

# Pengaruh Kadar Aspal Efektif dan Tebal Selimut Aspal Terhadap Proporsi Rongga pada Campuran Laston

*by Hasyim Hasyim*

---

**Submission date:** 15-Apr-2023 06:02PM (UTC-0500)

**Submission ID:** 2065490676

**File name:** JSTL\_Sinta\_4.pdf (310.19K)

**Word count:** 4096

**Character count:** 21864



Research Articles

## Pengaruh Kadar Aspal Efektif dan Tebal Selimut Aspal Terhadap Proporsi Rongga pada Campuran Laston

### *Influence of Effective Asphalt Content and Film Thickness on Voids Proportion of Asphalt Concrete*

Ratna Yuniarti\*, Made Mahendra, Hasyim, Rohani, I A O Suwati Sideman

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, INDONESIA

\* corresponding author, email: [ratna\\_yuniarti@unram.ac.id](mailto:ratna_yuniarti@unram.ac.id)

Manuscript received: 28-02-2023. Accepted: 29-03-2023

#### ABSTRAK

Pada proses pencampuran antara aspal dan agregat, terjadi penyerapan aspal oleh agregat melalui pori-pori agregat. Volume aspal yang tidak terserap oleh agregat merupakan kadar aspal efektif yang menentukan besarnya proporsi rongga yaitu ruang udara dalam campuran yang dipadatkan. Proporsi rongga yang terbentuk pada campuran memiliki peranan penting dalam menentukan daya tahan campuran terhadap temperatur dan cuaca. Tulisan ini ingin mengkaji pengaruh kadar aspal efektif dan ketebalan selimut aspal terhadap proporsi rongga pada campuran laston. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa distribusi ukuran partikel agregat yang digunakan mempengaruhi total luas permukaan terselimuti aspal dan pori-pori agregat mempengaruhi kadar aspal efektif yang dihasilkan. Agregat dengan ukuran butiran yang kecil menghasilkan total luas permukaan terselimuti aspal yang lebih besar. Penggunaan agregat dengan pori-pori kecil menghasilkan kadar aspal efektif yang besar. Semakin besar kadar aspal efektif dan ketebalan selimut aspal, maka rongga antar mineral agregat dan rongga terselimuti aspal menjadi semakin besar sedangkan rongga dalam campuran semakin mengecil. Pada seluruh proporsi rongga yang dianalisis, kadar aspal efektif dan ketebalan selimut aspal berpengaruh sangat signifikan.

**Kata kunci:** kadar aspal efektif; ketebalan selimut aspal; rongga udara; laston

1

#### ABSTRACT

In the mixing process between asphalt and aggregate, absorption of asphalt by the aggregate occurs through the pores of the aggregate. The volume of asphalt not absorbed by the aggregate can be defined as effective asphalt content which determines the percentage of airspaces in the compacted mix. The proportion of voids formed in the mixture contributes to the durability of the mixture against temperature and climate conditions. This study aims to examine the effect of effective asphalt content and the asphalt film thickness on the voids proportion in asphalt mixture. Based on the analysis, it can be concluded that the particle size distribution of the aggregate affects the total surface area of the aggregate in the mixture and the pores of the aggregate affect the effective percent of asphalt content.

Aggregate with a small grain size produced a larger total surface area of aggregate. Meanwhile the use of aggregate with small sizes produced a higher effective percent of asphalt content. The higher the effective asphalt content and the asphalt film thickness, the larger the voids in mineral aggregate and the voids filled with bitumen. In contrast, the voids in the mixture decrease with increase the effective asphalt content and the asphalt film thickness. In all the voids proportions analyzed, the effective asphalt content and the asphalt film thickness have a very significant effect

1  
**Key words:** effective asphalt content; asphalt film thickness; air voids asphalt concrete

## PENDAHULUAN

Fungsi aspal pada konstruksi perkerasan jalan adalah sebagai bahan pengikat yang menyatukan dan mengisi rongga-rongga di antara partikel agregat. Ketika agregat bercampur dengan aspal, sebagian aspal akan terserap masuk ke dalam agregat melalui pori-pori permukaan agregat. Penyerapan aspal oleh agregat pada *hot mix asphalt* memegang peranan yang sangat penting karena menentukan daya ikat antara komponen bahan perkerasan tersebut. Daya ikat yang kuat antara aspal dan agregat meningkatkan kemampuan campuran dalam memikul beban lalu lintas serta mempertinggi daya tahan campuran terhadap temperatur dan paparan sinar matahari.

Karena sebagian dari aspal meresap masuk ke dalam agregat, maka jumlah aspal pada permukaan agregat merupakan kadar aspal efektif yang dihitung dengan mengurangi total kadar aspal yang digunakan pada campuran dengan persen aspal terabsorpsi. Adapun menurut Chadboum *et al.* (1999), perhitungan ketebalan sel imut aspal dilakukan berdasarkan volume aspal pada permukaan agregat dan tidak termasuk aspal yang meresap masuk ke dalam pori-pori agregat. Ketebalan sel imut aspal tersebut dinyatakan dalam satuan mikron yang perhitungannya dilakukan dengan membagi kadar aspal efektif dengan total estimasi luas permukaan butiran agregat (Transport Research Laboratory, 2002).

Penelitian yang dilakukan Robert *et al.* (1991) menyebutkan bahwa sel imut aspal yang lebih tebal menghasilkan campuran yang tahan cuaca dan lebih lentu. Sebaliknya, sel imut aspal yang lebih tipis menghasilkan campuran yang rapuh dan lebih mudah retak. Hal ini disebabkan oleh mudahnya air dan udara untuk masuk ke dalam campuran dan melapiskan ikatan antara agregat dan aspal. Karena itu dibutuhkan daya ikat yang kuat dan ketebalan sel imut aspal yang memadai agar perkerasan jalan dapat berfungsi dengan baik selama umur yang telah direncanakan (Airey & Choi, 2002; Miller & Bellinger, 2003; Collop *et al.*, 2004).

Ketebalan sel imut aspal juga berpengaruh terhadap porosi rongga yang terbentuk pada *hot mix asphalt*. Porosi rongga berperan dalam menentukan keawetan campuran tersebut. Jika porosi rongga pada campuran terlalu besar, perkerasan jalan mudah terkena oksidasi matahari, mempercepat penuaan (*aging*) sehingga menimbulkan berbagai jenis kerusakan. Sebaliknya bila porosi rongga pada campuran terlalu kecil, rongga tersebut tidak cukup untuk memuat kadar aspal ketika rongga mengecil akibat pemadatan berulangkali oleh beban lalu lintas sehingga aspal meleleh keluar ke permukaan jalan (Kandhal and Chakraborty, 1996).

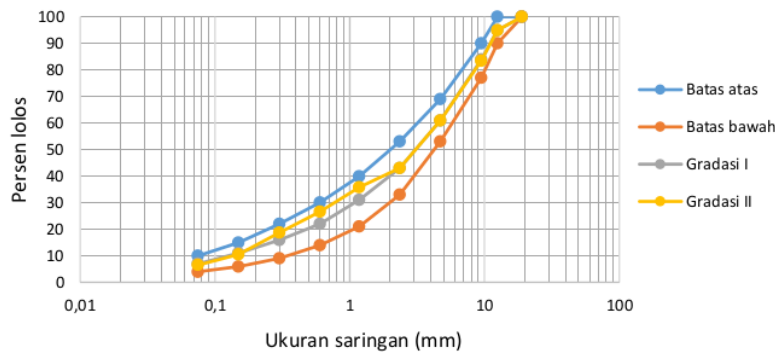
Mengingat pentingnya porosi rongga pada campuran, tulisan ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kadar aspal efektif dan ketebalan sel imut aspal terhadap porosi rongga pada campuran tersebut. Distribusi ukuran partikel agregat yang digunakan untuk melakukan kajian merujuk pada spesifikasi yang telah ditetapkan Jendral Direktorat Bina Marga, yaitu

2  
Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3 untuk aspal beton (laston). Porosi rongga yang dikaji adalah rongga dalam campran, rongga antar partikel agregat dan rongga terselimitasi aspal.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian terhadap porosi rongga pada campran laston ini mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Arieska (2018) dan Ariestiani (2018). Pengujian tersebut memakai agregat kasar dan halus yang diambil dari Pinggabaya, Lombok Timur. Prosedur penelitian aspal dan agregat berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Pemeriksaan sifat fisik aspal terdiri dari uji penetrasi, titik leleh, titik nyala, daktilitas, kehilangan berat dan berat jenis, sedangkan pengujian agregat terdiri dari uji analisis saringan, keausan, berat jenis dan kelengkapan agregat terhadap aspal.

Adapun distribusi ukuran partikel agregat yang digunakan ditampakan pada Gambar 1.



Gambar 1. Presentase ukuran partikel agregat

2  
Kadar aspal yang digunakan berada pada kisaran 4.5% -6.5% terhadap berat campran. Pencampuran laston dilakukan pada suhu 155°C sedangkan pematangan dilakukan sebanyak 2 x 75 tumbukan. Selanjutnya perhitungan kadar aspal efektif dan ketebalan selimitasi aspal ditentukan dengan persamaan berikut (Radovskiy, 2003):

Kadar aspal efektif:

$$P_{ae} = P_a - \frac{P_{ab} \times P_s}{100} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$P_{ae}$  = kadar aspal efektif yang selimitasi butiran agregat (%)

$P_a$  = kadar aspal (%)

$P_{ab}$  = kadar aspal yang terabsorpsi ke dalam pori agregat (%)

$P_s$  = kadar agregat (% total campran)

Tebal selimitasi aspal :

$$TF = \frac{P_{ae}}{G_a} \times 1000 \times \frac{2}{LP \times P_s \times 1000} \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

$T F =$  ketebalan sel imut aspl ( $\mu$ )

$P_{ac} =$  kadar aspl efektif yang menyelubungi butiran agregat (%)

$G_a =$  berat jenis aspl

$L P =$  luas permukaan agregat ( $m^2/kg$ )

$P_s =$  kadar agregat (% total campran)

1 Berdasarkan distribusi ukuran butiran agregat yang digunakan, dianalisa hubungan antara kadar aspl efektif dan ketebalan sel imut aspl dengan rongga dalam campran, rongga antar partikel agregat dan rongga terselubungi aspl.

## 2 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 disajikan sifat-sifat fisik aspl. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa nilai penetrasian, titik leleh, titik nyala, daktilitas, berat jenis dan kehilangan berat aspl digunakan memenuhi spesifikasi. Selanjutnya sebagai mana yang ditampilkan pada Tabel 2, agregat kasar yang digunakan memenuhi persyaratan Direktorat Jenderal Bina Marga (2013). Nilai keausan *impact* yang jauh lebih kecil daripada maksimal 30% menunjukkan bahwa agregat memiliki daya tahan yang baik terhadap pembebanan. Berat jenis bulkan dan berat jenis semu yang lebih besar dari 2.5% juga sesuai dengan ketentuan. Penyerapan air lebih kecil dari 3% menunjukkan bahwa pori-pori agregat cukup kecil sehingga air tidak mudah masuk yang dapat mengakibatkan lepasnya ikatan antara agregat dan aspl. Adanya kelengkapan agregat terhadap aspl di atas 95% menunjukkan bahwa permukaan agregat dapat diselubungi aspl dengan baik.

Tabel 1. Hasil pengujian aspl

Jenis pengujian	Hasil pengujian <sup>†</sup>	Hasil pengujian <sup>‡</sup>	Persyaratan <sup>‡</sup>
Penetrasi (25 °C, 5 detik, 0.1 mm)	62.9	68	60-70
Titik leleh (°C)	51.33	48.5	≥48
Titik nyala (°C)	≥ 232	>300	≥232
Daktilitas (cm)	165	147.5	≥100
Berat jenis	1.043	1.054	≥1.00
Kehilangan berat (%)	0.66	0.20	≤0.8

Sumber: <sup>†</sup> Arieka, 2018

<sup>‡</sup> Ariestiani, 2018

\*\* ) Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013

Tabel 2. Hasil pengujian agregat

Jenis pengujian	Agregat kasar <sup>†</sup>	Agregat kasar <sup>‡</sup>	Agregat halus <sup>†</sup>	Agregat halus <sup>‡</sup>	Persyaratan <sup>‡</sup>
Keausan <i>impact</i> (%)	8.3	8.58	-	-	Maks. 30
Berat jenis bulkan	2.53	2.66	2.59	2.64	Min. 2.5
Berat jenis semu	2.72	2.79	2.79	2.84	Min. 2.5
Penyerapan terhadap air (%)	2.84	1.73	2.79	2.67	Maks. 3
Kelengkapan agregat terhadap aspl (%)	97	98	-	-	Min. 95

Sumber: <sup>†</sup> Arieka, 2018

<sup>‡</sup> Ariestiani, 2018

\*\* ) Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013

Tabel 3. Hasil pengujian vol umetrik campran untuk gradasi I

Kadar aspl (%)	Rongga antar mineral agregat %	Rongga dalam campran %	Rongga tersel imuti aspl %
4.5	14.46	7.54	47.90
5.0	14.11	6.02	57.31
5.5	14.29	5.07	64.52
6.0	15.23	4.91	67.81
6.5	25.27	3.78	75.63
Prsyarat an %	Min. 15	3.0 - 5.0	Min. 65

Sumber: % Arieska, 2018

\* ) Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013

Tabel 4. Hasil pengujian vol umetrik campran untuk gradasi II

Kadar aspl (%)	Rongga antar mineral agregat %	Rongga dalam campran %	Rongga tersel imuti aspl %
4.5	13.66	5.96	56.37
5.0	13.83	4.98	64.01
5.5	14.49	4.49	69.03
6.0	14.62	3.43	76.55
6.5	25.57	3.29	78.86
Prsyarat an %	Min. 15	3.0 - 5.0	Min. 65

Sumber: % Ariestiani, 2018

\* ) Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 disajikan besarnya rongga dalam campran, rongga antar partikel agregat dan rongga tersel imuti aspl untuk masing-masing gradasi pada berbagai kadar aspl. Posisi rongga ini sangat tergantung dari distribusi ukuran partikel agregat yang selanjutnya menentukan luas permukaan agregat. Perhitungan luas permukaan agregat disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6 mengikuti ketentuan bahwa partikel dengan ukuran lebih besar dari 4.7 mm memiliki faktor luas permukaan 0.41 m<sup>2</sup>/kg (The Asphalt Institute, 1993). Agregat yang digunakan pada gradasi I memiliki distribusi partikel dengan ukuran lebih besar dibandingkan dengan agregat yang digunakan pada gradasi II. Gradasi agregat yang berukuran lebih kasar memiliki total luas permukaan lebih kecil, yaitu pada gradasi I menghasilkan total luas permukaan 6.78 m<sup>2</sup>/kg sedangkan pada gradasi II sebesar 6.94 m<sup>2</sup>/kg. Hal ini sesuai dengan Alkofah dan Khedaywi (2019) yang menyimpulkan bahwa semakin banyak agregat berukuran kecil yang digunakan, semakin luas total permukaan agregat yang tersel imuti aspl.

2  
Tabel 5. Luas permukaan agregat untuk gradasi I

No. saringan	Ukuran saringan (mm)	Gradasi terpakai	Faktor luas permukaan	Faktor luas permukaan x % lolos
¾"	19	100	0.41	0.41
½"	12.5	95	*	*
3/8"	9.5	84	*	*
No. 4	4.7	61	0.41	0.25
No. 8	2.36	43	0.82	0.35
No. 16	1.18	31	1.64	0.51
No. 30	0.6	22	2.87	0.63
No. 50	0.3	16	6.14	0.98
No. 100	0.15	11	12.29	1.35
No. 200	0.075	7	32.77	2.29
Luas permukaan total agregat (m <sup>2</sup> /kg)				6.78

Sumber: Hasil perhitungan

2  
Tabel 6. Luas permukaan agregat untuk gradasi II

No. saringan	Ukuran saringan (mm)	Gradasi terpakai	Faktor luas permukaan	Faktor luas permukaan x % lolos
¾"	19	100	0.41	0.41
½"	12.5	95	*	*
3/8"	9.5	83.5	*	*
No. 4	4.7	61	0.41	0.25
No. 8	2.36	43	0.82	0.35
No. 16	1.18	35.8	1.64	0.59
No. 30	0.6	26.6	2.87	0.76
No. 50	0.3	18.8	6.14	1.15
No. 100	0.15	10.5	12.29	1.29
No. 200	0.075	6.5	32.77	2.13
Luas permukaan total agregat (m <sup>2</sup> /kg)				6.94

Sumber: Hasil perhitungan

Pada Tabel 7, disajikan kadar aspl efektif dan ketebalan selimut aspl dari campran laston menggunakan gradasi I dan gradasi II pada masing-masing kadar aspl. Sesuai dengan formula yang disajikan pada Prs. (1), nilai kadar aspl efektif sangat tergantung dari kadar aspl yang terabsorpsi ke dalam pori agregat, sedangkan ketebalan selimut aspl dipengaruhi oleh faktor luas permukaan agregat. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil studi yang dilakukan oleh Kandhal and Khatri (1992). Berdasarkan Tabel 7, gradasi I menghasilkan kadar aspl efektif dan ketebalan selimut aspl yang lebih kecil dibandingkan dengan gradasi II.

Tabel 7 Kadar aspl efektif dan tebal selimut aspl

Kadar aspl (%)	Kadar aspl efektif (%)		Tebal selimut aspl (m)	
	Gradasi I	Gradasi II	Gradasi I	Gradasi II
4.5	3.13	3.41	4.65	4.95
5.0	3.64	3.91	5.43	5.71
5.5	4.15	4.42	6.22	6.48
6.0	4.65	4.93	7.02	7.26
6.5	5.16	5.43	7.83	8.05

Sumber: Hasil perhitungan

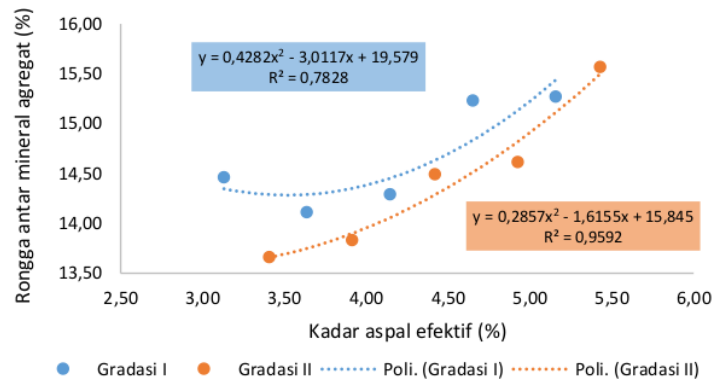
1  
Hubungan antara kadar aspl efektif dan ketebalan selimut aspl dengan porosi rongga pada campran laston disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kadar aspl efektif dengan porosi rongga antar mineral agregat. Secara umum terlihat bahwa kadar aspl efektif yang semakin besar menghasilkan rongga antar mineral agregat yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan peningkatan jumlah aspl yang digunakan menjadikan butiran partikel antar agregat semakin renggang sehingga meningkatkan nilai rongga antar mineral agregat tersebut.

Dari Gambar 2 terlihat pula bahwa gradasi I menghasilkan rongga antar mineral agregat yang lebih besar dibandingkan dengan gradasi II. Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2, tingkat penyerapan air dari agregat pada gradasi II lebih besar dibandingkan dengan tingkat penyerapan air dari agregat pada gradasi I. Penyerapan air ini mengindikasikan bahwa pori-pori agregat pada gradasi I lebih besar sehingga porositas aspl yang masuk ke dalam agregat (terabsorpsi) menjadi lebih besar dan menghasilkan kadar aspl efektif yang lebih kecil. Dengan kadar aspl efektif yang lebih kecil, maka ikatan antar partikel agregat menjadi kurang

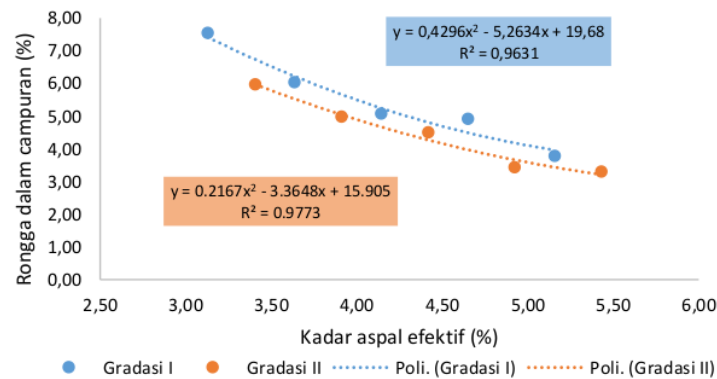


kuat sehingga jarak antar partikel agregat lebih renggang dan memperbesar rongga antar mineral agregat tersebut.



Gambar 2. Hubungan kadar aspal efektif dan rongga antar mineral agregat

Hubungan antara kadar aspal efektif dan rongga dalam campuran disajikan pada Gambar 3. Semakin besar kadar aspal efektif, semakin banyak ruang yang terisi aspal sehingga rongga dalam campuran semakin kecil. Pada Gambar 3 terlihat pula bahwa gradasi I menghasilkan rongga dalam campuran yang lebih besar dibandingkan dengan gradasi II. Hal ini disebabkan agregat yang digunakan pada gradasi I lebih berpori dibandingkan dengan gradasi II. Agregat pada gradasi I lebih banyak menyerap aspal, memiliki kadar aspal efektif lebih sedikit dan menyelimuti partikel agregat lebih tipis. Dengan demikian, rongga dalam campuran yang terbentuk menjadi lebih besar.



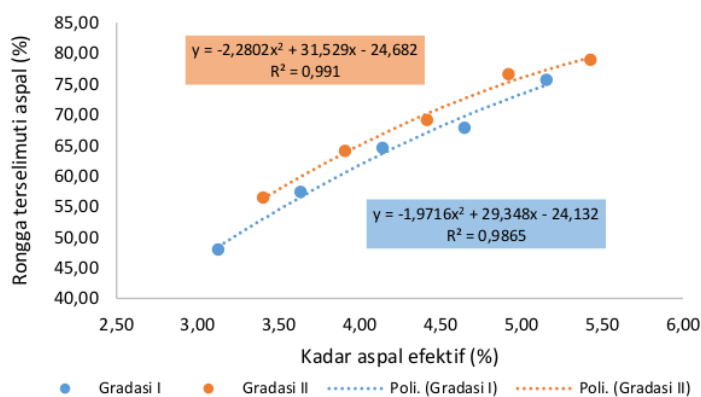
Gambar 3. Hubungan kadar aspal efektif dan rongga dalam campuran

Gambar 4 menyajikan hubungan antara kadar aspal efektif dan rongga terselimuti aspal. Semakin besar kadar aspal efektif, persen rongga terselimuti aspal pada ruang antar partikel agregat menjadi semakin tinggi. Dibandingkan dengan gradasi II, gradasi I memiliki persen

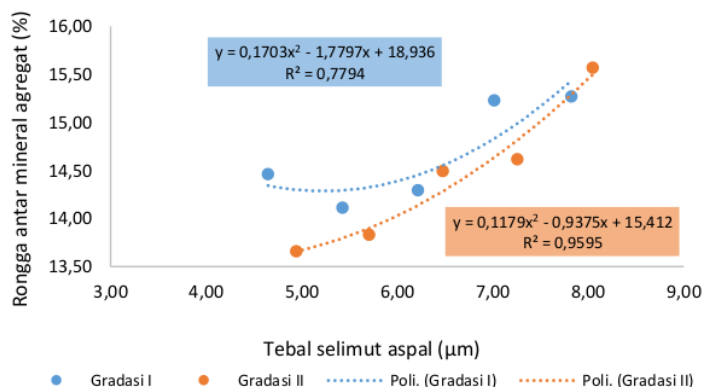


rongga tersel imuti aspal yang lebih kecil. Hal ini disebabkan jumlah kadar aspal efektif pada gradasi I lebih rendah dibandingkan gradasi II sehingga rongga tersel imuti aspal yang terbentuk juga lebih kecil. Dengan nilai  $R^2$  pada gradasi I dan gradasi II masing-masing sebesar 0,9865 dan 0,991 dapat dikatakan bahwa kadar aspal efektif berpengaruh sangat signifikan terhadap rongga tersel imuti aspal.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa nilai rongga antar mineral agregat cenderung semakin meningkat dengan bertambahnya ketebalan sel imut aspal. Karena rongga antar mineral agregat adalah jumlah pori yang dihitung tanpa menyertakan aspal, maka makin besar kadar aspal yang digunakan pada campuran, maka rongga antar mineral agregat juga menjadi semakin tinggi. Pada gradasi I, nilai  $R^2 = 0,7794$  atau  $R = 0,883$  sedangkan pada gradasi II, nilai  $R^2 = 0,9595$  atau  $R = 0,98$  yang mengindikasikan bahwa ketebalan sel imut aspal dan rongga antar mineral agregat memiliki hubungan yang sangat kuat.



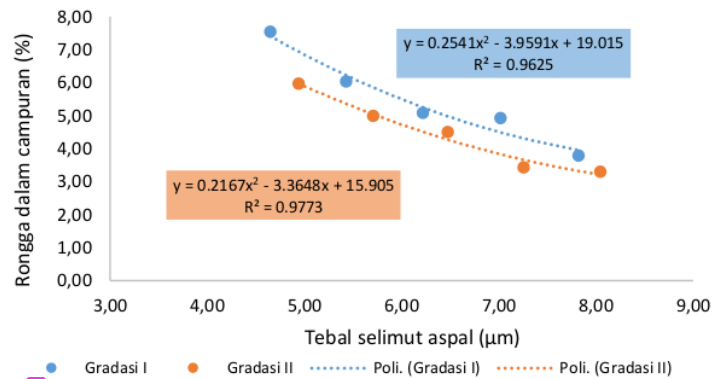
Gambar 4. Hubungan kadar aspal efektif dan rongga tersel imuti aspal



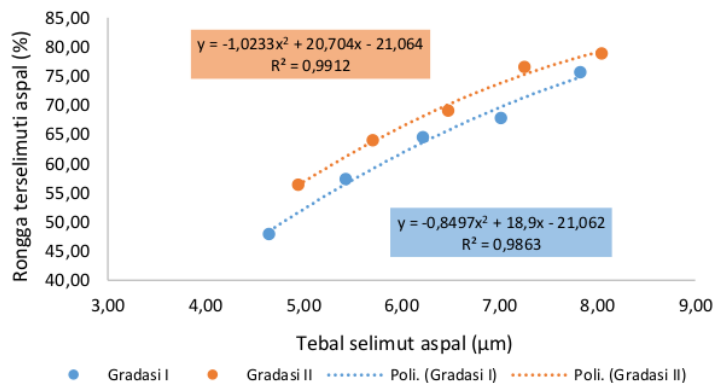
Gambar 5. Hubungan tebal sel imut aspal dan rongga antar mineral agregat

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara ketebalan sel imut aspal dan nilai rongga dalam campuran untuk masing-masing gradasi. Besarnya rongga dalam campuran yang dihasilkan

berbanding terbalik dengan ketebalan selimut aspal. Semakin tebal selimut aspal, semakin kecil rongga dalam campuran yang terbentuk. Pada Gambar 6 terlihat pula bahwa pada gradasi II yang lebih banyak menggunakan agregat halus, menghasilkan nilai rongga dalam campuran lebih kecil. Hal ini disebabkan karena pada gradasi II partikel agregat yang berukuran kecil berjumlah lebih banyak sehingga lebih banyak pula rongga pori yang dapat terisi oleh agregat. Dengan  $R^2$  masing-masing sebesar 0,9625 dan 0,9773, terlihat bahwa tebal selimut aspal berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai rongga dalam campuran.



Gambar 6. Hubungan tebal selimut aspal dan rongga dalam campuran



Gambar 7. Hubungan tebal selimut aspal dan rongga terselimuti aspal

Hubungan antara ketebalan selimut aspal dengan nilai rongga yang terselimuti aspal disajikan pada Gambar 7. Karena rongga terselimuti aspal adalah volume pori pada campuran yang terisi oleh aspal, maka tampak bahwa semakin tebal selimut aspal maka semakin besar pula rongga terselimuti aspal yang terbentuk. Dari Gambar 7 terlihat bahwa gradasi II menghasilkan rongga terselimuti aspal yang lebih besar dibandingkan dengan gradasi I. Baik pada gradasi I maupun pada gradasi II, ketebalan selimut aspal berpengaruh sangat signifikan terhadap besarnya rongga terselimuti aspal.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa distribusi ukuran partikel agregat sangat menentukan total luas permukaan terselimi aspal. Partikel agregat yang berukuran lebih kecil mempunyai total luas permukaan terselimi aspal yang lebih besar. Prioritas agregat menentukan jumlah aspal yang terabsorpsi sehingga berpengaruh terhadap kadar aspal efektif. Semakin besar kadar aspal efektif, maka rongga antar mineral agregat dan rongga terselimi aspal menjadi semakin besar sedangkan rongga dalam campuran semakin mengecil. Kadar aspal efektif selanjutnya menentukan ketebalan selimut aspal. Semakin besar ketebalan selimut aspal, rongga di antara mineral agregat dan rongga terselimi aspal pada campuran mengalami peningkatan sedangkan rongga dalam campuran mengalami penurunan. Agregat yang digunakan pada gradasi I menghasilkan rongga antar mineral agregat dan rongga dalam campuran yang lebih tinggi serta rongga terselimi aspal yang lebih rendah dibandingkan dengan gradasi II. Pada seluruh porsi rongga yang dianalisis, kadar aspal efektif dan ketebalan selimut aspal berpengaruh sangat signifikan.

### Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdr. Deinna Arieska dan Piliad Sadiant Ariestiani atas penyediaan data sehingga artikel ini dapat terselenggarakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Airey, G. D. & Choi, Y.K., 2002. State of The Art Report on Moisture Sensitivity Test Methods for Bituminous Pavement Materials, Road Materials and Pavement Design, 3(4): 355-372.
- Alkofahi, N. and Khedaywi, T., 2019. Evaluation the Effect of Asphalt Film Thickness on Stripping Resistance, International Journal of Applied Engineering Research, 14(2): 560-570.
- Arieska, A., 2018. Pengaruh Penggunaan Asbuton dan Abu Batu Sebagai Filler pada Campuran AC - W, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Ariestiani, P.E., 2018. Pengaruh Gradasi Agregat Pada Daerah Langan Terhadap Kinerja Campuran Laps Aspal Beton (Laston) Menggunakan Aspal Pn 6 0/70, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Chadboom, B. A.; Sok, E.L. Jr.; Newcomb, D.E.; Crow, B.L. and Spindle, S., 1999. The Effect of Voids in Mineral Aggregate (VMA) on Hot-Mix Asphalt Pavements, Minnesota Department of Transportation.
- Collop A. C.; Choi, Y.K.; Airey, G. D. and Elliott, R. C., 2004. Development of The Saturation Ageing Tensile Stiffness Test, Proceedings of the ICE Transportation, 157(3): 163-171.
- Direktorat Jenderal Bina Marga 2013. Spesifikasi Umum Edisi 2010 Revisi 3, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kandhal, P.S. and Chakraborty, S., 1996. Evaluation of Voids in the Mineral Aggregate for HMA Paving Mixtures, National Center for Asphalt Technology Auburn University, Alabama.
- Kandhal, P.S. and Khatri, M.A., 1992. Relating Asphalt Absorption to Properties of Asphalt Cement and Aggregate, in Transportation Research Record 1342, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
- Miller, J. and Bellinger, W. 2020. Federal Highway Administration, McLean, VA: FHWA - RD -03-031.

- Radovskiy, B., 2003. Analytical Formulas for Film Thickness in Compacted Asphalt Mixture, TRR 1829, TRB, National Academies, USA, p 26 -32.
- Roberts, F.L.; Kandhal, P.S.; Brown, E. R.; Lee, D. and Kennedy, T. W 1991. Hot-Mix Asphalt Materials, Mix Design, and Construction, NAE Education Foundation, Lanham, Maryland.
- The Asphalt Institute, 1993. Mix Design Method for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types, Manual Series No. 2 (MS-2), Sixth Edition, Lexington, Kentucky.
- Transport Research Laboratory, 2002. A Guide to the Design of Hot Mix Asphalt in Tropical and Sub-Tropical Countries, Overseas Road Note 19, TRRL Limited, Berkshire.

# Pengaruh Kadar Aspal Efektif dan Tebal Selimut Aspal Terhadap Proporsi Rongga pada Campuran Laston

## ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[jstl.unram.ac.id](http://jstl.unram.ac.id)

Internet Source

10%

2

[spektrum.unram.ac.id](http://spektrum.unram.ac.id)

Internet Source

7%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 3%