

TINJAUAN VOID CAMPURAN ASPAL YANG DIPADATKAN MENGGUNAKAN ALAT PEMADAT ROLLER SLAB (APRS) DAN STAMPER

Senja Rum Harnaeni¹, Pancar Endah Kirnawan²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: Senja_rum_h@yahoo.co.id

Abstraks

Cara pemadatan berpengaruh penting terhadap kepadatan campuran aspal yang diinginkan. Kepadatan campuran aspal tercapai dengan baik jika alat pemadat tersebut dapat mendistribusikan campuran secara merata ke seluruh bagian. Pemadatan asphalt concrete di lapangan menggunakan alat tandem roller dan pneumatic tire roller dengan cara digilas, sedangkan stamper yang dengan cara ditumbuk. Team laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta membuat alat baru yang bernama alat pemadat roller slab (APRS), alat ini mempunyai sistem pemadatan yang menyerupai tandem roller yang pemadatannya dengan cara digilas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui void pada campuran aspal yang dipadatkan menggunakan alat pemadat roller slab dan stamper. Penelitian ini dimulai dengan pengujian mutu bahan campuran aspal, yaitu aspal, agregat kasar dan agregat halus. Kemudian menentukan kadar aspal optimum. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan trial kepadatan atau trial lintasan untuk alat pemadat stamper dan alat pemadat roller slab yang setara dengan lintasan yang sesuai dengan kepadatan marshall hammer. Selanjutnya dibuat benda uji untuk analisa void, yang dipadatkan dengan alat pemadat stamper dan alat pemadat roller slab. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan semakin banyak lintasan yang diberikan pada benda uji maka benda uji semakin padat. Alat pemadat stamper menghasilkan kepadatan yang lebih tinggi daripada alat pemadat roller slab dikarenakan pada alat pemadat stamper memiliki getaran sehingga campuran dapat masuk kerongga-rongga yang kosong secara merata.

Kata kunci : Asphalt Concrete; void, stamper; alat pemadat roller slab

Pendahuluan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk mencapai kekuatan yang diinginkan maka campuran antara agregat dan aspal pada lapisan perkerasan harus memiliki kepadatan (density) sesuai dengan spesifikasi.

Cara pemadatan berpengaruh penting terhadap kekuatan dan kepadatan yang diinginkan. Suatu alat pemadat dikatakan baik apabila alat tersebut dapat mendistribusikan beban secara merata baik horizontal maupun secara vertikal. Hal ini dapat dilihat campuran aspal yang dipadatkan tersebut menghasilkan distribusi void dan orientasi agregat secara baik.

Pemadatan beton aspal (asphalt concrete) di lapangan menggunakan alat tandem roller dan pneumatic tire roller dengan cara digilas dan stamper yang dengan cara ditumbuk. Stamper hanya digunakan untuk pemadatan dalam skala kecil sehingga jarang digunakan untuk pekerjaan di lapangan. Jika di Laboratorium alat pemadat yang digunakan adalah marshall hammer yang bekerja dengan cara ditumbuk. Team laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta membuat alat baru yang bernama alat pemadat roller slab (APRS), alat ini mempunyai sistem pemadatan yang lebih menyerupai tandem roller dan pneumatic tire roller yang pemadatannya dengan cara digilas dibandingkan marshall hammer atau stamper yang pemadatannya dengan cara ditumbuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui void pada campuran aspal yang dipadatkan menggunakan alat pemadat roller slab dan stamper.

A. Sifat Volumetrik Campuran Aspal

Secara analitis dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium atau di lapangan, parameter yang bisa digunakan adalah :

1. VMA (*Void in the mineral aggregate*)

VMA (*Void in the mineral aggregate*) adalah banyaknya volume pori di dalam masing-masing butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase. VMA dapat dihitung melalui 2 cara yaitu :

- 1.1 Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat **beton aspal padat**.

Maka menggunakan rumus :

$$VMA = \left(100 - \frac{Gmb \cdot Ps}{Gsb}\right) \% \text{ dari volume } bulk \text{ beton aspal padat} \quad (1)$$

Dengan :

VMA = Volume pori antara agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat.

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal padat.

Ps = Kadar agregat, % terhadap berat beton aspal padat.

Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat.

- 1.2 Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari **berat agregat**.

Maka menggunakan rumus :

$$VMA = \left(100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{100 + Pa1} \cdot 100\right) \% \text{ dari volume } bulk \text{ Beton aspal padat} \quad (2)$$

Dengan :

VMA = Volume pori antara agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat.

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal padat.

P_{a1} = Kadar agregat, % terhadap berat agregat.

Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat.

2. VIM (*Void in the mix*)

VIM adalah banyaknya pori di antara butir-butir agregat yang diselubungi aspal. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedapannya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleending* jika temperatur meningkat.

Maka menggunakan rumus :

$$VIM = \left(100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm}\right) \% \text{ dari volume } bulk \text{ beton aspal padat} \quad (3)$$

dengan :

VIM = Volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

Gmm = Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan (tanpa pori/udara)

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

3. VFWA (*Volume of voids filled with asphalt*)

VFWA adalah Bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butiran agregat. Dengan demikian aspal yang mengisi VFWA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelubungi butir-butir agregat di dalam beton aspal padat. Atau dengan kata lain VFWA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi selimut aspal.

Maka dengan menggunakan rumus :

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \% \text{ dari VMA} \quad (4)$$

Dengan :

VFWA = Volume pori antara butir agregat yang terisi aspal, % dari VMA.

VMA = Volume pori antara butir agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat.

VIM = Volume pori dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat.

B. Stamper

Stamper adalah alat pemadat aspal yang bekerja secara vertikal dengan cara ditumbuk dan memiliki efek getaran. Alat ini digunakan di lapangan jika ada pekerjaan dalam skala kecil.

Gambar 1. Alat Pematik *Stamper*

C. Alat Pematik *Roller Slab* (APRS)

APRS (Alat Pematik *Roller Slab*) digunakan sebagai alat pematik *asphalt concrete* yang berada di laboratorium. Alat ini pada prinsipnya bekerja seperti yang berada di lapangan dengan cara digilas dan bekerja dengan gaya vertikal.

Gambar 2. Alat Pematik *Roller Slab*

Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengujian mutu bahan campuran aspal, yaitu aspal, agregat kasar dan agregat halus. Kemudian menentukan kadar aspal optimum. Setelah itu dilanjutkan dengan melakukan trial kepadatan atau trial lintasan untuk alat pematik stamper dan alat pematik roller slab yang setara dengan lintasan yang sesuai dengan kepadatan marshall hammer. Selanjutnya dibuat benda uji untuk analisa void, yang dipadatkan dengan alat pematik stamper dan alat pematik roller slab.

Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Mutu Bahan

1. Pemeriksaan mutu agregat

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi	Hasil
1	Abrasi <i>los angeles</i>	%	max. 40	27,92
2	Kelekatan terhadap aspal	%	min. 95	100
3	Berat jenis semu		> 2,50	2,612
4	<i>Absorpsi</i>	%	< 3	2,121

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi	Hasil
1	Berat jenis semu		> 2,50	2,617
2	<i>Absorpsi</i>	%	< 5	1,626
3	<i>Sand Equivalent</i>	%	> 50	58,44

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 3. Hasil Analisa Saringan

CA	MA	FA
20%	25%	55%

(Sumber : Hasil Penelitian)

2. Pemeriksaan Mutu Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian adalah aspal keras dengan penetrasi 60 – 70 yang diperoleh dari PT. Pertamina. Adapun data-data yang dihasilkan dalam pemeriksaan aspal tersebut yang mana dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk mengetahui persyaratan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi	Hasil
1	Penetrasi	mm	60 – 70	69,9
2	Titik lembek	C	≥ 48	50,5
3	Titik nyala & titik bakar	C	≥ 232	373,5
4	Daktalitas	mm	≥ 1000	1500
5	Berat jenis aspal		≥ 1,0	1

(Sumber : Hasil Penelitian)

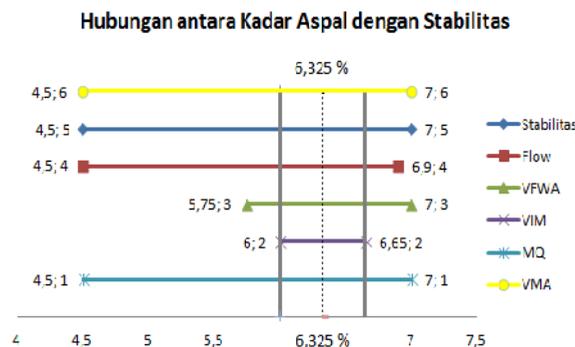
Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum diperoleh dengan membuat benda uji sebanyak 18 benda uji dengan variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, dan 7,0% masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah benda uji. Benda uji tersebut dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat *marshall hammer* dan diuji menggunakan alat uji *marshall test* sehingga diperoleh nilai karakteristik campuran aspal.

Tabel 5. Hasil Pengujian

Sifat Marshall	Kadar Aspal (%)						Spesifikasi
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Density (gr/cc)	2,12	2,15	2,16	2,19	2,19	2,21	AC
Stabilitas (kg)	1945,59	1401,63	1437,67	1676,25	1541,55	1601,75	Min 550 kg
Flow (mm)	3,4	3,64	3,3	3,19	3,33	4,22	2 – 4 mm
Mashall Quotient (kg/mm)	574,26	385,37	435,76	532,17	463,87	388,41	200 – 350 kg/mm
VMA (%)	18,69	18,14	17,98	17,36	17,93	17,43	Min 15 %
VIM (%)	9,48	7,81	6,57	4,77	4,35	2,67	3 – 5 %
VFWA (%)	48,01	55,31	61,54	70,01	73,04	81,35	Min 72 %

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar 3. Kadar aspal optimum

Dari Gambar 3 diperoleh kadar aspal optimum 6,325 % untuk campuran aspal yang digunakan untuk penelitian dalam pembuatan asphalt concrete (AC).

Trial Kepadatan (Density)

Dalam penelitian ini peneliti ingin menyesuaikan kepadatan yang ada di lapangan dengan kepadatan yang ada di laboratorium terutama untuk alat pemadat aspal yang ingin digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pemadat *roller slab*, dan alat pemadat *stamper*. Kepadatan di lapangan setara dengan kepadatan *marshall hammer* jika di laboratorium. Pada alat pemadat *marshall hammer* dengan menggunakan lintasan berat yaitu 2 x 75 tumbukan di dapat kepadatan (*density*) sebesar 2,19 gr/cm³. Hasil tersebut digunakan untuk penyeragaman kepadatan untuk alat pemadat *roller slab* dan *stamper* agar kepadatan yang dihasilkan sesuai dengan kepadatan *marshall hammer*.

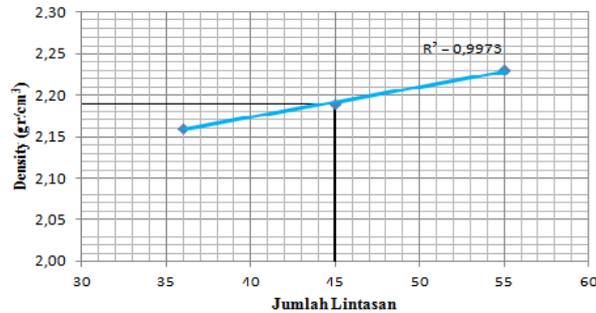
1. Alat Pematik Roller Slab

Pada penelitian sebelumnya sudah dilakukan *trial* kepadatan namun peneliti ingin mencoba *trial* kembali agar lebih akurat hasil kepadatannya. Jumlah beban dan lintasan yang akan digunakan untuk *trial* kepadatan adalah sebagai berikut :

Tabel 6. *Trial* kepadatan roller slab

No benda uji	Alat pemadat	Banyak benda uji	Lintasan
1	APRS	4	Beban 502 kg & 55 lintasan
2	APRS	4	Beban 502 kg & 36 lintasan
3	APRS	4	Beban 502 kg & 18 lintasan

Berdasarkan *trial* menggunakan alat pemadat *roller slab* yang dilakukan dengan beban dan lintasan yang telah ditentukan di dapat hasil kepadatan sebagai berikut :



Gambar 4. Hubungan antara jumlah lintasan APRS dengan *density*

Hasil pada Gambar 4 dipaparkan pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil *trial* kepadatan (*density*)

No	Alat Pemadat	Beban	Lintasan	Kepadatan
1	APRS	502 kg	55	2,23
2	APRS	502 kg	45	2,19
3	APRS	502 kg	36	2,16

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari Tabel 7 diperoleh hasil yang sesuai dengan kepadatan *marshall hammer* yaitu dengan menggunakan 45 lintasan. Lintasan dibagi menjadi 3 bagian yaitu 15, 30 dan 45 lintasan. Tujuan dari dibaginya lintasan tersebut untuk mengetahui hasil pemadatan dari lintasan minimum hingga maksimum untuk dilihat perbandingannya. Hal tersebut dilakukan karena keterbatasan alat yang digunakan. Untuk lebih jelasnya lintasan yang digunakan dalam penelitian tinjauan *void* dijelaskan pada Tabel 8

Tabel 8. Jumlah lintasan yang digunakan untuk penelitian tinjauan *void*

No	Alat Pemadat	Beban (kg)	Lintasan
1	APRS	502	15
2	APRS	502	30
3	APRS	502	45

(Sumber : Hasil penelitian)

2. Alat Pematik Stamper

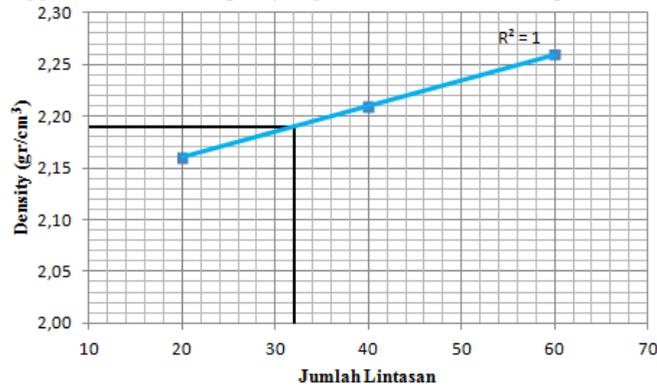
Dalam penelitian ini dilakukan *trial* lintasan pada alat *stamper* untuk mengetahui lintasan yang sesuai dengan alat pemadat *marshall hammer* adapun lintasan yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 9. *Trial* Kepadatan *Stamper*

No benda uji	Alat pemadat	Beban	Banyak benda uji	Lintasan
1	<i>Stamper</i>	130 kg	4	60
2	<i>Stamper</i>	130 kg	4	40
3	<i>Stamper</i>	130 kg	4	20

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan *trial* menggunakan alat *stamper* yang telah dilakukan di dapat hasil kepadatan sebagai berikut :



Gambar 5. Hubungan antara jumlah lintasan dan *density*

Hasil pada Gambar 5 dipaparkan pada Tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 10 Hasil *trial* kepadatan (*density*)

No	Alat Pematad	Beban	Tumbukan	Kepadatan
1	<i>Stamper</i>	130 Kg	60	2,26
2	<i>Stamper</i>	130 Kg	40	2,21
3	<i>Stamper</i>	130 Kg	20	2,16

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari Tabel 10 diperoleh hasil yang sesuai dengan kepadatan *marshall hammer* yaitu dengan menggunakan 33 lintasan. Lintasan tersebut digunakan untuk penelitian distribusi *void*. Lintasan dibagi menjadi 3 bagian yaitu 11, 22 dan 33 lintasan. Untuk lebih jelasnya lintasan yang digunakan dalam penelitian orientasi agregat dan distribusi *void* dijelaskan pada Tabel 11

Tabel 11 Jumlah lintasan yang digunakan untuk penelitian distribusi *void*

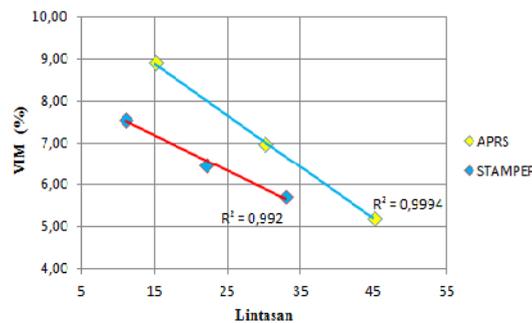
No	Alat Pematad	Beban	Tumbukan
1	<i>Stamper</i>	130 Kg	33
2	<i>Stamper</i>	130 Kg	22
3	<i>Stamper</i>	130 Kg	11

(Sumber : Hasil Penelitian)

Analisis Tinjauan *Void*

Dalam penelitian ini *asphalt concrete* (AC) dipadatkan menggunakan alat pematad *roller slab* dan *stamper*. *Bekisting* yang digunakan pada alat pematad *roller slab* berukuran 30 cm x 29 cm x 6,8 cm dengan beban 502 kg dan 3 variasi lintasan yaitu 15, 30, dan 45 sedangkan pada alat pematad *stamper* menggunakan bekisting berukuran 30 cm x 30 cm x 7 cm dengan 3 variasi lintasan yaitu 11, 22, dan 33. Adapun hasil dari penelitian Tinjauan *void* sebagai berikut :

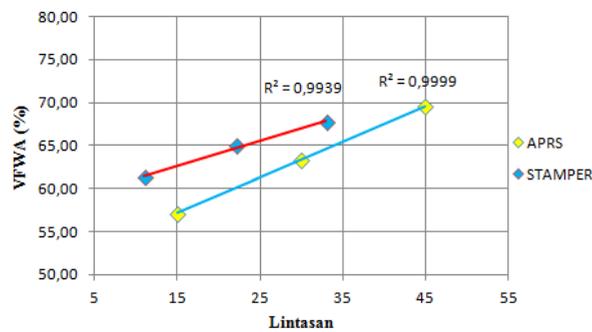
1. VIM



Gambar 6. Hubungan antara jumlah lintasan dengan nilai VIM

VIM adalah Volume rongga udara kosong dalam agregat yang terdapat dalam beton aspal padat. Dari Gambar 6 menunjukkan semakin banyak jumlah lintasan yang diberikan semakin kecil juga nilai VIM yang diperoleh. Hal ini dikarenakan semakin banyak lintasan yang diberikan maka lapisan semakin padat dan rongga udara semakin rapat. Dapat dilihat juga pada grafik pemadatan awal dan tengah VIM terbesar terdapat pada alat APRS dapat kemungkinan disimpulkan pada pemadatan awal APRS pemadatan belum merata menyeluruh ke seluruh bagian karena roda yang bergulir hanya melewati saja beda halnya dengan pemadatan menggunakan stamper bekerja dengan cara ditumbuk sehingga bagian yang dipadati oleh stamper merata dan lebih padat namun pada pemadatan akhir stamper lebih besar VIM nya dapat dimungkinkan karena suhu pada campuran cepat menurun karena dilakukan diruangan terbuka beda dengan APRS yang dilakukan pada ruangan tertutup sehingga suhu menurun secara perlahan-lahan.

2. VFWA

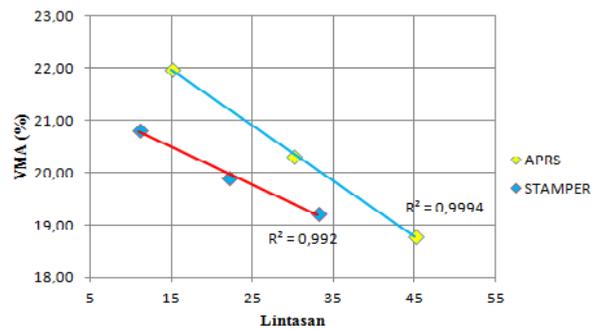


Gambar 7 Hubungan antara jumlah lintasan dengan nilai VFWA

VFWA adalah Volume rongga udara kosong yang telah terisi oleh aspal. Dengan demikian aspal yang mengisi VFWA adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat. Atau dengan kata lain VFWA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi selimut aspal.

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa makin besar lintasan yang diberikan, maka nilai VFWA dalam campuran *asphalt concrete* (AC) makin besar. Hal ini disebabkan setiap penambahan lintasan akan mengakibatkan campuran semakin rapat, sehingga rongga-rongga menjadi berkurang atau kecil. Dapat juga dilihat pada grafik dapat disimpulkan pemadatan menggunakan *stamper* itu lebih padat dibandingkan menggunakan APRS karena tekanan yang diberikan oleh *stamper* lebih besar dan merata sehingga rongga dan pori lebih kecil bahkan tertutup.

3. VMA



Gambar 8. Hubungan antara jumlah lintasan dengan nilai VMA

VMA (*Void in the mineral aggregate*) adalah volume rongga udara yang terdapat dalam beton aspal padat , dinyatakan dalam persentase. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa makin besar lintasan yang diberikan, maka nilai VMA dalam campuran *asphalt concrete* (AC) makin kecil. Hal ini disebabkan setiap penambahan lintasan akan mengakibatkan campuran semakin rapat, sehingga rongga-rongga akan terisi oleh aspal. Grafik VMA berbanding terbalik dengan VFWA dan VMA berbanding lurus dengan VIM.

Kesimpulan

1. Jika dipadatkan menggunakan roda bergulir atau alat pemadat *roller slab* terjadi dorongan secara horizontal pada permukaan atas hal ini dikarenakan terjadinya gilasan roda baja masuk atau turun ke dalam campuran sehingga mendorong agregat yang ada di depannya. Berbeda halnya dengan cara ditumbuk atau menggunakan *stamper* walaupun terjadi pergeseran namun tidak begitu jauh dikarenakan pada awal ingin dipadatkan campuran mengalami getaran yang cukup besar sehingga terjadi perubahan.
2. Alat pemadat *stamper* memberikan kepadatan lebih tinggi dibandingkan alat pemadat *roller slab* dengan melihat dari persentase *void* yang diperoleh pada masing-masing alat. Berarti alat pemadat *stamper* dapat mendistribusikan agregat dengan baik.
3. Semakin banyak jumlah lintasan yang diberikan semakin rapat pula rongga yang terdapat pada benda uji. Semakin besar lintasan yang diberikan VIM semakin kecil dan VFWA semakin besar sehingga benda uji semakin padat.

Daftar Pustaka

- Direktorat jenderal bina marga, *Buku pengaspalan*, PT. Mediatama Saptakarya (PT Medisa), Kebayoran baru, Jakarta
- Hartadi Sutanto, M, (2009), *Assessment Of Bond Between Asphalt Layers*, Nottingham
- Kementrian Pekerjaan Umum, (2010), *Spesifikasi Umum*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jawa Tengah
- Nasyikin, H, (2012), *Evaluasi Distribusi Void Campuran Asphalt Concrete yang Dipadatkan dengan Alat Pemadat Roller Slab*
- Partl, N. Manfred. *Comparison of laboratory compaction methods using x-ray computer tomography*
- Sukirman, S, *Perkerasan lentur jalan raya*, Penerbit Nova, Bandung
- Sukirman, S, (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Bandung
- Tashman, L., Masad, E., D'angelo, J., Bukowski, J. and Harman, T., (2002), *X-ray Tomography to Characterize Air void Distribution in Superpave Gyrotory Compacted Specimens*. The International Journal of Pavement Engineering, Vol. 3, No.1 , pp. 19-28
- Widhismoro, W, (2012), *Studi Prosedur Pemadatan Material Asphalt Concrete Menggunakan Alat Pemadat Roller Slab*