

Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus menggunakan Aspal PEN 60/70 dan PG76 Xolabit pada Perkerasan Bandar Udara

Suse Lamtiar Simbolon¹, Muhammad Zhabri Gaffari Darmawan², Andri Kurniawan³

¹Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia

²Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia

³Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Indonesia

E-mail: suse.lamtiar@ppicurug.ac.id¹, zhabrigaffarii@ppicurug.ac.id², andri.kurniawan@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang analisis karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) menggunakan dua jenis aspal, yaitu aspal PEN 60/70 dan PG76 Xolabit, yang diuji di Laboratorium Bangunan dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur properti material dan performa campuran aspal yang memenuhi standar spesifikasi perkerasan bandar udara. Hasil menunjukkan bahwa material agregat kasar, halus, dan filler yang digunakan memenuhi standar persyaratan. Begitu pula, kedua jenis aspal, baik PEN 60/70 maupun PG76 Xolabit, memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Campuran dengan aspal PG76 terbukti memiliki stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan PEN 60/70, terutama dalam menahan beban lalu lintas berat pada area perkerasan bandara. Nilai optimal kadar aspal berada pada 6,5%, dengan nilai VIM antara 3,5% hingga 5,5%, VMA di atas 15%, VFA minimal 65%, stabilitas di atas 1000 kg, dan flow antara 3 hingga 5 mm. Hasil ini memberikan dasar yang kuat untuk merekomendasikan penggunaan aspal PG76 di area dengan lalu lintas tinggi di bandar udara.

Kata Kunci: Perkerasan Bandar Udara, Aspal PEN 60/70, Aspal PG 76 Xolabit, Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)

Pendahuluan

Perkerasan bandar udara adalah lapisan struktural yang digunakan untuk menyediakan permukaan yang kuat dan tahan terhadap beban pesawat terbang serta kondisi cuaca yang beragam. Perkerasan bandar udara dirancang untuk mendukung operasi pesawat dengan aman dan efisien. pada permukaan runway, taxiway, dan apron di bandar udara. Tujuannya adalah Perkerasan bandar udara terdiri dari runway, taxiway, dan Apron. Runway adalah fasilitas penerbangan yang berperan sebagai jalur lepas landas dan pendaratan pesawat terbang. Sebagai bagian dari infrastruktur, runway berfungsi sebagai akses utama bagi pesawat terbang dalam melakukan pergerakan, dengan harapan bahwa kualitasnya dapat memberikan tingkat kenyamanan dan keselamatan yang optimal dalam kegiatan penerbangan (Wahyudi and Ahyudanari 2017).

Struktur Lapisan Permukaan Perkerasan Aspal terdiri dari lapis aus (AC-WC), lapis permukaan antara (AC-BC), dan lapis pondasi (AC-Base). Bahan pembentuk lapisan tersebut terdiri dari aspal, agregat kasar, dan agregat halus. Aspal yang biasa digunakan sebagai perekat adalah aspal minyak. Aspal minyak adalah bahan pengikat atau binder yang digunakan dalam perkerasan jalan atau bandar udara. Aspal minyak berasal dari hasil sulingan minyak bumi dan sering digunakan dalam campuran aspal untuk

membuat perkerasan jalan. Itu memberikan sifat adhesi dan koherensi pada campuran aspal, memungkinkannya menahan beban lalu lintas dan mengatasi efek iklim. Aspal PEN 60/70 adalah salah satu jenis aspal minyak yang umum digunakan. Angka 60/70 berarti memiliki nilai penetrasi sebesar 60 - 70 atau setara 6 - 7 mm. Angka ini merujuk pada kekentalan aspal pada suhu tertentu membuatnya cocok untuk kondisi iklim tertentu dan memastikan kinerja yang baik dalam aplikasi konstruksi jalan atau bandar udara. Hal ini cocok dengan iklim di Indonesia dengan suhu yang cukup panas. (Apteda et al. 2023)

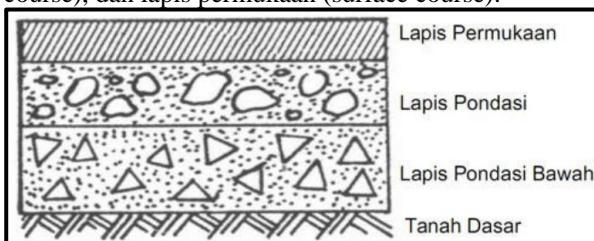
Kerentanan lapisan Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) terhadap dampak kerusakan akibat suhu tinggi dan beban lalu lintas berat dapat menyebabkan pelepasan butiran agregat dan retakan. Untuk mengatasi masalah kerusakan tersebut, dilakukan suatu upaya untuk meningkatkan kinerja pelayanan dari struktur perkerasan bandar udara menggunakan aspal modifikasi dengan tujuan untuk menghasilkan campuran dengan stabilitas yang baik pada temperatur yang tinggi. (Mukhlis et al. 2022).

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu nilai indeks properti agregat, aspal PEN 60/70, aspal PG76 Xolabit, nilai kadar aspal aspal PEN 60/70 dan PG 76 Xolabit serta pengaruhnya terhadap perkerasan bandar udara yang dilalui oleh lalu lintas yang berat. Batasan masalah pada penelitian ini terdapat pada pengujian marshall bricket aspal pen 60/70 dan PG 76

Xolabit dengan masing-masing 3 sampel dengan kadar aspal 5%, 6%, dan 7%. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan nilai karakteristik campuran Aspal PEN 60/70 dan Aspal PG 76, pengaruh aspal PG 76 Xolabit terhadap kapadatan, rongga udara terhadap agregat, dan karakteristiknya pada perkerasan bandar udara.

Metode Penelitian

Konstruksi perkerasan bandar udara harus memiliki ketebalan dan kualitas yang sesuai agar memiliki daya dukung yang memadai untuk menahan beban dan tahan terhadap pengaruh merusak dari beban, kondisi cuaca, dan faktor lainnya. Untuk memastikan kekuatan konstruksi perkerasan dan mencegah kerusakan yang tidak terduga, penyelenggara bandar udara perlu mempertimbangkan berbagai parameter terkait desain, konstruksi, dan bahan. Evaluasi parameter tersebut mencakup informasi mengenai komposisi konstruksi perkerasan dan aspek fungsional pada komponen perkerasan, baik pada perkerasan kaku maupun perkerasan lentur. Perkerasan lentur adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis, maksudnya adalah perkerasan akan melendut saat diberi pembebahan. Konstruksi perkerasan lentur mendukung beban berdasarkan batasan beban, bukan berdasarkan tegangan lentur. Konstruksi tersebut menggabungkan beberapa lapisan material pilihan yang didesain untuk mendistribusikan beban dari permukaan konstruksi perkerasan ke lapisan di bawahnya. Desain harus menjamin bahwa beban disalurkan pada setiap lapisan di bawahnya tidak melebihi kemampuan/daya dukung lapisan tersebut. Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: tanah dasar (subgrade), lapis pondasi bawah (subbase course), lapis pondasi (base course), dan lapis permukaan (surface course).



Gambar 1. Struktur Lapisan Permukaan Perkerasan Lentur

Lapis permukaan aspal merupakan bagian yang meliputi pekerjaan lapisan permukaan dari bahan beton aspal (asphalt concrete) pada perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal (Pradana and Hartatik 2023) yang dicampur menggunakan mesin pencampur Asphalt Mixing Plant (AMP). Lapisan beton aspal (asphalt concrete) terdiri dari 2 jenis tergantung dari ukuran maksimum agregat dan gradasinya, yaitu:

1. Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

2. Asphalt Concrete – Binder Course (AC – BC)

Lapisan AC-BC terdiri dari 1 (satu) atau beberapa lapis, sedangkan AC-WC dibatasi maksimum hanya 1 (satu) lapis dan merupakan lapisan paling atas dari suatu perkerasan lentur (flexible). Pada lapis ini, material yang diperlukan yaitu agregat dan binder aspal.

Material utama pembentuk lapisan perkerasan lentur adalah agregat dan binder. Adapun beberapa klasifikasi agregat dan binder aspal pada pengujian ini. Agregat terdiri dari batu pecah, kerikil pecah, abu batu dan filler. Agregat harus terbebas dari bahan lain yang dapat menyebabkan kerusakan perkerasan dan tidak menempelnya marka pada permukaan perkerasan atau bahan lain yang diinginkan. Bagian yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm) didefinisikan sebagai agregat kasar dan material yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) didefinisikan sebagai agregat halus. Binder aspal yang digunakan pada perkerasan area pergerakan (sisi udara) bandar udara ditentukan tergantung dari bobot pesawat rencana yang ditetapkan dalam desain. Dalam hal ini digunakan Aspal PEN 60/70 dan aspal PG76.

Komposisi campuran beton aspal harus terdiri dari agregat yang bergradasi rapat (dense graded), mineral filler, Anti-strip agent jika dibutuhkan, dan bahan perekat aspal. Beberapa fraksi agregat harus disaring, dipisahkan sesuai gradasinya, Gradasi dan ukuran butir berpengaruh pada rongga yang terbentuk pada campuran (Rizkianto, Setyawan, and Sarwono 2015). Gradasi adalah distribusi partikel berdasarkan ukuran agregat yang saling mengisi sehingga terjadinya suatu ikatan yang saling mengunci (Fitri, Saleh, and Isya 2018). Oleh karena itu, perlu dicampur dengan proporsi yang membentuk campuran agregat yang memenuhi persyaratan Job Mix formula (JMF).

JMF dirancang dengan menggunakan metode Marshall. Hotmix harus dirancang mengikuti prosedur yang terdapat pada Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition 2014. Persiapan benda uji/contoh Marshall merujuk kepada ASTM D6926 dan pengujian stabilitas dan kelelahan Marshall merujuk kepada ASTM D6927. Untuk perkerasan dengan beban pesawat diatas 300.000 lbs (136.077 kg), dipersyaratkan untuk pengujian Indirect Tensile Strength (ITS) Langkah pengcampuran agregat dengan aspal diawali penentuan fraksi agregat, menghitung perkiraan kadar aspal, mempersiapkan benda uji dengan variasi kadar aspal, setelah dapat beda uji mencari berat jenis tersebut dengan cara penimbangan (Intari, Fathonah, and Kirana 2018).

Penelitian ini menggunakan metode research & development yang dilakukan untuk mengetahui kualitas aspal yang akan digunakan sebagai perkerasan lentur pada perkerasan bandar udara dengan melakukan perbandingan campuran aspal yang menggunakan dua jenis pengikat yang berbeda, pengikat yang digunakan adalah aspal PEN 60/70 dan aspal polimer PG 76 untuk mengetahui keandalan perkerasan jalan aspal modifikasi polimer (Ismail 2020).

Pengumpulan data dimulai dengan studi literatur, yaitu mempelajari prosedur pengujian di laboratorium dan mengumpulkan data sekunder dari jurnal, buku, dan laporan penelitian sebelumnya yang relevan dengan penggunaan Aspal Pen 60/70 dan PG76 Xolabit dalam campuran AC-WC. Dalam pengumpulan data, dibutuhkan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian. Setelah itu mengumpulkan sampel bahan yang diperlukan, dalam penelitian ini dibutuhkan agregat, bitumen aspal PEN 60/70 dan PG 76. Apabila sampel bahan dan alat sudah siap maka dilakukan pengujian indeks propertis dari masing-masing material seperti berat jenis, penyerapan, keausan, dll. Sesuai dari spesifikasi teknis perkeraasan sisi udara. Pengolahan data hasil uji laboratorium menggunakan formular yang telah dibuat oleh peneliti yang didalamnya sudah termasuk rumus dan grafik.

Pengolahan data uji laboratorium terdiri dari masing-masing indeks propertis material, job mix formula, dan nilai marshall dari bracket aspal beton.

Pembahasan

Bahan ageregar yang digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari agregat kasar, halus, dan filler berasal dari Laboratorium Bangunan dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang diambil gunung mas dan sidamanik kecamatan bogor. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Agregat

No.	Karakteristik	Metode	Hasil	Spesifikasi
Agregat Kasar				
1.	Berat Jenis			
	BJ Bulk	SNI 1969–2016	2.49	
	BJ SSD		2.51	2.2 – 2.7
	BJ Semu		2.54	
2.	Penyerapan	SNI 1969–2016	1.06%	< 3%
3.	Keausan agregat menggunakan alat abrasi mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417-2008	21.06	Maks. 40%
4.	Indeks Kepipihan dan Kelonjongan Agregat	ASTM D 4791-10	7.64%	Maks 10%
5.	Bidang Pecah Agregat	SNI 7619-2012	88.6%	Min. 85%
6.	Kandungan Lempung	ASTM C142	0.11%	Maks. 0.3%
7.	Kekekalan Agregat (<i>soundess</i>)	ASTM C88	12.60%	Maks. 18%
Agregat Medium				
1.	Berat Jenis			
	BJ Bulk	SNI 1969–2016	2.64	
	BJ SSD		2.67	2.2 – 2.7
	BJ Semu		2.68	
2.	Penyerapan	SNI 1969–2016	1.07%	< 5%
3.	Lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	3.91%	3 – 6%
4.	Kandungan Lempung	ASTM C142	0.19%	Maks. 0.3%
5.	Kekekalan Agregat (<i>soundess</i>)	ASTM C88	10.64%	Maks. 15%
Filler				
1.	Berat Jenis	SNI 1969-2016	2.457	2.2 – 2.7
2.	Indeks Plastisitas	ASTM D 4318	Non Plastis	Non Plastis

Dibawah ini merupakan hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar, halus, dan filler.

Tabel 2. Analisis Saringan Agregat

Ukuran Saringan			% Lolos Saringan		
Inch	mm	Agregat Kasar	Agregat Medium	Agregat Halus	
3/4"	19	100.00	0.00	0.00	
1/2"	12.5	55.78	0.23	0.00	
3/8"	9.5	13.23	99.77	100.00	
4	4.75	0.00	29.88	99.64	

8	2.36	0.00	1.81	94.72
16	1.18	0.00	0.62	80.39
30	0.6	0.00	0.29	61.92
50	0.3	0.00	0.18	45.84
100	0.15	0.00	0.00	22.21
200	0.075	0.00	0.00	9.93
PAN		0.00	0.00	0.00

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari Laboratorium Bangunan Dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug dan aspal Performance

Grade 76 dari Xolabit Bitumen. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal Penetrasi 60/70 disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Karakteristik Aspal PEN 60/70

No.	Karakteristik	Metode	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis	SNI 2441-2011	1.14	
2.	Penetrasi (25°C, 5 detik, 100 gr)	SNI 2456-2011	66.5	60 - 70
3.	Titik Nyala	SNI 2433-2011	270.1	Min. 200
4.	Titik Bakar		328.11	Min. 300
5.	Titik Lembek	SNI 2434-2011	46	48 - 58
6.	Daktilitas	SNI 2432-2011	141	100

Hasil pemeriksaan dan/atau pengujian karakteristik aspal performance grade 76 xolabit disajikan dalam tabel 4 sebagai berikut

Tabel 4. Karakteristik Aspal PG 76 Xolabit

No.	Karakteristik	Metode	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis	SNI 2441-2011	1.03	
2.	Penetrasi (25°C, 5 detik, 100 gr)	SNI 2456-2011	66.5	60 - 70
3.	Titik Nyala	SNI 2433-2011	295	Min. 200
4.	Titik Bakar		310	Min. 300
5.	Titik Lembek	SNI 2434-2011	51	48 - 58
6.	Daktilitas	SNI 2432-2011	125	100
7.	Elastic recovery	ASTM D8.14		

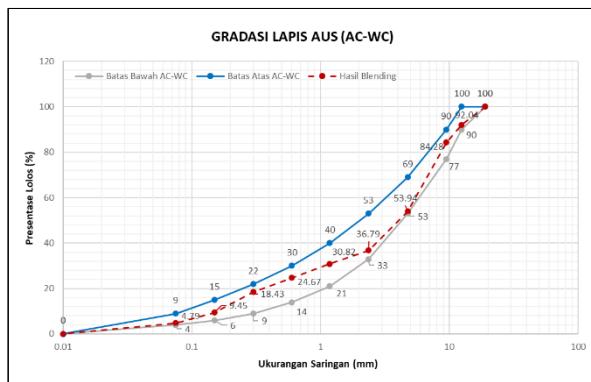
Setelah diperoleh komposisi campuran dengan menggunakan metode Trial and Error, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan persentase tertahan pada masing-masing saringan. Proporsi agregat lapis aus (AC-WC), Agregat Kasar

18%, Agregat Medium 44%, dan Agregat Halus 38%. Sesuai dengan komposisi diatas, dilakukan penggabungan agregat yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Persentase Campuran Agregat

Saringan	Agregat Kasar	Agregat Medium	Agregat Halus	Agregat Campuran (%)	AC-WC			
					No	mm	Batas Bawah	Batas Atas
3/4"	19	18.00%	44%	38%				
1/2"	12.5	10.04%	44%	38%				
3/8"	9.5	2.38%	44%	38%				
4	4.75	0.00%	16.1%	37.86%				
8	2.36	0%	0.8%	35.99%				
16	1.18	0%	0.3%	30.55%				
					100.00	100	100	
					92.04	90	100	
					84.28	77	90	
					53.94	53	69	
					36.79	33	53	
					30.82	21	40	

Saringan		Agregat Kasar	Agregat Medium	Agregat Halus	Agregat Campuran (%)	AC-WC	
No	mm	18%	44%	38%		Batas Bawah	Batas Atas
30	0.6	0%	0.1%	24.54%	24.67	14	30
50	0.3	0%	0%	18.43%	18.43	9	22
100	0.15	0%	0%	9.45%	9.45	6	15
200	0.075	0%	0%	4.79%	4.79	4	9
Pan	0	0%	0%	0%	0.00	0	0



Gambar 2. Hasil Gradasi Lapis Aus AC-WC

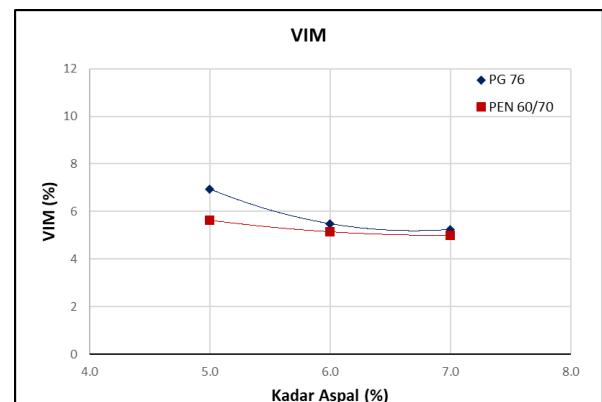
Variasi kadar aspal ditentukan berdasarkan pada kadar aspal awal perkitaan yang merupakan kadar aspal tengah/ideal (Hasan, Saleh, and Anggraini 2018). Untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) campuran lapis aus (AC-WC) dalam penelitian ini digunakan kadar aspal dari 5% sampai 7% dengan tingkat kenaikan kadar aspal 1%. Kadar aspal optimum (KAO) adalah kadar aspal yang mengalami overlap dari selang yang memenuhi semua spesifikasi dari parameter-parameter yang ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga, dimana ada 6 parameter yang harus dipenuhi, yaitu: Stabilitas, Keleahan (Flow), Marshall Quotient (MQ). Rongga terisi aspal (VFB), Rongga dalam Campuran (VIM) dan Rongga dalam agregat (VMA).

Pengujian karakteristik Marshall Dikembangkan oleh Bruce Marshall dari Misisipi State Highway Department sekitar tahun 1940 -an dibuat standard dalam ASTM D1559 -89 (Yusuf, Widarto, and Hidayat 2021), dengan membuat beberapa benda uji dengan kadar aspal yang berbeda terbagi menjadi Void in Mix (VIM), Void of Mineral Aggregate (VMA), dan Void Filled with Asphalt (VFA). Pengujian dilakukan dengan melakukan penimbangan benda uji pada kondisi kering, SSD, dan dalam air yang sampelnya berupa silinder yang dipadatkan dan dilakukan 2x75 tumbukan Marshall (Thanaya, Puranto, and Nugraha 2016). Lalu sampel direndam selama 24 jam (Syarif, Maryam H, and Massara 2022). Berat campuran aspal yang dijadikan sampel sebesar 1200

gram (Razak and Erdiansa 2016). Dari pengujian marshall didapatkan nilai

1. Voids in Mix (VIM)

Voids in Mix (VIM) atau rongga udara di dalam campuran merupakan persentase rongga yang terdapat pada campuran yang telah dipadatkan yang terletak di antara agregat yang terselimuti aspal. Penggunaan kadar aspal yang banyak akan mengakibatkan VIM menjadi kecil, hal ini disebabkan jumlah aspal yang banyak pada campuran selain melekat pada agregat juga akan menutupi rongga yang ada dalam campuran begitu pula sebaliknya (Wendani, Selintung, and Alpius 2020). Perbandingan Kurva VIM Terhadap Berbagai Jenis Aspal dapat dilihat Gambar dibawah.



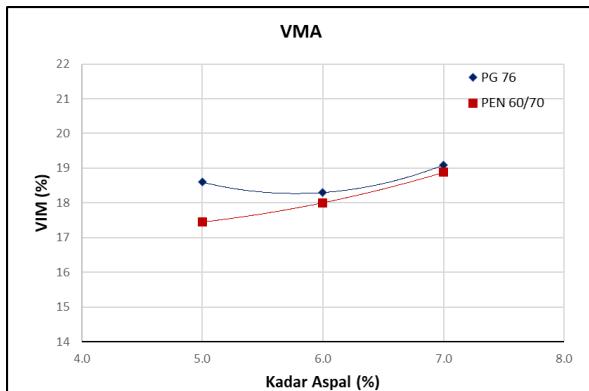
Gambar 3. VIM terhadap kadar aspal

Berdasarkan Gambar tersebut menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kadar aspal, nilai VIM mengalami penurunan. dapat diamati bahwa campuran Aspal PG 76 mempunyai nilai VIM yang lebih tinggi dibandingkan Aspal PEN 60/70. Hal ini dikarenakan campuran Aspal PG 76 lebih kental daripada Aspal PEN 60/70 yang menyebabkan kemampuan Aspal PG 76 saat dicampur lebih lambat mengisi ke rongga-rongga dalam campuran.

2. Voids in Mineral Aggregate (VMA)

VMA adalah rongga yang tersedia di antara partikel agregat yang kemudian diisi oleh aspal dan udara. Dapat dilihat pada gambar dibawah bahwa Nilai

VMA pada campuran variasi aspal semakin bertambahnya kadar aspal yang digunakan dalam campuran akan memberikan nilai VMA yang semakin meningkat.

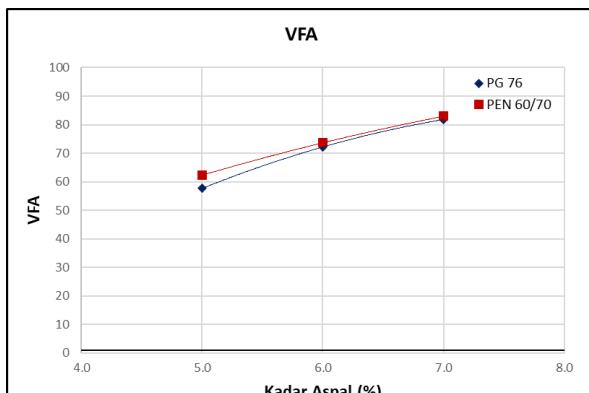


Gambar 4. VMA terhadap kadar aspal

Hal ini disebabkan karena aspal berfungsi mengikat agregat dan juga mengisi rongga diantara butir agregat yang menyebabkan lapisan aspal yang menyelimuti agregat semakin tebal sehingga jarak diantara partikel agregat semakin renggang sehingga rongga diantara partikel agregat berkurang. Nilai VMA minimum untuk perkerasan bandar udara adalah 15%.

3. Voids Filled with Asphalt (VFA)

VFA mengacu pada persentase volume rongga di dalam agregat mineral (VMA) yang terisi oleh aspal. VFA menunjukkan seberapa banyak dari volume kosong di antara partikel agregat yang diisi oleh aspal dalam campuran. Gambar di bawah menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kadar aspal maka Nilai VFA juga mengalami peningkatan yang disebabkan semakin banyak aspal yang menyelimuti butiran agregat dan mengisi rongga udara dalam campuran tersebut sehingga butiran semakin rapat

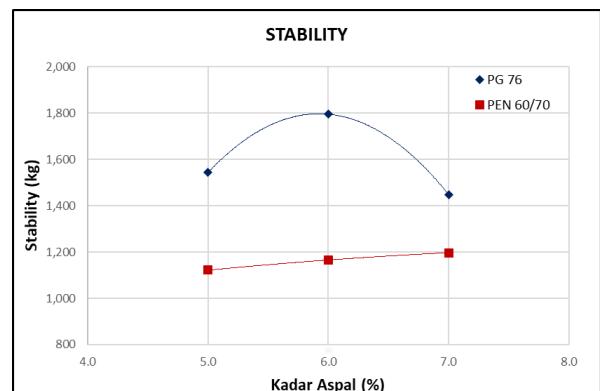


Gambar 5. VFA terhadap kadar aspal

Nilai VFA tersebut memenuhi spesifikasi perkerasan bandar udara yaitu 65%.

4. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk ketika diberi beban. Berdasarkan Gambar dibawah, menunjukkan bahwa stabilitas campuran dengan aspal PG 76 meningkat dengan peningkatan kadar aspal hingga mencapai puncaknya pada sekitar kadar aspal 6,0% Setelah mencapai puncak, stabilitas menurun seiring dengan peningkatan kadar aspal hingga 7,0%. Penurunan ini dapat terjadi karena campuran menjadi terlalu lunak akibat kadar aspal yang berlebih, yang mengurangi kekuatan strukturalnya.

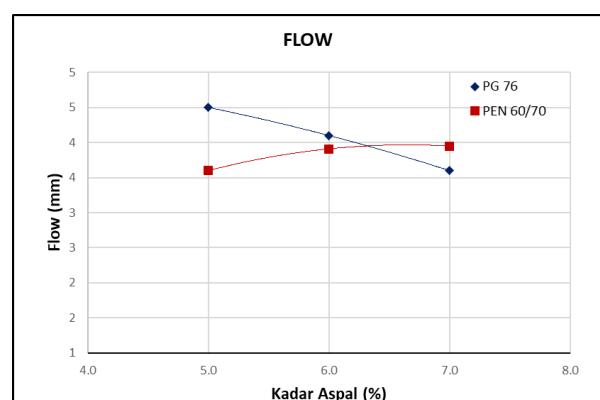


Gambar 6. Stabilitas terhadap kadar aspal

Pada campuran aspal modifikasi PG 76, memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan PEN 60/70. Hal ini dikarenakan campuran Aspal PG 76 memiliki kekentalan lebih tinggi dibandingkan PEN 60/70

5. Kelelahan (Flow)

Flow adalah deformasi plastis yang terjadi pada campuran aspal saat diuji marshall. Berdasarkan Gambar dibawah pada aspal PG 76 nilai kelelahan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal.



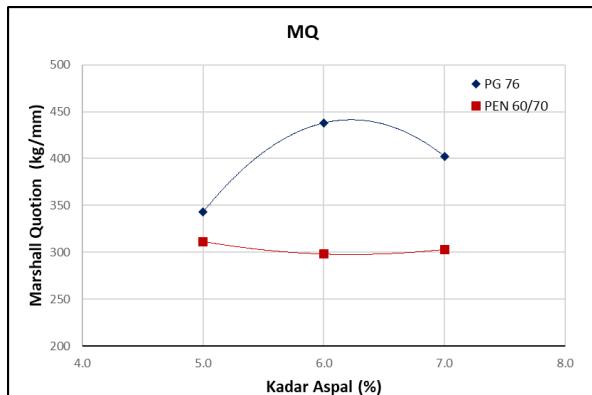
Gambar 7. Flow terhadap kadar aspal

Nilai Flow aspal PEN 60/70 sedikit meningkat ketika kadar aspal dinaikkan menjadi 6,0%, tetapi kemudian stabil atau sedikit menurun pada kadar aspal

7,0%. Flow ini menunjukkan bahwa campuran aspal PEN 60/70 relatif lebih konsisten dalam hal deformasi plastis di berbagai kadar aspal.

6. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) adalah rasio antara kekuatan (stabilitas) campuran aspal terhadap deformasi (flow). Nilai MQ yang lebih tinggi menunjukkan campuran aspal yang lebih kaku.

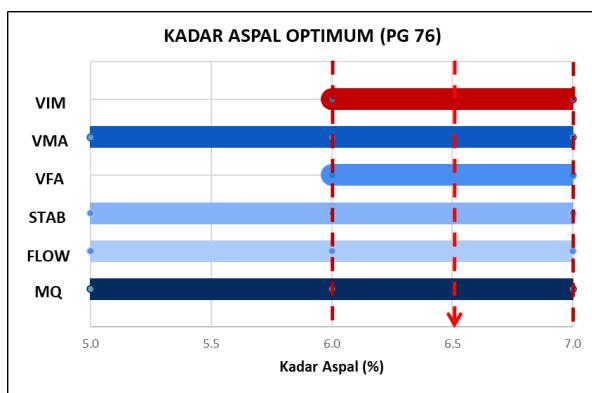


Gambar 8. Marshall Quotient terhadap kadar aspal

Dari gambar diatas nilai MQ memenuhi spesifikasi minimal 250 kg/mm yang disyaratkan.

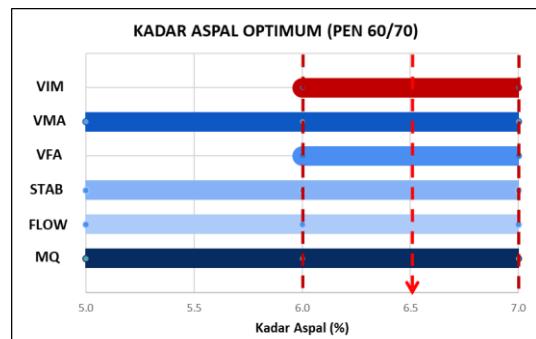
7. Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat ditentukan kadar aspal optimum (KAO) yang kemudian akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan benda uji Marshall. Adapun nilai kadar aspal optimum (KAO) untuk masing-masing variasi campuran aspal dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 9. Kadar Aspal Optimum Aspal PG76

Gambar 9. Menunjukkan diagram VIM, VMA, VFA, STAB, FLOW, dan MQ dari aspal PG76 Xolabit yang dari diagram tersebut didapatkan irisan yang menunjukkan kadar aspal optimum (KAO).



Gambar 10. Kadar Aspal Optimum Aspal PEN 60/70

Berdasarkan Gambar tersebut dapat dilihat nilai KAO yang diperoleh pada seluruh variasi campuran aspal dari campuran aspal baik PEN 60/70 maupun PG76 berada pada keadaan optimum di angka kadar aspal 6,5%.

Kesimpulan

Dari pengujian aspal beton lapis aus (AC-WC) yang dilakukan di Laboratorium Bangunan Dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, maka dapat disimpulkan bahwa: Properti material agregat kasar, halus, dan filler berasal dari Laboratorium Bangunan dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang diambil gunung mas dan sidamanik kecamatan bogor telah memenuhi standar persyaratan spesifikasi perkerasan bandar udara; Properti Aspal PEN 60/70 dan PG 76 Xolabit telah memenuhi standar persyaratan spesifikasi perkerasan bandar udara; Campuran material dengan aspal PEN 60/70 maupun PG 76 Xolabit telah memenuhi standar persyaratan spesifikasi perkerasan bandar udara dengan nilai VIM diantara 3,5% dan 5,5% untuk kadar aspal 6% dan 7%, nilai VMA diatas 15%, nilai VFA minimal 65%, stabilitas diatas 1000kg, Serta flow 3 – 5mm. Adapun kadar aspal optimum pada aspal PEN 60/70 dan PG 76 sesuai hasil penelitian 65%; Campuran aspal PG76 dapat dikatakan lebih kuat (stabil) saat diberi pemberian dibandingkan dengan aspal PEN 60/70, hal ini dapat dilihat dari nilai stabilitas pada gambar 4.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, yaitu Bapak Capt. Megi Hudi Helmiadi, Ketua Program Studi Teknik Bangunan dan Landasan Bapak Andri Kurniawan, S.ST., M.T., dan tim laboran dari Laboratorium Bangunan Dan Landasan Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang telah membantu dalam proses pengujian aspal di laboratorium.

Daftar Pustaka

- Apteda, Prastama Errian et al. 2023. "Perbandingan Karakteristik Marshall Pada Aspal Modifikasi Polimer PG70 Dengan Aspal Minyak Pen 60-70." *Jurnal Cahaya Mandalika* 4(1): 611–16. <http://ojs.cahayamandalika.com/index.php/JCM/article/view/1355>.
- Arianto, Hendra, Sofyan M. Saleh, and Renni Anggraini. 2019. "Karakteristik Campuran Ac-Wc Menggunakan Material Reclaimed Asphalt Pavement Dengan Tambahan Aspal Pen. 60/70 Yang Disubstitusi Styrofoam." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 2(2): 149–57.
- Asrol, Asrol, Sofyan M. Saleh, and Muhammad Isya. 2018. "Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc Dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 1(3): 39–45.
- Fitri, Suraya, Sofyan M. Saleh, and Muhammad Isya. 2018. "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Subsitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc." *Jurnal Teknik Sipil* 1(3): 737–48.
- Hasan, Fuad, Sofyan M. Saleh, and Renni Anggraini. 2018. "Dampak Substitusi Filter Rokok Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Laston." *Jurnal Teknik Sipil* 1(3): 593–604.
- Intari, Dwi Esti, Woelandari Fathonah, and Farista Widya Kirana. 2018. "Analisis Karakteristik Campuran Lataston (Hrs-Wc) Akibat Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Dengan Aspal Modifikasi Polimer Starbit E-55." *Jurnal Fondasi* 7(2).
- Ismail, Slamet Raharjo; Abul Fida. 2020. "PENGARUH PENAMBAHAN POLIMER PP CAMPURAN ASPAL AC-WC TERHADAP THE EFFECT OF ADDITIONAL POLYMER PP WITH A CONTENT OF 5 %, 10 %, AND 15 % IN AC-WC Asphalt Mixture ON MARSHALL." (5): 10–12.
- Mukhlis, Mukhlis et al. 2022. "Perbandingan Karakteristik Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Menggunakan Aspal PEN 60/70 Dan Aspal PG 76." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil* 19(1): 88–95.
- Nasution, M. Fadil Natoras, Zulkarnain A. Muis, and Adina Sari Lubis. 2018. "Pengaruh Penambahan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC-WC Di Laboratorium."
- Nuril Wahyu Afifah, Abul Fida Ismaili. 2018. "PENGARUH BAHAN TAMBAH POLIMER LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL (AC-WC) THE EFFECT OF ADDITIONAL POLYMER LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) ON MARSHALL CHARACTERISTICS IN AC-WC MIXTURE Nuril Wahyu Afifa." *Jurnal Sipil* 3(3): 154.
- Perhubungan, Kementerian. 2021. "Spesifikasi Teknis Pekerjaan Sisi Udara."
- Perhubungan, Kemenetrian. 2023. "Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Aerodrome Daratan." (Manual Of Standard CASR Part 139) Aerodrome Daratan Vol. 1: 1–451.
- Pradana, Mochamad Aldinata, and Nurani Hartatik. 2023. "Analisis Karakteristik Aspal Polimer Elastomer Metode Pengujian Aspal Bina Marga." 16(1): 131–35.
- Razak, Bustamin Abd., and Andi Erdiansa. 2016. "Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)." INTEK: *Jurnal Penelitian* 3(1): 8–14.
- Rizkianto, Tito, Ary Setyawan, and Djoko Sarwono. 2015. "Pengaruh Pengisian Rongga Pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal Polimer Starbite-55 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik." *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*: 479–84. <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37203>.
- Syarif, Muhammad, St Maryam H, and Asma Massara. 2022. "Studi Experimental Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Dengan Subtitusi Polimer Elvaloy Terhadap Nilai Durabilitas Dengan Modulus Elastisitas." *Jurnal Konstruksi* 1(7): 11–21. <http://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/1131>.
- Taufik, Aditama. 2018. Teknik Sipil Analisis Gradiasi Agregat Sebagai Upaya Perbaikan Karakteristik Campuran Aspal Beton Geopolimer.
- Thanaya, I Nyoman Arya, I Gusti Raka Puranto, and I Nyoman Sapta Nugraha. 2016. "Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Penambahan Lateks." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 22(2): 77.
- Wahyudi, Ary, and Ervina Ahyudanari. 2017. "Analisis Perkerasan Lentur Landa Pacu Bandar Udara Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.

- Juanda Dengan Membandingkan Aspal Shell Dengan Aspal Pertamina.” Jurnal Teknik ITS 6(2): 40–45.
- Wendani, Nilamsari, Mary Selintung, and Alpius. 2020. “Studi Penggunaan Agregat Sungai Bittuang Sebagai Bahan Campuran AC-WC.” Paulus Civil Engineering Journal 2(2): 138–44.
- Yusuf, Jasman, Hendro Widarto, and Arief Hidayat. 2021. “Studi Penggunaan Aspal Modifikasi Pada Campuran Aspal Porus.” Jurnal Karajata Engineering 1(1): 25–33.