



STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN AC-WC DENGAN ASBUTON MURNI FULL EKSTRAKSI DAN ASPAL PEN 60/70

Andika Dwi Putra^{a*}, Dikpride Despa^b, Trisya Septiana^c

^aBPJN Lampung, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PU, Jl. Wolter Monginsidi No 220, Bandar Lampung 40266

^{b,c} Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Unila, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterbitkan : 24 April 2023

Kata kunci:

Asbuton Murni *Full* Ekstraksi

Aspal Pen 60/70

AC-WC

Kinerja Marshall

Kebutuhan aspal di Indonesia secara nasional belum dapat terpenuhi hanya dari produksi aspal minyak dalam negeri, sehingga sekitar setengahnya masih harus diimpor. Hal ini yang melatarbelakangi penelitian ini yang mana pemanfaatan sumber daya mineral berupa Aspal Batu Buton (Asbuton) yang banyak terdapat di Pulau Buton ialah cara mengatasi ketergantungan akan impor aspal minyak. Asbuton Murni Ekstraksi Penuh merupakan salah satu produk olahan Asbuton. Produk ini dibuat dengan mengekstrak Asbuton Lawele hingga menjadi aspal murni, artinya kadar mineralnya nol persen atau kurang. Riset ini tujuannya yaitu guna meninjau perbandingan karakteristik campuran *Asphaltic Concrete - Wearing Course* (AC-WC) dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi dan Aspal Pen 60/70 karenanya bias diketahui apakah campuran dengan aspal Asbuton Murni *Full* Ekstraksi mempunyai kinerja yang sama atau lebih baik dibanding bercampuran aspal Pen 60/70. Metode risetnya yaitu eksperimental di laboratorium dengan jenis gradasi AC-WC yang mengacu ke Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2. Kadar aspal optimum dimana yang diperoleh guna Asbuton Murni *Full* Ekstraksi sebesar 5.8% dan Aspal Pen 60/70 sebesar 5.5%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan temuan uji kinerja Marshall, seperti Meltability dan Stability, dan ujian volumetrik, seperti VIM, VMA, dan VFB. Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik campuran AC-WC Asbuton Murni *Full* Ekstraksi, kinerjanya lebih baik dibanding AC-WC Aspal Pen 60/70 ditinjauanya berdasar nilai stabilitasnya *Marshall* lebih tinggi 2004,14 kg berbanding 1826,31 kg juga nilai kelelehannya lebih tinggi 3,43 berbanding 3,06 mm.

1. Pendahuluan

Aspal Buton (asbuton) adalah suatu jenis aspal alam yang ditemukan di Indonesia, khususnya di pulau Buton yang terletak di Sulawesi Tenggara. Menurut riset Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan-Jembatan (Pusjatan), diperkirakan ada sekiranya 662 juta ton potensi deposit asbuton di Pulau Buton. Presiden Joko Widodo (Presiden RI 2020-2024), telah mengarahkan kementerian-kementerian terkait, terutama Kementerian PUPR, untuk mengganti penggunaan aspal minyak yang diimpor dengan Aspal Buton yang diproduksi secara lokal. Menurut Zebua (2015), sebagian besar pekerjaan konstruksi jalan di Indonesia mengandalkan aspal minyak yang diimpor dari negara-negara tetangga. Indonesia memerlukan sekitar 2 juta ton aspal setiap tahun, yang berarti diperlukan dana sebesar Rp 18 Triliun untuk mengimpor aspal minyak. Perbandingannya dengan penggunaan Asbuton memerlukan

biaya sebesar Rp. 8,7 triliun. Jika asbuton bisa dimanfaatkan secara maksimal, penghematan devisa negara dapat hingga Rp 9,3 triliun setiap tahunnya.

Asbuton murni *full* ekstraksi adalah suatu jenis aspal yang dihasilkan dari pengolahan ekstraksi Asbuton Butir Lawele hingga didapat aspal yang bersih dari cangkang mineralnya, di mana kandungan kadar mineralnya bisa dianggap telah tiada ataupun < 1%. Asbuton murni memiliki konsistensi kental yang mirip aspal minyak pen 60 yang biasanya ada, dan dapat dikirim berbentuk drum atau secara curah maka penggunaannya juga sama mudahnya seperti aspal minyak pada umumnya. Produk asbuton murni dengan ekstraksi penuh ini berbeda dari produk asbuton yang ada sebelumnya, yang umumnya berbentuk butiran dan masih mengandung kadar mineral alami dari lapangan, yakni 80%. Efektifitas aspal yang terkandung dalam produk Asbuton butir dalam campuran beraspal (*hot/cold mix*) cukup menjadi tanda tanya, sebab sukarnya aspal untuk terlepas dari butiran asbutonnya dan fungsinya menutupi agregat seperti yang

dilakukan oleh aspal minyak. Produk asbuton murni hasil ekstraksinya penuh memiliki karakteristik yang unggul, berdasarkan hasil uji fisik, termasuk penetrasi, titik lembek, kelarutan, daktilitas, hilangnya berat dalam kondisi *Thin Film Oven Test*, nilai Indeks Penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan aspal konvensional. Hal ini menjadikan asbuton murni *full* ekstraksi sangat ideal untuk perkerasan lentur yang dilalui kendaraan berat dan temperatur suhu yang tinggi, contohnya di Indonesia. (Affandi Furqon, 2006).

Berdasarkan penelitian terdahulu asbuton menunjukkan nilai penetrasi yang rendah sehingga dapat diindikasikan bahwa asbuton memiliki sifat karakteristik yang kaku. Hal tersebut dapat menjadi bagian solusi terhadap permasalahan perkerasan lentur di Indonesia yang sering mengalami kerusakan. Lapis AC-WC ialah jenis lapisan perkerasan paling sering digunakan yang mana jenis lapisan perkerasan ini menjadi lapis terluar yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan. Namun lapis AC-WC memiliki kekurangan dalam hal kelenturan, durabilitas dan rentan terhadap retak kelelahan (*fatigue cracking*) (Lestari, 2015). Sehingga penggunaan asbuton baik ekstraksi penuh maupun semi ekstraksi diharapkan dapat mengatasi kelemahan dari lapisan AC-WC.

Hal yang melatarbelakangi studi ini yaitu untuk menganalisis fungsi Asbuton Murni *Full* Ekstraksi pada campuran AC-WC guna menjadi pengganti aspal minyak. Tujuannya riset ini yakni guna menganalisis kinerjanya *Marshall* berupa Stabilitas dan Kelelahan campuran AC-WC menggunakan Asbuton Murni *Full* Ekstraksi dengan pembandingan campuran aspal Pen 60/70.

2. Metodologi

Studi ini mengevaluasi kinerja campuran beraspal panas mengaplikasikan asbuton murni *full* ekstraksi melalui metode eksperimental. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan kinerja campuran asbuton murni *full* ekstraksi bercampuran aspal Pen 60/70. Dalam penelitian ini, asbuton murni *full* ekstraksi diproduksi oleh PT. Kartika Prima Abadi, sementara aspal Pen 60/70 dipasok oleh PT. Jaya Trade Indonesia.

Tahapan penelitian ini mencakup revidi literatur, pengujian laboratorium karakteristik material, desain campuran menggunakan metode *Marshall*, serta pengujian karakteristik campurannya yakni Stabilitas dan Kelelahan. Jenis campuran beraspal pada riset ini ialah campuran AC-WC. Pengujian karakteristiknya komponen campuran beraspal panas, yang meliputi agregat kasar & halus, juga aspal, dilakukan dengan merujuknya ke persyaratan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Rev 2. Sementara itu, perancangan campuran beraspal panas mengikuti metode *Marshall* berdasarkan SNI 2489:2018.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Agregat

Uji terhadap masing-masing jenis agregat dilakukan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2. Uji ini bertujuan menentukan karakteristik agregat serta memastikan kesesuaiannya dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan.

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Agregat Kasar

Uji	Spesifikasi	Output
Kekekalan bentuk agregatnya akan larutan magnesium sulfat	Maks. 18%	8,54
Abrasi bermesin Los Angeles	Maks. 30%	16,96
Kelekatan agregatnya akan aspal	Min. 95%	99,00
Butir Pecah agregat kasar	Min. 95/90	100,00/97,46
Partikel pipih & lonjong	Maks. 10%	1,31
Material lolos ayakan No.200	Maks. 1%	0,84

Temuan uji karakteristik agregat kasar tampak pada Tabel 1. Berdasar temuannya itu olehnya dinyatakan agregat kasar sudah mencukupi prasyarat dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Agregat Halus

Uji	Spesifikasi	Hasil Uji
Nilai Setara Pasir	Min. 50%	95,17
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	Min. 45%	51,14
Gumpalan Lempung & Butir Rentan Pecah dalam Agregat	Maks. 1 %	0,98
Agregat Lolos Ayakan No.200	Maks. 10%	4,26
Nilai Setara Pasir	Min. 50%	95,17
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	Min. 45%	51,14

Temuannya uji karakteristik agregat halus tampak pada Tabel 2. Berdasar temuan itu olehnya bisa dinyatakan agregat halus sudah mencukupi prasyarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2.

3.2 Karakteristik Asbuton Murni *Full* Ekstraksi dan Aspal Pen 60/70

Temuan uji karakteristik dari Asbuton Murni *Full* Ekstraksi serta Aspal Pen 60/70 dibandingkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2.

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Asbuton Murni *Full* Ekstraksi

Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji
Titik Nyala COC (°C)	≥ 230	248
Viskositas Kinematis pada 135°C (cSt)	≤ 3.000	912,14
Penetrasi saat 25°C (0.1mm)	Dilaporkan	37,5
Daktilitas saat 25°C (cm)	-	150
Titik Lembek (°C)	Dilaporkan	59,5
Kelarutan dalam trichloroethylene (%)	≥ 99	99,61
Residu aspal segar sesudah RTFOT (SNI-03-6835-2002) / TFOT (SNI 06-2440-1991)		
Berat yang hilang (%)	≤ 0,8	0,254
Penetrasi saat 25°C (0.1mm) (%) semula)	-	31,8
Daktilitas saat 25°C (cm)	-	150

Hasil pengujian karakteristik Asbuton Murni *Full* Ekstraksi diperlihatkan pada Tabel 3. Berdasar output temuannya bisa dinyatakan bahwa Asbuton Murni *Full* Ekstraksi ini telah memenuhi persyaratan.

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Aspal Pen 60/70

Uji	Spesifikasi	Hasil Uji
-----	-------------	-----------

Titik Nyala COC (°C)	≥ 232	325
Viskositas Kinematis saat 135°C (cSt)	≥ 300	414,84
Penetrasi saat 25°C (0.1mm)	60 - 70	68
Daktilitas saat 25°C (cm)	≥ 100	>100
Titik Lembek (°C)	≥ 48	51,5
Kelarutan di trichloroethylene (%)	≥ 99	99,74
Residu aspal segar sesudah RTFOT (SNI-03-6835-2002) / TFOT (SNI 06-2440-1991)		
Berat yang hilang (%)	≤ 0,8	0,005
Penetrasi pada 25°C (0.1mm) (%) semula)	≥ 54	56,5
Daktilitas pada 25°C (cm)	≥ 50	>100

Berdasar temuan ujinya didapat aspal Pen 60/70 sudah mencukupi persyaratan.

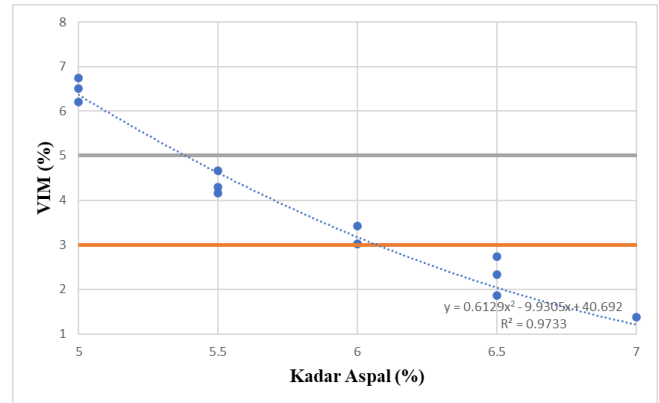
Sebagai perbandingan, Asbuton Murni *Full* Ekstraksi memiliki nilai penetrasi yang relatif rendah yaitu 37,5 dmm. Tingkat kemurnian Asbuton Murni *Full* Ekstraksi setara Aspal Pen 60/70, >99% (kelarutan dalam trichloroethylene). Titik lembek Asbuton Murni *Full* Ekstraksi dapat dinyatakan lebih tinggi darinya Aspal Pen 60/70.

3.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada Campuran AC-WC dengan Asbuton Murni *Full* Ekstraksi

Variasi kadar aspal dalam perancangan campuran 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5%; dan 7,0%. Dilakukan analisis untuk mengukur parameter sifat mekanis dan sifat volumetrik campuran bertujuan menentukan KAO, ialah nilai kadar aspal mencukupi seluruh prasyarat spesifikasi yang digunakan. Temuan uji terlihat di Tabel 5 dan Gambar 1(a) hingga 1(h).

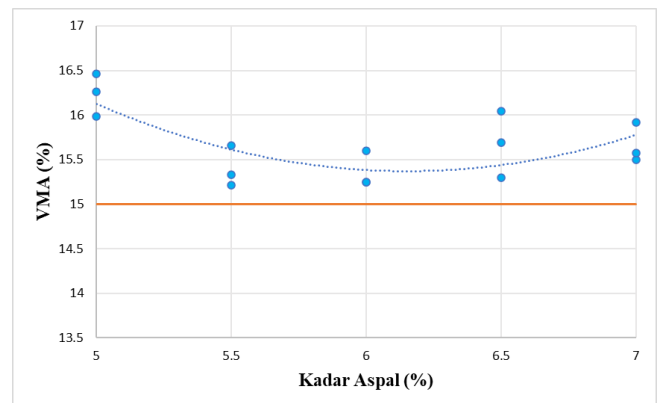
Tabel 5. Hasil Uji *Marshall* Asbuton Murni *Full* Ekstraksi

Sifat	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
VIM (%)	6,48 6	4,37 8	3,15 3	2,30 9	1,08 3	3 - 5
VMA (%)	16,2 35	15,3 99	15,3 67	15,6 76	15,6 62	Min. 15
VFA (%)	60,0 58	71,5 84	79,4 94	85,3 07	93,1 02	Min. 65
Stabilitas (kg)	1964 ,03	2010 ,62	1706 ,22	1600 ,83	1578 ,12	Min. 800
Kelelehan (mm)	3,90	3,74	3,95	3,72	5,44	2 - 4
Lolos Saringan No. 200	1,24	1,11	1,01	0,93	0,85	0,6 - 1,6
VIM PRD (%)		4,3	4,7	3,5		Min. 2%



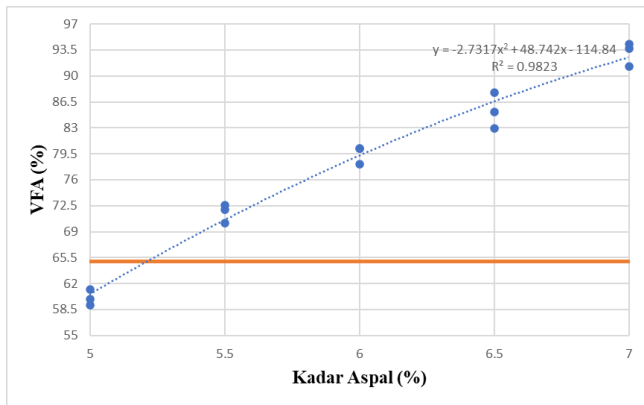
Gambar 1. (a) Kadar Asbuton Murni *Full* Ekstraksi VS VIM

VIM ialah rongga yang tersisa di campuran setelah proses pemadatan. VIM diperlukan sebagai ruang bagi pergeseran butir agregat sebab pemadatan lebih lanjut yang disebabkan oleh repetisinya beban lalu lintas, sebagai ruang jika aspal melunak atau bahkan meleleh akibat suhu yang meningkat. VIM yang terlalu besar dapat mengurangi ketahanan campuran terhadap air, yang menyebabkan proses oksidasi aspal lebih cepat, sehingga berpotensi mempercepat proses penuaan aspal juga menurunnya sifat keawetan campuran. Nilai VIM standar *Marshall* bagi campuran AC-WC dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% berurutan yakni 6,488%; 4,378%; 3,153%; 2,309%; dan 1,083%.



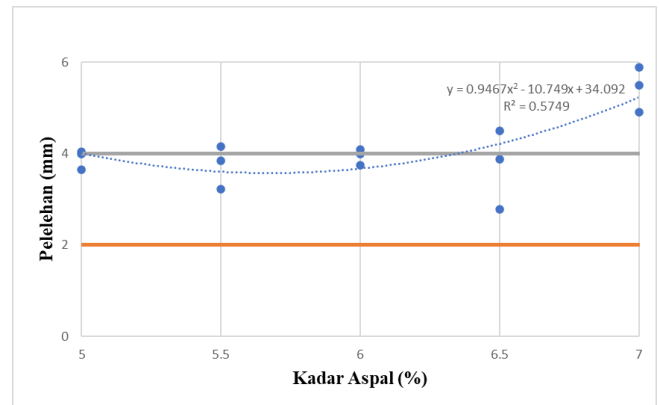
Gambar 1. (b) Kadar Asbuton Murni *Full* Ekstraksi VS VMA

VMA ialah rongga antara butiran agregat di campuran setelah proses pemadatan, yang berpengaruh terhadap stabilitas campuran. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 rev.2 mensyaratkan nilai minimal VMA bagi campuran AC – WC ialah 15%. Didapatkan VMA di campuran berkadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% yakni 16,235%; 15,399%; 15,367%; 15,676%; 15,662%. Sehingga nilai VMA sesuai prasyarat.



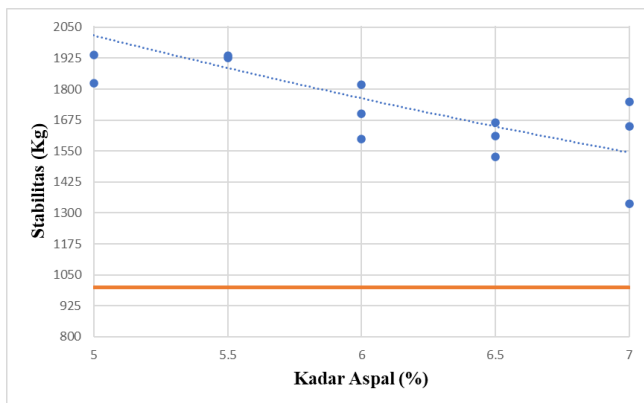
Gambar 1. (c) Kadar Asbuton Murni Full Ekstraksi VS VFA

VFA ialah bagiannya VMA dengan aspal efektif. Nilai VFA mempengaruhi kinerja campuran yaitu kedekatan (impermeabilitas) dan keawetan (durabilitas). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev. 2 syaratnya nilai VFA minimal bagi campuran AC-WC yakni 65%. Nilai VFA bagi campuran AC-WC berkadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% yakni 60,058%; 71,584%; 79,494%; 85,307%; dan 93,102%.



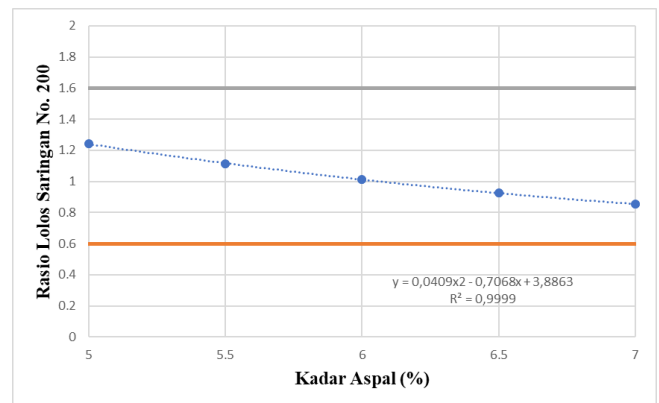
Gambar 1. (e) Kadar Asbuton Murni Full Ekstraksi VS Kelelahan

Flow (kelelahan plastis) mengukur deformasi plastis dimana ini muncul pada campuran beraspal setelah dilakukan pembebanan menggunakan alat Marshall. Campuran AC-WC, nilai flow wajib sesuai spesifikasi, dengan nilai rentang 2 - 4 mm. Nilai flow bagi campuran AC-WC di kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 7%, dan 7,5% yaitu 3,90 mm, 3,74 mm, 3,95 mm, 3,72 mm, juga 5,44 mm.



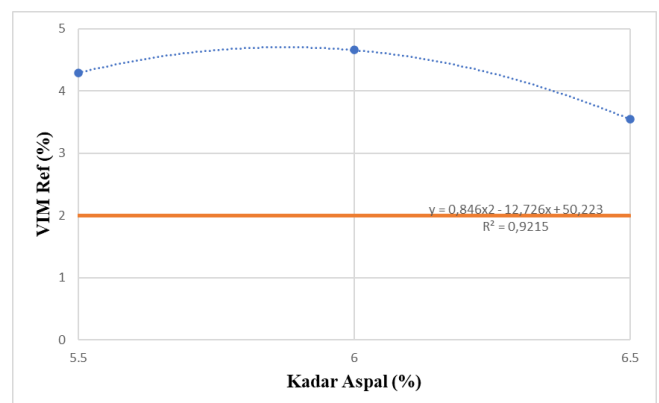
Gambar 1. (d) Kadar Asbuton Murni Full Ekstraksi VS Stabilitas

Stabilitas mengacu pada ketahanan campuran terhadap deformasi diakibatkannya oleh beban lalu lintas. Jika stabilitas campurannya rendah, maka lendutan (*permanent deformation*) lebih mudah terjadi, sementara apabila stabilitas campuran tinggi maka bias menyebabkan campuran lebih rentan akan retakan. Stabilitas terbentuk akibat geseran antar butir agregat, penguncian partikel agregat, juga daya ikatnya lapisan aspal. Nilai stabilitas campuran AC-WC bagi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% yakni 1964,03 kg, 2010,62 kg, 1706,22 kg, 1600,83 kg, dan 1578,12 kg. Nilai stabilitas cenderung menurun seiring meningkatnya kadar aspal dari 5% hingga 7%.



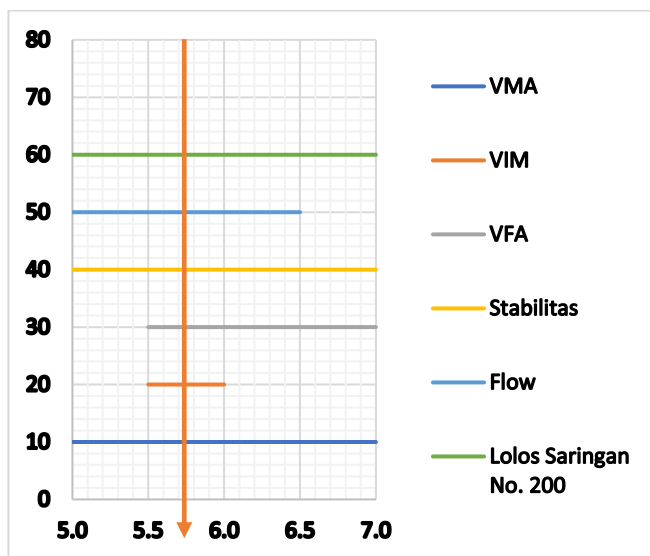
Gambar 1. (f) Kadar Asbuton Murni Full Ekstraksi VS Rasio Lolos Saringan No. 200

Campuran AC-WC, nilai Rasio Lolos Saringan No. 200 harus memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu 0,6-1,6. Nilai Rasio Lolos Saringan No. 200 bagi campuran AC-WC di kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% yaitu 2,24; 1,11; 1,01; 0,93 dan 0,85.



Gambar 1. (g) Kadar Asbuton Murni Full Ekstraksi VS VIM Refusal

Derajat Kepadatan Mutlak ialah perbandingan kepadatan benda uji dengan kepadatan refusal (%). PRD digunakan sebagai pendekatan yang menggambarkan kondisi campuran yang mengalami pemadatan lanjutan oleh repetisi beban lalu lintas. Dalam pembuatannya benda uji PRD, kadar aspalnya menghasilkan nilai VIM *Marshall* 6%, serta 0,5% lebih tinggi dan lebih rendah darinya. Bagi setiap kadar aspal, ada tiga benda ujinya. Benda uji tersebut lalu dipadatkan ke cetakan menggunakan alat pemadat bergetar atau penumbuk *Marshall*. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2 mensyaratkan rongga dalam campuran min. 2%. Dengan demikian, PRD hasil pengujian di laboratorium pada keseluruhan kadar aspal cukup persyaratan.



Gambar 1. (h) Penentuan Nilai KAO Campuran Beraspal dengan Asbuton Murni *Full* Ekstraksi

Tabel 5 dan Gambar 1(a) hingga 1(h) dapat memperlihatkan benda uji cukup prasyarat keseluruhannya parameter ialah kadar aspal 5,5% dan 6% sehingga diambil nilai tengah sebesar 5,75% dan untuk memudahkan dalam proses penimbangan material maka nilai tersebut dibulatkan ke atas menjadi sebesar 5,8 %. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai Kadar Aspal Optimum, kadar aspal yang dipakai untuk uji lanjutan.

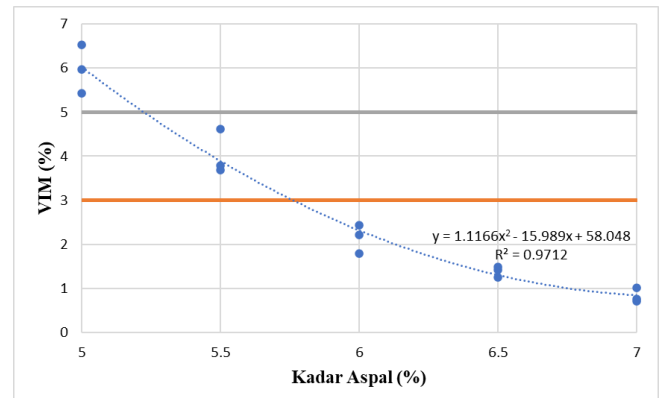
3.4 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada Campuran AC-WC dengan Aspal Pen 60/70

Kadar aspal dalam perancangan campuran yakni 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5%; dan 7,0%. Selanjutnya, dilakukan analisis yang sama dengan campuran beraspal Asbuton Murni *Full* Ekstraksi untuk mengukur parameter sifat mekanis dan sifat volumetrik campuran guna menentukan nilai KAO campuran. Temuannya bisa terlihat dari Tabel 6 dan Gambar 2(a) hingga 2(h).

Tabel 6. Hasil Uji *Marshall* Aspal Pen 60/70

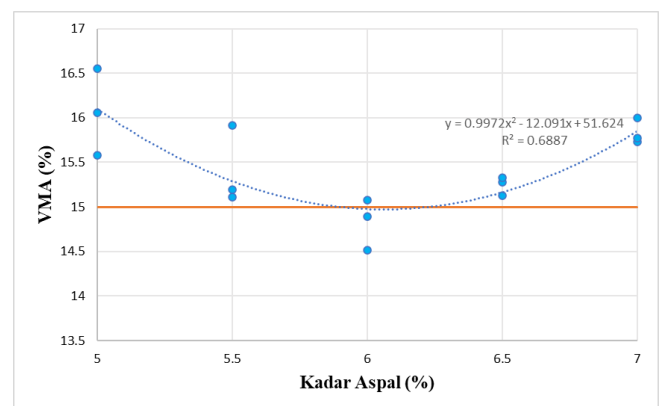
Sifat Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
VIM (%)	5,98	4,03	2,14	1,38	0,83	3 - 5
VMA (%)	16,0	15,4	14,8	15,2	15,8	Min. 15
	6	1	3	5	3	

Sifat Campuran	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
VFA (%)	62,84	73,89	85,58	90,92	94,78	Min. 65
Stabilitas (kg)	1731,66	1826,31	1780,59	1580,07	1363,51	Min. 800
Kelelehan (mm)	2,75	3,06	3,82	4,02	4,92	2 - 4
Lolos Saringan No. 200	1,24	1,11	1,01	0,93	0,85	0,6 - 1,6
VIM PRD (%)	5,2	3,4	1,0	-	-	Min. 2%



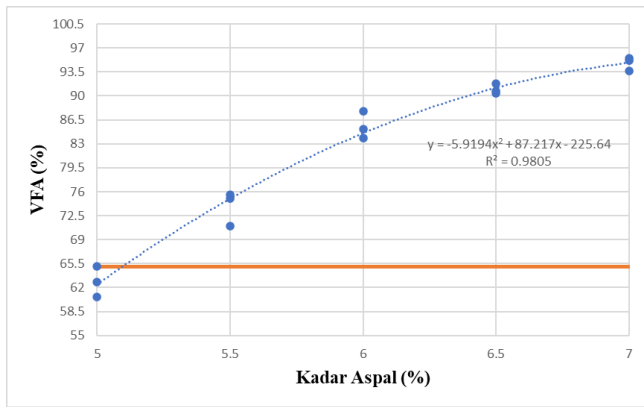
Gambar 2. (a) Kadar Aspal Pen 60/70 VS VIM

Nilai VIM bercampuran AC-WC Aspal Pen 60/70 berkadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% berturut-turut adalah 5,98%; 4,04%; 2,14%; 1,38%; dan 0,83%. Mengacu ke Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev. 2 yang mensyaratkan VIM 3-5% maka hanya kadar aspal 5,5% yang cukup prasyarat.



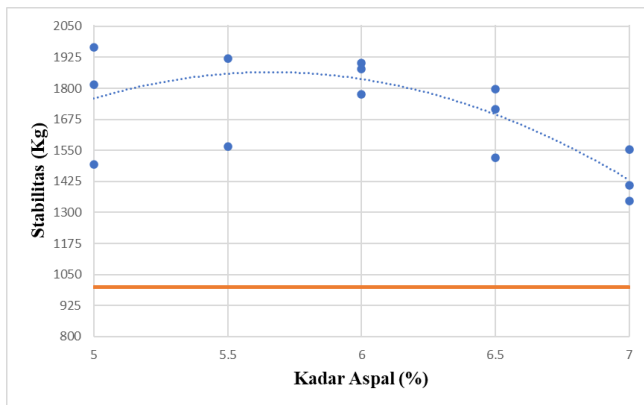
Gambar 2. (b) Kadar Aspal Pen 60/70 VS VMA

Untuk campuran AC-WC dengan Aspal Pen 60/70 didapat nilai VMA di kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% yaitu 16,06%; 15,41%; 14,83%; 15,25%; 15,83%. Hanya kadar aspal 6% yang bernilai VMA, ia tak mencukupi syarat.



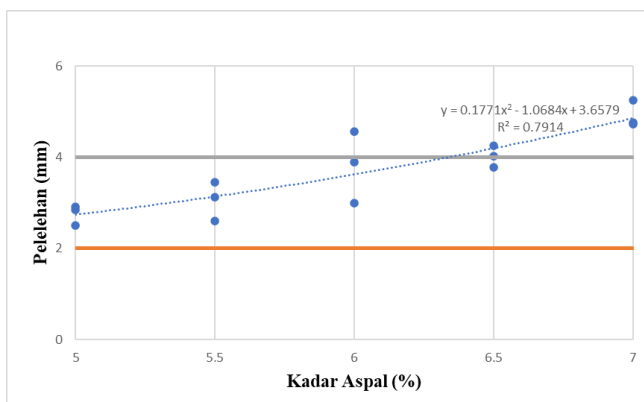
Gambar 2. (c) Kadar Aspal Pen 60/70 VS VFA

Berdasar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev 2, nilai VFA minimum bagi campuran AC-WC ialah 65%. Nilai VFA bagi campuran AC-WC pada kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% yakni 62,84%; 73,89%; 85,58%; 90,92%; dan 94,78%. Hanya kadar aspal 5% yang tak cukup persyaratan.



Gambar 2. (d) Kadar Aspal Pen 60/70 VS Stabilitas

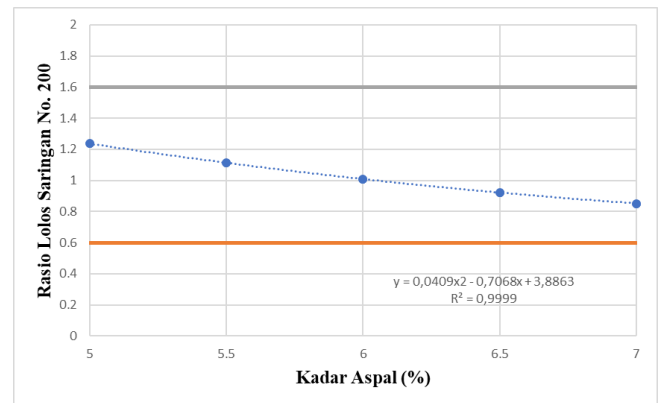
Nilai stabilitasnya campuran AC-WC di kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% yakni 1731,66 kg, 1826,31 kg, 1780,59 kg, 1580,07 kg, dan 1363,51 kg. Nilai stabilitasnya meningkat dari kadar 5% ke 5,5% kemudian menurun seiring meningkatnya kadar aspal dari 6% hingga 7%.



Gambar 2. (e) Kadar Aspal Pen 60/70 VS Pelelehan

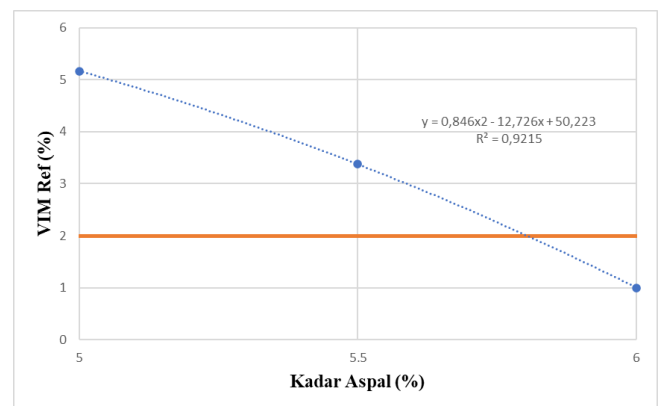
Campuran AC-WC berAspal Pen 60/70, nilai pelelehan (*flow*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi, dengan nilai rentang 2 - 4 mm. Nilai *flow* campuran AC-WC berkadar aspal

5%, 5,5%, 6%, 7%, dan 7,5% ialah 2,75 mm, 3,06 mm, 3,82 mm, 4,02 mm, dan 4,92 mm. Kadar aspal 7,5% tak cukup syarat spesifikasi.



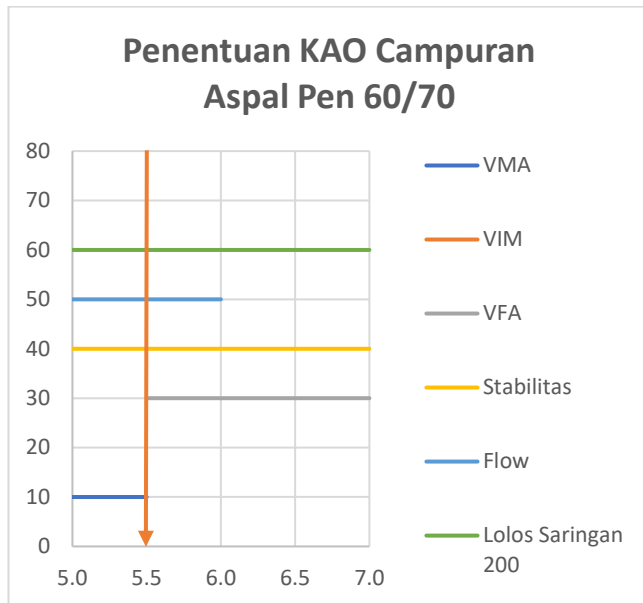
Gambar 2. (f) Kadar Aspal Pen 60/70 VS Rasio Lolos Saringan No. 200

Campuran AC-WC, nilai Rasio Lolos Saringan No. 200 harus memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu 0,6-1,6. Nilai Rasio Lolos Saringan No. 200 bagi campuran AC-WC bagi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 7%, dan 7,5% berturut-turut adalah 1,24; 1,11; 1,01; 0,93 dan 0,85.



Gambar 2. (g) Kadar Aspal Pen 60/70 VS VIM Refusal

PRD menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 besarnya min. 2%. Dengan demikian, nilai PRD untuk kadar aspal 6% tidak memenuhi persyaratan spesifikasi.



Gambar 2. (h) Penentuan Nilai KAO Campuran Beraspal dengan Aspal Pen 60/70

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 2 (a) hingga 2(i) diketahui benda uji yang cukup syarat keseluruhan parameternya yakni benda uji berkadar aspal 5,5%.

3.5 Analisis Perbandingan Kinerja Marshall Campuran AC-WC dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi dan Aspal Pen 60/70 pada kondisi KAO

Sesudah diperolehnya KAO, berikutnya yakni membentuk benda uji mengaplikasikan Asbuton Murni Full Ekstraksi sedangkan untuk Aspal Pen 60/70 dapat menggunakan data dari benda uji saat penentuan KAO dikarenakan nilai kadar aspal yang sama yaitu 5,5%.

Tabel 6. Perbandingan Kinerja Marshall Campuran AC-WC dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi dan Aspal Pen 60/70 pada Kondisi KAO

Sifat Campuran	Spesifikasi	Campuran AC-WC	
		Asbuton Murni Full Ekstraksi	Aspal Pen 60/70
KAO(%)	-	5,8	5,5
VIM (%)	3 - 5	4,14	4,03
VMA (%)	Min. 15	15,82	15,41
VFA (%)	Min. 65	73,81	73,89
Stabilitas (kg)	Min. 1000	2004,14	1826,31
Kelelahan (mm)	2 - 4	3,43	3,06

Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan perkerasan jalan saat menahan beban lalu lintas tanpa deformasi permanen, contohnya alur, *bleeding*, dan gelombang. Berdasarkan Tabel 6, nilai stabilitas KAO di campuran AC-WC dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi lebih tinggi, yaitu 2004,14 kg, dibanding aspal Pen 60/70 ialah 1826,31 kg. Hal ini disebabkan oleh kelekatan Asbuton Murni Full Ekstraksi lebih tinggi dibanding aspal Pen 60/70, sehingga ikatan diantaranya lebih kuat.

Kelelahan (*flow*) menggambarkan tingkat kelenturan perkerasan jalan. Campuran dengan nilai flow kurang dari 2 mm cenderung bersifat getas atau kaku, sehingga meningkatkan risiko retak pada perkerasan. Sebaliknya, campuran dengan nilai

flow lebih dari 4 mm akan lebih plastis juga mudah berdeformasi ketika memperoleh beban lalu lintas. Berdasarkan Tabel 6, nilai flow KAO pada campuran AC-WC dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi lebih tinggi, yaitu 3,43 mm, dibanding aspal PEN 60/70 sejumlah 3,06 mm. Ini artinya kandungan dalam Asbuton Murni Full Ekstraksi membuat campuran lebih lentur dibandingkan yang bercampuran aspal PEN 60/70

4. Kesimpulan

Sesuai temuan riset, perbandingan karakteristiknya *Marshall* antara campuran AC-WC dengan Asbuton Murni Full Ekstraksi dan Aspal Pen 60/70 menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam beberapa parameter utama:

- VIM (*Void in Mix*): AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi memiliki VIM sebesar 4,14%, > Aspal Pen 60/70 yang mencapai 4,03%;
- VMA (*Void in Mineral Aggregate*): AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi memiliki VMA sebesar 15,82%, sedangkan Aspal Pen 60/70 lebih kecil, yaitu 15,41%;
- VFA (*Void Filled with Asphalt*): AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi memiliki nilai VFA sebesar 73,81%, lebih rendah dibanding Aspal Pen 60/70 yaitu 73,89%;
- Stabilitas: AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi bernilai stabilitas yang jauh lebih tinggi (2004,14 kg) dibandingkan Aspal Pen 60/70 (1826,31 kg), menunjukkan bahwa AC-WC lebih mampu menahan beban lalu lintas;
- Flow (pelelehan) : AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi memiliki nilai flow 3,43 mm, sedangkan CPHMA lebih kecil, yaitu 8,16 mm, yang menunjukkan bahwa Aspal Pen 60/70 lebih plastis dan lebih rentan terhadap deformasi.

Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa AC-WC Asbuton Murni Full Ekstraksi memiliki karakteristik yang lebih stabil dalam menahan beban lalu lintas namun tetap lentur untuk dapat menahan kerusakan retak ditunjukkan dari nilai kelelahan (*flow*) berada pada rentang nilai yang disyaratkan.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur dihaturkan pada Allah SWT atas kehadiran-Nya, atas karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan penulisan artikel ini dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada BPSDM Kementerian Pekerjaan Umum atas dukungan materiil dan spiritualnya sehingga artikel ini dapat diselesaikan. Semoga halaman ini bermanfaat dan menambah wawasan pengetahuan.

Daftar pustaka

- Affandi, F. (2006). Temuan Pemurnian Asbuton Lawele (Bahan Pada Campuran Beraspal Bagi Perkerasan Jalan). *Jurnal Jalan & Jembatan* 23 (3), 6-28.
- Asphalt Institute. (1989). *The Asphalt Handbook*. USA: Asphalt Institute.
- Dewi, S. (2021). Peninjauan Karakteristik Rutting Campuran AC-WC yang Terkandung Aspal Polimer JAP-57 dengan Hamburg Wheel Tracking Device, *Tesis*. Bandung: ITB.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis & Design Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Sjahanulirwan. (2018). *Kelebihan-Kekurangan Perkerasan Beraspal & Beton*. Koleksi Perpustakaan Pusjatan.
- Speight. (2016). *Asphalt Materials Science and Technology*. Waltham: Elsevier.

- Widajat, D., & Nono. (2011). Propertis Bahan & Campuran Beraspal Panas. Bandung: *Informatika*.
- Yoder, & Witczak. (1975). *Principles of Pavement Design*. New York: John Wiley & Sons.
- Yuan, Liu, Zheng, & Ma. (2021). Civil Engineering Materials. Cambridge: *Elsevier*.