



PEMANFAATAN MATERIAL BATU KALI DARI PINOGALUMAN, BOLAANG MONGONDOW UTARA DALAM CAMPURAN ASPHALT CONCRETE - BINDER COURSE (AC-BC)

Graciella Ch. Bombong^{#a}, Lucia G. J. Lalamentik^{#b}, Theo K. Sendow^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^asellachristafael93@gmail.com, ^blucia.lalamentik@unsrat.ac.id, ^ctheosendow@unsrat.ac.id

Abstrak

Ketersediaan agregat berkualitas untuk perkerasan jalan sering menjadi kendala di beberapa daerah. Penelitian ini mengevaluasi kelayakan batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara sebagai agregat kasar dalam campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC). Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan metode Marshall dengan variasi kadar aspal 3,6%–7,6%. Hasil uji meliputi abrasi, berat jenis, analisa saringan, serta parameter Marshall (stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB, kepadatan, dan kadar aspal efektif). Hasil menunjukkan bahwa material batu kali Pinogaluman memenuhi persyaratan SNI dan Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi II. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah 7,1%, sedangkan pembandingan dari agregat standar Kema adalah 5,9%. Dengan demikian, batu kali Pinogaluman dapat dimanfaatkan sebagai alternatif agregat lokal yang potensial dalam konstruksi jalan raya.

Kata kunci: AC-BC, batu kali Pinogaluman, Marshall test, kadar aspal optimum

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Konstruksi jalan yang kuat dan tahan lama membutuhkan material berkualitas tinggi, salah satunya pada lapisan Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) yang berfungsi sebagai pengikat sekaligus penyalur beban dari permukaan jalan ke lapisan bawah (Fladvad et al., 2021). Kinerja AC-BC sangat dipengaruhi oleh kualitas agregat, namun ketersediaan agregat standar sering menjadi kendala, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber material (Suyono & Jonbi, 2021).

Salah satu material lokal yang berpotensi adalah batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara, yang hingga kini belum banyak diteliti penggunaannya sebagai agregat dalam campuran AC-BC. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang mendalam tentang karakteristik batu kali ini, terutama dalam memenuhi standar kualitas campuran AC-BC. Metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas campuran aspal adalah uji Marshall. Uji ini menilai berbagai parameter, seperti Stabilitas, Flow, VMA, VIM, VFB, Kadar Aspal Efektif/Pbe, dan Kepadatan Campuran (Rochaeti, R., Utami, R., & Febrianty, L. 2023).

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi batu kali Pinogaluman sebagai agregat campuran AC-BC melalui pengujian Marshall, sehingga dapat memberikan alternatif pemanfaatan material lokal sekaligus mendukung ketersediaan agregat untuk pembangunan jalan raya di daerah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah material batu kali ari Pinogaluman memenuhi persyaratan teknis sebagai agregat kasar dalam campuran AC-BC berdasarkan hasil pengujian laboratorium?
2. Bagaimana hasil karakteristik Marshall (stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB, Pbe dan kepadatan) dari campuran AC-BC yang menggunakan batu kali Pinogaluman dibandingkan dengan agregat standar dari Kema?
3. Berapa kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari campuran AC-BC dengan menggunakan batu kali Pinogaluman berdasarkan uji Marshall di laboratorium?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi karakteristik dan kelayakan material batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara sebagai agregat dalam campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) berdasarkan hasil pengujian karakteristik Marshall.
2. Menganalisa hasil pengujian Marshall dari campuran yang menggunakan batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara, dengan standar yang berlaku untuk menentukan apakah material ini memenuhi persyaratan kualitas campuran AC-BC.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan tentang potensi pemanfaatan material batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara, Sulawesi Utara sebagai agregat dalam campuran AC- BC, yang dapat mendorong penggunaan sumber daya lokal dan mengurangi ketergantungan pada material dari luar daerah
2. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang ingin meneliti lebih lanjut mengenai karakteristik lain dari batu kali Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara atau aplikasi material ini dalam jenis campuran aspal lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium. Hasil penelitian ini mungkin memerlukan verifikasi lebih lanjut dalam skala lapangan untuk memastikan performa sebenarnya dalam kondisi operasional.
2. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan material batu kali dari Pinogaluman, Bolaang Mongondow Utara sebagai agregat dalam campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC).
3. Penelitian ini mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI) dan Bina Marga 2018 Revisi II.
4. Penelitian hanya membandingkan agregat dari Kema sebagai material standar dengan batu kali dari Pinogaluman, tanpa melibatkan jenis agregat lain atau sumber material alternatif lainnya.

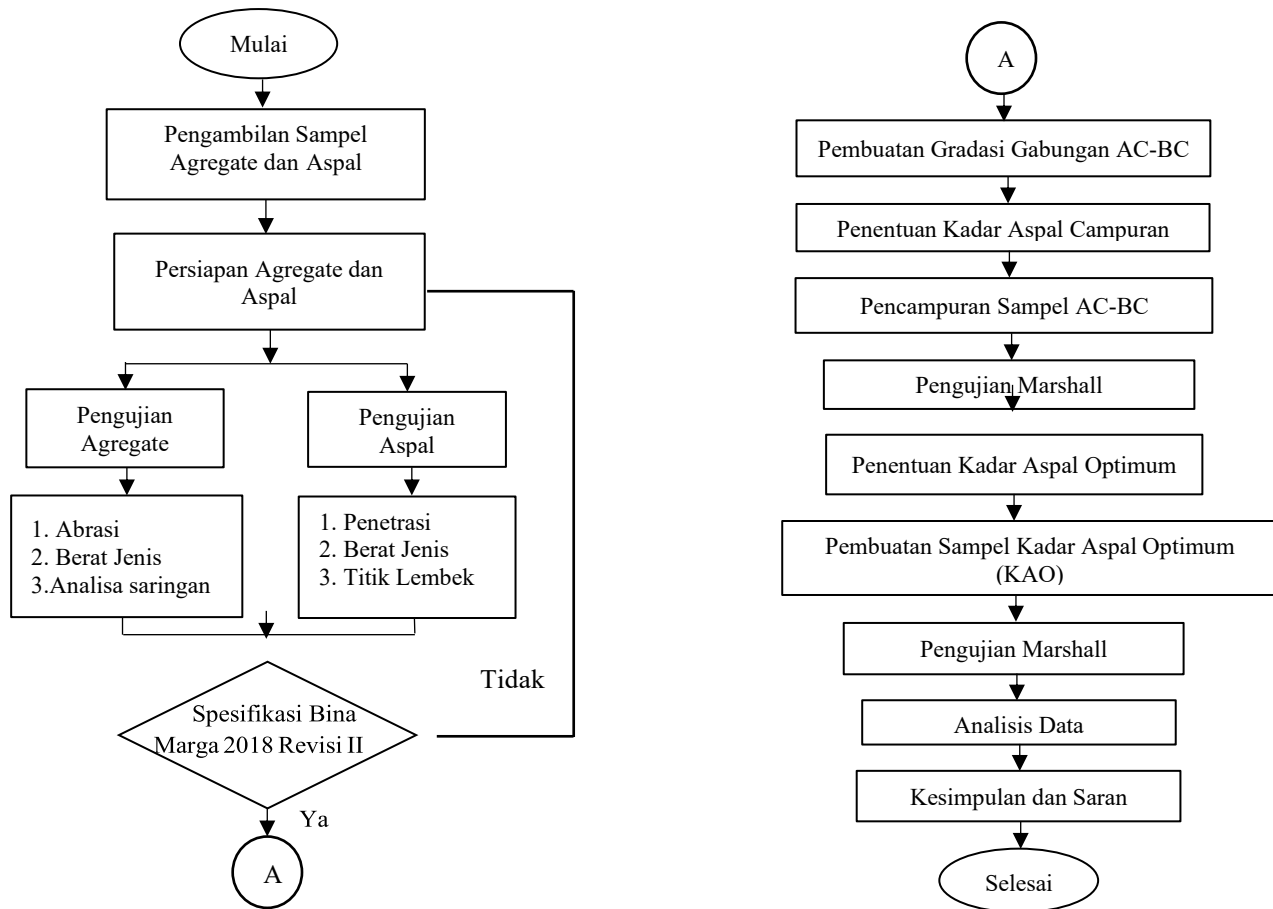
2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian karakteristik Marshall akan dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil pada Universitas Sam Ratulangi Manado. Wilayah Pinogaluman, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Provinsi Sulawesi Utara, menjadi lokasi pengambilan material batu kali yang menjadi bahan utama dalam campuran Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan batu kali di wilayah tersebut yang berpotensi dimanfaatkan sebagai material konstruksi jalan.

2.2 Alur Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan terhadap material yang digunakan dalam penelitian, meliputi agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, serta material tambahan lainnya. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh material memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi II) dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Abrasi Agregat Pinogaluman

Sifat-sifat Material	Hasil Pemeriksaan		Persyaratan	
	100 Putaran	500 Putaran	100 Putaran	500 Putaran
¾" - ½" 2500	8,009 %	28,91 %	Maks. 8%	Maks. 40%
½" 3/8" 2500				

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Abrasi Agregat Kema

Sifat- sifat Material	Hasil Pemeriksaan		Persyaratan	
	100 Putaran	500 Putaran	100 Putaran	500 Putaran
¾" - ½" 2500	7,256 %	23,45 %	Maks. 8%	Maks. 40%
½" - 3/8" 2500				

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Pinogaluman

Sifat-sifat Material	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
• Agregat Kasar		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,681	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,720	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,791	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	1,463	Maks 3,00
• Agregat Medium		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,701	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,735	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,795	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	1,240	Maks 3,00
• Agregat Halus		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,604	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,707	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,905	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	3,975	Maks 3,00

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kema

Sifat-sifat Material	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
• Agregat Kasar		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,670	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,717	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,801	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	1,764	Maks 3,00
• Agregat Medium		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,657	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,712	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,812	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	2,052	Maks. 3,00
• Agregat Halus		
Berat Jenis <i>bulk</i> (Sd) (gr/cc)	2,478	-
Berat Jenis SSD (Sd) (gr/cc)	2,513	-
Berat Jenis <i>apparent</i> (Sa) (gr/cc)	2,566	-
Penyerapan Air (Sw) (%)	1,370	Maks. 3,00

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Pinogaluman

No Saringan	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	100,00	100,00	100,00
3/4"	100,00	100,00	100,00
1/2"	16,31	100,00	100,00
3/8"	4,17	99,58	100,00
No. 4	0,24	13,84	99,26
No. 8	0,20	0,58	71,58
No. 16	0,17	0,44	50,04
No. 30	0,13	0,37	36,04
No. 50	0,10	0,32	23,89
No. 100	0,07	0,27	13,35
No. 200	0,03	0,18	6,15

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kema

No Saringan	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	100,00	100,00	100,00
3/4"	100,00	100,00	100,00
1/2"	48,44	99,77	100,00
3/8"	19,77	99,41	100,00
No. 4	0,79	36,41	99,65
No. 8	0,28	9,09	81,67
No. 16	0,23	5,12	62,58
No. 30	0,21	3,52	50,73
No. 50	0,18	2,45	33,19
No. 100	0,13	1,42	22,54
No. 200	0,05	0,42	11,38

Hasil pemeriksaan aspal pertamina pen 60/70 yang tersedia di laboratorium Perkerasan Jalan Universitas Sam Ratulangi Manado dilakukan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi II).

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan
Penetrasi (mm)	67,28	60-70
Titik Lembek (°C)	48,50	≥ 48
Berat Jenis (gram/cc)	1,0325	≥ 1,0

3.2. Campuran Benda Uji

Campuran benda uji pada penelitian ini dibuat dengan menyusun kombinasi agregat kasar, sedang, halus, dan filler sesuai dengan gradasi yang dipersyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II. Proses penyusunan dilakukan dengan menghitung proporsi masing-masing fraksi agregat berdasarkan hasil analisa saringan yang telah diperoleh sebelumnya.

Tabel 8. Kombinasi Agregat Pinogaluman

No Saringan	Agregat				Modifikasi Design				Hasil Kombinasi	Spesifikasi
	BP 10-20	BP 5-10	BP 0-5	PC	BP 10-20	BP 5-10	BP 0-5	PC		
1"	100,00	100,00	100,00	100	23,00	20,00	55,00	2,00	100,00	100
3/4"	100,00	100,00	100,00	100	23,00	20,00	55,00	2,00	100,00	90 - 100
1/2"	16,31	100,00	100,00	100	3,75	20,00	55,00	2,00	80,75	75 - 90
3/8"	4,17	99,58	100,00	100	0,96	19,92	55,00	2,00	77,88	66 - 82
No. 4	0,24	13,84	99,26	100	0,06	2,77	54,59	2,00	59,42	46 - 64
No. 8	0,20	0,58	71,58	100	0,05	0,12	39,37	2,00	41,53	30 - 49
No. 16	0,17	0,44	50,04	100	0,04	0,09	27,52	2,00	29,65	18 - 38
No. 30	0,13	0,37	36,04	100	0,03	0,07	19,82	2,00	21,93	12 - 28
No. 50	0,10	0,32	23,89	100	0,02	0,06	13,14	2,00	15,22	7 - 20
No. 100	0,07	0,27	13,35	100	0,02	0,05	7,34	2,00	9,41	5 - 13
No. 200	0,03	0,18	6,15	81,1	0,01	0,04	3,38	1,62	5,05	4 - 8

Tabel 9. Hasil Kombinasi Agregat Pinogaluman
Persentase Yang Didapat Dari Hasil Kombinasi Agregat

No	Jenis Agregat	Persentase Rancangan (%)
1	Batu Pecah 10-20 mm : 19,10 – 0,075 mm	23
2	Batu Pecah 5-10 mm : 12,70 – 0,075 mm	20
3	Batu Pecah 0-5 mm : 4,75 – 0,075 mm	55
4	PC :	2

Tabel 10. Kombinasi Agregat Kema

No Saringan	Agregat				Modifikasi Design				Hasil Kombinasi	Spesifikasi
	BP 10-20	BP 5-10	BP 0-5	PC	BP 10-20	BP 5-10	BP 0-5	PC		
1"	100,00	100,00	100,00	100	30,00	25,00	45,00	0,00	100,00	100
3/4"	100,00	100,00	100,00	100	30,00	25,00	45,00	0,00	100,00	90 - 100
1/2"	48,44	99,77	100,00	100	14,53	24,94	45,00	0,00	84,47	75 - 90
3/8"	19,77	99,41	100,00	100	5,93	24,85	45,00	0,00	75,78	66 - 82
No. 4	0,79	36,41	99,65	100	0,24	9,10	44,84	0,00	54,18	46 - 64
No. 8	0,28	9,09	81,67	100	0,08	2,27	36,75	0,00	39,11	30 - 49
No. 16	0,23	5,12	62,58	100	0,07	1,28	28,16	0,00	29,51	18 - 38
No. 30	0,21	3,52	50,73	100	0,06	0,88	22,83	0,00	23,77	12 - 28
No. 50	0,18	2,45	33,19	100	0,05	0,61	14,94	0,00	15,60	7 - 20
No. 100	0,13	1,42	22,54	100	0,04	0,35	10,14	0,00	10,53	5 - 13
No. 200	0,05	0,42	11,38	81,1	0,02	0,10	5,12	0,00	5,24	4 - 8

Tabel 11. Hasil Kombinasi Agregat Kema
Persentase Yang Didapat Dari Hasil Kombinasi Agregat

No	Jenis Agregat	Persentase Rancangan (%)
1	Batu Pecah 10-20 mm : 19,10 – 0,075 mm	30
2	Batu Pecah 5-10 mm : 12,70 – 0,075 mm	25
3	Batu Pecah 0-5 mm : 4,75 – 0,075 mm	45
4	PC :	0

3.3. Hasil Pengujian Marshall Marshall Campuran AC-BC untuk Mendapatkan Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* yang menggunakan material dari Pinogaluman dan Kema, diperoleh nilai karakteristik *Marshall* untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6%.

Tabel 12. Hasil Pengujian Marshall Pinogaluman

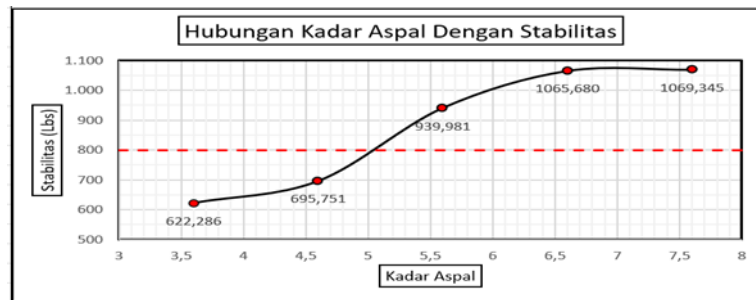
Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		3,6%	4,6%	5,6%	6,6%	7,6%
Stabilitas (kg)	Min. 800	622,286	695,751	939,981	1065,680	1069,345
Flow (mm)	2-4	3,907	3,972	3,997	3,980	3,867
VIM (%)	3,0-5,0	14,618	11,366	10,382	5,781	2,304
VMA (%)	Min. 15	19,268	18,318	19,495	17,489	16,586
VFB (%)	Min. 65	24,340	37,969	46,755	67,023	86,114
FF/Kadar aspal (Pb) EFF	0,6-1,2	2,218	1,501	1,128	0,900	0,746

Tabel 13. Hasil Pengujian Marshall Kema

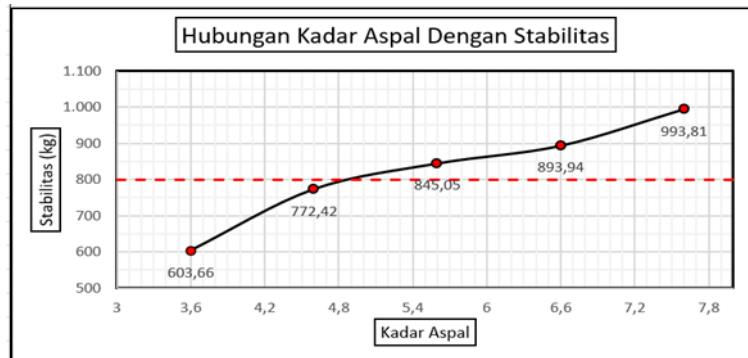
Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		3,6%	4,6%	5,6%	6,6%	7,6%
Stabilitas (kg)	Min. 800	603,662	772,424	845,053	893,945	993,805
Flow (mm)	2-4	3,105	3,608	3,371	3,430	3,744
VIM (%)	3,0-5,0	11,389	8,897	5,047	2,020	1,516
VMA (%)	Min. 15	17,279	17,055	15,677	15,123	16,772
VFB (%)	Min. 65	34,108	47,836	67,831	86,759	90,958
FF/Kadar aspal (Pb) EFF	0,6-1,2	1,837	1,330	1,037	0,847	0,714

3.4. Pembahasan Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan material Pinogaluman, nilai stabilitas pada kadar aspal 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6%, dan 7,6% masing-masing adalah 622,286 kg, 695,751 kg, 939,981 kg, 1065,680 kg, dan 1069,345 kg. Sedangkan Berdasarkan hasil pengujian menggunakan material Kema, nilai hubungan stabilitas dengan kadar aspal 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6%, dan 7,6% masing-masing adalah 603,662 kg, 772,424 kg, 845,053 kg, 893,945 kg, dan 993,805 kg. Berdasarkan dengan spesifikasi, nilai stabilitas minimum yang disyaratkan adalah 800 kg.

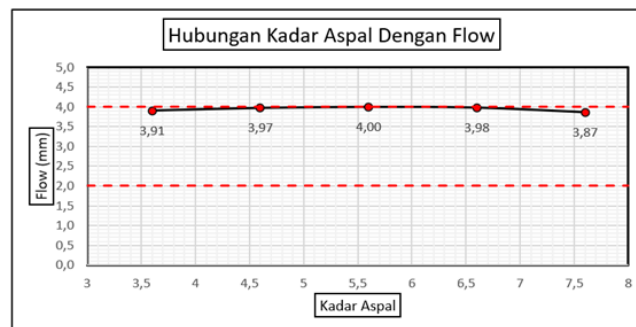


Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas material Pinogaluman

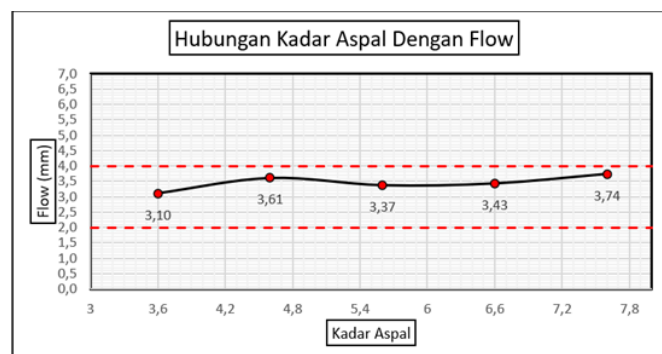


Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas material Kema

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan material Pinogaluman, nilai yang didapatkan pada hubungan antara flow dengan kadar aspal yaitu 3,6% sebesar 3,91 mm, 4,6% sebesar 3,97 mm, 5,6% sebesar 4,00 mm, 6,6% sebesar 3,98 mm, dan 7,6% sebesar 3,87 mm. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian menggunakan material Kema, nilai yang didapatkan pada hubungan antara flow dengan kadar aspal yaitu 3,6% sebesar 3,10 mm, 4,6% sebesar 3,61 mm, 5,6% sebesar 3,37 mm, 6,6% sebesar 3,43 mm, dan 7,6% sebesar 3,74 mm. Berdasarkan spesifikasi nilai flow disyaratkan adalah minimal 2 mm maksimal 4 mm.

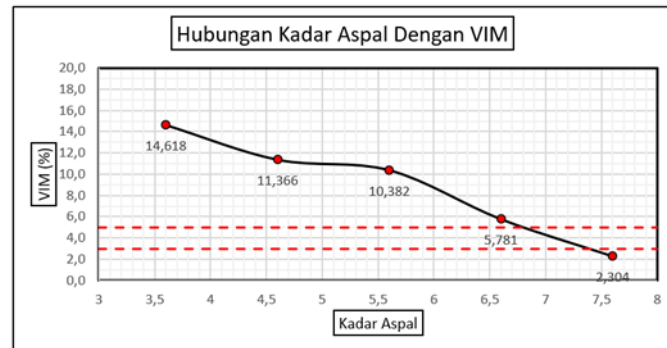


Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow material Pinogaluman

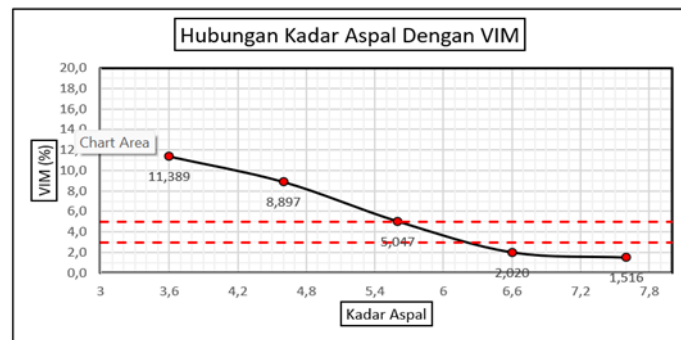


Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow material Kema

Berdasarkan hasil pengujian, yang didapatkan nilai hubungan kadar aspal dengan VIM material Pinogaluman yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 14,618%, 11,366%, 10,382%, 5,781%, 2,304%. Sedangkan Berdasarkan hasil pengujian, yang didapatkan nilai hubungan kadar aspal dengan VIM yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 11,389%, 8,897%, 5,047%, 2,020%, 1,516%. Spesifikasi khusus memberikan syarat minimum untuk VIM yaitu minimal 3% dan maksimal 5%.

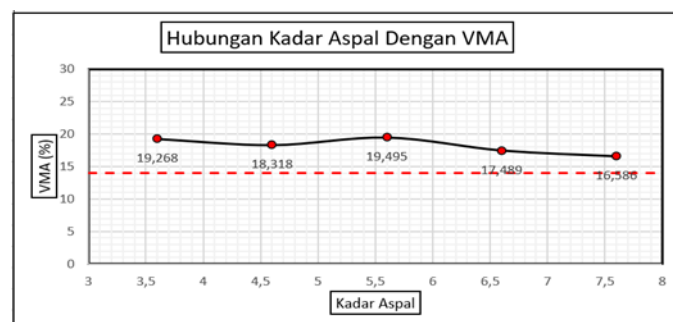


Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM material Pinogaluman

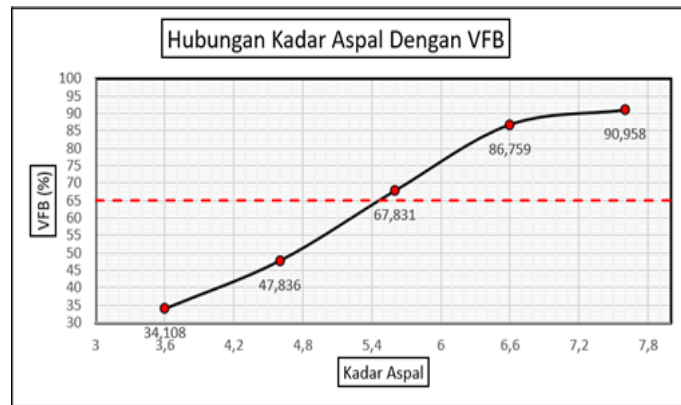


Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM material Kema

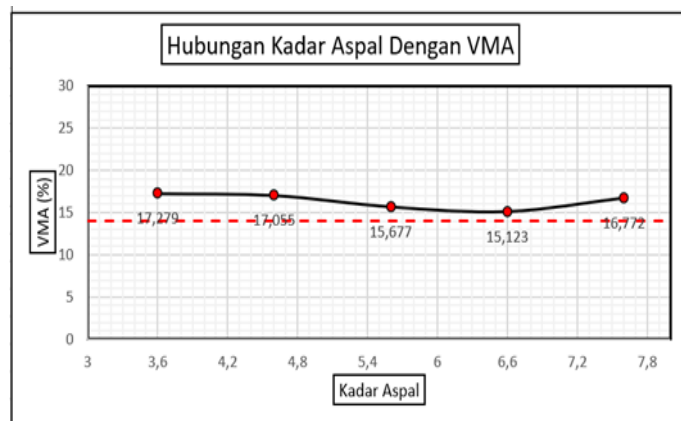
Berdasarkan hasil pengujian, nilai yang didapatkan pada hubungan kadar aspal dengan VMA pada material Pinogaluman yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 19,268%, 18,318%, 19,495%, 17,489%, 16,586%. Sedangkan Berdasarkan hasil pengujian, nilai yang didapatkan pada hubungan kadar aspal dengan VMA pada material Kema yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 17,279%, 17,055%, 15,677%, 15,123%, 16,772%. spesifikasi nilai VMA disyaratkan minimal 15%.



Gambar 8. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA material Pinogaluman

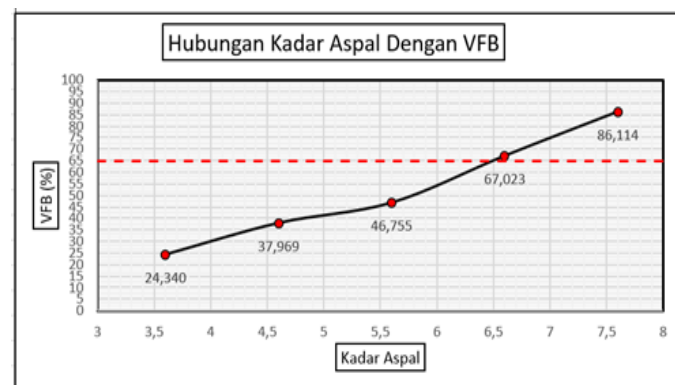


Gambar 9. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA material Kema



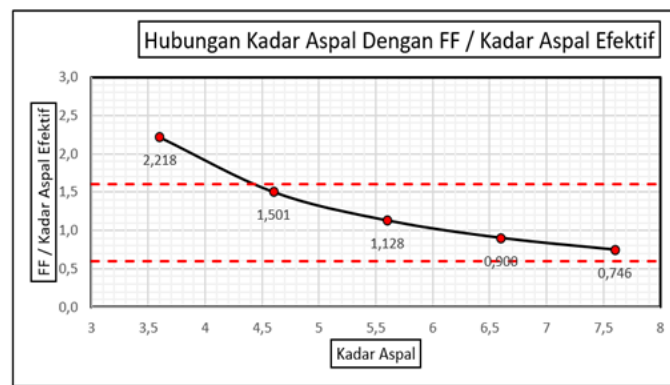
Gambar 10. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB material Pinogaluman

Berdasarkan hasil pengujian, nilai yang didapatkan pada hubungan kadar aspal dengan VFB pada material Pinogaluman yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 24,340%, 37,969%, 46,755%, 67,023%, 86,114%. Sedangkan Berdasarkan hasil pengujian, nilai yang didapatkan pada hubungan kadar aspal dengan VFB pada material Kema yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 34,108%, 47,836%, 67,831%, 86,759%, 90,958%.

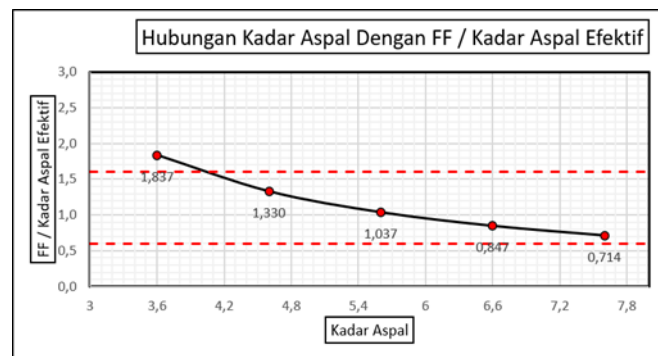


Gambar 11. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB material Kema

Berdasarkan hasil pengujian, nilai hubungan antara kadar aspal dengan FF/Kadar Aspal Efektif pada material Pinogaluman 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6%, 7,6% berturut- turut yaitu 2,218 1,501, 1,128, 0,900 dan 0,746. Sedangkan pada material Kema yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6%, 7,6% berturut- turut yaitu 1,837 1,330, 1,037, 0,847 dan 0,714. Berdasarkan spesifikasi nilai stabilitas disarankan minimal 0,6 maksimal 1,2%

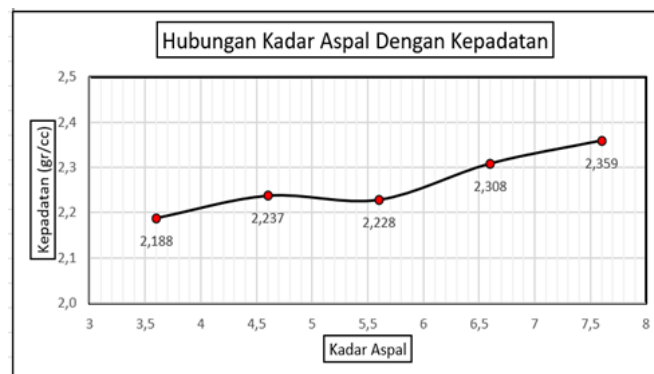


Gambar 12. Hubungan Kadar Aspal dengan FF/Pbe material Pinogaluman

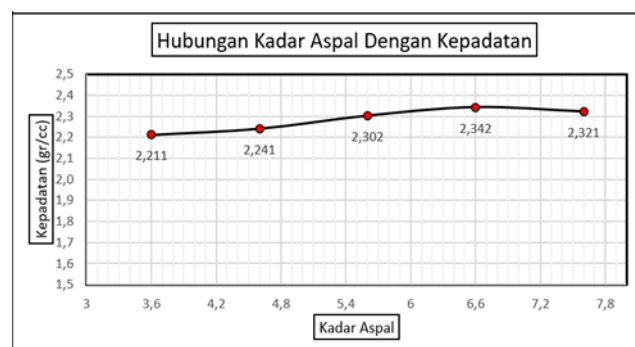


Gambar 13. Hubungan Kadar Aspal dengan FF/Pbe material Kema

Berdasarkan hasil pengujian, nilai yang didapatkan pada hubungan antara kadar aspal dengan kepadatan pada material Pinogaluman yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 2,188, 2,237, 2,228 2,308, 2,359. Sedangkan pada material Kema yaitu 3,6%, 4,6%, 5,6%, 6,6% dan 7,6% masing-masing yaitu 2,211, 2,241, 2,302 2,342, 2,321.



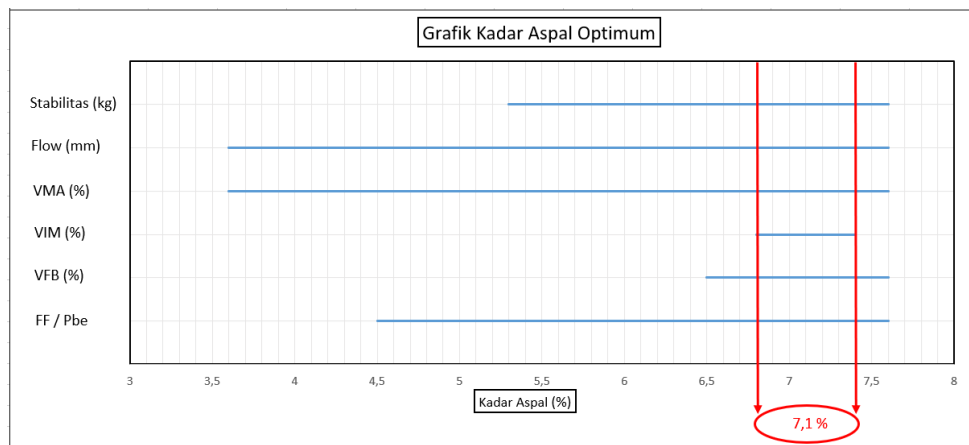
Gambar 14. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan material Pinogaluman



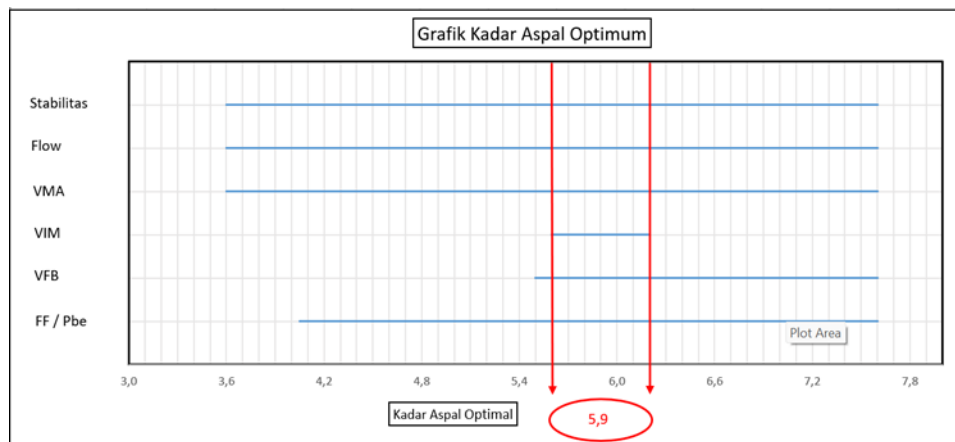
Gambar 15. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan material Pinogaluman

3.5. Kadar Aspal Optimum dari Pengujian Marshall

Berdasarkan hasil pengujian Marshall pada Material Pinogaluman dan Kema, didapatkan kadar aspal terbaik adalah 7,1% dan 5,9% berdasarkan karakteristik Marshall memenuhi spesifikasi untuk campuran AC-BC ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 16. Kadar Aspal Optimum (Pinogaluman)



Gambar 17. Kadar Aspal Optimum (Kema)

3.6. Hasil Marshall KAO

Dari hasil analisis, kadar aspal optimum untuk material Pinogaluman ditetapkan sebesar 7,1%, sedangkan untuk material Kema sebesar 5,9%. Nilai ini dipilih karena pada kadar tersebut seluruh parameter Marshall telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi II.

Tabel 14. Hasil Marshall KAO

Karakteristik	Syarat	Lokasi	
		Kema (5,9%)	Pinogaluman (7,1%)
Stabilitas (kg)	Min. 800	850,610	1066,532
Flow (mm)	2-4	3,508	3,920
VIM (%)	3,0-5,0	3,931	4,211
VMA (%)	Min. 15	15,320	17,172
VFB (%)	Min. 65	74,342	75,479
FF/Kadar aspal (Pb) EFF	0,6-1,2	0,972	0,816

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material batu kali dari Pinogaluman dapat digunakan sebagai agregat pada campuran AC-BC dengan kadar aspal optimum sebesar 7,1%. Nilai karakteristik Marshall (VMA, VIM, VFB, stabilitas, dan flow) memenuhi ketentuan Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi II. Dibandingkan dengan material Kema, agregat Pinogaluman memiliki tekstur yang lebih kasar sehingga membutuhkan kadar aspal lebih tinggi, namun menghasilkan stabilitas yang lebih besar. Sementara itu, agregat Kema dengan distribusi butiran lebih halus cenderung lebih padat dan memerlukan kadar aspal optimum lebih rendah (5,9%). Perbedaan tekstur dan distribusi gradasi agregat ini berimplikasi langsung terhadap nilai karakteristik Marshall, di mana Pinogaluman unggul pada stabilitas dan flow, sedangkan Kema menunjukkan nilai VFB yang lebih tinggi.

Referensi

- As'ari, R., Abdillah, N., & Halimatusadiyah. (2023). Variasi penggunaan agregat kasar kerikil dan batu pecah pada campuran aspal beton AC-WC terhadap karakteristik Marshall. *JURNAL SLUMP TeS*, 1(2), 8–18.
- Fladvad, M., Ulvik, A., & Ulvik, A. (2021). Large-size aggregates for road construction—a review of standard specifications and test methods. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 80(12), 1–13.
- Rochaeti, R., Utami, R., & Febrianty, L. (2023). Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete Wearing Course dengan Modifikasi Karet Alam Padat SIR 20. *Jurnal Annals of Civil Engineering and Built Environment*, 1(19), 105–120.
- Suyono, E., & Jonbi. (2021). *Analisis Pemanfaatan Material Alam Lokal sebagai Material Perkerasan Jalan di Pulau Morotai, Maluku Utara*. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 20(2), 35–48.
- Subagyo, S., & M. Nana, E. Y. (2023). *Pengendalian mutu pelaksanaan aspal beton (AC-BC)*. *CivETech*, 5(1), 38–46.
- Susanto, B., & Haryadi, S. (2019). Pengaruh Kadar Aspal terhadap Stabilitas Campuran AC-BC Menggunakan Agregat Lokal. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 45-55.
- Utami, F., Subagio, B. S., & Kusumawati, A. (2020). Evaluation of The Performance of Hot Mix Asphalt with Natural Rubber (Latex) for Asphalt Concrete- Binder Course (AC-BC). 27(3), 217–222.
- Wahyudi, A. (2020). Pengaruh Agregat Batu Kali Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal AC-BC. Dalam *Seminar Nasional Teknik Sipil 2020* (hlm. 102-110). Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.