicerminkan dengan regangan horizontal ( $\epsilon_H$ ) pada tepi bawah lapisan beraspal dan regangan vertikal ( $\epsilon_V$ ) pada permukaan tanah dasar.

Berdasarkan Cheung dkk yang dicuplik dari Perl dkk disamping campuran beraspal harus tahan terhadap retak juga harus tahan terhadap deformasi permanen termasuk (deformasi plastis).

Berdasarkan Giovanni (2000) menyebutkan bahwa kinerja campuran atau lapisan beraspal di lapangan tergantung sifat campuran beraspal pada saat konstruksi. Perubahan sifat campuran beraspal dapat dipengaruhi karena proses densifikasi pengaruh beban lalu lintas dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kualitas aspal. Tipikal kecenderungan perubahan sifat campuran beraspal akibat beban lalu lintas atau waktu diilustrasikan pada Gambar 1.

Pengaruh densifikasi pada lapisan beraspal di lapangan terhadap perubahan sifat campuran dan mengakibatkan perubahan terhadap kinerja campuran, dijelaskan di bawah ini:

- Bila campuran terlalu kaku dan ditunjukkan dengan modulus resilien dan dinamik creep yang tinggi maka kecepatan konsolidasi lapisan beraspal dari rongga awal sebesar 7% pada saat setelah selesai konstruksi akan mengalami penurunan yang relatif lambat. Namun

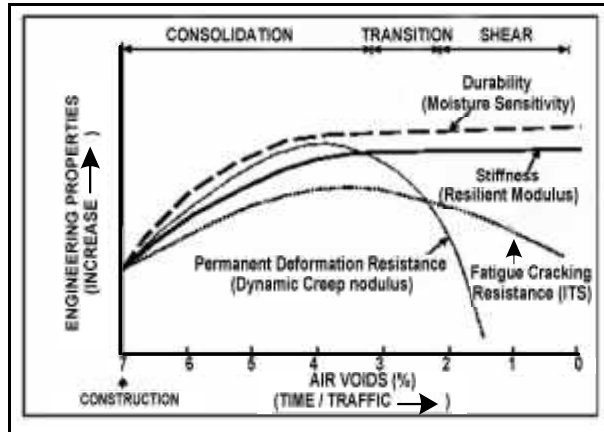
selama periode densifikasi lapisan beraspal memiliki rongga dalam campuran yang cukup terbuka (permeable) yang dapat mengakibatkan bahan pengikat (aspal) terekspos terhadap pengaruh lingkungan atau lebih cepat mengalami penuaan yang konsekuensinya dapat menimbulkan terjadinya retak dini.

- Sebaliknya, bila kekakuan aspal sangat rendah yang ditunjukkan dengan rendahnya modulus dinamik creep pada saat selesai konstruksi maka rongga dalam campuran relatif akan lebih cepat mengecil dan konsekuensinya adalah terjadinya alur dan deformasi lapisan beraspal akan lebih cepat.

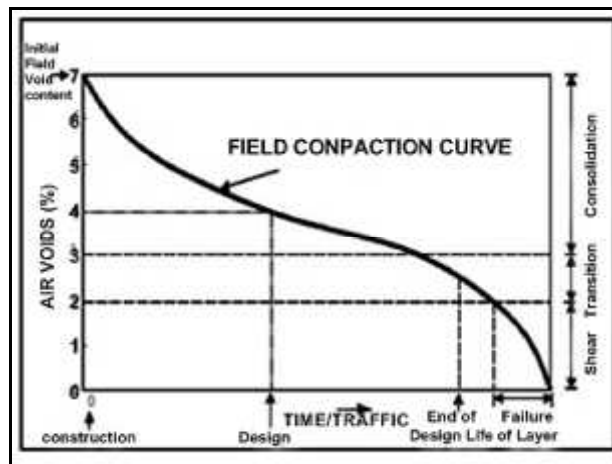
Periode kritis pada lapisan beraspal selama masa layan adalah melalui 3 (tiga) tahapan pemadatan dan densifikasi lapisan beraspal, seperti dijelaskan di bawah ini dan diilustrasikan pada Gambar 2.

- Tahap 1 (tahap konsolidasi); Densifikasi lapis beraspal selama tahap ini adalah densifikasi karena densifikasi vertikal akibat beban lalu-lintas. Pada tahap ini densifikasi terjadi setelah selesai konstruksi (rongga dalam campuran, VIM = 7%) turun hingga menjadi sekitar 3%.
- Tahap 2 (tahap transisi); Tahap ini dari tahap konsolidasi sampai dengan tahap geser. Pada tahap ini, rongga dalam campuran menurun karena beban lalu-lintas. Rongga dalam campuran antara 2% dan 3% dan hal ini tergantung dari jenis dan kualitas campuran beraspal.
- Tahap 3 (tahap geser); tahap terjadinya pelelehan geser plastis lapis beraspal akibat perubahan bentuk/pergeseran kearah lateral dengan cepat dan deformasi lapis beraspal khususnya terjadi pada temperatur perkerasan tinggi.

Study Kasus Deformasi Plastis



Gambar 1. Perubahan sifat campuran beraspal pengaruh waktu atau beban lalu lintas

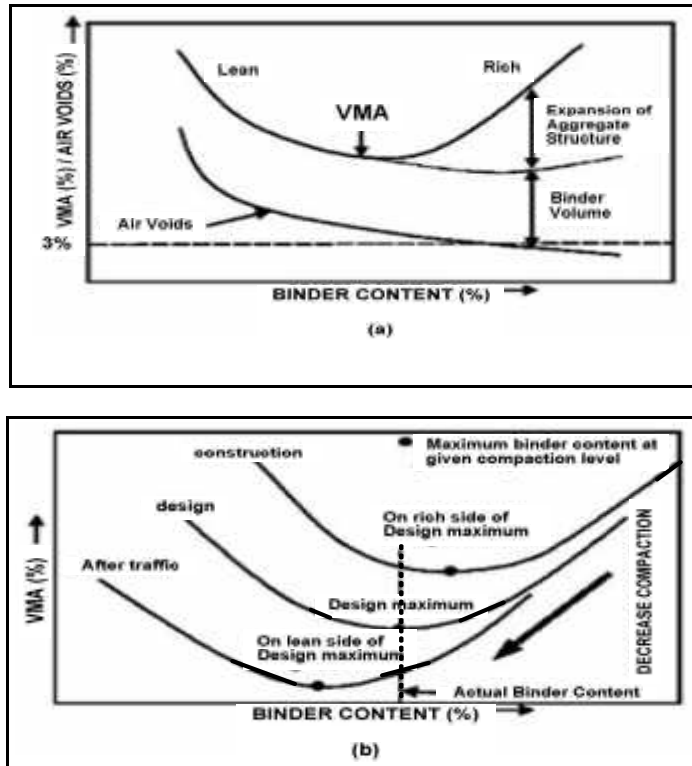


Gambar 2. Tipikal karakteristik pemadatan lapis beraspal selama masa umur rencana (Giovanni P, 2000)

Adapun pengaruh pemadatan terhadap kadar aspal dan rongga dalam agregat (VMA) serta rongga dalam campuran (VIM) diilustrasikan pada Gambar 3 (Giovanni P, 2000).

Pada Gambar 3a terlihat bahwa hubungan tipikan antara VMA, VIM dan Kadar aspal yang diperoleh dari pemadatan campuran, seperti dengan pemadat Marshall sebanyak 2

x 75 tumbukan, VMA antara 65 sampai 75% harus diisi dengan aspal sehingga setelah pemadatan contoh mempunyai rongga campuran rencana sebesar 4%. Sedangkan hasil konstruksi dilapangan rongga campuran misal hanya dapat dicapai 7%. Selanjutnya sebagai pengaruh pemadatan dengan lalu-lintas maka VMA dan VIM akan menurun sebagaimana diilustrasikan pada pada Gambar 3b.



Gambar 3. Pengaruh Kadar Aspal dan Pematatan Terhadap VMA dan VIM (Giovanni P., 2000)

Untuk mendapatkan karakteristik campuran yang diharapkan Superpave (SHRP-A-410, 1994), menganjurkan menggunakan aspal dan perencanaan sesuai dengan kondisi lapangan serta memperkenalkan persyaratan gradasi agregat campuran dibatasi dengan titik control dan daerah larangan (restriction zone). Juga Untuk memandu dalam pembuatan gradasi agregat campuran adalah berpedoman pada kurva Fuller (untuk kepadatan tertinggi dengan nilai  $n = 0,45$ ). Gradasi campuran yang disarankan adalah tidak berimpit dengan kurva Fuller (garis kepadatan maximum) dan melintas daerah larangan untuk mendapatkan rongga dalam agregat (VMA) yang cukup baik sehingga dapat mengeliminasi terjadinya deformasi plastis.

Berdasarkan NAPA (1996) yang dicuplik dari Epps, J.A (1986) mengatakan bahwa aspal yang ideal sebagai bahan pengikat campuran beraspal panas sebaiknya aspal modifikasi. Hal ini untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat-karakteristik campuran.

- (a). Kekakuan rendah atau viskositas yang cukup sehingga tidak memerlukan temperatur tinggi untuk pemompaan, pencampuran dan pematatan.
- (b). Kekakuan tinggi pada saat temperatur tinggi (musim panas) untuk menghindari alur (rutting) dan shoving.
- (c). Kekakuan rendah pada saat temperatur rendah (musim dingin) untuk menghindari retak.
- (d). Kelekatan terhadap agregat yang tinggi untuk menghindari stripping.

Sifat campuran beraspal yang memiliki kekakuan yang relatif tinggi lebih tahan terhadap deformasi, seperti campuran beraspal yang menggunakan aspal keras Pen 40 memiliki kekakuan 1,8-2,3 kali dan stabilitas dinamis sebesar 2,7-3,3 kali lebih tinggi (Nono dkk, 2004).

## METODE PENELITIAN

Pada pengkajian ini, kegiatan yang dilakukan adalah mencakup pemantauan atau pengujian di lapangan dan pengujian di laboratorium terhadap contoh-contoh lapisan beraspal yang diambil dari lapangan.

### 1. Pengujian lapangan

Pengujian lapangan mencakup pemantauan pada beberapa ruas jalan yang mengalami kerusakan deformasi plastis. Yaitu dengan melakukan pengambilan dokumentasi (photo) pada ruas jalan Tol Jakarta-Cikampek, Tol Jakarta-Tangerang, Tol Palimanan-Cirebon dan Tol Surabaya-Gempol. Adapun pada lokasi tertentu di Jalan Tol Palimanan-Cirebon selain pengambilan dokumentasi, juga dilakukan pengukuran kedalaman alur yang terjadi pada daerah deformasi plastis dan pengambilan contoh inti dan blok untuk mengetahui kedalaman lapisan yang mengalami pergeseran dan untuk bahan pengujian di laboratorium. Di samping itu, melakukan survai Intansional untuk

mendaatkan data sekunder pada saat konstruksi.

### 2. Pengujian laboratorium

Pengujian di laboratorium adalah menguji sifat aspal dan sifat campuran beraspal yang diambil dari lapangan. Jenis pengujian yang dilakukan mencakup:

- Pengujian kepadatan dan berat jenis campuran maksimum (Gmm), untuk memperoleh besaran rongga dalam campuran (VIM)
- Ekstaksi untuk memperoleh proporsi aspal dalam campuran dan gradasi agregat campuran.

## HASIL PENGUJIAN

### 1. Pengujian lapangan

Berdasarkan hasil pemantauan yang telah dilakukan pada beberapa ruas jalan yang melayani lalu lintas berat dan memiliki temperatur lapangan  $> 50^{\circ}\text{C}$ , ditemukan segmen-segmen yang telah mengalami deformasi plastis. Yaitu seperti ditunjukkan pada Gambar 4 (kasus di Jalan Tol Cikampek), 6 (kasus di Tol Jakarta-Tangerang), 7 (kasus di Tol Surabaya-Gempol) dan Gambar 8 (kasus di Tol Palimanan-Cirebon).



Gambar 4. Kasus deformasi plastis di Jalan Tol Jakarta-Cikampek (Juni 2004)



Gambar 5. Kasus deformasi plastis di Jalan Tol Jakarta-Tangerang (Juni 2004)



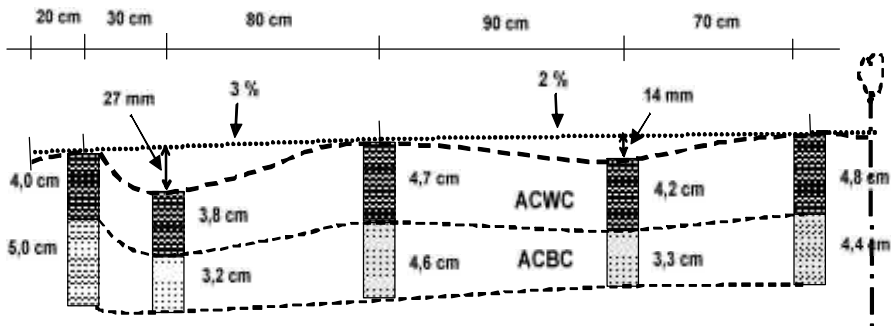
Gambar 6. Kasus deformasi plastis di Jalan Tol Surabaya-Gempol (Juni 2004)



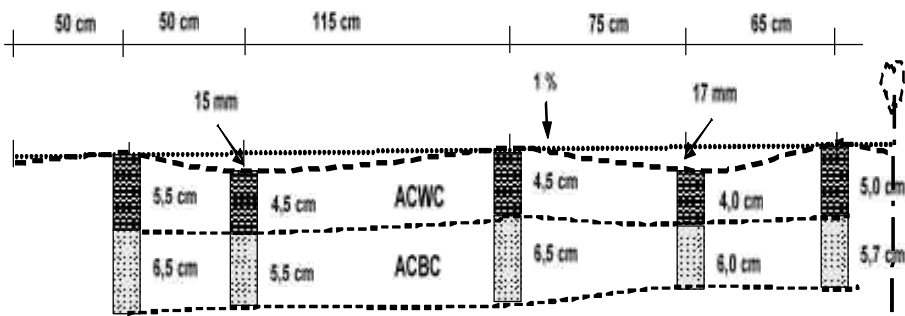
Gambar 7. Kasus deformasi plastis di Jalan Tol Cirebon-Palimanan (April 2004)

Khusus untuk kasus deformasi plastik yang terjadi di Jalan Tol Cirebon-Palimanan yang ditindaklanjuti dengan pengujian di lapangan dan di laboratorium. Adapun lokasi pengujiannya yaitu pada Km. 229+000 dan Km. 234+650 arah Kanji (Jawa Tengah). Umur perkerasan beraspal, terutama lapisan permukaan sampai dengan saat ini kurang

lebih 3 tahun. Berdasarkan hasil pengambilan contoh inti yang dilakukan beberapa titik kearah melintang lajur jalan maka ilustrasi perubahan bentuk lapisan beraspal yang terjadi pada kedua lokasi tersebut sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8 untuk Km 229+000 dan Gambar 9 untuk Km 234+650.



Gambar 8. Perubahan lapisan beraspal pada Km 229+000



Gambar 9. Perubahan lapisan beraspal pada Km 234+650

Pada Gambar 8 terlihat bahwa perubahan bentuk terjadi pada kedua lapisan beraspal, yaitu lapis permukaan (AC-WC) dan lapis anrata (AC-BC) dan kedalaman alur pada jejak roda luar (outer wheel track) sedalam 27 mm. Sedangkan pada Gambar 9 terlihat bahwa kedalaman terbesar adalah 17 mm yang terjadi pada jejak roda dalam (inner wheel track) dan perubahan bentuk hanya terjadi pada lapis permukaan (AC-WC).

## 2. Sifat aspal dan campuran

Hasil pengukuran tebal lapisan dan hasil ekstraksi terhadap lapisan AC-WC dan AC-BC pada kedua lokasi maka diperoleh sifat campuran sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan gradasi agregat campuran disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 10 dan 11.

Tabel 2a. Sifat Campuran ACWC

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			
	AC-WC		JMF	
	229+000	235+650	229+000	235+650
✓ Tebal Lapisan (mm)	40	41		
✓ Kadar Aspal (%)	6,2	6,3	6,14	6,14
✓ Kepadatan (gr/cm <sup>3</sup> )	2,421	2,406	2,335	2,334
✓ Rongga Campuran, VIM (%)	0,43	1,47	3,65	3,60

Tabel 2b. Sifat Campuran ACBC

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			
	AC-BC		JMF	
	229+000	235+650	229+000	235+650
✓ Tebal Lapisan (mm)	50	64	-	-
✓ Kadar Aspal (%)	4,8	5,6	5,66	5,64
✓ Kepadatan (gr/cm <sup>3</sup> )	2,288	2,404	2,319	2,319
✓ Rongga Campuran, VIM (%)	4,86	1,08	4,10	4,00

Tabel 3a. Gradasi agregat campuran AC-WC

UKURAN. SARINGAN		PERSEN BERAT LOLOS					
		DARI LAPANGAN		JMF		SPESIFIK ASI	
		229+000	235+650	229+000	235+650	Atas	Bawah
(ASTM)	(Metrik)						
3/4"	19,00	100	100	100	100	100	100
1/2"	12,50	97,92	98,11	96,00	96,30	100	95
3/8"	9,50	88,77	90,15	84,30	82,30	92	74
No.4	4,75	63,92	61,34	58,50	59,40	70	48
No.8	2,36	48,56	47,42	40,50	40,30	53	33
No.16	1,18			29,40	29,5	40	22
No.30	0,60	25,65	26,32	23,60	23,4	30	15
No.50	0,30	18,81	18,37	16,60	16,80	20	10
No.200	0,075	10,99	10,73	6,60	6,70	8	4

Tabel 3b. Gradasi agregat campuran AC-BC

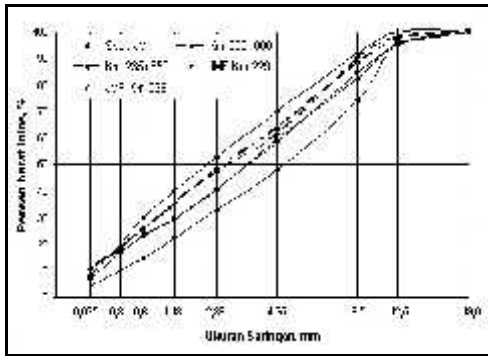
UKURAN. SARINGAN		PERSEN BERAT LOLOS					
		DARI LAPANGAN		JMF		SPESIFIKASI	
		229+000	235+650	229+000	235+650	Atas	Bawah
(ASTM)	(Metrik)						
1"	25,40	100	100	100	100	100	100
3/4"	19,00	100	100	100	100	100	95
1/2"	12,50	90,29	82,28	83,30	85,60	86	68
3/8"	9,50	77,37	62,23	72,70	73,30	78	56
No.4	4,75	52,13	48,39	41,50	46,30	60	38
No.8	2,36	36,82	38,01	28,30	29,10	47	27
No.16	1,18			21,20	22,50	37	18
No.30	0,60	20,54	20,99	15,80	17,80	28	11
No.50	0,30	14,89	15,47	12,60	15,60	20	6
No.200	0,075	8,33	8,7	5,80	6,40	8	0

Adapun sifat aspal berdasarkan hasil pemulihan dari contoh dari lapangan adalah ditunjukkan pada Tabel 4.

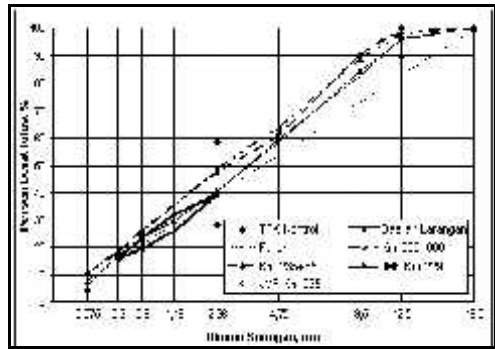
Tabel 4. Sifat-sifat Aspal

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			
	AC-WC		AC-BC	
	229+000	235+650	229+000	235+650
✓ Penetrasi pada 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	34	40	35	37
✓ Titik lembek, °C	58,1	58,5	59,2	57,1
✓ Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit, Cm	>140	>140	>140	>140

Study Kasus Deformasi Plastis

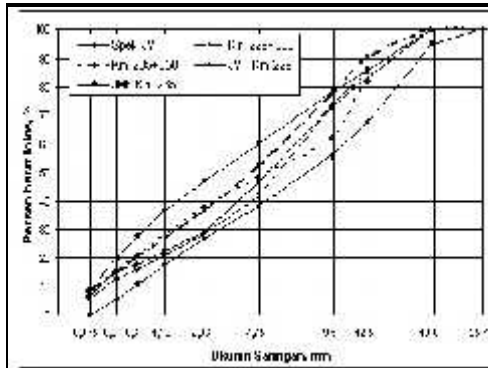


a. Berdasarkan Spesifikasi PT. Jasa Marga (Persero)

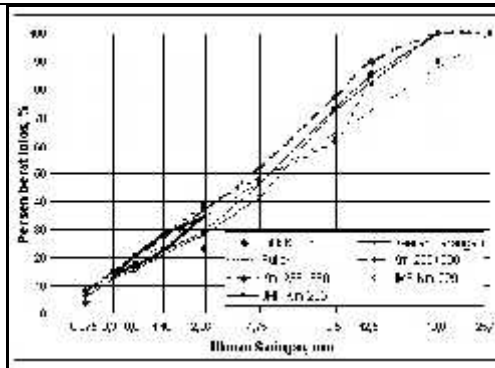


b. Berdasarkan Spesifikasi Kimpraswil (2004)

Gambar 10. Gradasi agregat campuran AC-WC



a. Berdasarkan Spesifikasi PT. Jasa Marga (Persero)



b. Berdasarkan Spesifikasi Kimpraswil (2004)

Gambar 11. Gradasi agregat campuran AC-BC

**PEMBAHASAN**

- Hasil pemantauan lapangan, pada beberapa ruas jalan terutama pada ruas jalan yang melayani lalu lintas cukup berat dan temperatur lapangan relatif tinggi ditemukan terjadinya kerusakan berupa deformasi plastis, walaupun kejadiannya relatif kecil.
- Dari hasil pembuatan lubang uji dengan menggunakan coring pada daerah yang mengalami deformasi plastis dengan

kedalaman alur sampai dengan 20 mm maka lapisan beraspal yang mengalami perubahan bentuk atau mengalami pergeseran adalah hanya pada lapis permukaan. Sedangkan untuk daerah yang mengalami deformasi plastis dengan kedalaman alur diatas 20 mm lapisan yang mengalami perubahan bentuk adalah selain lapis permukaan juga lapisan kedua dari permukaan atau lapis AC-BC.

- Sifat Campuran

- Lapis ACWC

Tebal lapis AC-WC yang diperoleh dari sekitar lokasi yang mengalami deformasi plastis adalah 40 mm untuk Km 229+000 dan 41 mm untuk Km 235+650. Adapun Kadar aspal untuk kedua lokasi di atas kadar aspal hasil JMF, begitu juga untuk kepadatan. Sedangkan rongga dalam campuran (VIM) untuk kedua lokasi dibawah persyaratan VIM Marshall (3%).

Gradasi agregat campuran untuk kedua lokasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 10a adalah pada umumnya didalam amplop gradasi yang disyaratkan, baik mengacu spesifikasi PT. Jasa Marga maupun Spesifikasi Kimpraswil 2004, kecuali pada ukuran saringan No. 200 sedikit kebanyakan. Namun bila memperhatikan gradasi agregat campuran pada pelaksanaan pembuatan Formula Campuran Kerja (JMF), terlihat bahwa gradasi JMF tersebut dari awal memotong daerah terlarang (lihat Gambar 10b). Jadi kemungkinan gradasi awal memiliki ketidak cukupan rongga dalam agregat (VMA).

- Lapis ACBC

Tebal lapis ACBC yang diperoleh adalah 50 mm untuk Km 229+000 dan 64 mm untuk Km 235+650, Sedangkan kadar aspal untuk kedua lokasi dibawah JMF. Rongga campuran yang lebih rendah dari persyaratan VIM Marshall (3%) adalah hanya pada Km 235+650, yaitu sebesar 1,08%.

Sedangkan gradasi agregat campuran berdasarkan hasil JMF untuk kedua lokasi memotong kurva fuller dan terletak dibawah daerah terlarang (Gambar 11b). Gradasi ini memiliki rongga dalam agregat (VMA) yang

cukup, namun gradasi tersebut sejalan dengan terjadinya lapis permukaan yang mengalami deformasi plastis maka lapisan inilah yang harus memikul beban yang melintas di atasnya, yang akhirnya gradasi ACBC tersebut berubah sejalan dengan terjadinya perubahan bentuk menjadi halus, dan tidak ada yang tertahan pada ukuran saringan 19 mm sebagaimana terlihat pada Gambar 11a. Bila memperhatikan Gambar 11b maka terlihat bahwa gradasi agregat ACBC untuk kedua lokasi memotong daerah terlarang.

- Sifat aspal untuk kedua jenis campuran dan kedua lokasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, pada umumnya mengalami penuaan, yaitu memiliki penetrasi berkisar antara 34 sampai dengan 40 dmm. Hal demikian dapat dipahami bahwa perkerasan pada lokasi ini sudah berumur berkisar 3 tahunan.
- Bila memperhatikan data-data yang diperoleh, khususnya untuk campuran ACWC adalah kemungkinan akibat desain gradasi agregat campuran yang kurang tepat, yaitu memotong daerah terlarang. Hal ini kemungkinan gradasi tersebut memiliki ketidak-cukupan rongga dalam agregat (VMA). Disamping itu, dalam pembuatan campuran rancangan tidak mempertimbangkan rongga dalam campuran (VIM) pada kepadatan mutlak (simulasi kepadatan campuran saat menjelang akhir umur rencana). Jadi dengan gradasi yang kurang cukup VMA dan tidak mempertimbangkan VIM pada kepadatan mutlak maka akibat pemadatan dengan lalu lintas dan pada saat temperatur lapangan tinggi rongga campuran tidak mampu lagi mengakomodasi aspal dan pada apabila kekentalan aspal telah dilampaui akibat temperatur tinggi maka aspal dapat berubah fungsi, yaitu menjadi pelumas.

Pengaruhnya terhadap campuran ACBC disamping adanya penyimpangan gradasi agregat yang terlalu halus dan ada ukuran tertentu yang keluar spesifikasi dan memotong daerah terlarang serta sebagai akibat dari lapis permukaan yang sudah mengalami perubahan bentuk (atau menipis) sehingga ACBC harus memikul beban kendaraan yang meningkat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil pemantauan dan pengujian di lapangan serta pengujian di laboratorium dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pada keempat ruas jalan yang dipantau, ditemukan kerusakan yang berupa deformasi plastis walaupun kuantitasnya sedikit.
2. Untuk daerah yang mengalami deformasi plastis dengan kedalaman alur sampai dengan 20 mm yang mengalami perubahan bentuk adalah hanya lapisan permukaan (ACWC), sedangkan untuk dengan kedalaman alur di atas 20 mm yang mengalami perubahan bentuk sampai dengan lapisan ke dua dari permukaan perkerasan atau ACBC.
3. Campuran beraspal pada daerah-daerah yang mengalami deformasi plastis umumnya memiliki rongga dalam campuran lebih rendah dari 2,5%. Aspal yang digunakan untuk kedua jenis campuran pada ke dua lokasi sudah mengalami penuaan, yaitu memiliki penetrasi berkisar antara 34-40 dmm.
4. Gradasi agregat campuran lapis permukaan (ACWC) untuk kedua lokasi berada di atas kurva Fuller dan kemungkinan memiliki rongga dalam agregat (VMA) relatif cukup baik, meskipun pada ukuran saringan No. 200 sedikit kebanyakan. Sedangkan gradasi agregat campuran untuk lapis ke dua (ACBC) adalah kehalusan dan terdapat ukuran yang kasar di atas

spesifikasi serta untuk kedua gradasinya memotong daerah terlarang.

5. Kemungkinan yang menjadi penyebab kerusakan adalah pengaruh dari pembuatan rancangan campuran kerja yang kurang tepat, yaitu menggunakan gradasi agregat campuran memotong daerah terlarang sehingga ketidakcukupan rongga dan tidak mempertimbangkan rongga dalam campuran (VIM) pada kepadatan mutlak sehingga dengan proporsi aspal yang diperoleh dipandang berlebih.

### Saran

1. Jenis perbaikan yang efektif untuk menangani deformasi plastis adalah hanya dengan pengupasan dan penggantian lapisan (scraping and filling).
2. Untuk mengatasi terjadinya deformasi plastis sebaiknya dalam pembuatan rancangan campuran menggunakan gradasi agregat campuran menjauh dari kurva Fuller dan tidak memotong daerah terlarang serta harus mempertimbangkan rongga dalam campuran (VIM) pada kepadatan mutlak (sesuai spesifikasi campuran beraspal panas Seksi 6.3, Buku 3 Kimpraswil).
3. Khusus untuk lokasi-lokasi yang memiliki temperatur lapangan yang tinggi dan beban lalu lintas yang berat, hendaknya dapat menggunakan campuran yang mempunyai kekakuan yang relatif lebih tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- A.C. Collop (1994). *Effects of Traffic and Temperatur on Flexible Pavement Wear*. Cambridge University Engineering Departement, Cambridge.
- Cheung, C. Y and Hughes Hall (1995). *Mechanical Bituminous Mixes*. Cambridge

University Engineering Departement,  
Cambridge.

Giovanni Parmeggiani (2000). "Three Dimensional Asphalt Mix Design", World of Asphalt Pavements 1<sup>ST</sup> International Conference. Sydney Australia.

Kimpraswil (2004). *Spesifikasi Campuran Beraspal Panas*, Seksi 6.3 Buku 3, Jakarta.

NAPA Research and Education Foundation (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction*, Secon Edition, Lanham, Maryland.

Nono dkk (2004). *Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kinerja Beton Aspal*, Jurnal Litbang Jalan Volume 21 No.2 Juli 2004. Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Bandung.

Pusat Litbang Prasarana Transportasi (2004). *Laporan Akhir Pekerjaan Pengujian*

*Kondisi Perkerasan Jalan Utama Tol Palimanan-Cirebon*, Bandung.

SHRP (1994). Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): *The Product of the SHRP Asphalt Research Program*, SHRP-A-410. National Research Coubcil, Washington DC.

Stepen Googman, Yasser Hasan and A.O. Abd El Halim (2000). "Permanent Deformation and The Development of An In-Situ Shear Strength Test for Asphant Pavements", World of Asphalt Pavements 1<sup>ST</sup> International Conference. Sydney Australia.

The Asphalt Institute's (1997). *Performance Grade Asphalt Binder Specification and Testing*, Superpave Series No.1 (SP-1)

The Asphalt Institute's (1997). *Performance Grade Asphalt Binder Specification and Testing*, Superpave Series No.2 (SP-2),