

# SIFAT- SIFAT VOLUMETRIK DARI DASPAL MODIFIKASI GETAH DAMAR, FLY ASH, MINYAK GORENG, DAN LATEKS UNTUK APLIKASI LAPANGAN DIBANDINGKAN DENGAN BENDA UJI DI LABORATORIUM

Muhammad Fariza P<sup>1)</sup>, Djumari<sup>2)</sup>, Ary Setyawan.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No. 36A Surakarta 57126 Telp: 0271647069. Email : [farizapras@student.uns.ac.id](mailto:farizapras@student.uns.ac.id)

## Abstract

*The limited amount of asphalt in nature become a problem because asphalt is an important component in the road construction, rehabilitation and maintenance of the road. Innovation needed to address the dearth of asphalt which may occur in the future. One of the innovations that are being developed at the moment is daspal (asphalt resin) which is expected to be a substitution of the asphalt in the future. This study aims to determine the volumetric properties of the daspal for field applications. The volumetric properties observed were density, porosity, voids in mineral aggregate (VMA) and voids filled with bitumen (VFB). This research is divided into three stages, namely the manufacture of comparative test objects in the laboratory, job mix formula conversion, and the application of daspal in the field. Laboratory test specimens were made for the purpose of comparing the field test specimens. The job mix formula conversion is done by converting the weight unit in mixed composition in the laboratory into volume unit in the field. The daspal application in the field is done by overlaying the daspal on the road pavement and compacted using single drum roller machine. From the calculation, the density of the laboratory is 2,410 gr/cm<sup>3</sup>, while the density of the field is 2,179 gr/cm<sup>3</sup>, 2,199 gr/cm<sup>3</sup>, and 2,254 gr/cm<sup>3</sup> with an increase of 0,91% - 3,45%. The porosity of the laboratory is 2,371%, while the porosity of the field is 11,747%, 10,943%, and 8,705% with a decrease of 7,35% - 25,90%. VMA from laboratory is 12,494%, while VMA from field is 20,898%, 20,177%, and 18,171% with decrease 3,45% - 13,05%. VFB from lab is 81,033%, while VFB from field is 44,654%, 46,256%, and 53,690% with increase of 3,59% - 20,24%. From the comparison between the volumetric properties of the field and the laboratory, laboratory volumetric properties meeting the required requirements are density and VFB, whereas field volumetric properties that meet the required requirements are density and VMA.*

*Keywords: daspal applications, job mix formula conversion, volumetric properties*

## Abstrak

Terbatasnya jumlah aspal di alam menjadi masalah karena aspal merupakan komponen penting dalam pembangunan, perbaikan maupun pemeliharaan jalan. Inovasi diperlukan untuk mengatasi kelangkaan aspal yang mungkin terjadi di masa depan. Salah satu inovasi yang sedang dikembangkan saat ini adalah daspal (damar aspal) yang diharapkan dapat menjadi substitusi aspal di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat volumetrik dari daspal untuk aplikasi lapangan. Sifat-sifat volumetrik yang diamati adalah densitas, porositas, rongga dalam agregat (VMA) dan rongga terisi bitumen (VFB). Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu pembuatan benda uji pembanding di laboratorium, konversi *job mix formula*, dan aplikasi daspal di lapangan. Benda uji laboratorium dibuat dengan tujuan sebagai pembanding dari benda uji lapangan. Konversi *job mix formula* dilakukan dengan mengubah satuan berat pada komposisi campuran di laboratorium menjadi satuan volume di lapangan. Aplikasi daspal di lapangan dilakukan dengan menghamparkan daspal di atas lapis perkerasan jalan dan dipadatkan dengan mesin *single drum roller*. Dari hasil perhitungan, densitas dari laboratorium adalah sebesar 2,410 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan densitas dari lapangan adalah sebesar 2,179 gr/cm<sup>3</sup>, 2,199 gr/cm<sup>3</sup>, dan 2,254 gr/cm<sup>3</sup> dengan peningkatan sebesar 0,91% - 3,45%. Porositas dari laboratorium adalah sebesar 2,371%, sedangkan porositas dari lapangan adalah sebesar 11,747%, 10,943%, dan 8,705% dengan penurunan sebesar 7,35% - 25,90%. VMA dari laboratorium sebesar 12,494%, sedangkan VMA dari lapangan adalah sebesar 20,898%, 20,177%, dan 18,171% dengan penurunan sebesar 3,45% - 13,05%. VFB dari laboratorium adalah sebesar 81,033% , sedangkan VFB dari lapangan adalah sebesar 44,654%, 46,256%, dan 53,690% dengan peningkatan sebesar 3,59% - 20,24%. Dari perbandingan antara sifat-sifat volumetrik lapangan dengan laboratorium, sifat-sifat volumetrik laboratorium yang memenuhi persyaratan yang disyaratkan adalah densitas dan VFB, sedangkan sifat-sifat volumetrik lapangan yang memenuhi persyaratan yang disyaratkan adalah densitas dan VMA.

Kata kunci : aplikasi daspal, konversi *job mix formula*, sifat-sifat volumetrik

## PENDAHULUAN

Pembangunan, perbaikan, dan pemeliharaan jalan raya umumnya membutuhkan anggaran yang cukup besar di dalam pelaksanaannya. Kebutuhan anggaran yang cukup besar ini berdampak pada pemilihan sistem perkerasan jalan raya dan material yang akan digunakan dalam pelaksanaan pembangunan nantinya. Permasalahan besar yang dihadapi saat ini adalah terbatasnya jumlah aspal di alam sebagai komponen penting dalam pembangunan jalan raya. Sifat aspal yang tidak dapat diperbaharui dan eksploitasi aspal secara masif untuk pembangunan jalan raya mendorong kekhawatiran terjadinya kelangkaan aspal di masa yang akan datang.

Berawal dari kekhawatiran tersebut maka dilakukan beragam eksplorasi dan inovasi oleh pihak terkait untuk mengatasi kelangkaan aspal yang mungkin akan terjadi di masa depan. Oleh karena itu, muncul sebuah inovasi yang dikembangkan oleh para peneliti berupa bioaspal yang diharapkan dapat menjadi substitusi aspal di masa depan. Salah satu contoh bioaspal yang saat ini sedang dikembangkan adalah daspal (damar aspal). Damar aspal (daspal) merupakan bioaspal yang dibuat dari campuran getah damar, serbuk bata merah, dan minyak goreng curah kualitas rendah dalam komposisi yang tepat (Nasuti2016). Bioaspal ini merupakan bentuk modifikasi dari material yang bernama *jabung*, di mana material ini digunakan oleh pengrajin perak di daerah Kotagede, Yogyakarta sebagai bantalan untuk mengukir kerajinan perak.

Penelitian mengenai daspal sebagai bahan alternatif pengganti aspal saat ini hanya terbatas dilakukan di laboratorium. Daspal belum banyak diaplikasikan secara langsung di lapangan seperti pada perkerasan jalan. Hal ini disebabkan oleh getah damar yang berperan sebagai komponen utama dalam pembuatan daspal memiliki sifat rapuh dan mudah melekat pada tangan dalam suhu kamar, mudah larut dalam minyak atsiri dan pelarut organik non polar, sedikit larut dalam pelarut organik polar, tidak larut dalam air, tidak tahan panas, mudah terbakar, tidak volatil bila tidak terdekomposisi, dan dapat berubah warna bila disimpan dalam tempat yang tertutup tanpa sirkulasi yang baik (Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992; Tan, 1990 dalam jurnal: "Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Damar" oleh Mulyono dan Apriyantono. 2004). Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui sifat-sifat volumetrik dari daspal modifikasi hasil aplikasi lapangan yang dilakukan pada variasi pemadatan tertentu. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penulis menggunakan daspal modifikasi getah damar, *fly ash*, minyak goreng, dan lateks dengan kadar 4% dalam pembuatan daspal. Adapun sifat-sifat volumetrik yang diamati antara lain seperti kepadatan (densitas), porositas (VIM), rongga di dalam agregat (VMA), dan rongga terisi bitumen (VFB). Sifat-sifat volumetrik dari benda uji hasil aplikasi lapangan ini nantinya akan dibandingkan dengan benda uji dari laboratorium.

## TINJAUAN PUSTAKA

Bioaspal adalah bahan alternatif aspal yang dibuat dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Bioaspal dapat diperoleh dari hasil pirolisis material yang ramah lingkungan berupa tempurung kelapa (Prayogo, 2011), berbagai sampah pekarangan seperti rumput, sisa-sisa jagung yang tidak dipanen, serta kayu pohon *oak* (Hill dan Jennings, 2011); ampas tebu (Kusumawati, 2012); serbuk gergaji kayu albasia (Nindita, 2012); cangkang sawit (Sa'diah, 2014); dan lain sebagainya. Daspal termasuk ke dalam bioaspal dikarenakan bahan-bahan penyusun dari daspal bersifat *renewable* (dapat diperbaharui) dan mudah didapatkan.

Sudah banyak penelitian mengenai daspal yang dilakukan sebelumnya di laboratorium. Penelitian yang dilakukan di laboratorium pada umumnya meneliti karakteristik dan sifat-sifat *Marshall* dari daspal. Adapun penelitian yang dilakukan oleh penulis memiliki tujuan agar daspal nantinya dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti aspal pada pelaksanaan penghambaran, pemeliharaan, dan perbaikan pada perkerasan jalan yang bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian sebelumnya antara lain: 1) Studi Karakteristik Damar Aspal berdasarkan *Penetration Grade* dibandingkan dengan Aspal Pertamina dan Asbuton oleh (M. F. Nasution, 2015). 2) Evaluasi Karakteristik *Marshall* pada Daspal (Damar Aspal) Jabung sebagai Bahan Pengikat pada Perkerasan Jalan oleh (Fieza E. Abraham, 2015). 3) Studi Karakteristik Daspal Modifikasi dengan Bahan Getah Damar, *Fly-Ash*, Minyak Goreng, dan Lateks Dibandingkan dengan Aspal Penetrasi dan Asbuton oleh (A.K Soniel Zai, 2016). 4) Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal Beton menggunakan Daspal Modifikasi sebagai Bahan Pengikat oleh (Permana A.I, 2016).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung di laboratorium dan di lapangan, tepatnya pada perkerasan jalan. Metode eksperimental dapat dilakukan di dalam ataupun di luar laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat, yaitu di Desa Jerusawit, Kecamatan

Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar sebagai lokasi untuk aplikasi penghamparan daspal di lapangan dan di Laboratorium Jalan Raya JTS FT UNS sebagai lokasi untuk perencanaan dan pengkonversian *mix design*, pembuatan daspal, dan pengujian benda uji dari lapangan. Penelitian ini membandingkan sifat volumetrik dari benda uji hasil aplikasi daspal di lapangan dengan sifat volumetrik dari benda uji dari laboratorium.

Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu pembuatan benda uji pembandingan di laboratorium, konversi *job mix formula*, dan aplikasi daspal di lapangan. Benda uji laboratorium dibuat dengan tujuan sebagai pembandingan dari benda uji lapangan. Konversi *job mix formula* dilakukan dengan mengubah satuan berat pada komposisi campuran di laboratorium menjadi satuan volume di lapangan. Aplikasi daspal di lapangan dilakukan dengan menghamparkan daspal di atas lapis perkerasan jalan dan dipadatkan dengan mesin *single drum roller*.

### Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini meliputi pembuatan daspal, selanjutnya daspal digunakan sebagai bahan pengikat pada pembuatan benda uji secara *trial* di laboratorium dan benda uji lapangan. Ukuran dari masing-masing benda uji yang di-*coring* di lapangan mempunyai  $D = \pm 12,7$  cm dan  $h = \pm 5,08$  cm. Sedangkan benda uji yang dibuat di laboratorium mempunyai  $D = \pm 10,16$  cm dan  $h = \pm 6,13$  cm. Jumlah masing-masing benda uji yang di-*coring* di lapangan adalah sebanyak 9 buah dengan 3 buah setiap variasi pemadatan tertentu, sedangkan jumlah benda uji yang dibuat di laboratorium adalah sebanyak 3 buah. Berikut ini ditampilkan komposisi yang digunakan dalam pembuatan bahan pengikat daspal dan jumlah benda uji laboratorium dan lapangan yang disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Penyusun Daspal

Bahan	Berat	Satuan
Damar Serbuk Dempul Perahu	350	gram
Damar Mata Kucing	100	gram
Minyak Goreng	205	gram
<i>Fly Ash</i>	150	gram
Lateks	4	%

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

Benda Uji yang Di- <i>coring</i> di Lapangan		Benda Uji yang Diproduksi di Lab	
Variasi Pemadatan	Jumlah Benda Uji	Kadar Daspal	Jumlah Benda Uji
(lintasan)	(buah)		(buah)
5	3		
10	3	5,24%	3
15	3		

### Pemadatan di Lapangan

Pemadatan daspal di lapangan dilakukan dengan menggunakan mesin *single drum roller* sesuai variasi pemadatan. Standar pemadatan di lapangan mengikuti SNI 03-1737-1989 (Tata Cara Pelaksanaan Lapisan Beton LASTON untuk Jalan Raya). Variasi pemadatan dilakukan pada 5 lintasan, 10 lintasan, dan 15 lintasan. Di bawah ini ditampilkan rincian jumlah pemadatan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Variasi Pematatan	Jumlah Pematatan di Lapangan		
	awal	antara	akhir
	Menurut SNI 03-1737-1989 *)		
(lintasan)	1-3 gilasan *)	8-16 gilasan *)	1-3 gilasan *)
5	3 gilasan	-	2 gilasan
10	3 gilasan	5 gilasan	2 gilasan
15	3 gilasan	10 gilasan	2 gilasan

Tabel 3. Rincian Pematatan di Lapangan

Sumber : \*) SNI 03-1737-1989

## HASIL DAN PEMBAHASAN

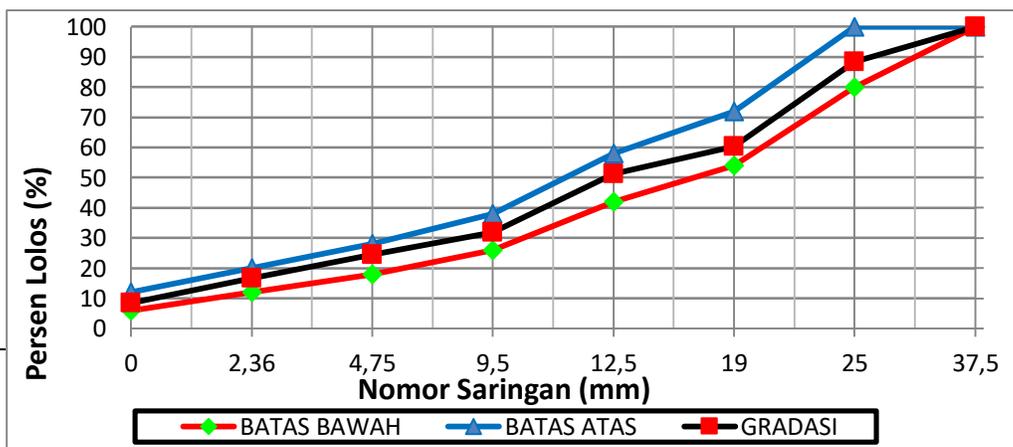
### Hasil Perencanaan Gradasi

Dari hasil pemeriksaan agregat halus dan kasar, kemudian dilakukan perencanaan gradasi untuk menyiapkan kebutuhan penghamparan daspal di lapangan. Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi nomor VII yang terdapat di dalam SNI 03-1737-1989 (Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya). Perencanaan gradasi penting untuk dilakukan dalam pembuatan *job mix design* dari campuran daspal. Perencanaan gradasi pada pengujian ini diambil dari analisis gradasi saringan gabungan untuk mendapatkan campuran yang ideal sesuai yang diharapkan. Adapun hasil analisis saringan gabungan menggunakan gradasi nomor VII disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Gradasi Saringan Gabungan

No. Saringan (mm)	Jenis Agregat						Kombinasi				
	CA		MA		FA		Gradasi	Spec		Median	
	100,0%	14,0%	100,0%	40,0%	100,0%	46,0%					
3/4"	100,00	14,00	100,00	40,00	100,00	46,00	100,00	100	-	100	100
1/2"	16,69	2,34	100,00	40,00	100,00	46,00	88,34	80	-	100	90
# 4	1,08	0,15	35,51	14,21	99,97	45,99	60,34	54	-	72	63
# 8	0,97	0,14	13,91	5,56	98,92	45,51	51,20	42	-	58	50
# 30	0,82	0,11	0,84	0,34	68,07	31,31	31,77	26	-	38	32
# 50	0,69	0,10	0,69	0,27	52,50	24,15	24,52	18	-	28	23
# 100	0,51	0,07	0,54	0,22	35,53	16,35	16,63	12	-	20	16
# 200	0,28	0,04	0,35	0,14	17,99	8,27	8,45	6	-	12	9

Dari analisis gradasi saringan gabungan tersebut, kemudian dibuat grafik analisis saringan gabungan yang disajikan dalam Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Gradasi Saringan Gabungan

### Nilai Karakteristik *Marshall* Benda Uji Laboratorium

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di laboratorium oleh Permana Adi Irfansyah pada tahun 2016 dengan judul penelitian Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal Beton menggunakan Daspal Modifikasi sebagai Bahan Pengikat didapatkan kadar daspal optimum sebesar 5,24%. Hasil kadar optimum ini nantinya dijadikan acuan dalam pembuatan benda uji secara *trial* di laboratorium. Benda uji ini nantinya digunakan sebagai bahan pembandingan dengan benda uji dari lapangan. Di bawah ini disajikan nilai karakteristik *Marshall* laboratorium yang ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai Karakteristik *Marshall* Benda Uji Laboratorium Pada Kadar Daspal Optimum

Kadar Daspal	Kode Sampel	Kepadatan	VIM	VMA	VFB	Stabilitas	Flow	Marshall Quotient
		(gram/cm <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)	(kg)	(mm)	(kg/mm)
5,24%	T1	2,408	2,448	12,564	80,511	1060,882	4,850	218,738
	T2	2,415	2,193	12,334	82,222	1129,081	4,620	244,390
	T3	2,408	2,471	12,583	80,366	1165,596	4,480	260,178
<b>Rata-rata</b>		<b>2,410</b>	<b>2,371</b>	<b>12,494</b>	<b>81,033</b>	<b>1118,520</b>	<b>4,650</b>	<b>241,102</b>

### Konversi *Job Mix Formula*

Berdasarkan hasil penentuan kadar daspal optimum dibuat suatu perhitungan mengenai *job mix formula* untuk digunakan dalam penghamparan daspal di lapangan. Perancangan formula untuk penghamparan daspal di lapangan menggunakan konversi dari satuan berat menjadi satuan volume. Konversi *job mix* laboratorium menjadi *job mix* lapangan dilakukan dalam tiga tahapan. Tahapan pertama adalah menghitung komposisi material pada campuran damar aspal. Tahapan kedua adalah menghitung berat jenis dari masing-masing material. Tahapan ketiga adalah menghitung komposisi dalam volume. Berikut ini disajikan perhitungan konversi *job mix* laboratorium menjadi *job mix* lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Komposisi Material Campuran Damar Aspal di Lab

Bahan	Berat	Perbandingan	Komposisi Material
	Kebutuhan	Berat	(By Weight)
	(gr)		
	(6)	(7)=(6)/(W1)	(8)=(7)x(100%)
<b>Agregat</b>	1089,62	0,91	90,76%
<b>Aspal (Damar Aspal)</b>	62,88	0.0524	5,24%
<b>Filler</b>	44	0,04	4%
<b>Berat Total (W1)</b>	1200		100%

Komposisi dalam Volume

Agregat	:	Aspal	:	Filler
$\frac{90,76}{2,676}$	:	$\frac{5,24}{0,995}$	:	$\frac{4}{2,595}$
34,4	:	5,26	:	1,54
22	:	3	:	1

### Hasil Perhitungan Sifat-Sifat Volumetrik Benda Uji Lapangan

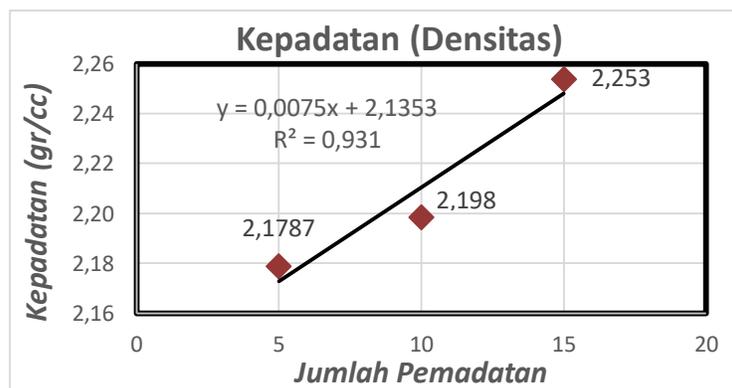
Hasil perhitungan sifat-sifat volumetrik dari lapangan disajikan dalam Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Sifat-Sifat Volumetrik Benda Uji Lapangan

No. Benda Uji	Kadar Daspal		Berat Benda Uji			Volume	Density		VIM	VMA	VFB
	%	Efektif	Di Udara	Di Air	Isi		Maks. Teoritis				
	%	(Pbe)	Kering	SSD	Bulk	(Gmb)	(Gmm)	%	%	%	
5A	5,24	3,141	724,4	735,8	415,7	320,1	2,263	2,469	8,332	17,837	53,289
5B	5,24	3,141	547,8	582,5	320,1	262,4	2,088	2,469	15,436	24,205	36,226
5C	5,24	3,141	539,6	566,1	319,2	246,9	2,186	2,469	11,473	20,652	44,447
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,141</b>					<b>2,179</b>		<b>11,747</b>	<b>20,898</b>	<b>44,654</b>
10A	5,24	3,141	530,2	560,2	312,2	248,0	2,138	2,469	13,401	22,380	40,122
10B	5,24	3,141	725,7	752,9	424,7	328,2	2,211	2,469	10,434	19,721	47,093
10C	5,240	3,141	835,6	871,0	503,4	367,6	2,273	2,469	7,924	17,471	54,647
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,141</b>					<b>2,207</b>		<b>10,586</b>	<b>19,857</b>	<b>47,287</b>
15A	5,24	3,141	530,5	560,7	312,5	248,2	2,137	2,469	13,422	22,399	40,079
15B	5,24	3,141	779,2	818,2	480,1	338,1	2,305	2,469	6,647	16,326	59,289
15C	5,24	3,141	679,6	692,7	399,7	293,0	2,319	2,469	6,047	15,789	61,702
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,141</b>					<b>2,254</b>		<b>8,705</b>	<b>18,171</b>	<b>53,690</b>

### Hubungan Jumlah Pemadatan dengan Sifat-Sifat Volumetrik

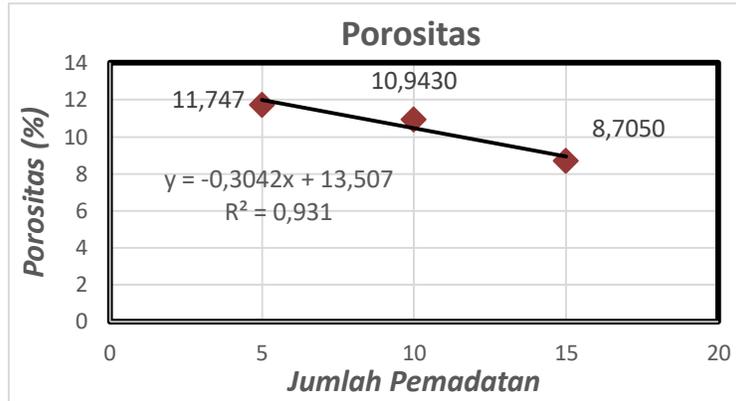
1. Hubungan jumlah pemadatan dengan nilai kepadatan (densitas)



Gambar 2. Grafik Hubungan Jumlah Pemasatan dengan Densitas

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan jumlah pematatan dapat menyebabkan nilai kepadatan (*density*) pada benda uji semakin meningkat. Densitas mengalami peningkatan sebesar 0,91% - 3,45% pada setiap peningkatan jumlah pematatan.

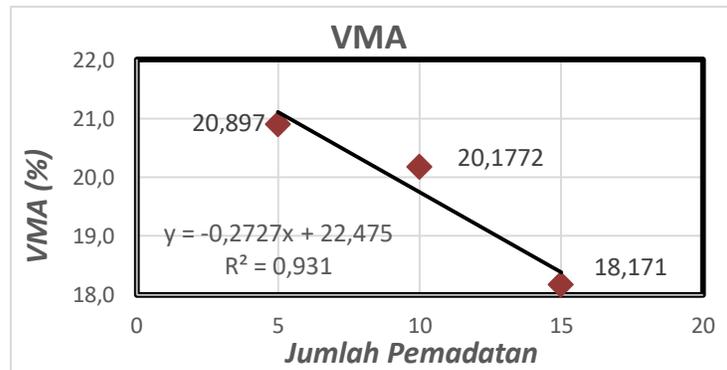
## 2. Hubungan jumlah pematatan dengan porositas



Gambar 3. Grafik Hubungan Jumlah Pematatan dengan Porositas

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa peningkatan jumlah pematatan dalam penghamparan daspal dapat menyebabkan porositas mengecil. Porositas mengalami penurunan sebesar 7,35% - 25,90%.

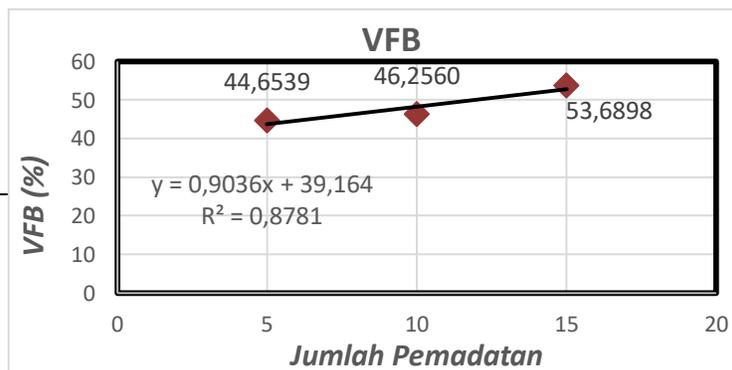
## 3. Hubungan jumlah pematatan dengan rongga dalam agregat (VMA)



Gambar 4. Grafik Hubungan Jumlah Pematatan dengan VMA

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa peningkatan jumlah pematatan dalam pematatan daspal dapat menyebabkan rongga dalam agregat (VMA) semakin mengecil. VMA mengalami penurunan sebesar 3,45% - 13,05%.

## 4. Hubungan jumlah pematatan dengan rongga terisi bitumen (VFB)

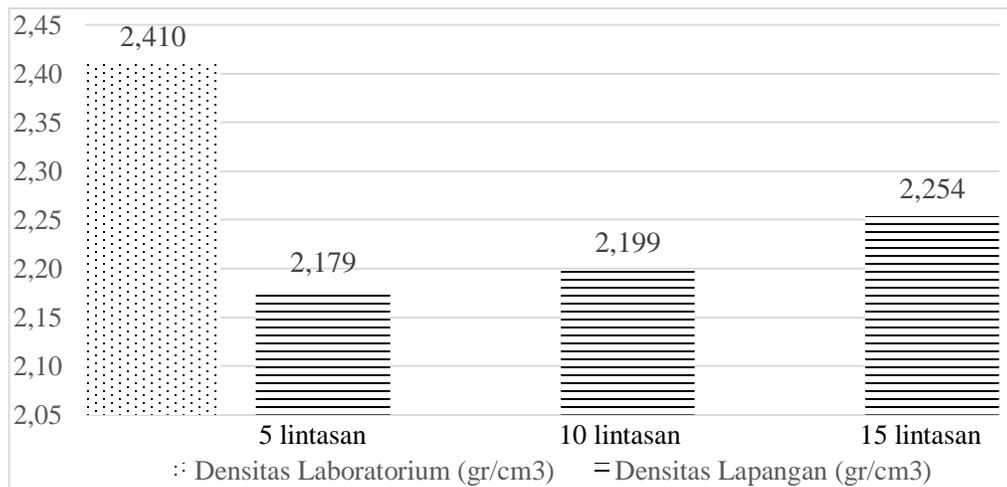


Gambar 5. Grafik Hubungan Jumlah Pemasukan dengan VFB

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa peningkatan jumlah pemasukan dapat menyebabkan rongga terisi bitumen (VFB) semakin membesar. VFB mengalami peningkatan sebesar 3,59% - 20,24%.

**Perbandingan Sifat-Sifat Volumetrik Lapangan dengan Laboratorium**

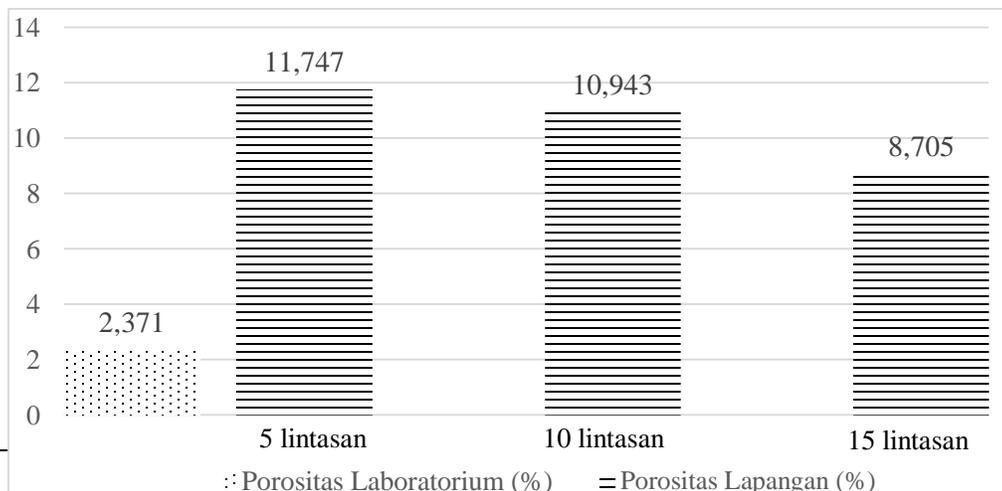
1. Perbandingan Densitas Lapangan dengan Laboratorium



Gambar 6. Perbandingan Densitas Lapangan dengan Laboratorium

Dari Gambar 6 di atas dapat diketahui bahwa densitas dari lapangan lebih kecil daripada densitas dari laboratorium. Selisih densitas lapangan dengan densitas dari laboratorium adalah sebesar 0,231 gr/cm<sup>3</sup> untuk 5 lintasan, 0,212 gr/cm<sup>3</sup> untuk 10 lintasan, dan 0,156 gr/cm<sup>3</sup> untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara densitas lapangan dengan densitas laboratorium adalah sebesar 7% - 11%.

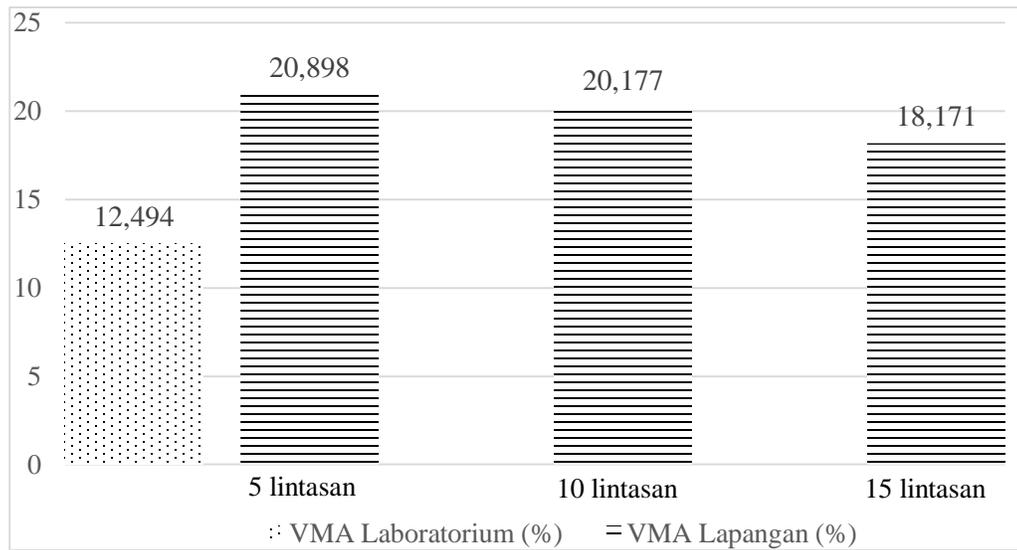
2. Perbandingan Porositas (VIM) Lapangan dengan Laboratorium



Gambar 7. Perbandingan Porositas Lapangan dengan Laboratorium

Dari Gambar 7 di atas dapat diketahui bahwa porositas lapangan lebih besar daripada porositas dari laboratorium. Selisih porositas lapangan dengan porositas laboratorium adalah sebesar 9,376% untuk 5 lintasan, 8,572% untuk 10 lintasan, dan 6,334% untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara porositas lapangan dengan porositas laboratorium adalah sebesar 73% -80%.

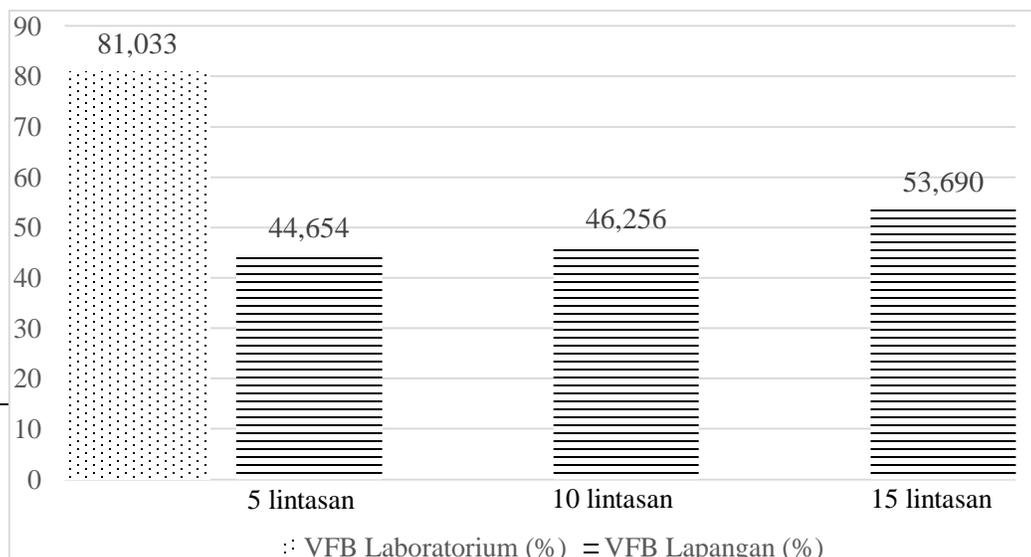
### 3. Perbandingan VMA Lapangan dengan Laboratorium



Gambar 8. Perbandingan VMA Lapangan dengan Laboratorium

Dari Gambar 8 di atas dapat diketahui bahwa nilai VMA lapangan lebih besar daripada VMA dari laboratorium. Selisih VMA lapangan dengan VMA laboratorium adalah sebesar 8,404% untuk 5 lintasan, 7,683% untuk 10 lintasan, dan 5,678% untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara VMA lapangan dengan VMA laboratorium adalah sebesar 31% - 40%.

### 4. Perbandingan VFB Lapangan dengan Laboratorium



Gambar 9. Perbandingan VFB Lapangan dengan Laboratorium

Dari Gambar 9 di atas dapat diketahui bahwa nilai VFB lapangan lebih besar daripada VFB dari laboratorium. Selisih VFB lapangan dengan VFB laboratorium adalah sebesar 36,379% untuk 5 lintasan, 34,777% untuk 10 lintasan, dan 27,343% untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara VFB lapangan dengan VFB laboratorium adalah sebesar 51% - 81%.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari komposisi campuran damar aspal dengan kadar aspal optimum 5,24% didapatkan perbandingan komposisi campuran dalam satuan volume untuk penghamparan daspal di lapangan yaitu:

Agregat	:	Aspal	:	Filler
$\frac{90,76}{2,676}$	:	$\frac{5,24}{0,995}$	:	$\frac{4}{2,595}$
34,4	:	5,26	:	1,54
22	:	3	:	1

2. Hasil pembacaan grafik hubungan variasi pemadatan dengan sifat volumetrik adalah:
  - a) Densitas mengalami peningkatan sebesar 0,91% - 3,45% setiap variasi pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah pemadatan menyebabkan bertambahnya berat agregat dalam campuran, sehingga perkerasan mampu menahan beban yang lebih besar.
  - b) Porositas mengalami penurunan sebesar 7,35% - 25,90% setiap variasi pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah pemadatan menyebabkan daspal mampu mengisi lebih banyak rongga yang ada sehingga campuran menjadi lebih rapat dan rongga menjadi mengecil, sehingga air tidak mudah masuk ke dalam perkerasan.
  - c) VMA mengalami penurunan sebesar 3,45% - 13,05% setiap variasi pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah pemadatan akan mencegah kekurangan daspal pada campuran serta butiran agregat tidak mudah terlepas, sehingga perkerasan tidak mengalami retak (*crack*).
  - d) VFB mengalami peningkatan sebesar 3,59% - 20,24% setiap variasi pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah pemadatan mengakibatkan tidak adanya halangan bagi daspal dalam mengisi rongga - rongga yang ada, sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi.
3. Hasil analisis sifat volumetrik antara benda uji dari lapangan dibandingkan dengan benda uji dari laboratorium adalah:
  - a) Densitas dari lapangan lebih kecil daripada densitas di laboratorium. Nilai kepadatan (densitas) dari lapangan pada semua variasi pemadatan adalah sebesar 2,179 gr/cm<sup>3</sup>, 2,199 gr/cm<sup>3</sup>, dan 2,254 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan nilai densitas dari laboratorium sebesar 2,410 gr/cm<sup>3</sup>. Selisih densitas lapangan dengan densitas dari laboratorium adalah sebesar 0,231 gr/cm<sup>3</sup> untuk 5 lintasan, 0,212 gr/cm<sup>3</sup> untuk 10 lintasan, dan 0,156 gr/cm<sup>3</sup> untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara densitas lapangan dengan densitas laboratorium adalah sebesar 7% - 11%.
  - b) Porositas dari lapangan lebih besar daripada porositas di laboratorium. Nilai porositas dari lapangan semua variasi pemadatan adalah sebesar 11,747%, 10,943%, dan 8,705%, sedangkan nilai porositas dari laboratorium sebesar 2,371%. Selisih porositas lapangan dengan porositas laboratorium adalah sebesar 9,376% untuk 5 lintasan, 8,572% untuk 10 lintasan, dan 6,334% untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara porositas lapangan dengan porositas laboratorium adalah sebesar 73% - 80%.
  - c) Nilai VMA dari lapangan lebih besar daripada nilai VMA di laboratorium. Nilai VMA dari lapangan pada semua variasi pemadatan adalah sebesar 20,898%, 20,177%, dan 18,171%, sedangkan nilai VMA dari laboratorium sebesar 12,494%. Selisih VMA lapangan dengan VMA laboratorium adalah sebesar 8,404% untuk 5 lintasan,

7,683% untuk 10 lintasan, dan 5,678% untuk 15 lintasan. Perbedaan persentase antara VMA lapangan dengan VMA laboratorium adalah sebesar 31% - 40%.

- d) Nilai VFB lapangan lebih kecil dari nilai VFB di laboratorium. Nilai VFB dari lapangan pada semua variasi pemadatan adalah sebesar 44,654%, 46,256%, dan 53,690%, sedangkan nilai VFB dari laboratorium sebesar 81,033%. Selisih VFB lapangan dengan VFB laboratorium adalah sebesar 36,379% untuk 5 lintasan, 34,777% untuk 10 lintasan, dan 27,343% untuk 5 lintasan. Perbedaan persentase antara VFB lapangan dengan VFB laboratorium adalah sebesar 51% - 81%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada Bapak Ir. Djumari, M.T. yang turut memberikan bimbingan, arahan, serta masukan- masukan dalam penyelesaian penelitian ini. Ucapan terima kasih tidak lupa pula saya haturkan juga kepada Bapak Ir. Ary Setyawan, M.Sc., Ph.D. yang turut mensponsori, membimbing, memberikan arahan serta masukan- masukan dalam penyelesaian penelitian ini.

#### REFERENSI

- Abraham, Fieza Emha. 2016. *Evaluasi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Damar Aspal (DASPAL) Sebagai Bahan Pengikat*. Surakarta: Jurnal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 03-1737-1989 Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Irfansyah, Permana Adi. 2016. *Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Beton Menggunakan Daspal Modifikasi Sebagai Bahan Pengikat*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Jennings, Aaron dan R. Hill, Daniel. 2011. *Bioasphalt from Urban Yard Carbonization*. Ohio : *Department of Transportation Office of Research and Development*.
- Mulyono, N., & Apriyantono, A., 2010. *Brief Review on: Physical, Chemical and Functional Properties of Dammar*. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 15(3), 245.
- Nasution, Muhammad Fachri. 2015. *Studi Karakteristik Damar Aspal Berdasarkan Penetration Grade Dibandingkan Dengan Aspal Pertamina Dan Asbuton*. Surakarta: Jurnal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Prasetyo, Yudhi Mahadi. 2016. *Studi Banding Karakteristik Beton Berpori Antara Benda Uji di Laboratorium Dengan Benda Uji di Lapangan (Studi Kasus Pada Babu Jalan di Desa Kadokan, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo)*. Surakarta : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta : Nova.

- Wardani, S. P. R. 2008. *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Semarang: Jurnal Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wen, Haifang, Sushanta Bhusal, dan Ben Wen. 2012. *Laboratory Evaluation of Waste Cooking Oil-Based Bioasphalt as an Alternative Binder for Hot Mix Asphalt*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 25(10): 1432-1437.
- Zai, Soniel Aroman. 2016. *Studi Karakteristik Damar Aspal (Daspal) Modifikasi Dengan Kombinasi Material Getah Damar, Fly Ash, Minyak Goreng, dan Lateks Dibandingkan Dengan Aspal Penetrasi 40/50 dan Aspal Penetrasi 60/70*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret