Available online https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno

T E K N O

Volume 24, No. 97, Tahun 2026 p-ISSN: 0215-9617

Pengaruh Kadar Aspal Dan Suhu Terhadap Draindown Pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA)

Laudya D. Iroth[#a], Steve Ch. N. Palenewen[#b], Theo K. Sendow[#c]

[#]*Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*
[a]laudyadaniella19@gmail.com, [b]spalenewen@unsrat.ac.id, [c]theosendow@unsrat.ac.id

Abstrak

Stone Matrix Asphalt (SMA) merupakan campuran beraspal panas dengan gradasi agregat *gap-graded* yang dirancang untuk menghasilkan struktur rangka agregat yang kuat. Salah satu permasalahan pada campuran SMA adalah *draindown*, yaitu keluarnya aspal dari campuran akibat pengaruh suhu dan gravitasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar aspal dan suhu pencampuran terhadap nilai *draindown* pada campuran SMA.Penelitian menggunakan variasi kadar aspal 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%, serta suhu pencampuran 146°C, 153°C, dan 160°C. Pengujian *Marshall* dilakukan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO), sedangkan pengujian *draindown* menggunakan metode *Wire Basket Test* berdasarkan ASTM D6390/AASHTO T 305 dengan batas maksimum 0,3%.Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi kadar aspal pada suhu 146°C dan 153°C memenuhi batas maksimum *draindown*. Sementara itu, pada suhu 160°C, kadar aspal 6%, 7%, dan 8% melebihi batas yang ditentukan. Nilai *draindown* tertinggi berdasarkan hasil pengujian diperoleh sebesar 0,915% pada kadar aspal 8% dan suhu 160°C. Nilai KAO pada suhu 146°C, 153°C, dan 160°C masing-masing sebesar 7,85%, 7,60%, dan 7,45%. Pada KAO 7,60% dengan suhu 153°C, diperoleh nilai *draindown* sebesar 0,121% yang masih memenuhi persyaratan. Dengan demikian, peningkatan suhu pencampuran, khususnya hingga 160°C, cenderung meningkatkan nilai *draindown* pada campuran SMA.

Kata kunci: SMA, kadar aspal, suhu pencampuran, draindown

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan elemen penting dalam sistem transportasi yang mendukung mobilitas manusia dan distribusi barang. Kinerjanya dipengaruhi oleh mutu material dan desain campuran beraspal, khususnya pada lapis aus. Salah satu jenis campuran yang dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan terhadap deformasi adalah *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

Menurut Roberts *et al.* (1996), SMA merupakan campuran bergradasi senjang (*gap-graded*) dengan dominasi agregat kasar yang membentuk struktur *stone-on-stone contact*, sehingga memiliki stabilitas tinggi terhadap deformasi permanen (*rutting*). SMA menggunakan kadar aspal relatif tinggi untuk meningkatkan durabilitas dan fleksibilitas. Namun, kadar aspal yang tinggi dapat meningkatkan potensi terjadinya *draindown*, yaitu keluarnya aspal dari campuran akibat pengaruh gravitasi pada suhu tinggi (ASTM D6390).

Nilai *draindown* dipengaruhi oleh kadar aspal dan suhu pencampuran. Berdasarkan ASTM D6390, batas maksimum *draindown* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,3% dari berat total campuran. Suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan viskositas aspal sehingga lebih mudah mengalir, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menghambat homogenitas campuran (Huang, 2004). Oleh karena itu, pengendalian kedua faktor tersebut penting untuk menjaga kualitas campuran SMA.

Penelitian mengenai pengaruh kadar aspal dan suhu pencampuran terhadap karakteristik campuran beraspal telah dilakukan, tetapi kajian kedua variabel secara bersamaan terhadap nilai *draindown*, khususnya menggunakan material lokal, masih perlu dikembangkan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kadar aspal dan suhu pencampuran terhadap nilai *draindown* pada campuran SMA menggunakan material dari Quarry Kema. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kombinasi kadar aspal dan suhu pencampuran yang memenuhi batas maksimum *draindown* sebesar 0,3%.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh kadar aspal dan suhu terhadap nilai draindown pada campuran (*Stone Matrix Asphalt)* SMA yang menggunakan material agregat lokal dari Lansot, Kabupaten Minahasa Utara?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar aspal dan suhu pencampuran terhadap nilai draindown pada campuran SMA yang menggunakan material agregat lokal dari Lansot, Kabupaten Minahasa Utara.

1.4. Manfaat Penelitian

Melalui penilitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memberikan tambahan referensi dan pengetahuan bagi instansi dan masyarakat mengenai pengaruh variasi suhu pada setiap kadar aspal terhadap draindown pada campuran SMA.
2. Menjadi masukan praktis bagi pelaksanaan konstruksi jalan untuk mengantisipasi risiko draindown berlebih dan menjaga kestabilan campuran.
3. Menyediakan informasi yang dapat dipertimbangkan dalam penyusunan spesifikasi teknis pekerjaan jalan, terutama terkait metode pengendalian mutu dan kualitas campuran SMA.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini terbatas pada:

1. Campuran perkerasan jalan yang akan diteliti yaitu, *StoneMatrixAsphalt* (SMA).
2. Standar spesifikasi yang digunakan untuk campuran material *Stone Matrix Asphalt* (SMA) berdasarkan pada Bina Marga 2025.
3. Metode yang digunakan yaitu Uji Draindown (Wire Basket Test), Sesuai Standar ASTM D6390 atau AASHTO T 305.
4. Variasi kadar aspal yang akan digunakan adalah 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% terhadap berat total campuran.
5. Variasi Suhu yang akan digunakan pada setiap Kadar aspal rencana adalah 146°C, 153°C dan 160°C, untuk melihat pengaruh suhu pencampuran pada setiap kadar aspal rencana dibawah standar,standar dan diatas standar.
6. Lokasi pengambilan agregatterletak di Lansot, Kabupaten Minahasa Utara, Prov. Sulawesi Utara.
7. Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

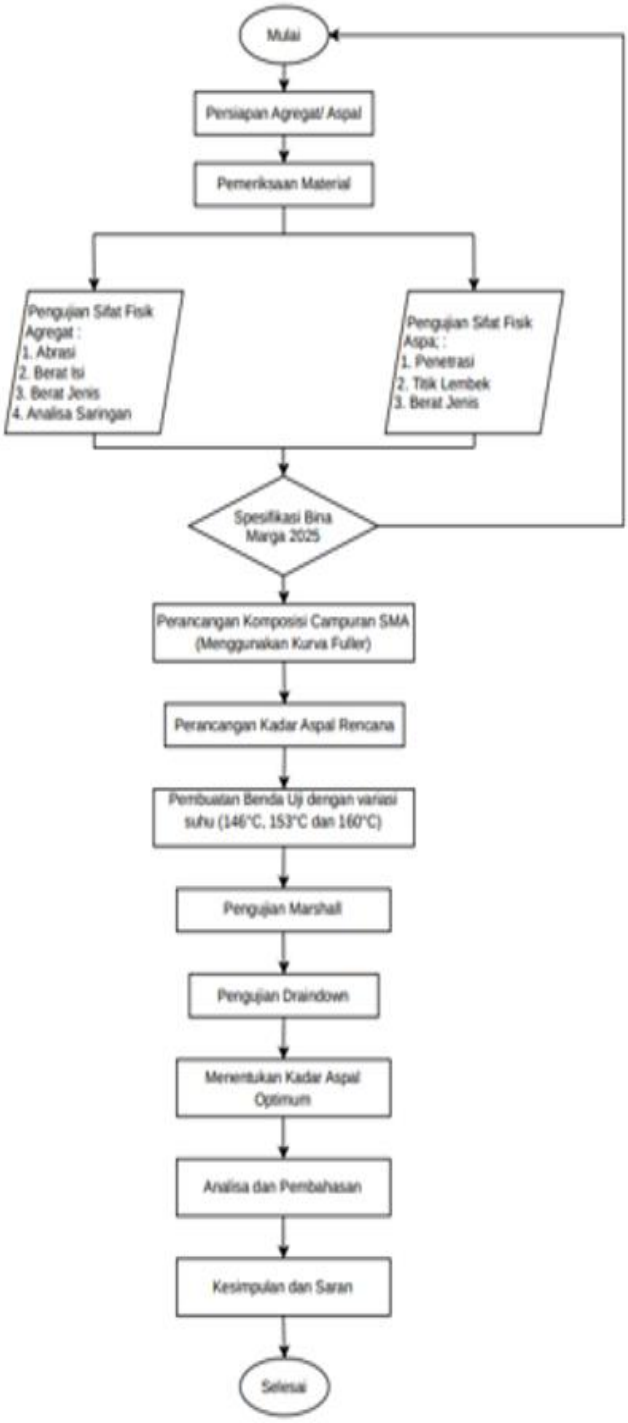
2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian akan dilakukan di Laboraturium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Sedangkan waktu pelaksanaan penelitian yang direncanakan akan berjalan kurang lebih dua bulan terhitung sejak bulan Mei 2026 sampai dengan bulan Juli 2026.

2.2 Alur Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan hasil dari Analisa seluruh agregat yakni agregat kasar, agregat sedang dan halus agar dapat digunakan dalam pembuatan benda uji. Agregat yang dipakai berasal dari AMP Kema dan dilakukan pengujian berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2025 dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No.	Jenis Pengujian		Syarat	Hasil
1.	Keausan (Abrasi)	100 putaran	Maks. 6%	5,85%
		500 putaran	Maks. 30%	27,49%
2.	Berat Jenis Kasar	Bulk	-	2,613
		SSD	-	2,642
		Semu	-	2,675
		Penyerapan Air	2	1,195
	Berat Jenis Sedang	Bulk	-	2,667
		SSD	-	2,716
		Semu	-	2,808
		Penyerapan Air	2	1,848
	Berat Jenis Halus	Bulk	-	2,285
		SSD	-	2,329
		Semu	-	2,389
		Penyerapan Air	2	1,906

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

No Saringan	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1”	100,00	100,00	100,00
3/4”	99,90	100,00	100,00
1/2”	51,47	99,83	100,00
3/8”	21,22	99,33	100,00
No. 4	1,16	40,82	98,27
No. 8	1,02	13,57	76,20
No. 16	0,99	2,51	48,66
No. 30	0,98	1,60	33,16
No. 50	0,95	0,48	11,88
No. 100	0,93	0,45	6,52
No. 200	0,88	0,41	2,57

Hasil pemeriksaan aspal pertamina pen 60/70 yang tersedia di laboratorium Perkerasan Jalan Universitas Sam Ratulangi Manado dilakukan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2025.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
Penetrasi (mm)	67,28	60-70
Titik Lembek (°C)	48,5	≥ 48
Berat Jenis (gr/cc)	1,0325	≥ 1,0

3.2. Hasil Pengujian Marshall

a. Hasil Pengujian Campuran Aspal
Hasil pengujian campuran aspal ditunjukkan pada Tabel 4 sd. Tabel 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall pada Suhu Pencampuran 146°C (Variasi 1)

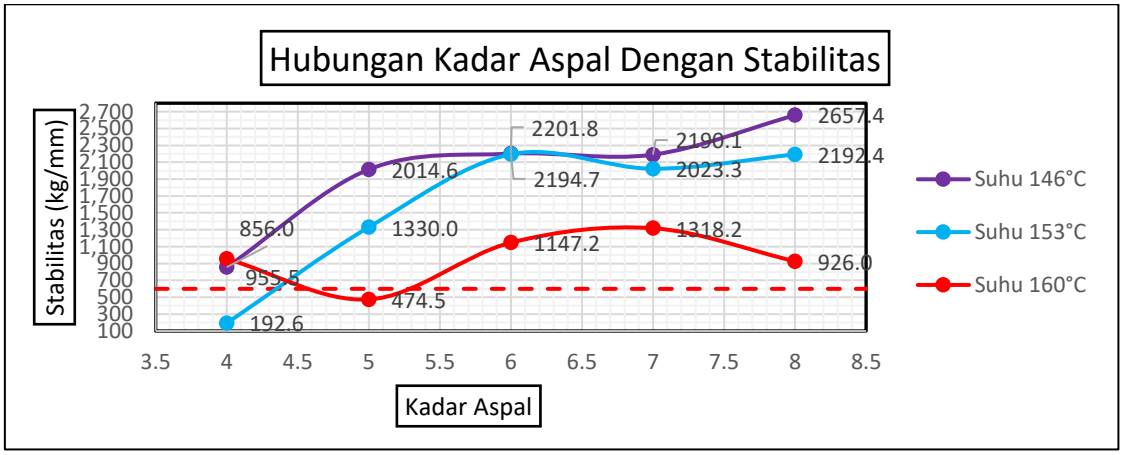
Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		4	5	6	7	8
Stabilitas (Kg/mm)	Min. 600	856,038	2014,63	2201,81	2190,14	2657,38
Flow (mm)	2,0 - 4,5	2,77	3,95	2,37	2,50	2,21
VMA(%)	Min. 17	20,472	23,015	20,374	20,062	19,997
VIM(%)	3,0 - 5,0	13,52	14,21	9,081	6,479	4,107
VFB	-	34,038	38,328	55,531	67,725	79,468
Rasio VCAmix/VCAdrc	Maks. 1,0	0,432	0,450	0,447	0,441	0,436
Draindown	Maks 0,3	0,017	0,026	0,040	0,051	0,057
Kepadatan (gr/cc)	-	2,101	2,055	2,148	2,180	2,205

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall pada Suhu Pencampuran 153°C (Variasi 2)

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		4	5	6	7	8
Stabilitas (Kg/mm)	Min. 600	192,60	1330,00	2194,70	2023,27	2192,36
Flow (mm)	2,0 - 4,5	3,44	2,91	3,87	3,84	2,54
VMA(%)	Min. 17	19,159	21,912	19,766	19,172	19,443
VIM(%)	3,0 - 5,0	12,09	12,99	8,39	5,44	3,44
VFB	-	37,271	40,838	57,569	72,088	82,358
Rasio VCAmix/VCAdrc	Maks. 1,0	0,447	0,443	0,436	0,420	0,429
Draindown	Maks 0,3	0,078	0,105	0,177	0,242	0,263
Kepadatan (gr/cc)	-	2,136	2,085	2,165	2,204	2,221

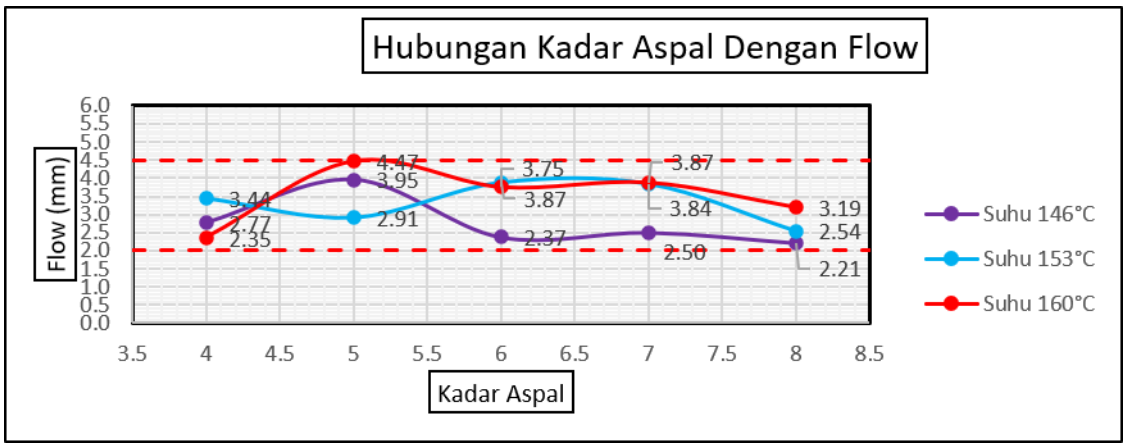
Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall pada Suhu Pencampuran 160°C (Variasi 3)

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		4	5	6	7	8
Stabilitas (Kg/mm)	Min. 600	955,50	474,51	1147,24	1318,16	926,00
Flow (mm)	2,0 - 4,5	2,35	4,47	3,75	3,87	3,19
VMA(%)	Min. 17	18,910	20,906	19,531	18,621	18,803
VIM(%)	3,0 - 5,0	11,82	11,86	8,12	4,79	2,68
VFB	-	37,920	43,298	58,444	74,336	86,845
Rasio VCAmix/VCAdrc	Maks. 1,0	0,414	0,438	0,432	0,423	0,413
Draindown	Maks 0,3	0,191	0,289	0,550	0,833	0,915
Kepadatan (gr/cc)	-	2,142	2,111	2,171	2,219	2,238



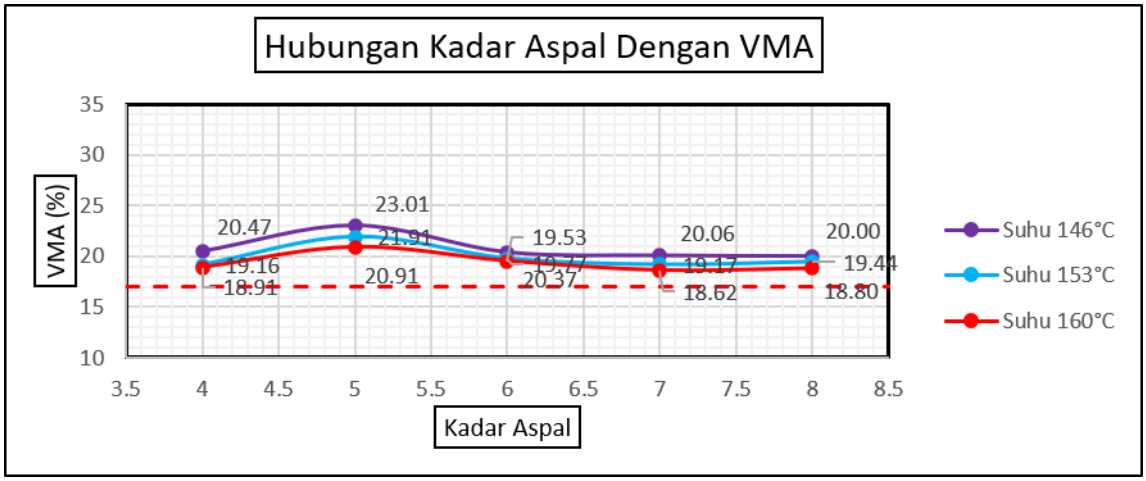
Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

Berdasarkan hasil pengujian nilai stabilitas tertinggi terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 2657,4 kg/mm pada kadar aspal 8%, sedangkan nilai stabilitas terendah terdapat pada Suhu 153°C, yaitu sebesar 192,6 kg/mm pada kadar aspal 4%. Secara keseluruhan, nilai stabilitas pada seluruh variasi Suhu cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal.



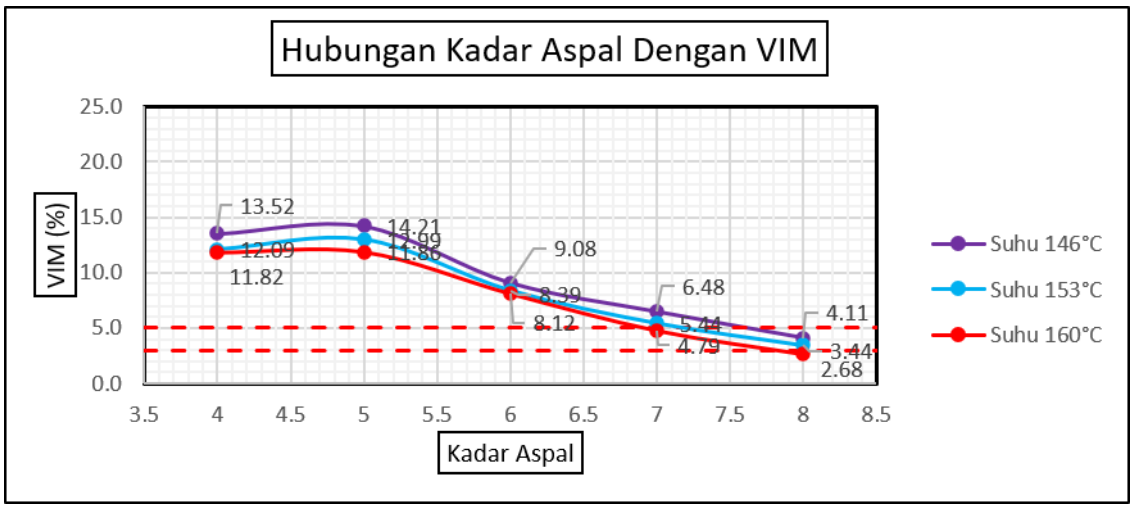
Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow*

Berdasarkan hasil pengujian nilai flow tertinggi terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sebesar 4,47 mm, sedangkan nilai flow terendah terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 2,21 mm.



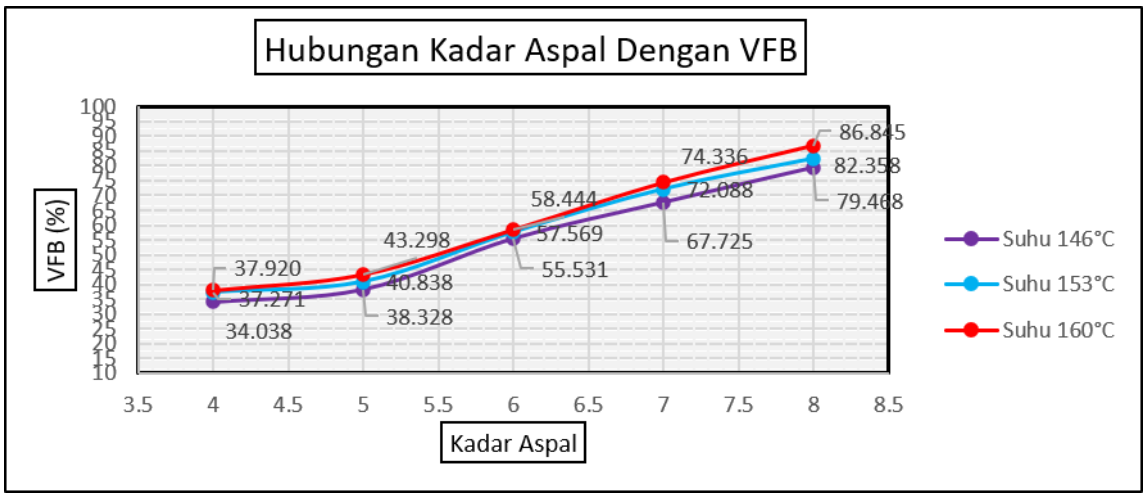
Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

Berdasarkan Hasil pengujian nilai VMA tertinggi terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 23,01%, sedangkan nilai VMA terendah terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sekitar 18,91%. Hal ini menunjukkan bahwa Suhu 146°C menghasilkan nilai VMA paling tinggi, sedangkan Suhu 160°C menghasilkan nilai VMA paling rendah.



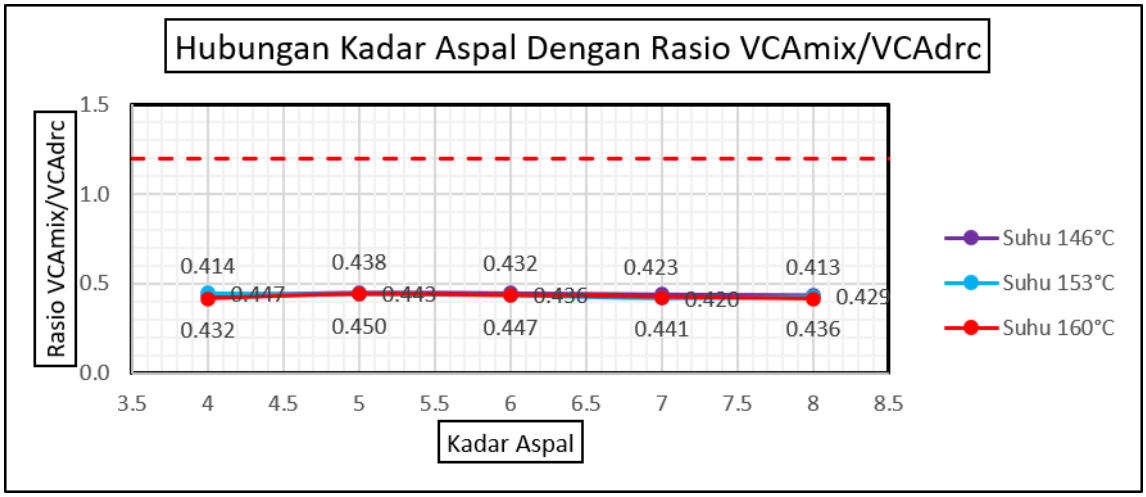
Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

Berdasarkan Hasil pengujian nilai VIM tertinggi terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 14,21%, sedangkan nilai VIM terendah terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sebesar 2,68%. Secara keseluruhan, nilai VIM pada seluruh variasi Suhu menunjukkan penurunan seiring bertambahnya kadar aspal.



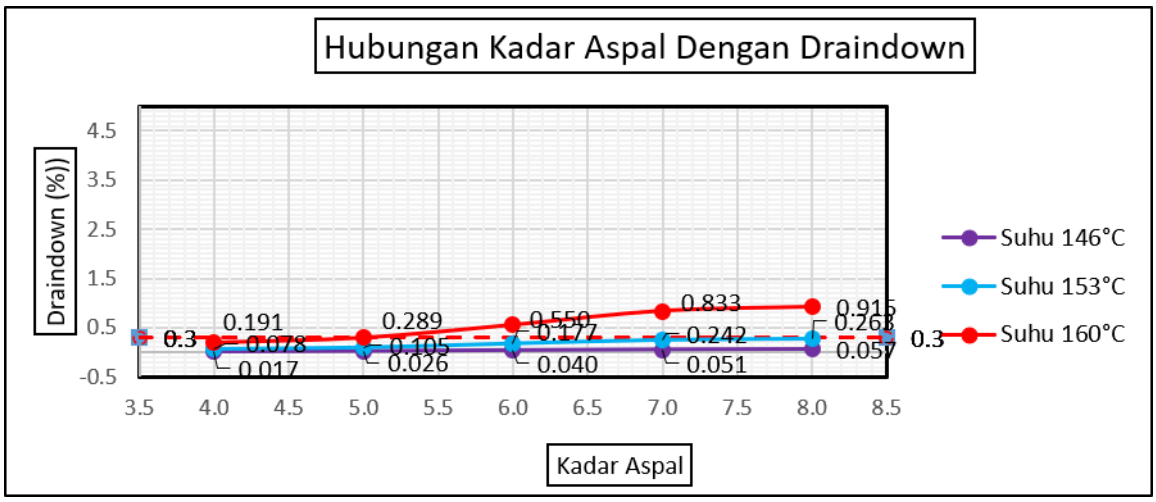
Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

Berdasarkan Hasil pengujian nilai VFB tertinggi terdapat pada Suhu 160°C pada kadar aspal 8%, yaitu sekitar 86,845%, sedangkan nilai VFB terendah terdapat pada Suhu 146°C pada kadar aspal 4%, yaitu sebesar 34,038%. Secara keseluruhan, nilai VFB pada seluruh variasi Suhu menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal.



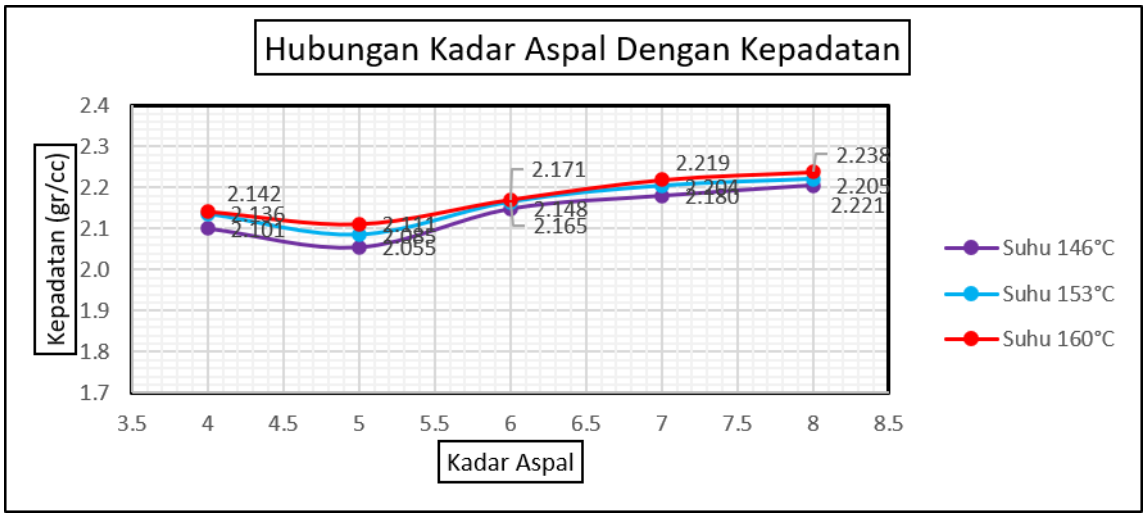
Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dengan Rasio VCAMIX/VCADRC

Berdasarkan Hasil pengujian nilai rasio tertinggi terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 0,447 sedangkan nilai rasio terendah terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sebesar 0,413. Secara keseluruhan, nilai rasio pada seluruh variasi Suhu cenderung stabil dan berada di bawah batas atas yang telah ditentukan.



Gambar 8. Hubungan Kadar Aspal dengan Draindown

Berdasarkan Hasil pengujian nilai Draindown tertinggi terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sekitar 0,915% pada kadar aspal 8%, sedangkan nilai Draindown terendah terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sekitar 0,017% pada kadar aspal 4%. Secara keseluruhan, seluruh variasi Suhu menunjukkan nilai Draindown yang masih berada di sekitar atau di bawah batas maksimum 0,3%.

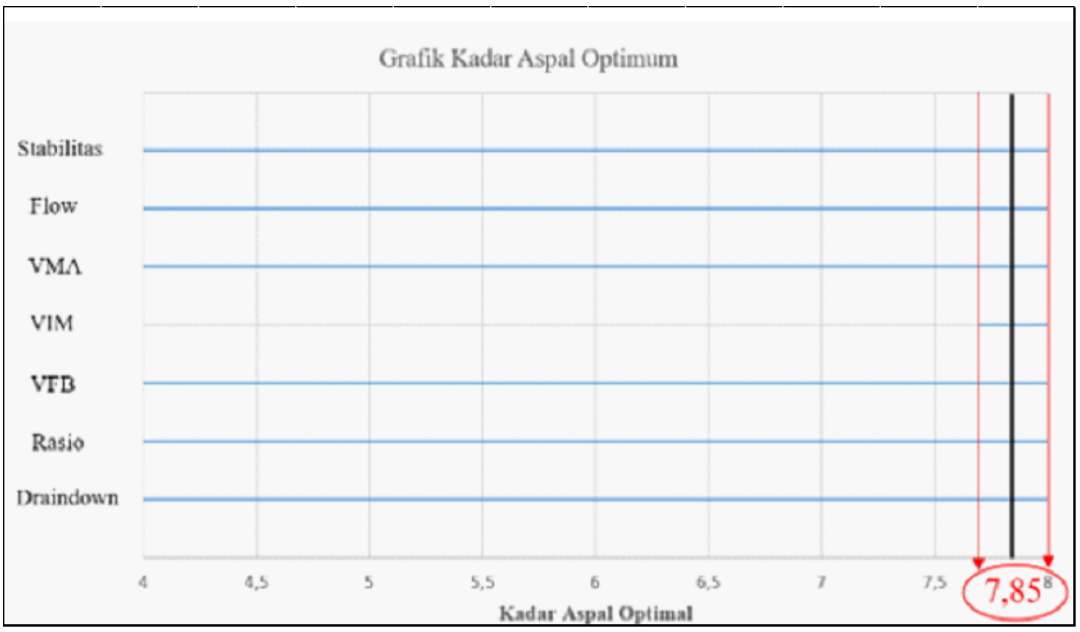


Gambar 9. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

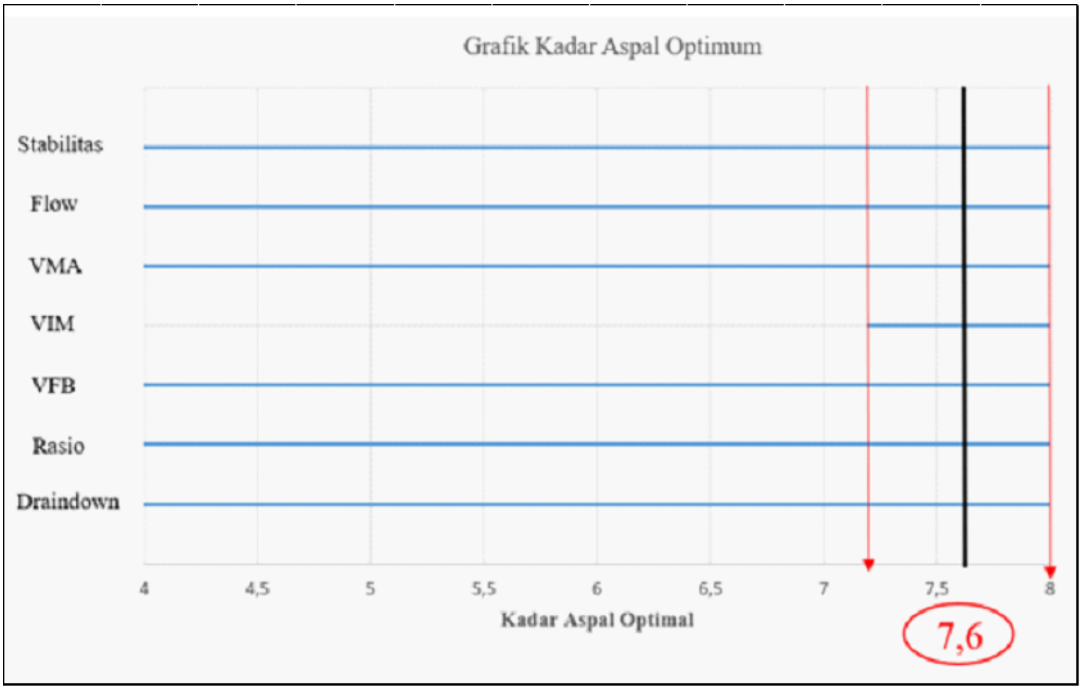
Berdasarkan Hasil pengujian nilai kepadatan tertinggi terdapat pada Suhu 160°C, yaitu sebesar 2,238 gr/cc pada kadar aspal 8%, sedangkan nilai kepadatan terendah terdapat pada Suhu 146°C, yaitu sebesar 2,055 gr/cc pada kadar aspal 5%. Secara keseluruhan, nilai kepadatan pada seluruh variasi Suhu cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal.

b. Kadar Aspal Optimum

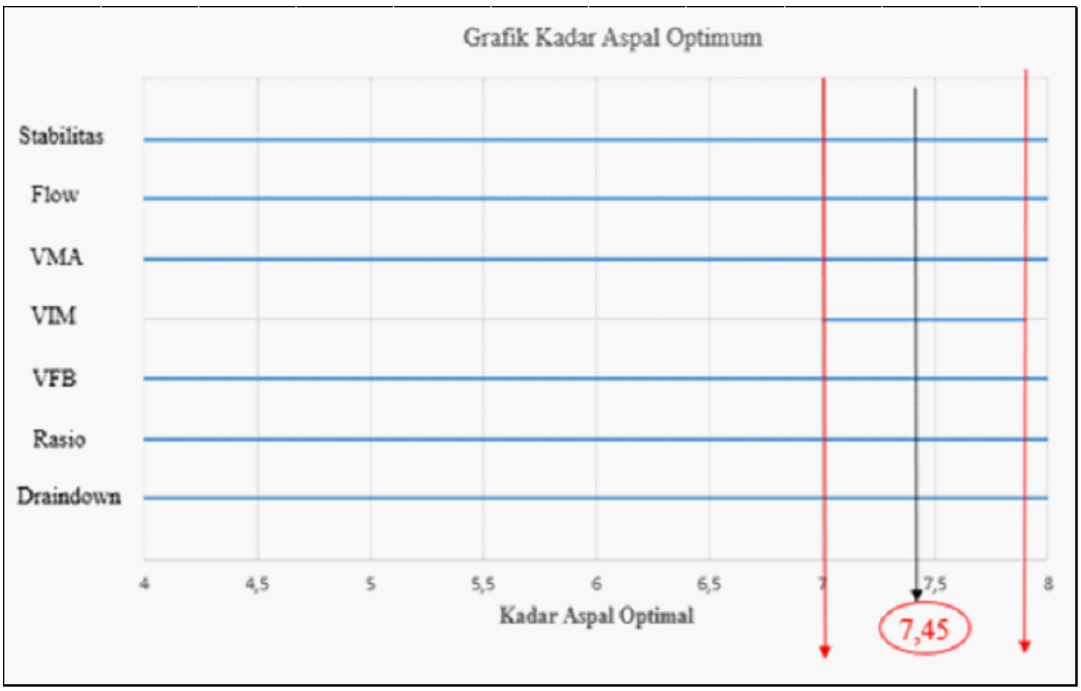
Melalui pengujian yang sudah dilakukan dan berdasarkan pada spesifikasi-spesifikasi yang ada maka didapatkan hasil dalam bentuk grafik di bawah ini.



Gambar 10. Kadar Aspal Optimum Suhu 146°C



Gambar 11. Kadar Aspal Optimum Suhu 153°C



Gambar 12. Kadar Aspal Optimum Suhu 160°C

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kadar aspal dan suhu pencampuran memiliki hubungan terhadap peningkatan nilai *draindown* pada campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA). Pada suhu pencampuran yang lebih rendah, yaitu 146°C dan 153°C, peningkatan kadar aspal dari 4% hingga 8% belum menyebabkan nilai *draindown* melampaui batas maksimum 0,3%, dengan rentang nilai masing-masing 0,017%–0,057% dan 0,078%–0,263%. Namun, pada suhu 160°C, peningkatan kadar aspal menyebabkan kenaikan nilai *draindown* yang lebih signifikan, yaitu dari 0,191% pada kadar aspal 4% menjadi 0,289% pada kadar aspal 5%, 0,550% pada kadar aspal 6%, 0,833% pada kadar aspal 7%, dan 0,915% pada kadar aspal 8%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pencampuran, pengaruh peningkatan kadar aspal terhadap nilai *draindown* semakin besar. Pada suhu 160°C, kadar aspal 6%, 7%, dan 8% telah melampaui batas maksimum 0,3%, sedangkan kadar aspal 4% dan 5% masih memenuhi persyaratan. Pada kadar aspal optimum, nilai *draindown* pada suhu 146°C, 153°C, dan 160°C masing-masing sebesar 0,136%, 0,121%, dan 0,870%. Dengan demikian, kombinasi kadar aspal dan suhu pencampuran perlu diperhatikan karena penggunaan kadar aspal yang lebih tinggi pada suhu pencampuran tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya *draindown* pada campuran SMA.

Referensi

Abdillah, A. F., Pradani, N., & Batti, J. F. (2018). *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Viatop66 pada Campuran Stone Matrix Asphalt terhadap Titik Lembek Aspal dan Sifat Drain Down Campuran.* Jurnal HPJI, 4(1), 49–58.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *T 305: Standard Method of Test for Determination of Draindown Characteristics in Uncompacted Asphalt Mixtures*. Washington, D.C.: AASHTO.

ASTM International. (2011). *ASTM D6390-11: Standard Test Method for Determination of Draindown Characteristics in Uncompacted Asphalt Mixtures*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Brown, E. R., & Mallick, R. B. (1994). *Stone Matrix Asphalt Properties Related to Mixture Design* (NCAT Report No. 94-2). Auburn, AL: National Center for Asphalt Technology, Auburn University.

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. (2014). *Pedoman Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Kementerian PUPR.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2025). *Spesifikasi Umum 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Kementerian PUPR.

Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Kandhal, P. S. (1998). *Designing and Constructing SMA Mixtures: State of the Practice* (NAPA Quality Improvement Series 122). Lanham, MD: National Asphalt Pavement Association.
Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D.-Y., & Kennedy, T. W. (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction* (2nd ed.). Lanham, MD: NAPA Education Foundation.
Sukirman, S. (1993). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
Sukirman, S. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
Wiryanto. (2011). *Perkerasan Jalan Raya*. Jakarta: Bumi Aksara.