

Analisis Penggunaan Material Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Liting pada Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)

*Yubilate Lahasa, Desriantomy & Salonten

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

*)yubilatelahasa@gmail.com

Received: 4 Agustus 2023, Revised: 16 Agustus 2023, Accepted: 16 Agustus 2023

Abstract

The need for pavement materials in Central Kalimantan is increasing along with the many developments in road infrastructure. Therefore, it is necessary to find natural resources around. Tumbang Liting Village, Katingan Hilir Sub-district, Katingan Regency, Central Kalimantan Province has abundant natural resources in the form of stone and sand resulting from local mining waste and has not been utilised properly. Stone from Tumbang Liting Village has a grain size of 5-25 mm with a surface that tends not to be angular. The research was conducted to analyse the use of stone and sand from Tumbang Liting Village as aggregates in Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base) mixes. It is expected that the stone and sand from Tumbang Liting Village can be a solution to the need for HRS-Base pavement materials in Central Kalimantan, especially in the surrounding areas. The research was conducted in the laboratory, examining the physical properties of the aggregate to Marshall testing. The calculation results of the Marshall test obtained Optimum Asphalt Content (KAO) of 7.27%, Stability of 850.90 kg, Voids Between Aggregates (VMA) of 20.08%, Voids in the Mixture (VIM) of 4.28%, Voids Filled with Asphalt (VFA) of 78.90% and Marshall Quotient (MQ) of 265.00 kg/mm.

Keywords: HRS-Base, Marshall, KAO, Gold Mine Waste

Abstrak

Kebutuhan akan material perkerasan jalan di Kalimantan Tengah meningkat seiring dengan banyaknya pembangunan pada infrastruktur jalan. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mencari sumber daya alam yang ada di sekitar. Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah memiliki sumber daya alam berupa batu dan pasir yang melimpah hasil dari limbah pertambangan lokal dan belum dimanfaatkan dengan baik. Batu dari Desa Tumbang Liting memiliki ukuran butir 5-25 mm dengan permukaan cenderung tidak bersudut. Penelitian dilakukan untuk menganalisis penggunaan batu dan pasir dari Desa Tumbang Liting sebagai agregat pada campuran Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base). Diharapkan batu dan pasir Desa Tumbang Liting ini dapat menjadi solusi akan kebutuhan bahan perkerasan HRS-Base di Kalimantan Tengah, terkhususnya pada daerah sekitarnya. Penelitian dilakukan pada Laboratorium, dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik pada agregat hingga pada pengujian Marshall. Hasil perhitungan dari pengujian Marshall didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,27%, Stabilitas sebesar 850,90 kg, Rongga Antar Agregat (VMA) sebesar 20,08%, Rongga Dalam Campuran (VIM) sebesar 4,28%, Rongga Terisi Aspal (VFA) sebesar 78,90% dan Hasil Bagi Marshall (MQ) sebesar 265,00 kg/mm.

Kata kunci: HRS-Base, Marshall, KAO, Limbah Tambang Emas

Pendahuluan

Menurut Puspito (2008), Perkerasan jalan merupakan konstruksi jalan yang diperuntukan bagi jalan lalu lintas yang terletak di atas tanah dasar, dan pada umumnya terdiri dari lapis pondasi bawah, pondasi atas, dan lapis permukaan. Fungsi perkerasan jalan adalah untuk menyediakan permukaan yang rata dan halus bagi pengemudi, untuk melindungi lapisan tanah dari pengaruh buruk perubahan iklim, untuk mendistribusikan beban kendaraan dengan benar pada lapisan tanah, dan untuk melindungi tanah dari tekanan besar.

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas: Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*). Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas.

Menurut Sukirman (1999), Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Susunan konstruksi perkerasan lentur terdiri atas: Lapis permukaan (*Surface Course*), Lapisan pondasi atas (*Base Course*), Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*), Lapisan tanah dasar (*Subgrade*). Lapis permukaan (*Surface Course*) adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas.

Salah satu jenis lapis permukaan (*surface course*) adalah Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston). Menurut Nur Khaerat Nur *et al.*, (2021), Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Menurut Bina Marga Revisi 2 (2018), Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS Fondasi (HRS-Base) dan HRS Lapis Aus (HRS Wearing Course, HRS-WC). HRS-Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS-WC.

Pada campuran HRS-Base dan HRS-WC, menurut Bina Marga Revisi 2 (2018), untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam spesifikasi dengan kunci utama yaitu gradasi yang benar-benar senjang. Agregat yang digunakan sebagai campuran harus lolos saringan dengan ketentuan mengikuti

spesifikasi Bina Marga. Berikut tabel spesifikasi gradasi agregat gabungan pada HRS-Base.

Tabel 1. Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan HRS-Base

Ukuran Saringan (mm)	Berat yang Lolos (%)
3/4"	100
1/2"	90-100
3/8"	65-90
No. 8	35-55
No. 30	15-35
No. 200	2-9

(Sumber: Bina Marga Revisi 2, 2018)

Tabel 2. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran HRS

Sifat-sifat Campuran	Lataston		
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan perbidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0	
	Maks	5,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	17	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	600	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90	

(Sumber: Bina Marga Revisi 2, 2018)

Jalan menjadi prasarana transportasi darat yang berperan penting bagi kemajuan dan pembangunan yang merata di Kalimantan Tengah. Dalam Seri Analisis Pembangunan Wilayah Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Kalimantan Tengah (2015), menyatakan Provinsi Kalimantan Tengah dilayani oleh jaringan jalan sepanjang 15.253 km, dengan kepadatan penduduk rendah. Pembangunan ekonomi membutuhkan dukungan sarana transportasi dan ketersediaan jaringan listrik yang memadai. Pembangunan infrastruktur yang baik akan menjamin efisiensi, memperlancar pergerakan barang dan jasa, dan meningkatkan nilai tambah perekonomian.

Dengan kondisi di Kalimantan Tengah yang saat ini meningkat dalam pembangunan khususnya pada infrastruktur jalan, maka membuat kebutuhan pada bahan material perkerasan jalan menjadi cukup lebih besar. Pada Desa Tumbang Liting

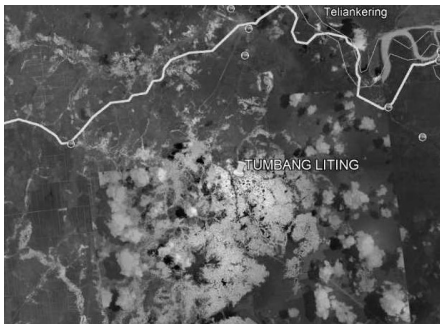
Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah terdapat hasil limbah pertambangan lokal yang cukup banyak berupa batu dan pasir. Diperkirakan luas lahan limbah pertambangan lokal yang ada di Desa Tumbang Liting sebesar ± 765.900 ha, dan material ini belum dimanfaatkan dengan baik.

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis apakah batu dan pasir dari Desa Tumbang Liting memenuhi spesifikasi Bina Marga sebagai agregat dalam campuran perkerasan jalan *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*.

Menurut Nur Khaerat Nur *et al.*, (2021), pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan. Diharapkan dengan memanfaatkan sumber daya alam limbah pertambangan lokal berupa batu dan pasir yang ada di Desa Tumbang Liting ini dapat menjadi alternatif agregat untuk pembangunan jalan di Kalimantan Tengah dan daerah sekitarnya, selain itu upaya untuk mengurangi limbah hasil pertambangan lokal dan efisiensi terhadap waktu dan biaya dapat dicapai.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium dalam menganalisis batu dan pasir dari Desa Tumbang Liting. Pengambilan data sampel dilakukan dengan membuat 15 buah benda uji (*briket*). Dengan komposisi terdiri atas Batu Pecah dan Pasir Eks. Tumbang Liting dan Abu Batu Eks. Merak yang didapatkan dari *stockpile* PT. Karya Halim Sampoerna Jalan Mahir Mahar Kota Palangka Raya.



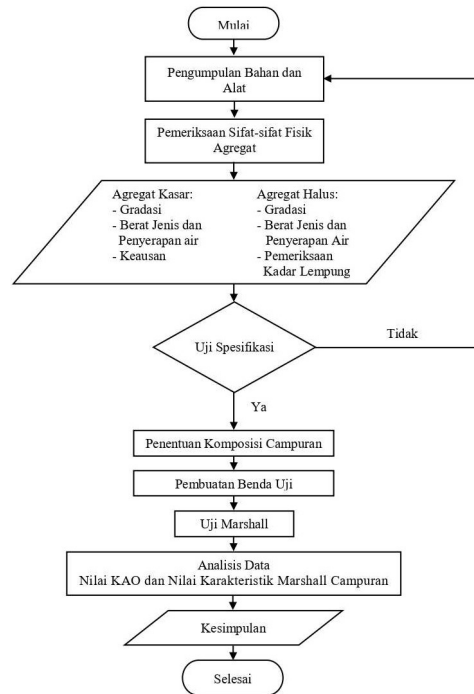
(Sumber: Google Earth, 2023)

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material di Desa Tumbang Liting

Untuk material batu dari Desa Tumbang Liting, dipecahkan secara manual menggunakan palu agar mendapatkan syarat karakteristik agregat kasar yang memenuhi pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*. Selanjutnya dilakukan

pemeriksaan sifat-sifat fisik dari masing-masing agregat. Data yang didapatkan dari pemeriksaan sifat fisik agregat digunakan untuk membuat rencana komposisi/proporsi campuran. Untuk rencana campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*, dengan perhitungan awal dilakukan cara diagonal dan hasil komposisi yang didapat dikontrol dengan cara coba-coba (*trial and error*). Komposisi/proporsi yang sudah didapatkan selanjutnya digunakan untuk membuat benda uji dan dilakukan pengujian *Marshall*.

Untuk bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Sifat-Sifat Fisik Agregat

Hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisa saringan) agregat kasar dan halus, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus, keausan (abrasi) agregat kasar dan pemeriksaan kadar lempung (*sand equivalent*) dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Gradasi

No. Saringan		Persentase Lolos Saringan (%)		
		Agregat Kasar (CA)	Agregat Halus (FA)	
Inch	mm	Eks. Tumbang Liting	Abu Batu Eks. Merak	Pasir Eks. Tumbang Liting
#3/4	19	100,00	100,00	100,00
#1/2	12,5	78,60	100,00	100,00
#3/8	9,5	43,42	100,00	100,00
No.8	2,36	2,91	67,03	89,35
No.30	0,60	2,02	37,84	47,07
No.200	0,075	0,81	12,71	12,51

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis, Penyerapan, Keausan, dan Sand Equivalent

Pemeriksaan	Agregat Kasar (CA)		Agregat Halus (FA)		Spesifikasi
	Eks. Tumbang Liting	Abu Batu Eks. Merak	Pasir Eks. Tumbang Liting		
Berat Jenis (gram/cm ³)	2,479	2,334	2,613	-	
Berat Jenis Kering Permukaan / SSD (gram/cm ³)	2,525	2,401	2,639	-	
Berat Jenis Semu (gram/cm ³)	2,598	2,502	2,683		Min. 2,5
Penyerapan (%)	1,837	2,877	0,990		Maks. 3
Keausan / Abrasi (%)	35,09	-	-		Maks. 40
Sand Equivalent (%)	-	-	69,32		Min. 50

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2023)

Dari hasil pemeriksaan berat jenis, penyerapan, keausan, dan sand equivalent semua menunjukkan telah memenuhi spesifikasi sehingga agregat dapat digunakan bagi campuran HRS-Base.

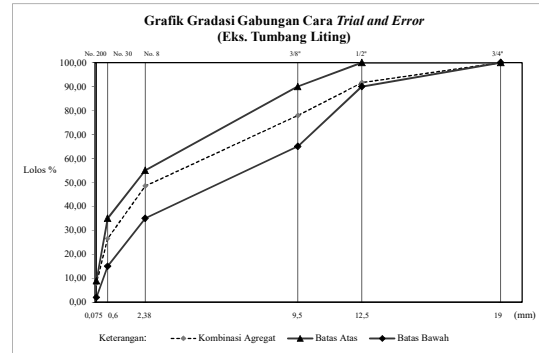
Rencana Campuran

Rencana campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*, dengan perhitungan awal dilakukan cara diagonal dan hasil komposisi yang didapat dikontrol kembali dengan cara coba-coba (*trial and error*). Hasil perhitungan gradasi agregat gabungan cara trial and error dan grafiknya dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Gradasi Agregat Gabungan

No. Saringan	Agregat Kasar (CA)	Agregat Halus (FA)				Total Kombinasi	Spesifikasi		
		Batu Pecah	Abu Batu	Pasir					
Inch	mm	100%	39%	100%	32%	100%	29%		
#3/4	19	100	39	100	32	100	29	100	100
#1/2	12,5	78,6	30,65	100	32	100	29	91,65	90-100
#3/8	9,5	43,42	16,93	100	32	100	29	77,93	65-90
No.8	2,38	2,91	1,14	67,03	21,45	89,35	25,91	48,5	35-55
No.30	0,595	2,02	0,79	37,84	12,11	47,07	13,65	26,55	15-35
No.200	0,074	0,81	0,32	12,71	4,07	12,51	3,63	8,01	2-9

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Gabungan Cara Trial and Error

Dari hasil gradasi agregat gabungan yang telah didapatkan, selanjutnya menentukan nilai kadar aspal tengah dengan rumus:

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% \text{Filler}) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

Keterangan:

- P_b = Kadar aspal
- CA = Agregat kasar (Coarse Aggregate)
- FA = Agregat halus (Fine Aggregate)
- Filler = Agregat halus lolos saringan No. 200
- Konstanta = 2,0 - 3,0 (diambil nilai konstanta = 2,0)

$$P_b = (0,035 \times 51,50) + (0,045 \times 40,49) + (0,18 \times 8,01) + 2,0$$

$$P_b = 7,07 \approx 7\%$$

Didapatkan kadar aspal tengah sebesar 7%, dari nilai P_b selanjutnya diambil 2 variasi kadar aspal ke bawah dan ke atas dengan interval 0,5%. Maka diperoleh 5 variasi kadar aspal, yaitu 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%. Digunakan total berat persentase agregat yaitu 1.200 gram.

Selanjutnya menghitung berat material dan aspal dalam campuran. Berikut tabel hasil perhitungan dari rencana komposisi campuran.

Tabel 6. Rencana Komposisi Campuran

Agregat Kasar (CA)		Agregat Halus (FA)				Variasi Kadar Aspal						
Batu Pecah Eks. Tumbang Liting	Abu Batu Eks. Merak	Pasir Eks. Tumbang Liting	6%		6,5%		7%		7,5%		8%	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr
39	468	32	384	29	348	76,6	83,42	90,32	97,3	104,35	Berat Total Agregat 1200 Gram	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

Pengujian Marshall

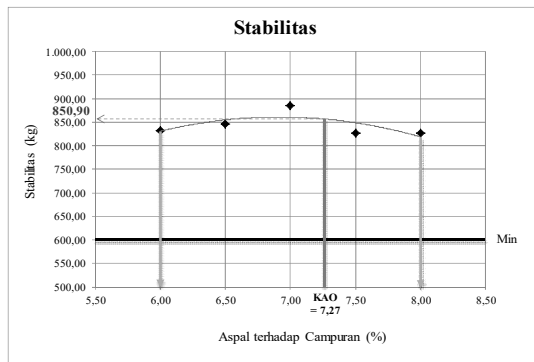
Benda uji yang telah dibuat sesuai dengan rencana komposisi campuran selanjutnya dilakukan pengujian *Marshall*. Hasil perhitungan dari pengujian *Marshall* sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal (%)	Parameter Karakteristik <i>Marshall</i>						Keterangan
	Stabilitas (kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	MQ (kN/mm)		
6	831,648	18,235	5,293	70,991	287,288	VIM Tidak Memenuhi	
6,5	845,903	18,94	4,88	74,235	265,347	Memenuhi	
7	884,554	19,774	4,614	76,668	272,169	Memenuhi	
7,5	826,615	20,401	4,095	79,926	267,196	Memenuhi	
8	826,092	20,497	2,919	85,759	258,321	VIM Tidak Memenuhi	
Spesifikasi	> 600	>17	3-5	> 68	> 250		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

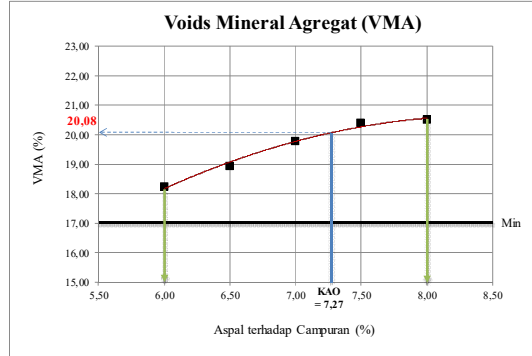
Hasil perhitungan pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa pada kadar aspal 6,5%, 7%, dan 7,5% memenuhi spesifikasi pada semua parameter karakteristik *Marshall*, sedangkan pada kadar aspal 6% dan 8% beberapa parameter karakteristik *Marshall* tersebut tidak memenuhi spesifikasi. Untuk grafik hubungan parameter karakteristik *Marshall* terhadap kadar aspal dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal

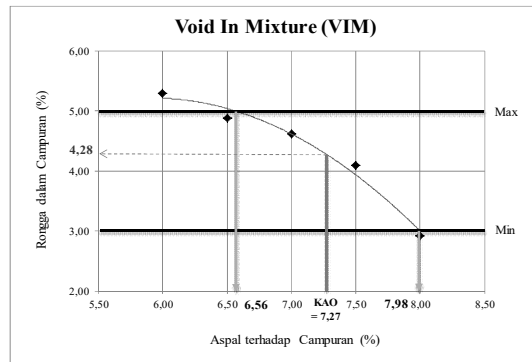
Dari Gambar 4 dapat dilihat nilai stabiitas tertinggi pada kadar aspal 7% sebesar 884,554 kg dan nilai

stabilitas terendah pada kadar aspal 8% sebesar 826,092 kg. Secara keseluruhan nilai stabilitas memenuhi spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk campuran HRS-Base yaitu minimal 600 kg.



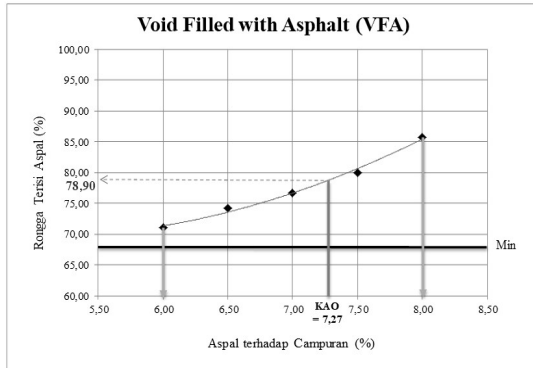
Gambar 5. Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal

Pada Gambar 5 dapat dilihat nilai rongga antar agregat (VMA) tertinggi pada kadar aspal 8% sebesar 20,497% dan nilai rongga antar agregat (VMA) terendah pada kadar aspal 6% sebesar 18,235%. Nilai rongga antar agregat (VMA) pada seluruh kadar aspal memenuhi spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk campuran HRS-Base yaitu minimal 17%.



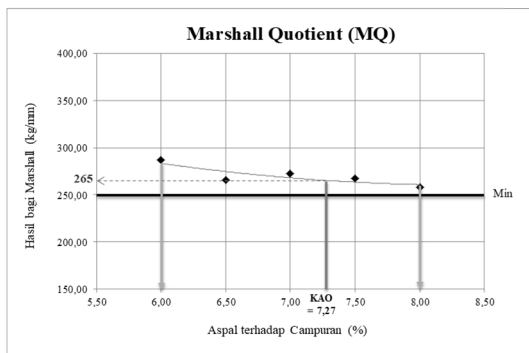
Gambar 6. Grafik Hubungan Rongga Dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal

Gambar 6 menunjukkan bahwa Nilai rongga dalam campuran (VIM) yang memenuhi spesifikasi berada pada kadar aspal 6,5%, 7%, dan 7,5%, sedangkan pada kadar aspal 6% dan 8% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk campuran HRS-Base yaitu 3-5%.



Gambar 7. Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFA) terhadap Variasi Kadar Aspal

Pada Gambar 7 grafik hubungan rongga terisi aspal (VFA) terhadap variasi kadar aspal yaitu 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% menunjukkan nilai yang didapat memenuhi spesifikasi. Spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk nilai rongga terisi aspal (VFA) pada campuran perkerasan HRS-Base adalah minimal 68%.

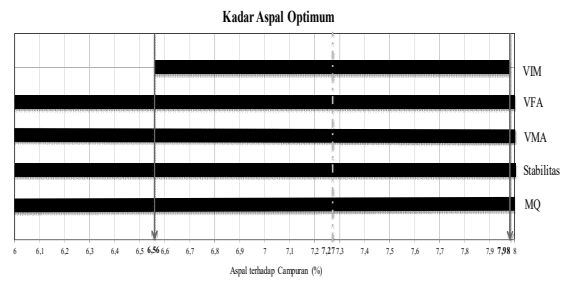


Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall (MQ) terhadap Variasi Kadar Aspal

Nilai hasil bagi Marshall (MQ) yang dinyatakan oleh spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) untuk campuran perkerasan HRS-Base adalah lebih besar dari 250 kg/mm. Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai hasil bagi Marshall (MQ) tertinggi terdapat pada kadar aspal 6% yaitu sebesar 287,288 kg/mm dan nilai hasil bagi Marshall (MQ) terendah pada kadar aspal 8% sebesar 258,321 kg/mm.

Setelah membuat grafik hubungan parameter karakteristik Marshall terhadap kadar aspal, maka selanjutnya dapat menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Penentuan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan dengan cara memplotkan rentang kadar aspal yang telah memenuhi spesifikasi dari masing-masing parameter karakteristik Marshall. Berikut grafik hubungan parameter karakteristik Marshall

terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO).



Gambar 9. Grafik Hubungan Nilai Parameter Karakteristik Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi adalah 6,56% - 7,98%. Dari rentang tersebut, diambil nilai tengah sebagai nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 7,27%. Hasil perhitungan nilai parameter karakteristik Marshall dengan KAO 7,27% sebagai berikut.

Tabel 8. Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum

Komposisi Campuran	KAO (%)	Parameter Karakteristik Marshall				
		Stabilitas (Kg)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	MQ (kg/mm)
Eks. Tumbang Liting	7,27	850,9	20,08	4,28	78,9	265
Spesifikasi	-	>600	>17	3 - 5	>68	>250

Dari nilai parameter karakteristik Marshall yang didapatkan dan dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) 7,27% menunjukkan bahwa semua telah memenuhi spesifikasi Bina Marga Revisi 2 (2018) bagi campuran perkerasan Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base).

Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat meliputi pemeriksaan gradasi (analisa asaringan), berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan keausan, dan pemeriksaan kadar lempung (*sand equivalent*) memenuhi spesifikasi Bina Marga pada campuran perkerasan Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base). Untuk proporsi/komposisi campuran didapatkan agregat kasar Batu Pecah Eks. Tumbang Liting sebesar 39% = 468 gram, Abu Batu Eks. Merak sebesar 32% = 384 gram, dan Pasir Eks. Tumbang Liting sebesar 29% = 348 gram. Pada nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) didapatkan = 7,27%, serta nilai Karakteristik Marshall dari KAO sebagai berikut: Stabilitas = 850,90 kg, Rongga Antar Agregat (VMA) = 20,08%, Rongga Dalam Campuran (VIM) = 4,28%, Rongga Terisi Aspal

(VFA) = 78,90%, dan *Marshall Quotient* (MQ) = 265,00 kg/mm. Berdasarkan karakteristik *Marshall* yang didapatkan, Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Liting yang merupakan material hasil dari Limbah Pertambangan Lokal dapat digunakan dan memenuhi spesifikasi Bina Marga sebagai agregat pada campuran perkerasan *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Salonten, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping, Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Editor In Chief Jurnal Basement, Abang dan adik tingkat serta rekan-rekan sesama mahasiswa sipil angkatan 2019, teman-teman squad CV. YFFA Konstruksi yang mengkritisi memberi masukan dan saran, serta kepada Yayasan Karya Salemba Empat (KSE) yang telah memberikan kesempatan menjadi penerima Beasiswa KSE sehingga sangat membantu dalam hal pendanaan selama perkuliahan hingga penelitian ini selesai.

Daftar Pustaka

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Kalimantan Tengah. (2015). Seri Analisis Pembangunan Wilayah, Provinsi Kalimantan Tengah.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum (Revisi 2) Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Nur Khaerat Nur., dkk. (2021). Perancangan Perkerasan Jalan, Yayasan Kita Menulis, Medan.
- Puspito, I. H. (2008). Perencanaan Perkerasan Jalan, Departemen Teknik Sipil, Universitas Pancasila.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.