

PENGARUH PEREMAJAAN ASPAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH SOLAR DENGAN PENGUJIAN MARSHALL

Dehri Nanggar Partaonan Harahap

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer,
Universitas Harapan Medan

Abstrak

Dalam pencarian metode yang ramah lingkungan dan hemat biaya untuk meningkatkan kualitas perkerasan, penggunaan bahan tambahan telah menjadi alternatif yang populer. Salah satu bahan tersebut adalah solar, yang dapat ditambahkan ke aspal untuk meremajakan dan mengurangi limbah. Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui pengaruh aspal modifikasi diesel terhadap stabilitas dan nilai aliran. Temuan mengungkapkan bahwa penggunaan aspal yang dimodifikasi polimer, yang memiliki nilai stabilitas tinggi, dapat sangat meningkatkan kualitas pembangunan dan perbaikan jalan. Metodologi yang digunakan dalam percobaan ini adalah pembuatan 15 benda uji menggunakan aspal pen 60/70 untuk menentukan KAO, dilanjutkan dengan pencampuran solar dengan variasi 1%, 2%, dan 3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran dengan bahan bakar solar 1% mencapai nilai stabilitas sebesar 956,174 kg dan debit aliran sebesar 3,91 mm. Saat menambahkan 2% solar ke dalam campuran, nilai stabilitas 963,869 kg dan aliran 3,72 mm tercapai. Pada penambahan solar 3% diperoleh nilai stabilitas sebesar 980,030 kg dan flow sebesar 3,58 mm. Saat variasi campuran meningkat, ada peningkatan yang sesuai dalam nilai Stabilitas dan Aliran. Untuk solar persentase 1%, 2%, dan 3% nilai stabilitas dan flow memenuhi spesifikasi umum tahun 2010 (revisi 3). Spesifikasi ini menentukan bahwa nilai stabilitas harus minimal ≥ 800 dan nilai aliran minimum harus antara 2 dan 4. Setelah melakukan uji marshall campuran Solar, ditentukan bahwa kadar aspal optimal dalam bahan tambah Solar adalah variasi yang digunakan minyak antara 2% dan 3%, berdasarkan hasil pengujian dan analisis data parameter marshall

Kata Kunci : Aspal, Marshall, Solar, Biaya.

I. PENDAHULUAN

Dukungan, kenyamanan, dan kemudahan berkendara bagi pengguna jalan sangat bergantung pada kualitas perkerasan jalan raya. Untuk meningkatkan infrastruktur transportasi, sangat penting untuk memiliki perkerasan jalan yang tidak hanya ramah lingkungan dan hemat biaya tetapi juga berkualitas tinggi. Hal ini hanya dapat dicapai melalui pengelolaan jalan yang efektif yang menggunakan material minimal sambil tetap menghasilkan perkerasan terbaik. Dengan demikian, biaya pembangunan jalan dapat dikurangi secara signifikan.

Ada beberapa metode daur ulang yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya yang terlibat dalam pembangunan jalan. Salah satu metode tersebut adalah kombinasi solar dengan aspal. Diesel dan aspal keduanya merupakan produk dari proses pemurnian minyak bumi. Tahap awal proses ini menghasilkan gas LPG (gas alam cair), diikuti bensin pada penyulingan kedua, bahan bakar pesawat pada penyulingan ketiga, solar pada penyulingan keempat, pelumas (minyak) pada penyulingan kelima, dan aspal pada penyulingan kelima. distilasi keenam.

AMP (Accelerated Mobile Pages) menggunakan teknik pencampuran aspal, namun tidak ada informasi yang tersedia mengenai jumlah bahan bakar solar yang digunakan dalam proses ini.

Dikhawatirkan campuran solar yang tidak sesuai dapat mengakibatkan kerusakan atau mengakibatkan campuran aspal yang tidak memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan, terutama dalam hal stabilitas dan nilai kelelehannya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Institut Teknologi Medan menggunakan metode eksperimen. Tahap ini harus dilakukan oleh peneliti sebelum pengumpulan data dan berfungsi sebagai langkah awal dalam penelitian. Tahap awal ini meliputi persiapan baik bahan maupun alat yang diperlukan.

Untuk mendapatkan Hot Mix Asphalt Concrete-Wearing Course dengan spesifikasi gradasi yang ditetapkan Kementerian Pekerjaan Umum Cipta Karya tahun 2007, harus melalui proses tertentu. Proses ini melibatkan perolehan berat masing-masing agregat untuk setiap saringan yang digunakan dalam proses. Setelah langkah ini selesai, proses selanjutnya dapat dimulai:

1. Untuk mencapai persentase gradasi yang diinginkan untuk setiap fraksi, perlu dilakukan penimbangan agregat. Untuk diameter 4 inci, direkomendasikan berat gabungan sekitar 1200 gram.
2. Untuk memastikan aspal tercampur dengan

- baik, perlu dipanaskan hingga viskositas kinematik $100 \pm$ centistokes. Ini dilakukan dengan memanaskan aspal di atas pemanas dan terus mengaduknya hingga memiliki konsistensi yang halus. Selain itu, suhu campuran agregat dan aspal harus tetap konstan selama proses pencampuran.
- Setelah suhu pemadatan tercapai, khususnya pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes, campuran tersebut dipindahkan ke cetakan yang telah dilapisi dengan vaseline. Sepotong kertas saring atau kertas lilin berbentuk lingkaran, dipotong sesuai dengan diameter cetakan, kemudian diletakkan di bagian bawah cetakan.
Untuk mendapatkan bentuk cetakan yang diinginkan, perlu ditusuk dengan spatula. Jumlah yang disarankan adalah 15 kali di tepi dan 10 kali di tengah.
 - Untuk memadatkan material tertentu, prosedur standar mengharuskan material mengalami total 75 tumbukan di sisi atasnya, setelah itu harus dibalik dan menerima 75 tumbukan tambahan di sisi bawahnya. Pemadatan ini dilakukan dengan menggunakan palu pemadat jatuh bebas berukuran 457 mm (18 in.). Setelah melepas beban, disarankan untuk menjaga penabrak pada sudut tegak lurus untuk memastikan bahwa permukaan objek yang diuji tetap rata.
 - Setelah menyelesaikan proses kompresi, periode berdiri diizinkan, memungkinkan suhu menurun secara alami. Setelah cukup dingin, objek uji diekstraksi menggunakan ejektor dan diberi kode unik. Setelah ini, semua kotoran yang menempel dihilangkan dari objek, dan tingginya diukur dengan tingkat presisi yang tinggi, akurat hingga 0,1 mm. Akhirnya, berat benda ditentukan saat tersuspensi di udara.
 - Untuk memastikan saturasi, spesimen direndam dalam air selama 24 jam.
 - Untuk mendapatkan berat benda uji setelah jenuh, benda uji harus ditimbang dalam keadaan terendam air. Proses ini memungkinkan pengukuran berat yang akurat di dalam air.
 - Setelah dikeluarkan dari bak, benda uji mengalami proses pengeringan pada permukaannya dengan kain. Hal ini dilakukan untuk mencapai kondisi Saturated Surface Dry (SSD), yang kemudian ditimbang.
 - Pertama, permukaan benda uji dikeringkan. Kemudian direndam sekali lagi dalam penangas air 60°C selama 45 menit. Setelah selesai, permukaan benda uji dikeringkan kembali menggunakan kain lembab. Terakhir, diuji pada alat Marshall. Penting untuk memastikan bahwa dial stabilitas dan aliran pada alat Marshall dikalibrasi sebelum pengujian untuk mendapatkan data yang akurat.

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, kemudian dianalisis melalui penggunaan perangkat lunak Excel dan kemudian dipamerkan untuk dipresentasikan:

- Tahap pemrosesan data saat ini melibatkan analisis hasil melalui penggunaan tabel dan grafik. Pertama, penting untuk memberikan tekanan yang konsisten pada aspal di bawahnya. Kemudian, retensi karakteristiknya harus dinilai dan diukur.
- Ada sejumlah besar penelitian yang dilakukan pada peningkatan energi matahari dalam hubungannya dengan aspal yang diubah. Penelitian ini melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap berbagai metode untuk mencapai kesesuaian antara keduanya

III. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Analisa Saringan Agregat

Penelitian tersebut memanfaatkan beragam material agregat dengan ukuran yang bervariasi, antara lain pasir yang berfungsi sebagai bahan pengikat yang bersumber dari Laboratorium Bahan Perkerasan Jalan Raya Institut Teknologi Medan. Metode analisis yang digunakan untuk mendapatkan hasil terkait konstruksi lahan mengikuti peraturan pemerintah AS

Tabel 1 Analisa saringan agregat

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi Agregat Halus
1	Penyerapan	SNI 03-1970-1990	3,743%	Maks 5
2	a.BJ Bulk	SNI 03-1970-1990	2,410	Min 2,5
	b.BJ SSD	SNI 03-1970-1990	2,648	Min 2,5
	c.BJ Semu	SNI 03-1970-1990	2,500	Min 2,5
	d.BJ Efektif	SNI 03-1970-1990	3,734	Min 2,5
3	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	2,980	Maks 3,10%
4	Material lolos ayakan No.200	SNI 03-1968-1997	1,500	Maks 8%

3.2. Perhitungan Berat Jenis Agregat

Sebelum melakukan percobaan Preparasi Sampel, terlebih dahulu dilakukan percobaan untuk menentukan berat Berat Jenis (SPG).

3.3. Berat Jenis Agregat Kasar

Biasanya, agregat kasar diayak oleh penyuling kasar melalui filter No.8 atau 2.36 mm. Perlu diperhatikan bahwa ukuran maksimal batu pecah yang dapat diekstraksi dari proses ini adalah 3/8 inci.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

Sieve Size	Kombinasi Gradasi				AVG
	¾"	½"	Sand	Semen	
No.1½"	35,00	35,00	20,00	10,00	100,00
No.1"	35,00	35,00	20,00	10,00	100,00
No.¾"	35,00	35,00	20,00	10,00	100,00
No.½"	9,78	35,00	20,00	10,00	96,78
No.⅜"	5,68	29,26	20,00	10,00	86,94
No.4	0,96	11,20	20,00	10,00	64,16
No. 8	0,00	7,81	23,12	5,95	36,88
No. 16	0,00	4,94	14,38	4,89	24,21
No. 30	0,00	3,40	10,47	2,92	16,79
No. 100	0,00	1,23	5,07	0,43	6,73
No.200	0,00	0,66	3,13	0,31	4,10

Sumber: Laboratorium Perkerasan Jalan Raya

3.4. Pengujian Aspal Pen 60/70

Komponen beton pada penelitian ini direkatkan dengan aspal keras dari Pertamina yang diberi nama 60-70. Berdasarkan analisis laboratorium, telah ditetapkan bahwa aspal terbaru dari Pertamina Pen 60/70 memenuhi kriteria yang diperlukan untuk diklasifikasikan sebagai bahan penyusun Aspal Beton

3.5. Proporsi Agregat dan Aspal (Kadar Aspal Optimum)

Metode yang digunakan untuk menentukan proporsi agregat AC-WC Laston melibatkan teknik yang dikenal dengan trial and error. Hal ini disebabkan fakta bahwa prosedur beroperasi sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan pemahaman tentang keterampilan yang diberikan prioritas.
2. Penting untuk melengkapi semua bidang wajib pada formulir sebelum pengiriman. Mengabaikan untuk melakukannya dapat menghambat penanganan segera permintaan Anda atau menyebabkan penolakan aplikasi Anda.
3. Langkah selanjutnya setelah mendapatkan komposisi yang sesuai melalui percobaan adalah menimbang isi setiap saringan, dengan mempertimbangkan jumlah aspal dan persenjataan

Menciptakan kombinasi daya arus bolak-balik (AC) dan arus searah (DC) yang seimbang dikenal sebagai kombinasi AC-DC proporsional:

- | | | |
|-------------------|---|-----|
| a. Agregat kasar | = | 35% |
| b. Agregat medium | = | 35% |
| c. Pasir | = | 20% |
| d. Semen | = | 10% |

3.6. Diskusi Hasil

Studi yang dievaluasi berfokus pada beberapa komponen utama, yaitu Densitas, Stabilitas, aliran, dan Void In Mixed Aggregate (VMA). Komponen ini juga disebut sebagai Volumatic Filling Bucket (VFB) dan Volumatic In-Mix (VIM)

3.7 Menghitung Paramater Pengujian Marshall

Persentase (%) aspal terhadap campuran

Berat sampel kering (gr) = 1189,4 gr

Berat sampel dalam keadaan jenuh kering

permukaan (SSD) (gr) = 1199,7 gr

Berat sampel dalam air (gr) = 665,5gr

Berat isi sampel (SSD – Berat Sampel) = 1199,7 – 665,5 = 534,2 gr

Kepadatan (Gmb) (Berat kering / Berat isi) = 1189,4/534,2 = 2.227 gr/cm³

Lampiran Berat Jenis Maksimum (G_{mm}) = 2.350gr

Rongga Terhadap Campuran (VIM)

$$= 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

$$= 100 \times \frac{2,350 - 2,227}{2,350} = 5,225\%$$

Rongga Dalam Agregat (VMA)

$$= 100 - \frac{(100 - \text{Kadar aspal thd campuran}) \times \text{Kepadatan}}{\text{BJ Ag. Bulk}}$$

$$= 100 - \frac{(100 - 5) \times 2,227}{2,566} = 17,577\%$$

Rongga Terisi Aspal (VFB)

$$= 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA}$$

$$= 100 \times \frac{17,577 - 5,255}{17,577} = 70,103\%$$

Pembacaan Arloji Stabilitas

L = pembaca stabilitas x Kalibrasi Proving Ring

= 80 x 12,4122 = 992,976 kg

= L x kalibrasi benda uji

= 992,976 x 0,93 = 923,468 kg

Flow = 2,68 mm

Hasil bagi Marshall (MQ) (M/N)

$$= \frac{\text{Stabilitas setelah dikoreksi}}{\text{Flow}} = \frac{923,468}{2,68} = 344,577 \text{ kg/m}$$

3.8 Analisa Rancangan Campuran Marshall Dengan Bahan Tambah Solar

Proses penentuan proporsi agregat AC-WC Laston melibatkan penggunaan teknik yang disebut trial and error. Ini karena metodologi untuk menyelesaikan tugas ini adalah sebagai berikut

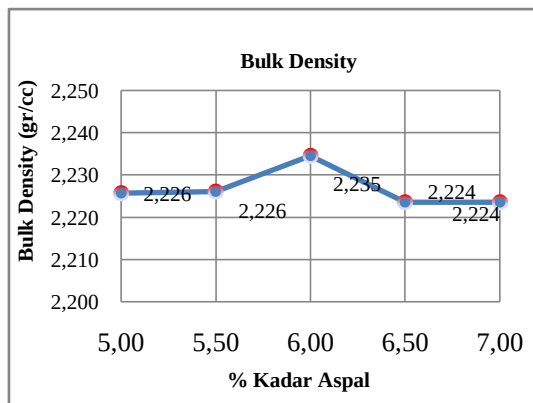
Untuk memiliki pemahaman yang lebih baik tentang keterampilan yang diberikan prioritas, penting untuk mengeksplorasi topik ini secara lebih mendalam:

1. Memahami Batasan gradasi yang diisyaratkan.
2. Memasukkan data spesifikasi yang diisyaratkan.
3. Setelah diperoleh komposisi campuran dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial And Error*), Setelah campuran yang benar diperoleh melalui trial and error, langkah selanjutnya melibatkan pengukuran aspal dan persenjataan di setiap saringan menurut beratnya.

Untuk mencapai kombinasi yang seimbang antara arus bolak-balik dan arus air, kombinasi AC-WC yang proporsional harus digunakan:

Agregat kasar	=	35%
Agregat medium	=	35%
Pasir	=	20%
Semen	=	10%

Setelah memperoleh persenjataan untuk kelompok agregat dan aspal, seseorang dapat mengamati jumlah bahan yang diperlukan untuk menyiapkan campuran yang sesuai dengan dimensi cetakan saat ini.



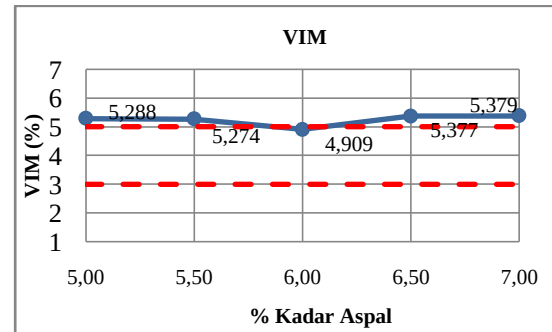
Gambar 1. Grafik Parameter Marshall Kadar Aspal

3.9 Optimum

Nilai densitas dipengaruhi oleh berat barang yang menjalani pemeriksaan. Ini termasuk berat barang saat kering, juga saat lembab dan saat jenuh air.

Teks menunjukkan bahwa sebagian dari bagan densitas berada di bawah kisaran 5% hingga 7%, sedangkan pengukuran Bulk Density menegaskan bahwa senyawa tersebut memiliki densitas 2,235 persen. Semakin besar volumenya, semakin banyak kapasitas untuk menampung benda yang rusak.

Dinyatakan sebagai persentase dari seluruh volume perkerasan, VIM mengacu pada volume udara komprehensif dalam campuran aspal yang diencerkan atau rongga umum.

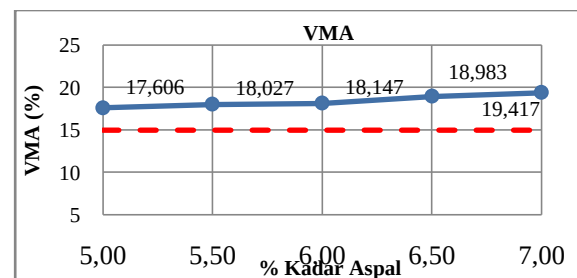


Gambar 2. Grafik Variasi Aspal dan VIM

Sumber :Hasil Analisa Data

Mengacu pada data yang disajikan pada Gambar 2., dapat disimpulkan bahwa VIM dapat ditentukan dari grafik yang diberikan pada kondisi aspal antara 5% sampai 7%. Setelah memeriksa karakteristik grafik, VIM ditemukan terletak tepat di 6%. Penting untuk dicatat bahwa nilai numerik ini harus digunakan tanpa perubahan atau abstraksi apa pun.

VMA, atau volume rongga yang terletak di antara komponen agregat dari campuran aspal yang diencerkan, merupakan 3% dari total volume campuran tersebut. 3% ini adalah volume aspal fungsional dan merupakan sebagian kecil dari campuran.

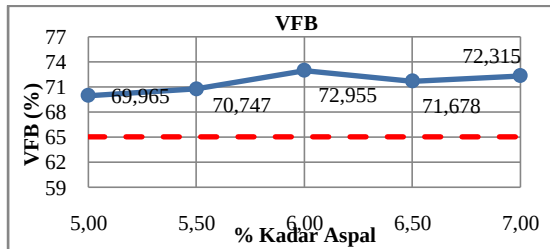


Gambar 3. Grafik Variasi Aspal dan VMA

Sumber :Hasil Analisa Data

Grafik VMA menunjukkan bahwa seiring bertambahnya jenis campuran aspal yang digunakan, nilai VMA juga meningkat. Korelasi ini menunjukkan bahwa besar kecilnya nilai VMA dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah tumbukan, suhu pemadatan, dan jenis campuran aspal yang digunakan. Secara khusus, nilai VMA terlihat meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah jenis campuran aspal yang digunakan.

Persentase bahan aspal, tidak termasuk yang terserap ke bahan lain, terdiri dari aspal isi ringan (VFB). Akibatnya, bitumen yang ditarik ke dalam VFB adalah bitumen yang sama yang melapisi batu bara yang dihancurkan di pori-pori aspal yang memiliki fungsi seperti beton.

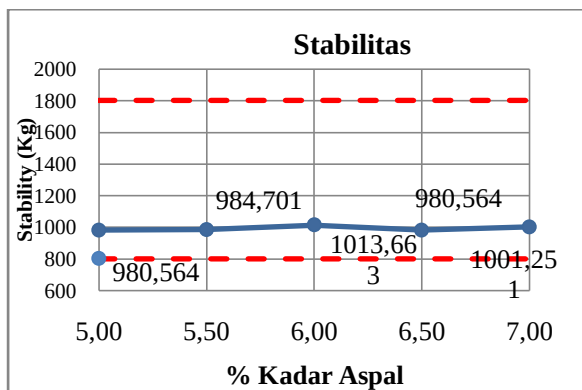


Gambar 4. Grafik Variasi Aspal dan VFB

Sumber :Hasil Analisa Data

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 4 terlihat bahwa saham VFB mengalami kenaikan persentase aspal dari 5% menjadi 7%, namun terjadi penurunan komposisi sebesar 6,5%. Akibatnya, besarnya nilai VMA bergantung pada berbagai faktor seperti jumlah lapisan aspal yang digunakan, derajat kemiringan bahan susun, jumlah guncangan yang diterapkan, dan temperatur pemadatan.

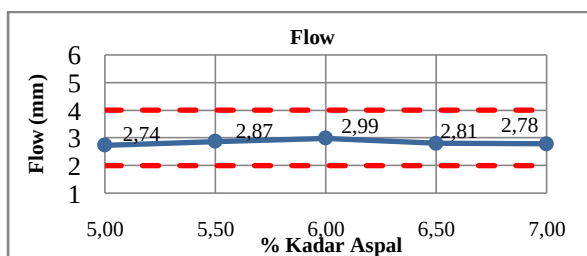
Menurut teks, stabilitas suatu campuran dikaitkan dengan karakteristik tertentu yang tidak berubah, seperti soliditas dan ketahanannya



Gambar 5. Grafik Variasi Aspal dan Stabilitas

Sumber :Hasil Analisa Data

Grafik yang ditampilkan di atas menunjukkan bahwa tingkat kekencangan sejajar dengan nilai antisipasi, dan nilai maksimum berada di bawah kisaran dengan aspal 6,75%, yaitu 1013,66 kilogram. Ukuran deformasi plastis pada suatu benda yang telah diuji secara lateral disebut sebagai volume. Pengukuran ini biasanya dinyatakan dalam sentimeter

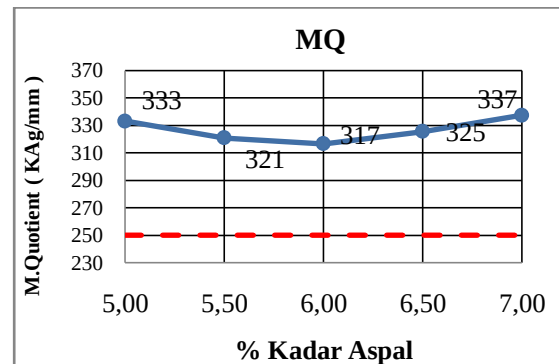


Gambar 6. Grafik Variasi Aspal dan Flow

Sumber :Hasil Analisa Data

Data yang disajikan pada Gambar 6 menunjukkan bahwa volume arus berkisar antara 5% sampai dengan 7% memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3). Batas minimum dan maksimum, yaitu antara 2 hingga 4 mm, terpenuhi dalam kisaran ini.

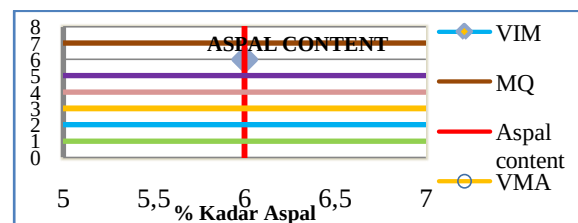
Peringkat yang dikenal sebagai MQ diberikan berdasarkan dua faktor: stabilitas dan aliran. Selain itu, ini berfungsi sebagai indikator kuantitatif seberapa padat lapisan campuran terhadap jumlah gaya per milimeter tertentu.



Gambar 7. Grafik Variasi Aspal dan Marshall Quotient

Sumber :Hasil Analisa Data

Grafik yang digambarkan pada Gambar 7 mengilustrasikan bahwa sebagian kecil, khususnya 6%, aspal memiliki sifat MQ. Meskipun demikian, masih mampu memenuhi ketentuan yang diberikan



Gambar 8. Grafik Aspal Konten

Sumber :Hasil Analisa Data

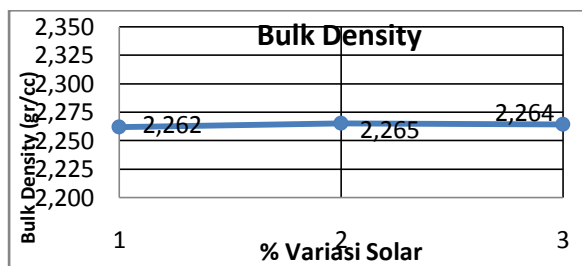
Setelah dilakukan uji marshall pada campuran aspal untuk menentukan kandungan yang paling menguntungkan, analisis parameter marshall dan pengolahan data menunjukkan variasi berkisar antara 5% sampai 7%. Konten optimal yang dipilih adalah 6%. Setelah kadar aspal optimal ditentukan, langkah selanjutnya adalah membuat campuran standar atau variasi dengan menggunakan kadar aspal 6%. Penting untuk dicatat bahwa persentase ini ditentukan melalui pemeriksaan menyeluruh dan analisis hasil tes marshall.

Dengan melakukan uji marshall pada berbagai komposisi campuran aspal mulai dari 1% sampai 3%, kita dapat menentukan kadar aspal yang optimal. Parameter marshall dan pengolahan data

menunjukkan bahwa variasi campuran 3% adalah yang paling ideal. Hal ini terlihat pada grafik kadar aspal Gambar 5.2.8, dimana hanya variasi campuran solar 3% yang memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan, sedangkan variasi 1% dan 2% tidak. Kesimpulan ini didukung oleh grafik variasi matahari dan data VIM pada Gambar 5.2.2. Oleh karena itu, kami dapat dengan yakin menyatakan bahwa kadar aspal optimal untuk penelitian ini, bila menggunakan bahan bakar solar, ditemukan pada variasi campuran 3%.

Grafik Parameter Aspal Normal Dengan Aspal Campuran

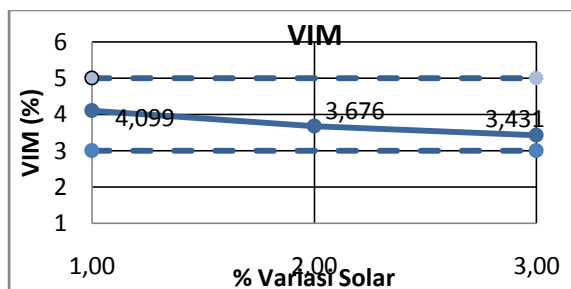
Dengan memeriksa representasi grafis, terbukti bahwa terdapat kontras antara pengukuran stabilitas dan aliran aspal biasa dan aspal campuran. Adapun nilai massa jenis dipengaruhi oleh massa benda yang digunakan untuk eksperimen, yang meliputi massa benda dalam keadaan kering, lembab, dan basah.



Gambar 9. Grafik Variasi Solar dan Bulk density
Sumber :Hasil Analisa Data

Grafik yang digambarkan pada Gambar 5.2.1 menampilkan pergeseran nyata dalam nilai bulk density. Secara khusus, ada peningkatan 2% dalam kerapatan curah, serta penurunan 3% dalam nilai yang sama.

Dinyatakan sebagai persentase dari keseluruhan volume perkerasan, VIM mengacu pada partikel agregat yang dilapisi aspal yang dikompresi untuk membentuk perkerasan yang dipadatkan, bersama dengan volume udara di antaranya (disebut sebagai rongga dalam campuran).



Gambar 10. Grafik Variasi Solar dan VIM
Sumber :Hasil Analisa Data

Menurut data yang disajikan pada Gambar 10, grafik menampilkan nilai VIM dalam rentang variasi 1% hingga 3%, yang memenuhi persyaratan yang diperlukan. Nilai VIM tercatat tertinggi diamati pada 1% konten Solar, berukuran 4,099%. Sebaliknya, nilai VIM terendah terlihat pada kandungan Solar 3%, sebesar 3,431%. Informasi ini menunjukkan dampak kandungan matahari pada nilai VIM dan menyoroti pentingnya memahami dan mengelola variable ini untuk hasil yang optimal.

VMA atau volume rongga yang ada di antara butiran agregat dalam campuran aspal pada terdiri dari rongga udara dan volume kandungan aspal efektif, yang mencakup rongga di dalam agregat. Pengukuran dinyatakan sebagai persentase dari total volume spesimen.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian laboratorium dan menganalisis data yang sudah ada sebelumnya, kesimpulan berikut dapat dibuat:

1. Penambahan bahan bakar solar pada campuran lapisan permukaan jalan berdampak pada nilai stabilitas. Dengan penambahan solar 1%, nilai kestabilan dapat mencapai 956,174 kg dan debit aliran 3,91 mm. Pada penambahan campuran solar 2%, nilai stabilitas meningkat menjadi 963,869 kg dan debit menurun menjadi 3,72 mm. Dengan penambahan campuran solar 3%, nilai kestabilan mencapai 980.030 kg dan debit turun menjadi 3.58 mm. Oleh karena itu, penambahan solar sebesar 1%, 2%, dan 3% untuk stabilitas dan nilai aliran sesuai dengan spesifikasi umum yang digariskan dalam Jalan Raya 2010 (revisi 3). Secara khusus, nilai stabilitas harus minimal ≥ 800 dan nilai aliran harus antara 2 dan 4.
2. Uji Marshall digunakan untuk menentukan kandungan ideal campuran beraspal dengan memeriksa data dan parameter. Proses ini melibatkan analisis variasi mulai dari 1% hingga 3%. Kandungan aspal yang ideal diidentifikasi dengan meneliti representasi grafis dari kandungan aspal dan meneliti nilai-nilai MQ. Hanya variasi 2% dan 3% yang memenuhi persyaratan dari segi spesifikasi, sedangkan variasi 1% tidak memenuhi persyaratan tersebut. Konsekuensinya, kandungan aspal yang disarankan adalah campuran solar 2% dan 3%..

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ASTM. 1995. *Standard Defenition Of Terminologi Relating To Congcrete Agregates*.

- [2]. Bambang Sumarti, D. 2019. *Penggunaan Pengaruh Peremajaan Oli Bekas Dan Solar Terhadap Karakteristik Marshall Perkerasan Daur Ulang Dan Asbuton*.
- [3]. Binamarga, D. J. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal* . bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan.
- [4]. Endra, M. H. 2020. *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC - WC) Dengan Pencampuran Minyak Solar Terhadap Parameter Marshall*.
- [5]. https. 2017. *Bina Marga .Pu.go.id*. Diambil kembali dari Suplemen-manual-desain-perkerasan-jalan-01 Smdp.
- [6]. Kartika, S. G. 20109. *Pengaruh Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Absorpsi Beton K-300 Journal Information*.
- [7]. Nasional, B. S. 1991. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshal*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [8]. Soehartono. 20115. *Teknologi Aspal dan Penggunaannya Dalam Kontruksi Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Penerbit : Andi.
- [9]. Suawah, F. &. 2015. *Pengaruh Variasi Ration Viller Bitumen Content Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis* . Aspal Beton Lapis Pondasi Gradasi Senjang.
- [10]. Sukirman. 1992. *Dasar- Dasar Perencanaan Geometrik Jalan* . Bandung: Andi Yogyakarta.
- [11]. Sukirman. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas* . Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- [12]. Wardoyo, j. 2003. *Pengaruh Bahan Tambah Pada Aspal Congcrete Wearing Course (AC-WC) Terhadap Nilai Propertis marshall dan Mod*