

# PENGARUH TEMPERATUR DAN JUMLAH LINTASAN PEMADATAN TERHADAP *DENSITY* PERKERASAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE

Muhammad Fahrudin<sup>1</sup>, Budi Hartanto Susilo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Trisakti Jakarta

<sup>1)</sup>[fahrud1n@yahoo.com](mailto:fahrud1n@yahoo.com), <sup>2)</sup>[budiharsus@yahoo.com](mailto:budiharsus@yahoo.com)

## Abstract

*Hotmix performance is very dependent on volumetric characteristics and Marshall characteristics, one of the parameters of which is density. Unmet density will affect other Marshall parameters which can also result in early damage to road pavement. This thesis is the result of research in the field and in the laboratory which aims to analyze the effect of temperature at the stage of exposure, and the stage of compaction as well as the number of compaction paths on the density of pavement AC-WC type IVB Asphalt Institute. Research in the field is divided into two categories that are distinguished at the temperature of the exposure to meet the specification requirements and do not meet. The results showed that there was a tendency that the temperature of the dispersion in the range of requirements had a stronger correlation to get the value of the hotmix density according to the requirements compared to the overlay temperature not in the range of requirements. The regression equation model relates the laying temperature (X1), the initial compaction temperature (X2), and the number of compaction paths (X3) to the hotmix density (Y) obtained are:  $Y = 82,7 + 0,021X1 + 0,033X2 + 0,409X3$*

**Keywords:** *Exposure temperature; initial compaction temperature; the number of compaction paths; hotmix density*

## Abstrak

*Kinerja hotmix sangat bergantung pada karakteristik volumetrik dan karakteristik Marshall, yang salah satu parameternya adalah density. Density yang tidak terpenuhi akan mempengaruhi parameter Marshall lainnya yang juga dapat berakibat pada kerusakan dini perkerasan jalan. Tesis ini merupakan hasil penelitian di lapangan dan di laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur pada tahap penghamparan, dan tahap pemadatan serta jumlah lintasan pemadatan terhadap density perkerasan AC-WC tipe IVB Asphalt Institute. Penelitian di lapangan dibagi menjadi dua kategori yang dibedakan pada temperatur penghamparannya memenuhi persyaratan spesifikasi dan tidak memenuhi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat kecenderungan bahwa temperatur penghamparan dalam rentang persyaratan memiliki korelasi yang lebih kuat untuk mendapatkan nilai density hotmix sesuai persyaratan dibandingkan temperatur penghamparan tidak dalam rentang persyaratan. Model persamaan regresi hubungan temperatur penghamparan (X1), temperatur pemadatan awal (X2), dan jumlah lintasan pemadatan antara (X3) terhadap density hotmix (Y) yang diperoleh adalah:  $Y = 82,7 + 0,021X1 + 0,033X2 + 0,409X3$*

**Kata Kunci :** *Temperatur penghamparan; temperatur pemadatan awal; jumlah lintasan pemadatan; density hotmix*

## Pendahuluan

Kinerja campuran aspal panas sangat bergantung pada karakteristik *volumetrik* dan karakteristik *Marshall*, yang terdiri dari parameter-parameter: stabilitas, kepadatan, rongga di dalam agregat mineral (*voids in the mineral aggregate*, VMA), rongga di dalam campuran (*voids in the mix*, VIM), rongga terisi dengan aspal (*voids filled*

*with asphalt*, VFWA), kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (MQ). (Hardiyatmo, 2015).

Pada beberapa kejadian kerap ditemui kerusakan perkerasan jalan rusak secara dini. Hal tersebut diduga erat kaitannya dengan kesalahan umum pada pelaksanaan jalan yang menjadi penyebabnya. Kesalahan-kesalahan tersebut antara lain dimungkinkan terjadi dalam tahap penentuan jenis aspal yang digunakan, kadar

aspal, rongga dalam campuran, temperatur pencampuran dan penghamparan, dan atau dalam penentuan pengendalian temperatur pada tahap pemadatan. (Suroso, T.W. 2008).

Penelitian dengan menggunakan skala lapangan masih sangat jarang dilakukan. Untuk itu, pada penelitian “Pengaruh Temperatur dan Jumlah Lintasan Pemadatan Terhadap *Density* Perkerasan *Asphalt Concrete Wearing Course*” ini akan dilakukan dengan skala lapangan agar hasil penelitiannya lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur pada tahap penghamparan, dan tahap pemadatan serta pengaruh jumlah lintasan pemadatan terhadap *density* perkerasan AC-WC. Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan *trial mix* pemeliharaan berkala jalan di Jalan Kyai Maja Kota Administrasi Jakarta Selatan tahun 2017.

### Metodologi Penelitian

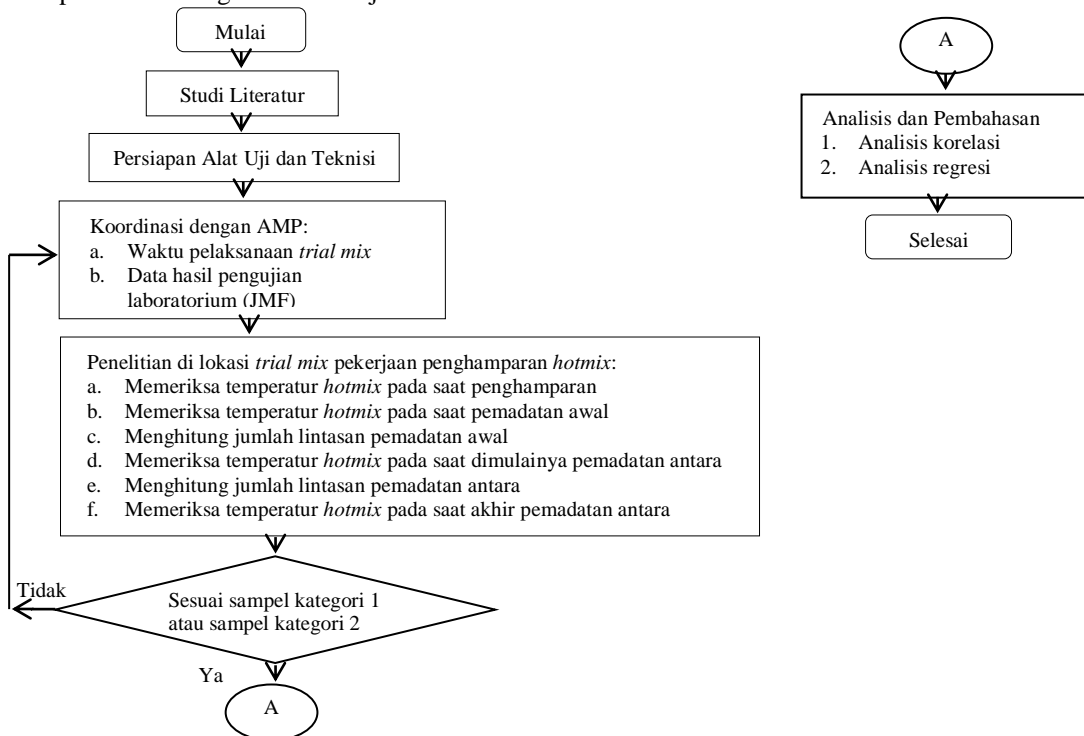
Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan *trial mix* oleh AMP Sumber Batu pada kegiatan pemeliharaan jalan di Jalan Kyai Maja Kota Administrasi Jakarta Selatan. Dinas Perhubungan DKI Jakarta (2014), mengklasifikasikan Jalan Kyai Maja ke dalam klasifikasi jalan arteri sekunder. Panjang jalan Kyai Maja 1498 m

dengan lebar rata-rata 12 m. Penelitian ini dilakukan pada malam hari dengan kondisi cuaca cerah. Trial mix dilakukan dengan panjang jalan  $\pm 270$  m pada satu jalur jalan dengan lebar jalan bervariasi antara 4 m – 6 m. Jarak dari AMP Sumber Batu di Jalan Bekasi Timur Raya Kelurahan Cakung Timur Jakarta Timur ke lokasi penelitian  $\pm 28$  km.

Penelitian ini dilakukan dengan cara survei/observasi di lokasi penelitian pada saat pekerjaan penghamparan *hotmix* dilaksanakan. Survei/observasi dilakukan untuk mendapatkan sampel penelitian yang juga akan diuji di laboratorium. Pengambilan sampel didasarkan pada metode pengambilan sampel *non random* (tidak acak). Pengambilan sampel ini bertujuan untuk mendapatkan sampel penelitian sebagai berikut:

- 1) Sampel penelitian kategori 1 yaitu: pada saat temperatur penghamparan dalam rentang persyaratan, temperatur pemadatan awal tidak dalam rentang persyaratan dan jumlah lintasan pemadatan antara dalam batas persyaratan minimal
- 2) Sampel penelitian kategori 2 yaitu: pada saat temperatur penghamparan tidak dalam rentang persyaratan, temperatur pemadatan awal tidak dalam rentang persyaratan dan jumlah lintasan pemadatan antara dalam batas persyaratan minimal.

Bagan alir penelitian sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 1 Bagan alir penelitian

## Hasil Penelitian

Data sekunder yang didapat dari penelitian ini mengacu pada JMF yang dibuat oleh kontraktor seperti terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Data hasil pengujian berat jenis, pengujian Marshall dan Bitumen Film Thickness

No	Jenis Pengujian	Satuan	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis aspal		$\geq 1,0$	1,0312	Ok
2	Berat jenis efektif agregat gabungan		$> 2,5$	2,589	Ok
3	Stabilitas Marshall	Kgf	$\geq 1100$	1280	Ok
4	Flow	Mm	2 – 4	3,7	Ok
5	Density	gr/cm <sup>3</sup>		2,263	Ok
6	Rongga dalam agregat (VMA)	%	$\geq 15$	15,9	Ok
7	Rongga dalam campuran	%	3 – 5	3,48	Ok
8	Rongga terisi aspal	%	75 - 82	79,60	Ok
9	Bitumen Film Thickness	$\mu$	$\geq 8$	8,89	Ok

Tabel 2 Data hasil pengujian gradasi campuran agregat

Sieve Size		Grading of Material				Proportion				Comb. Grading	Spec
Hot Bin I	Hot Bin II	Hot Bin III	Hot Bin IV	HB I	HB II	HB III	HB IV				
					38,0	24,0	31,0	7,0			
Inch	mm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1"	25,4	100	100	100	100	38,00	24,00	31,00	7,00	100	
¾"	19,1	100	100	100	100	38,00	24,00	31,00	7,00	100	
½"	12,7	100	100	99,01	39,08	38,00	24,00	30,69	2,74	95,34	
3/8"	9,5	100	100	71,74	15,84	38,00	24,00	22,24	1,11	85,35	
#4	4,75	100	68,89	4,27	1,98	38,00	16,53	1,32	0,14	56,00	
#8	2,36	89,77	14,87	3,28	0,87	34,11	3,57	1,02	0,06	38,76	
#16	1,19	58,75	7,01	1,23	0,00	22,33	1,68	0,38	0,00	24,39	
#30	0,6	54,00	4,87	0,90	0,00	20,52	1,17	0,28	0,00	21,97	
#50	0,3	39,66	1,23	0,43	0,00	15,07	0,29	0,13	0,00	15,50	
#100	0,15	27,81	0,45	0,00	0,00	10,57	0,11	0,00	0,00	10,68	
#200	0,075	14,11	0,00	0,00	0,00	5,36	0,00	0,00	0,00	5,36	

Tabel 3 memperlihatkan data primer yang didapat dari hasil penelitian di lokasi pekerjaan. Pada awalnya, titik pantau yang diteliti sebanyak enam titik. Pada saat analisis data, data yang didapat dari titik 1, tidak memenuhi kriteria yang

diinginkan (tidak masuk ke dalam kriteria 1 dan kriteria 2), sehingga data primer yang dapat dianalisis hanya dihasilkan dari lima titik pantau.

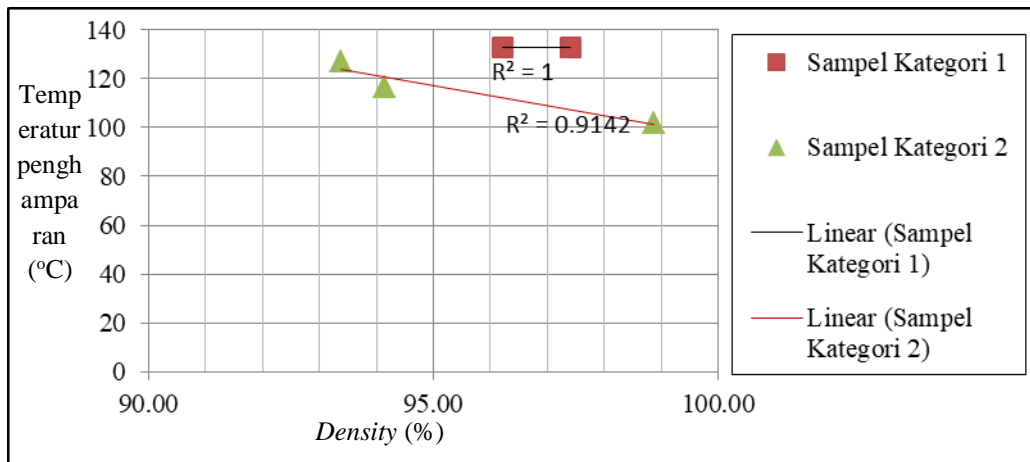
Tabel 3. Data Hasil Penelitian di Lokasi Penelitian

Titik No.	Temperatur penghamparan (T <sub>1</sub> ) (°C)	Temperatur Pemadatan Awal (T <sub>2</sub> ) (°C)	Temperatur Saat Awal Pemadatan Antara (T <sub>3</sub> ) (°C)	Temperatur Saat Akhir Pemadatan Antara (T <sub>4</sub> ) (°C)	Jumlah Lintasan Pemadatan Antara (n <sub>2</sub> )	Density (%)
2	132,6	111,9	100,7	69,7	20	97,41
3	132,7	85,8	73,8	58,4	19	96,23
4	116,6	95,2	76,4	41,4	14	94,14
5	127	81,4	74	53,3	13	93,37
6	102	89	78,8	42,1	27	98,87

**Tinjauan hubungan antara temperatur penghamparan terhadap density hotmix**

Berdasarkan Gambar 2, pada sampel kategori 1, nilai *density hotmix* cenderung memenuhi batas minimal rentang persyaratan sesuai spesifikasi teknis revisi 3 Ditjen Bina Marga. Pada sampel kategori 2, dari tiga sampel yang diteliti terdapat dua sampel yang tidak memenuhi nilai batas

minimal rentang *density hotmix* sedangkan satu sampel lainnya memenuhi nilai batas minimal rentang *density hotmix*. Berdasarkan data tersebut, terdapat kecenderungan bahwa temperatur penghamparan dalam rentang persyaratan memiliki korelasi yang lebih kuat untuk mendapatkan nilai *density hotmix* sesuai persyaratan dibandingkan temperatur penghamparan tidak dalam rentang persyaratan.

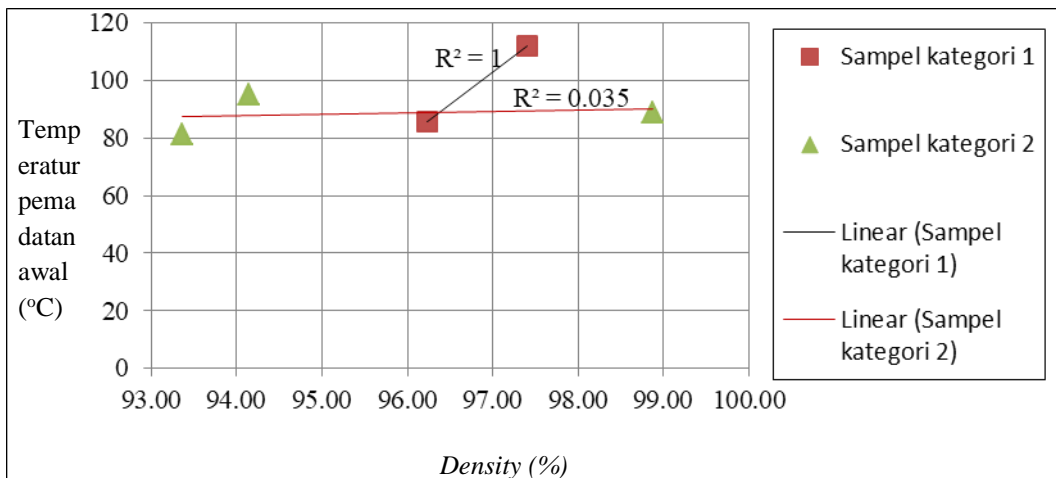


Gambar 2. Hubungan antara Temperatur Penghamparan terhadap *Density*

**Tinjauan hubungan antara temperatur pemadatan awal terhadap density hotmix**

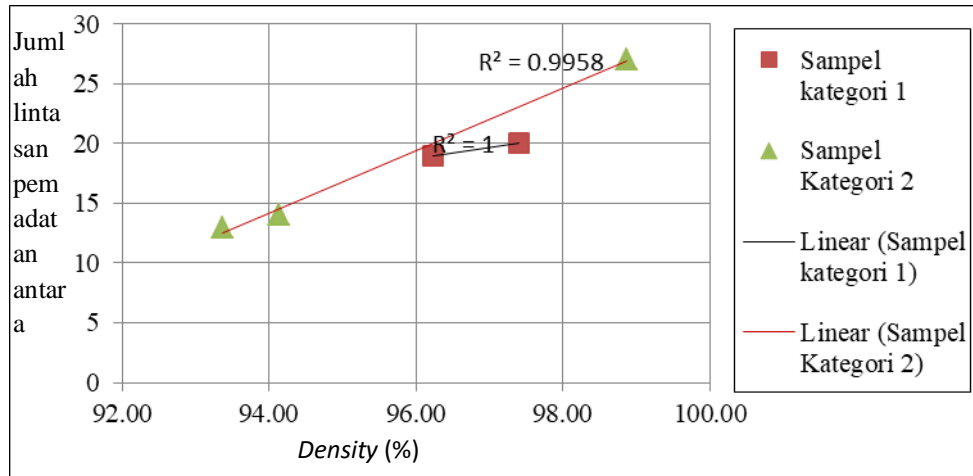
Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada sampel kategori 1, nilai *density hotmix* cenderung meningkat seiring dengan peningkatan temperatur pemadatan awal (sampel 1 dan sampel 2). Pada sampel kategori 2, untuk jumlah lintasan

pemadatan antara yang hampir mirip, nilai *density hotmix* juga meningkat seiring dengan peningkatan temperatur pemadatan awal (sampel 3 dan sampel 4). Hal ini berarti bahwa semakin tinggi temperatur pemadatan awal, akan membuat nilai *density hotmix* meningkat.



Gambar 3. Hubungan antara Temperatur Pemadatan Awal terhadap *Density*

**Tinjauan hubungan antara jumlah lintasan pemadatan antara terhadap *density hotmix***



Gambar 4. Hubungan antara Jumlah Lintasan Pemadatan Antara terhadap *Density*

Pada Gambar 4 terlihat bahwa pada sampel kategori 1, nilai *density hotmix* akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah lintasan pemadatan antara. Pengaruh jumlah lintasan pemadatan antara terhadap *density hotmix* semakin terlihat signifikan pada sampel kategori 2. Hal ini berarti bahwa semakin banyak jumlah

lintasan pemadatan antara, akan membuat nilai *density hotmix* meningkat.

Selain itu, pada Gambar 4 juga terlihat bahwa untuk mencapai nilai *density hotmix* yang sama, maka jumlah lintasan pemadatan pada sampel kategori 2 lebih banyak daripada jumlah lintasan pada sampel kategori 1.

nilai *adjusted R<sup>2</sup>* dari model persamaan ini sebesar 0,9976 (99,76%) mendekati 100% sehingga model persamaan ini dapat diterima.

**Analisis Regresi**

Untuk mengetahui persamaan regresi hubungan temperatur penghamparan, temperatur pemadatan awal, jumlah lintasan pemadatan antara, secara bersama-sama terhadap *density hotmix* dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 didapat persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 82,7 + 0,021X_1 + 0,033X_2 + 0,409X_3$$

- Dimana: Y = *density hotmix* (%)  
 X1 = temperatur penghamparan (°C)  
 X2 = temperatur pemadatan awal (°C)  
 X3 = jumlah lintasan pemadatan antara

Untuk mengetahui bagus tidaknya model persamaan regresi di atas dapat dilihat pada nilai *adjusted R<sup>2</sup>* yang diperoleh. Pada tabel 3, didapat

Untuk mengetahui pengaruh tidaknya variabel independen pada model persamaan regresi di atas dapat dilihat pada nilai t stat yang diperoleh. Pada tabel 4, didapat nilai t stat dari masing-masing variabel independen sebagai berikut:

- 1) t stat temperatur penghamparan sebesar 3,998 > 2 yang berarti sangat berpengaruh
- 2) t stat temperatur pemadatan awal sebesar 6,490 > 2 yang berarti sangat berpengaruh
- 3) t stat temperatur penghamparan sebesar 32,992 > 2 yang berarti sangat berpengaruh

Tanda koefisien pada seluruh variabel independen bernilai positif. Hal ini berarti bahwa peningkatan temperatur penghamparan, temperatur pemadatan awal dan jumlah lintasan pemadatan akan membuat nilai *density hotmix* meningkat

SUMMARY OUTPUT		Tabel 4.4. Data Hasil Analisis						
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0,9997							
R Square	0,9994							
Adjusted R Square	0,9976							
Standard Error	0,1115							
Observations	5							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	20,6259	6,8753	552,8367	0,0313			
Residual	1	0,0124	0,0124					
Total	4	20,6383						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	82,700	0,766	107,907	0,006	72,962	92,438	72,962	92,438
Temperatur Penghamparan	0,021	0,005	3,998	0,156	-0,047	0,090	-0,047	0,090
Temperatur Pemadatan Awal	0,033	0,005	6,490	0,097	-0,032	0,098	-0,032	0,098
Jumlah Lintasan Pemadatan Antara	0,409	0,012	32,992	0,019	0,252	0,567	0,252	0,567

## Kesimpulan

Sesuai dengan hasil penelitian maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

- 1) Terdapat kecenderungan bahwa temperatur penghamparan dalam rentang persyaratan memiliki korelasi yang lebih kuat untuk mendapatkan nilai *density hotmix* sesuai persyaratan dibandingkan temperatur penghamparan tidak dalam rentang persyaratan
- 2) Untuk jumlah lintasan pemadatan antara yang hampir sama, nilai *density hotmix* akan meningkat seiring dengan peningkatan temperatur pemadatan awal
- 3) Semakin banyak jumlah lintasan pemadatan antara, akan membuat nilai *density hotmix* meningkat
- 4) Untuk mencapai nilai *density hotmix* yang sama, maka jumlah lintasan pemadatan pada sampel kategori 2 lebih banyak daripada jumlah lintasan pada sampel kategori 1
- 5) Model persamaan regresi hubungan temperatur penghamparan (X1), temperatur pemadatan awal (X2), dan jumlah lintasan pemadatan antara (X3) terhadap *density hotmix* (Y) yang diperoleh adalah:  $Y = 82,7 + 0,021X1 + 0,033X2 + 0,409X3$

- 6) Secara umum, pengaruh temperatur pada tahap penghamparan dan pemadatan awal terhadap *density* perkerasan AC-WC adalah besar, begitu juga dengan pengaruh jumlah lintasan pemadatan terhadap *density* perkerasan AC-WC adalah besar.

## Daftar Pustaka

- Asphalt Institute MS-16, *Asphalt in Pavement Maintenance*, Asphalt Institute (Manual Series no. 16), Third Edition, Kentucky, USA
- Brown E.R., (1990), *Density of Asphalt Concrete-How Much is Needed?*, NCAT Report No. 90-3
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2014), *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2008), *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas Buku 1 Petunjuk Umum*, Departemen Pekerjaan Umum

- Hardiyatmo, C.H., (2015), *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press
- Hermadi, M., Nono, (2004), *Pengaruh Tingkat Kepadatan Terhadap Volumetrik Campuran Beton Aspal Dengan Analisis Jalur*, Puslitbang Prasarana Transportasi, Bandung
- Ismay, R., (2011), *Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Beton Pada Agregat Bergradasi Menerus Menggunakan Serat Selulosa*, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
- Kerbs, R.D. and Walker, R.D., (1971), *Highway Materials*, Mc. Graw Hill Book Company, New York
- Sjahdanulirwan, M., Nono, (2009), *Nilai Mekanistik Beton Aspal Lapis Permukaan Terhadap Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pembebanan*, Puslitbang Jalan dan Jembatan
- Suroso, T.W. (2008), *Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Pada Perkerasan Jalan*. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- The Asphalt Institute (1957), *Asphalt Institute Building, Specification Series No.1, First Edition*, University of Maryland College Park, USA