Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)
ipssj.com ippsj2024@gmail.com E-ISSN: 3064-4011

Analisis Kinerja Campuran Beton Aspal yang Mengandung Butiran Mineral Hasil Ekstraksi Aspal Buton sebagai Filler

Muhamad Arif Nugraha[1], Imam Aschuri[2], Riny Yolandha Parapat[3]
[1,2] Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
[3] Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: aschuri@itenas.ac.id

Abstrak: Aspal Buton (asbuton) adalah campuran bitumen dan mineral yang banyak terdapat di Indonesia dengan kualitas mendekati aspal minyak. Melalui proses ekstraksi, mineral asbuton dapat digunakan sebagai filler pada campuran beton aspal. Filler berperan penting dalam mengisi rongga agregat sehingga mempengaruhi stabilitas dan kualitas campuran. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh subtitusi filler hasil ekstraksi asbuton terhadap kinerja campuran beton aspal pada kadar aspal optimum, serta menentukan persentase penggunaan yang paling berpengaruh. Variasi subtitusi filler dilakukan sebesar 5%, 10%, 15%, dan 25% dari total filler. Pengujian meliputi berat jenis filler dan uji Marshall. Hasil menunjukkan filler asbuton memiliki berat jenis lebih rendah karena masih mengandung aspal murni. Subtitusi filler meningkatkan stabilitas 9,84% dan flow 8,1%, sementara nilai VMA dan VIM menurun 4,58% dan 6,02%. Sebaliknya, nilai VFA meningkat hingga 2%.
Kata Kunci: *Aspal Buton, Filler, kinerja campuran beton aspal.*

Abstract: *Buton asphalt (asbuton) is a mixture of bitumen and minerals widely available in Indonesia, with qualities close to those of petroleum asphalt. Through an extraction process, asbuton mineral can be used as a filler in asphalt concrete mixtures. Filler plays a crucial role in filling aggregate voids, thus affecting the stability and quality of the mixture. This study aims to determine the effect of filler substitution from asbuton extraction on the performance of asphalt concrete mixtures at optimum asphalt content and to determine the most effective percentage. Filler substitution variations were carried out at 5%, 10%, 15%, and 25% of the total filler. Testing included filler specific gravity and the Marshall test. The results showed that asbuton filler has a lower specific gravity because it still contains pure asphalt. Filler substitution increased stability by 9.84% and flow by 8.1%, while VMA and VIM values decreased by 4.58% and 6.02%, respectively. Conversely, VFA values increased by 2%.*
Keywords: *Buton asphalt, filler, asphalt concrete mixture performance.*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan konektivitas di Indonesia. Pada 2022, BPS mencatat panjang jalan beraspal mencapai 329.189 km dan terus meningkat tiap tahun. Kualitas perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh material penyusun campuran beton aspal, yang terdiri dari agregat kasar, halus, aspal, dan filler. Filler berfungsi mengisi rongga antar agregat sehingga menentukan stabilitas dan kualitas campuran.

Menurut Sukirman (2016), Beton aspal Adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal secara homogen dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton aspal merupakan lapisan paling atas pada struktur lapisan perkerasan lentur. Tersusun dari agregat kasar, agregat halus dan aspal sebagai material penyusun utama yang diratakan, kemudian dipadatkan pada suhu tertentu.

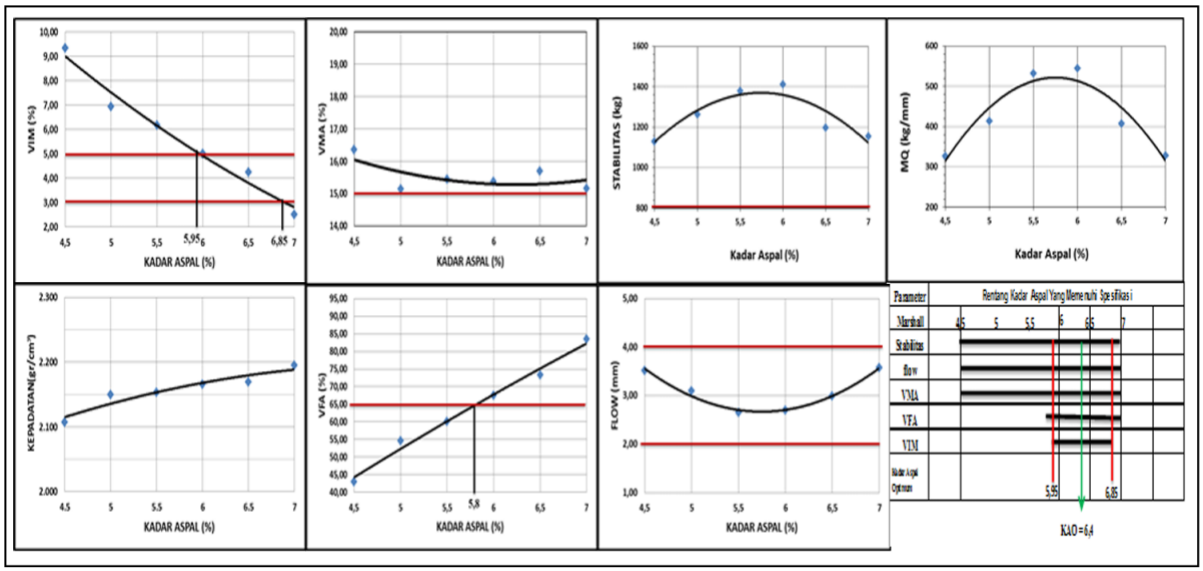
Material-material pembentuk beton aspal dicampur pada suhu tertentu, kemudian di angkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Salah satu bahan lokal yang potensial adalah Aspal Buton (Asbuton). Aspal buton (asbuton) merupakan aspal alam yang berasal dari indonesia, tepat nya berada di pulau buton, sulawesi tenggara. Terdapat dua jenis unsur utama dalam asbuton, yaitu aspal dan mineral. Menurut Affandi F (2008), Proporsi bitumen dan mineral yang terkandung pada asbuton berkisar 15% - 30% aspal dan mineral sekitar 75% - 85%. Asbuton ini berbentuk batuan padat yang di dalamnya mengandung aspal bercampur mineral yang biasanya memerlukan ekstraksi panjang dan penggunaan banyak pelarut untuk memperoleh aspal murni. Namun, hasil ekstraksi berupa mineral halus dengan residu aspal berpotensi sebagai filler alternatif.

Penggunaan filler residu hasil ekstraksi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kohesi campuran sekaligus mengurangi kebutuhan aspal. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja campuran beton aspal dengan filler hasil ekstraksiasbuton untuk mendukung teknologi perkerasan yang efisien dan berkelanjutan. Serta, untuk mengetahui pengaruh dari penggunanaan hasil ekstraksiaspal buton (mineral asbuton) yang disubtitusikan sebagai *filler* terhadap kinerja pada campuran aspal beton dengan kadar aspal optimum dan jumlah persentase penggunaan hasil ekstraksiasbuton.

METODE PENELITIAN

Hasil penelitian terdahulu

Hasil penelitian terdahulu yaitu studi kadar aspal optimum dengan pengujian marshall oleh yusuf maulana:



Gambar 1. Hasil pengujian marshall
Sumber: Maulana (2016)

Dari hasil pengujian marshall, maka diperoleh hasil perhitungan berupa nilai kadar aspal optimum rentang dari 5,95% - 6,85%. Pada penelitian ini digunakan kadar aspal optimum sebesar 6,4% pada campuran beton aspal.

Bahan penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Agregat kasar dan halus, diperoleh dari penelitian sebelumnya yang merujuk pada sumber material yang sama. Data yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh maulana (2018) berupa karakteristik agregat
2. Aspal minyak penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat utama.
3. Filler yang digunakan dalam penelitian ini merupakan filler abu batu dari agregat dan filler hasil ekstraksi aspal buton yang diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut bensin hingga diperoleh butiran mineral filler yang masih mengandung aspal.

Persiapan mineral aspal buton sebagai filler

Mineral aspal buton disiapkan dengan cara mengekstarsksi aspal dari batuan aspal buton yang sudah dihaluskan. Ekstraksi dilakukan di laboratorium teknik kimia itenas dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mineral aspal buton dengan ukuran lolos saringan No.100
2. Ekstraksi tahap pertama menggunakan asbuton dan pertalite
3. Ekstraksi dilakukan menggunakan ultrasonikator selama 20 menit dengan interval waktu 5 detik
4. Setelah di ekstraksi, larutan aspal didiamkan hingga membentuk endapan yang dimana pada lapisan bawah dilakukan ekstraksi tahap kedua, dan lapisan atas dipisahkan

Variasi Campuran

Campuran beton aspal yang digunakan adalah AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course) dengan kadar aspal optimum hasil perhitungan Marshall. Variasi substitusi filler hasil ekstraksiasbuton yang digunakan terhadap berat total filler adalah: 0%, 5%, 10%, 15%, dan 25% dari berat total filler dalam satu benda uji.

Tabel 1. Rencana Campuran

kadar aspal						
KAO				6,4%		
ekstraksi mineral asbuton		5%	10%	15,0%	25,0%	0,0%
Kebutuhan aspal		70,4	70,4	70,4	70,4	70,4
Kebutuhan agregat		1029,6	1029,6	1029,6	1029,6	1029,6
saringan	**% tertahan**	**Kebutuhan Campuran**				
1/2 in	**5**	51,48	51,48	51,48	51,48	51,48
3/8 in	**11,5**	118,40	118,40	118,40	118,40	118,40
no. 4	**22,5**	231,66	231,66	231,66	231,66	231,66
no.8	**18**	185,33	185,33	185,33	185,33	185,33
no.16	**12,5**	128,7	128,7	128,7	128,7	128,7
no.30	**9**	92,66	92,66	92,66	92,66	92,66
no.50	**6**	61,78	61,78	61,78	61,78	61,78
no.100	**5**	51,48	51,48	51,48	51,48	51,48
no.200	**4**	41,18	41,18	41,18	41,18	41,18
pan	**6,5**	63,578	60,233	56,885	50,193	66,924
ekstraksi asbuton (gram)		3,346	6,692	10,039	16,731	0

Pembuatan benda uji

Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji yang dilakukan di laboratorium teknik sipil itenas yang mengacu pada (RSNI M-06-2004, 2004):

1. Agregat dan filler dipanaskan terlebih dahulu pada suhu pencampuran.
2. Aspal dipanaskan hingga mencapai suhu pencampuran.
3. Bahan dicampur hingga homogen.
4. Campuran dimasukkan ke cetakan Marshall (*mold*) dan dipadatkan menggunakan tumbukan standar (75 tumbukan tiap sisi).
5. Benda uji didiamkan pada suhu ruang dan direndam kedalam waterbath dengan suhu 60°C selama min 30 menit sebelum dilakukan pengujian Marshall.

Pengujian Marshall

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan parameter:

1. Parameter Volumetrik: VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt).
2. Karakteristik Marshall: Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient (MQ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

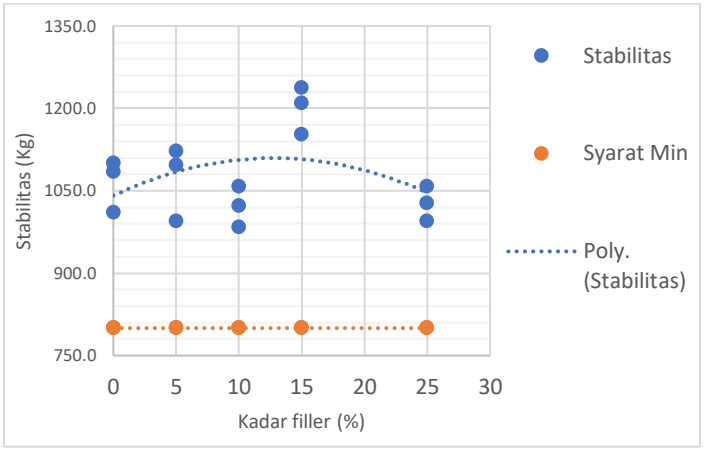
Pada penelitian ini data yang diperoleh berupa hasil pengujian marshall, yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran beton aspal melalui parameter marshall yaitu nilai stabilitas, nilai flow, dan Marshall Quotient (MQ), serta parameter volumetrik berupa nilai VIM, VMA, dan VFA. Hasil pengujian ditunjukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penhgujian marshall

Kadar subtitusi Filler	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VMA %	VIM %	VFA %	MQ
0%	1100	3,69	15,93	4,21	73,54	298,103
	1085	3,58	15,82	4,09	74,15	303,073
	1010	3,71	16,88	5,30	68,60	272,237
5%	1122	3,87	16,54	4,81	70,92	289,922
	995	4,45	15,76	3,92	75,11	223,596
	1097	3,81	16,29	4,53	72,19	287,927
10%	984	4,03	14,91	2,84	80,93	244,169
	1058	3,95	16,26	4,39	73,00	267,848
	1023	3,77	16,22	4,35	73,21	271,353
15%	1238	3,96	15,86	3,83	75,83	312,626
	1153	4,23	16,39	4,43	72,96	272,577
	1210	3,91	15,66	3,60	77,03	309,463
25%	995	4,00	15,25	2,93	80,81	248,75
	1028	4,18	15,07	2,72	81,97	245,933
	1058	3,80	15,28	2,96	80,62	278,421

Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan campuran aspal untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi. Penggunaan asbuton mikro filler pada campuran SMA memberi pengaruh menurunnya nilai stabilitas dikarenakan asbuton mikro terdiri dari batu kapur yang mengandung bitumen sehingga dengan penambahan filler asbuton mikro akan menyebabkan naiknya kadar bitumen dalam campuran (Raharjo, N. E, 2008). Nilai stabilitas cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal di dalam campuran (Razuardi, 2018). Pada penelitian ini, grafik hubungan subtitusi kadar filler dengan nilai stabilitas sebagai berikut.

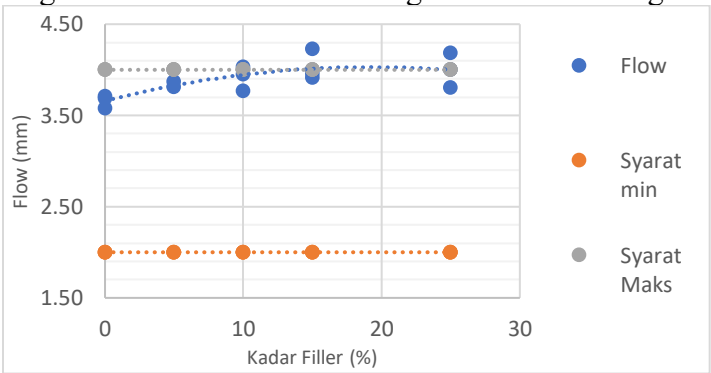


Gambar 2. Hubungan nilai stabilitas terhadap kadar filler

Dari grafik tersebut nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada variasi filler 15% sebesar 1.291 kg, sedangkan nilai terendah terdapat pada variasi 25% dengan rata rata sebesar 1.028 kg. Dari hasil pengujian marshall yang telah dilakukan, didapat Nilai stabilitas tertinggi pada kadar 15% yaitu dengan nilai 1.291 kg dari pembacaan dial.

Flow

Kelelehan atau flow merupakan paramtere yang di dapatkan dari pengujian marshall. Nilai flow menunjukan besar deformasi plastis yang terjadi pada benda uji saat diberikan beban maksimum. Pada spesifikasi umum bina marga 2018 ditetapkan bahwa nilai flow adalah 2 – 4 mm. Penambahan filler asbuton mikro akan menaikkan nilai flow, hal ini terjadi karena dengan penambahan asbuton mikro kandungan aspal pada campuran akan bertambah (Raharjo, N. E, 2018). Nilai flow terus mengalami peningkatan pada semua campuran dengan penambahan buton rock asphalt, hal ini disebabkan semakin tinggi kadar aspal ke dalam campuran mengakibatkan aspal dalam campuran menjadi lebih keras (Razuardi, 2018). Berdasarkan hasil perhitungan, grafik hubungan subtitusi kadar filler dengan nilai flow sebagai berikut.



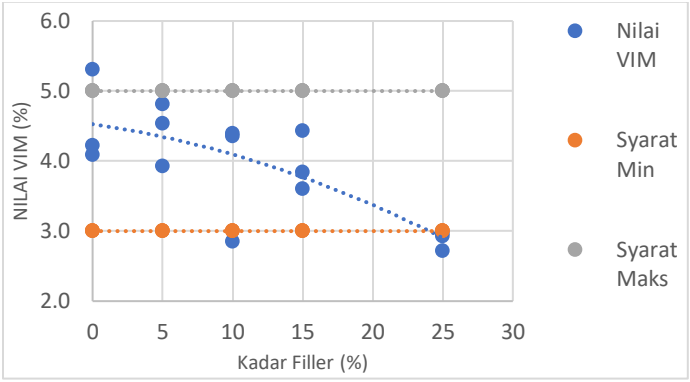
Gambar 3. Hubungan nilai flow terhadap kadar filler

Dari grafik tersebut, nilai flow mengalami kenaikan sebesar 8,1% sampai dengan subtitusi filler sebesar15%. Dengan nilai flow tanpa filler hasil ekstraksiaspal buton sebesar 3,6 mm.

Void in mix (VIM)

Nilai VIM menunjukan presentase rongga udara terhadap total campuran beton aspal. Dalam sepesifikasi bina marga, 2018 nilai VIM berada di rentang 3% - 5%. Nilai VIM yang tinggi berarti campuran tersebut mempunyai persentase rongga yang besar terhadap campuran, nilai VIM akan mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar filler asbuton mikro (Raharjo, N. E, 2008). Nilai VIM dengan penambahan *buton rock asphalt* sebagai filler hanya pada kadar aspal 4,50% yang tidak memenuhi syarat, Sedangkan dalam keadaan normal dengan

menggunakan dust hanya pada kadar aspal 5,5% dan 6% yang memenuhi syarat batas (Razuardi, 2018). Berdasarkan hasil perhitungan, grafik hubungan subtitusi kadar filler dengan nilai VIM sebagai berikut

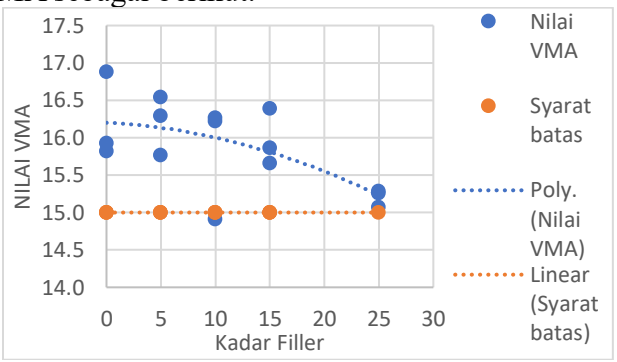


Gambar 4. Hubungan nilai VIM terhadap kadar filler

Dari grafik tersebut, residu hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi subtitusi filler aspal buton 0% sampai 25%, pada nilai VIM menagalami penurunan sampai dengan 6,02% dengan ditambahkannya filler hasil ekstraksi aspal buton.

Void in mineral agregat (VMA)

Nilai VMA menunjukan persetanse volume rongga diantara partikel agregat yang dapat diisi aspal dan udara. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga (2018), dikatakan nilai VMA minimum sebesar 15%. Nilai VMA dari variasi kadar aspal dengan penambahan buton rock asphalt sebagai filler dan pada keadaan normal yang menggunakan abu batu tidak memiliki perbedaan yang signifikan (Razuardi,2018). Pada penelitian ini, grafik hubungan subtitusi kadar filler dengan nilai VMA sebagai berikut.

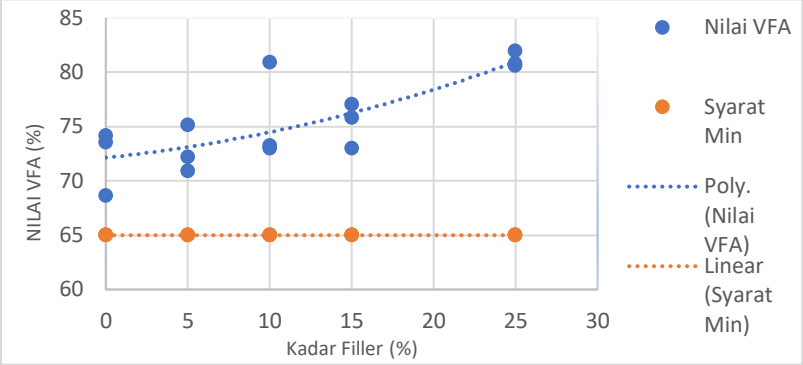


Gambar 5. Hubungan nilai VMA terhadap kadar filler

Dari grafik tersebut, hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi subtitusi filler aspal buton 0% - 25%, Hasil perhitungan nilai VMA cenderung menurun sampai dengan 4,58%.

Void filled with asphalt (VFA)

Nilai VFA menunjukan persentase rongga agregat yang terisi aspal. Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga (2018), dikatakan nilai VFA minimum sebesar 65%. Nilai VFA semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal dalam campuran dikarenakan banyak aspal yang digunakan dan kadar bitumen yang terkandung dalam *buton rock asphalt* dapat mengurangi komposisi agregat yang terdapat di dalam campuran (Razuardi, 2018). Pada penelitian ini, grafik hubungan subtitusi kadar filler dengan nilai VFA sebagai berikut.

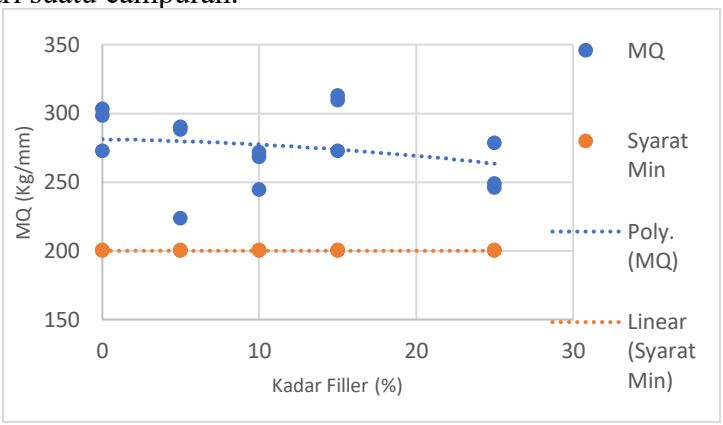


Gambar 6. Hubungan nilai VFA terhadap kadar filler

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi subtitusi filler aspal buton 0% - 25%, Hasil perhitungan nilai VFA, cenderung mengalami peningkatan seiring ditambahkan filler hasil ekstraksi asbuton sampai dengan 2%

Marshall quotient (MQ)

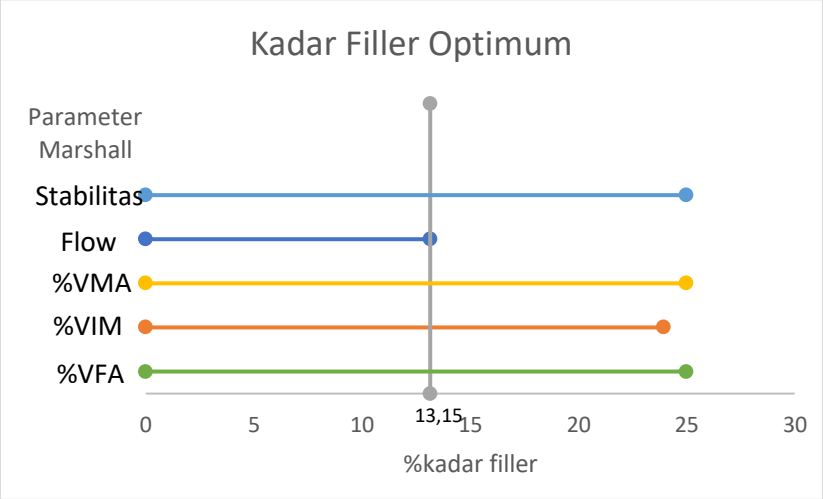
Marshall Quotient (MQ) adalah rasio antara nilai stabilitas dengan nilai flow pada campuran beton aspal dalam pengujian marshall. MQ merupakan indikator tingkat kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran.



Gambar 7. Hubungan nilai MQ terhadap kadar filler

Analisis kadar filler optimum

Dari perhitungan parameter marshall, data yang diperoleh untuk penentuan filler optimum (berat terhadap total filler agregat) yang memberikan kinerja terbaik pada campuran beton aspal dapat dilihat pada grafik sebagai berikut.



Gambar 8. Kadar filler optimum

Dari hasil pengujian campuran tanpa filler (0%) dengan subtitusi residu filler hasil ekstraksi asbuton 15% menunjukkan adanya peningkatan kinerja campuran beton aspal. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan filler mampu memperkuat ikatan antara aspal dan agregat sehingga campuran menjadi lebih padat dan stabil. Hasil plot grafik didapat filler optimum pada kadar 13,15% yang dipengaruhi oleh nilai flow yang terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan Penelitian ini, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian marshall yang telah dilakukan, subtitusi filler residu hasil ekstraksi butiran mineral aspal buton secara umum dapat meningkatkan kinerja campuran beton aspal dengan kadar optimum subtitusi filler sebesar 13,15%.
2. Pengaruh subtitusi filler residu hasil esktraksi butiran mineral asbuton pada kinerja campuran beton aspal pada kadar aspal optimum nilai stabilitas mengalami peningkatan sebesar 9,84%
3. Pengaruh subtitusi filler residu hasil esktraksi butiran mineral asbuton pada kinerja campuran beton aspal terhadap nilai flow mengalami kenaikan sebesar 8,1%
4. Pengaruh subtitusi filler residu hasil esktraksi butiran mineral asbuton pada kinerja campuran beton aspal terhadap nilai volumetrik, VIM dan VMA mengalami penurunan sebesar 6,02% dan 4,58%. Sedangkan pada nilai VFA mengalami peningkatan sebesar 2%.
5. Dari hasil analisis melalui pengujian marsahall, didapat kadar filler optimum yang dapat digunakan pada subtitusi *filler* dengan hasil ekstraksiasbuton dengan kadar subtitusi 13,15% dari berat total *filler* pada campuran.
6. Dari analisis statistik dapat diambil Kesimpulan yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai stabilitas yang diperoleh pada berbagai variasi filler.

DAFTAR RUJUKAN

Maulana, Y. (2016a). *Studi Kadar Aspal Optimum Menggunakan Alat Marshall Dan Alat Percentage Refusal Density*.

Fauzan, M., Saleh, S. M., & Isya, M. (2019). Modifikasi Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Buton Granular Asphalt Sebagai Bahan Substitusi. *Journal of The Civil Engineering Student*, *1*(3), 155–161.

Fauzi, H. (2012). *UNIVERSITAS INDONESIA*. Ekstraksi bitumen dari batuan aspal buton menggunakan gelombang mikro dengan pelarut N-Heptana, Toluena ,dan Etanol.

Parapat, Y. R., Risnawati, A., Sabrilia, I. M., Hamdhan, N. I., & Aschuri, I. (2022). *Studi_Optimasi_Pembuatan_Nanoaspal_Karet*.

Chintya Devi, U., & Nur Azizah Affandy, dan. (n.d.). Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC).

Sukirman. S., (2016), "Beton Aspal Campuran Panas", Bandung: Institut Teknologi Nasional,

Suryana, N., & Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. (2008). *Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara*.

Bina Marga. (2018). *Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi Umum 2018*. Untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 2).

Fauzan, M., Saleh, S. M., & Isya, M. (2019). Modifikasi Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Buton Granular Asphalt Sebagai Bahan Substitusi. *Journal of The Civil Engineering Student*, *1*(3), 155–161.

Affandi, F., & Pusat Litbang Jalan Jembatan. (2008). *Karakteristik Bitumen Asbuton Butir Untuk Campuran Beraspal Panas.*

Razuardi, M. Saleh, S., Isya, M. (2018). Pengaruh Penambahan *Buton Rock Asphalt* (BRA) Sebagai Filler Pada Campuran Laston Lapis Aus (Ac-Wc).

Nuryadin, R. E. (2008). Pengaruh Penggunaan Aspal Buton Sebagai Filler Campuran Split Mastic Asphalt Terhadap Karakteristik Marshall. Universitas Negeri Yogyakarta.