

SKRIPSI

**PENGGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN SEBAGAI
ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *HOT ROLLED
SHEET BASE (HRS-BASE)***

oleh

HENDRI HERMANTO
NIM. DAB 115 097



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2021

**PENGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN SEBAGAI
ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *HOT ROLLED
SHEET-BASE (HRS-BASE)***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 Pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh

HENDRI HERMANTO

NIM. DAB 115 097

Disetujui untuk diajukan dalam Sidang Skripsi

Pembimbing Utama



Ir. DESRIANTOMY, M.T.
NIP. 196212231990021001

Pembimbing Pendamping



SALONTEN, S.T., M.T.
NIP. 197712032002121002

Mengetahui:

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

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

**PENGGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN
SEBAGAI ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN
HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

oleh

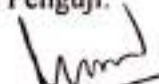
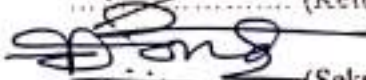
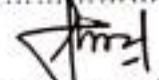
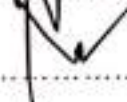
HENDRI HERMANTO
NIM. DAB 115 097

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Kamis, 21 Oktober 2021
Waktu : 09.00-11.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji:

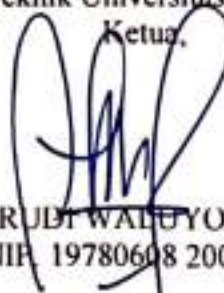
1. Ir. DESRIANTOMY, M.T.
NIP. 196212231990021001
2. SALONTEN, S.T., M.T.
NIP. 197712032002121002
3. Dr. SUTAN P.S, S.T.P., S.T., M.T.
NIP. 197703032005011004
4. ROBBY, S.T., M.T.
NIP. 197303261999031003


..... (Ketua Penguji/Penguji 1)

..... (Sekretaris/Penguji 2)

..... (Penguji 3)

..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,


Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003



Ir. WALUYU NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Hendri Hermanto
NIM : DAB 115 097
Tempat, Tgl lahir : Mandomai, 03 Oktober 1997
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl. Piranha Ujung No.18c
No. Telp. Rumah : -
Email : sipilhendri@gmail.com
No. Hp : 082255788538
No WA : 082255788538
Facebook : Hendri Hermanto
Instagram : @03hendri
Line : -
Nama Ayah : Musa L.T Unjung
Pekerjaan Ayah : Swasta
Alamat : Desa. Pilang RT IV Kec. Jabiren Raya Kab. Pulang Pisau
Nama Ibu : Farida Susanti
Pekerjaan Ibu : PNS
Alamat : Desa. Pilang RT IV Kec. Jabiren Raya Kab. Pulang Pisau
No. Hp : 081352735323



Riwayat Pendidikan*)

- SD : SDN-1 PILANG (2003-2009)
- SLTP : SMPN-1 JABIREN RAYA (2009-2012)
- SLTA : SMAN-1 JABIREN RAYA (2012-2015)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya bulan Agustus 2015

Palangka Raya, Oktober 2021
Yang membuat pernyataan

HENDRI HERMANTO
NIM. DAB 115 097

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Oktober 2021

Yang membuat pernyataan

HENDRI HERMANTO
NIM. DAB 115 097

LEMBAR PERSEMBAHAN

Yang utama dari segalanya....

Puji, Syukur, dan Terimakasih yang tak terhingga banyaknya kepada TUHAN YESUS KRISTUS. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberiku kekuatan dan pengharapan, membekaliiku dengan ilmu, serta memperkenalkanku dengan cinta tanpa batas yang daripada-Mu. Atas karunia dan kemudahan yang senantiasa Engkau berikan akhirnya karya tulis sederhana ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Buat Babah dan Mamah, inilah kado kecil yang dapat anakmu persembahkan untuk sedikit menghibur hatimu yang telah aku susahkan, aku tahu banyak yang telah kalian korbankan yang selalu tak pernah merasa lelah demi memenuhi kebutuhanku. Terimakasih untuk cucuran keringat dan lelah yang rela kalian korbankan hanya untuk kebahagiaanku, serta terimakasih atas doa-doa yang senantiasa kalian panjatkan untuk mengiringi setiap langkahku. Saya hanya bisa mengucapkan banyak terima kasih kepada Babah dan Mamah, hanya Tuhanlah yang membalas kemuliaan hati kalian. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Babah dan Mamah bahagia, karena kusadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Harapannya semoga Tuhan senantiasa melimpahkan umur yang panjang, kesehatan, serta risky yang berlimpah untuk Babah dan Mamah.

Terimakasih juga untuk orang-orang yang luar biasa hebat, Adik-Adik ku yang juga telah banyak memberikan dukungan dan dorongan semangat kepada saya, terimakasih atas kebaikan, perhatian dan kasih sayang yang kalian berikan kepada saya, terimakasih telah meluangkan banyak waktu untuk mendengarkan keluh kesahku yang kadang di luar batas. Dan ini adalah merupakan hari kebahagiaanku dan juga merupakan kebahagiaankalian juga, dan biarlah kuasa Tuhan senantiasa bersama kita semua.

Tidak lupa juga buat semua sahabat dan teman yang sangat aku cintai, dan special yang luar biasa (Jhoniko M, S.T., Haryadi, S.T.). Terimakasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, traktiran, tebengan, dan semangat yang selalu kalian berikan selama kuliah. Special untuk teman Angkatan Reimon Erik, Yusy NH, M. Yoggie P yang sangat banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi saya ini mulai dari proposal hingga penelitian terimakasih untuk kisah pertemanan yang luar biasa indah selama kuliah. Juga untuk semua teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Tidak lupa juga untuk kedua Dosen Pembimbing Bpk. Ir. Desriantomy, M.T dan Bpk. Salonten, S.T., M.T. yang senantiasa sabar dan tabah membimbing penyusunan karya tulis ini hingga tahap akhir. Serta semua Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil UPR,

Kupersembahkan skripsi Ini Untuk:

Babah : Musa L.T Unjung
Mamah : Farida Susanti
Adik : Jepriyanto
Julianandro Manuela
Evi Augri Dinata

Kolose 3 : 17

“Dan segala sesuatu yang kamu lakukan dengan perkataan atau perbuatan, lakukanlah semuanya itu dalam nama Tuhan Yesus, sambil mengucap syukur oleh Dia kepada Allah, Bapa kita”

RINGKASAN

PENGGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN SEBAGAI ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)*, Hendri Hermanto, 2021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Perkembangan transportasi di Provinsi Kalimantan Tengah pada saat ini lebih ditekankan pada bidang infrastruktur, karena mempunyai potensi untuk perkembangan sarana dan prasarana yang memadai terutama dalam bidang fasilitas transportasi yaitu jalan. Salah satu faktor utama dalam meningkatkan pembangunan transportasi jalan adalah perencanaan campuran perkerasan jalan yang akan digunakan untuk menentukan mutu yang dicapai. Maka dari itu penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui sejauh mana kinerja Penggunaan kerikil pecah sungai Kahayan dari Desa Manen Paduran jika dibandingkan dengan Batu Pecah eks. Merak sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, diharapkan penggunaan kerikil pecah sungai Kahayan dapat digunakan sebagai perkerasan lentur jalan raya dan sekaligus salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang ada di Kalimantan Tengah.

Untuk kajian teknis perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* metode yang digunakan dalam merencanakan komposisi campuran menggunakan *asphalt institute*. Metode ini terdiri dari dua cara yaitu cara diagonal dan cara coba-coba (trial and error). Komposisi I menggunakan kerikil pecah sungai Kahayan sebagai agregat kasar, abu batu eks. Merak sebagai agregat halus, pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus sedangkan Komposisi II menggunakan Batu Pecah eks. merak sebagai agregat kasar, Abu Batu eks. Merak sebagai agregat halus, pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus.

Dari hasil penelitan yang telah dilakukan maka parameter Marshall yang didapat dari KAO masing-masing komposisi adalah sebagai berikut: Komposisi I nilai KAO sebesar 6,85%, Stabilitas sebesar 875,00 kg, Rongga dalam Agregat VMA sebesar 19,65%, Rongga dalam Campuran (VIM) 4%, Rongga Terisi Aspal 79,5%, hasil bagi Marshall sebesar 270 kg/mm, Komposisi II nilai KAO sebesar 6,65%, Stabilitas sebesar 960,00 kg, Rongga dalam Agregat VMA sebesar 19,40%, Rongga dalam Campuran (VIM) 4,5%, Rongga Terisi Aspal 77,00%, hasil bagi Marshall sebesar 340,00 kg/mm. Berdasarkan dari hasil penelitian perencanaan Campuran Hot Rolled Sheet-Base (*HRS-Base*) maka pelaksanaan di lapangan Komposisi I dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar pada campuran Hot Rolled Sheet-Base (*HRS-Base*) sebagai salah satu upaya pemanfaatan sumber daya yang ada di Kalimantan Tengah, dan bila ingin memperoleh stabilitas yang lebih tinggi dengan penggunaan aspal yang lebih hemat dapat digunakan Komposisi II.

Kata kunci : Kerikil pecah Sungai Kahayan, *Hot Rolled Sheet-Base*, parameter Marshall, kadar aspal optimum.

SUMMARY

THE USE OF KAHAYAN RIVER BROKEN GRAVEL AS AN ALTERNATIVE OF COARD AGGREGATE IN MIXED HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE), Hendri Hermanto, 2021, Department/Study Program Civil engineering Faculty of Engineering University Palangka Raya.

The development of transportation in Central Kalimantan Province is currently more emphasized in the infrastructure sector, because it has the potential for the development of adequate facilities and infrastructure, especially in the field of transportation facilities, namely roads. One of the main factors in increasing the development of road transportation is the planning of the mix of pavement that will be used to determine the quality achieved. Therefore, this research was conducted in order to find out how far the performance of the use of crushed gravel from the Kahayan River from Manen Paduran Village when compared to the former Stone Pebbles. Peacock as coarse aggregate in the Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) mixture, it is hoped that the use of crushed gravel from the Kahayan River can be used as flexible pavement for highways and at the same time as an effort to utilize natural resources in Central Kalimantan.

For the technical study of the Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) mix planning method used in planning the mix composition using the asphalt institute. This method consists of two methods, namely the diagonal method and the trial and error method. Composition I uses crushed gravel of the Kahayan River as coarse aggregate, ex-stone ash. Peacock as fine aggregate, sand ex. Tangkiling as fine aggregate while Composition II uses crushed stone ex. peacock as coarse aggregate, stone ash ex. Peacock as fine aggregate, sand ex. Tankling as fine aggregate.

From the results of the research that has been carried out, the Marshall parameters obtained from each composition are as follows: Composition I KAO value is 6.85%, Stability is 875.00 kg, Cavity in VMA Aggregate is 19.65%, Cavity in VMA Aggregate is 19.65%. Mixture (VIM) 4%, Cavity Filled with Asphalt 79.5%, Marshall quotient of 270 kg/mm, Composition II KAO value of 6.65%, Stability of 960.00 kg, Cavity in VMA Aggregate 19.40% , Cavity in Mixture (VIM) 4.5%, Cavity Filled with Asphalt 77.00%, Marshall quotient of 340.00 kg/mm. Based on the results of the research on the Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) mixture, the implementation in the field of Composition I can be used as an alternative to coarse aggregate in the Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) mixture as an effort to utilize existing resources in the area. Central Kalimantan, and if you want to get higher stability with a more efficient use of asphalt, you can use Composition II.

Keywords : Kahayan River crushed gravel, Hot Rolled Sheet-Base, Marshall parameters, optimum asphalt content.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“PENGUNAAN KERIKIL PECAH SUNGAI KAHAYAN SEBAGAI ALTERNATIF AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)*”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tenggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
8. Bapak Salonten, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.T.P., S.T., M.T. Selaku Dosen Pembahas/Penelaah I Skripsi.
10. Bapak Robby, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembahas/Penelaah II Skripsi.
11. Ibu Desi Riani, S.T., M.T. Selaku Moderator Skripsi.
12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Oktober 2021

HENDRI HERMANTO
NIM. DAB 115 097

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Kerikil Sungai Kahayan	5
1.7 Lokasi Penelitian	6
1.8 Lokasi Pengambilan Material	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkerasan Jalan Raya	10
2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya	10
2.3 Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	12
2.4 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)	13

	Halaman
2.5 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan <i>HRS-Base</i>	13
2.5.1 Agregat Kasar	13
2.5.2 Agregat Halus	14
2.5.3 Mineral Pengisi (<i>Filler</i>)	15
2.6 Aspal	16
2.7 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Pondasi (<i>HRS-Base</i>)	18
2.8 Membuat Rumus Campuran Rancangan (<i>Design Mix Formula</i>)	21
2.9 Metode Perencanaan Campuran	22
2.10 Pengujian <i>Marshall</i>	27
2.11 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu	32

BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Umum	33
3.2 Pengambilan Material	33
3.3 Pengambilan Data sampel	33
3.4 Bahan Penelitian	34
3.5 Alat-alat Penelitian	34
3.5.1 Alat untuk Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	34
3.5.2 Alat Pembuatan dan Pemeriksaan Benda Uji	36
3.6 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.7 Cara Penelitian	38
3.7.1 Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisisk Agregat	38
3.7.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat.....	39
3.7.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	40
3.7.4 Pengujian Keausan Agregat	43
3.8 Pengujian Aspal	44
3.9 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	49

	Halaman
3.9.1 Penentuan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat	50
3.9.2 Pembuatan Benda Uji	51
3.9.3 Pemeriksaan Benda Uji (Tes <i>Marshall</i>).....	53
3.10 Bagan Alir Penelitian	55

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium.....	56
4.1.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik Agregat	56
4.1.2 Perencanaan Campuran.....	58
4.2 Pengujian Marshall	69
4.2.1 Persiapan Pengujian Marshall	69
4.2.2 Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Komposisi I.....	69
4.3 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Komposisi I	72
4.3.1 Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi I	73
4.3.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....	74
4.3.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....	76
4.3.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Void Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....	77
4.3.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Kadar Aspal Komposisi I.....	78
4.4 Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Komposisi II	80
4.5 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Komposisi II	83
4.5.1 Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi II	84

4.5.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....	85
4.5.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....	86
4.5.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....	87
4.5.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Kadar Aspal Komposisi I.....	88
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

		Halaman
2.1	Ketentuan Agregat Kasar	13
2.2	Ketentuan Agregat Halus	14
2.3	Ketentuan-ketentuan Untuk Aspal Keras Pen 60/70	16
2.4	Spesifikasi Gradasi Agregat untuk <i>HRS-Base</i>	18
2.5	Persyaratan Sifat Campuran <i>HRS-Base</i>	20
4.1	Hasil Analisa Saringan Masing-Masing Agregat	56
4.2	Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Masing-Masing Agregat	57
4.3	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal (Agregat Kasar Eks. Manen Paduran)	58
4.4	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> (Agregat Kasar Eks. Manen Paduran)	59
4.5	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode Diagonal (Agregat Kasar Eks. Merak)	62
4.6	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode <i>Trial and Error</i> (Agregat Kasar Eks. Merak)	63
4.7	Rencana Komposisi Campuran	67
4.8	Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Total Agregat Komposisi I	69
4.9	Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Komposisi I	72
4.10	Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum Komposisi I	79
4.11	Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Total Agregat Komposisi II	79
4.12	Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Komposisi II	82
4.13	Perbandingan Nilai Parameter Marshall Kerikil Pecah Eks. Manen Paduran dengan Batu Pecah Eks. Merak	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Penelitian	5
1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Material.....	6
1.3 Sketsa Lokasi Pengambilan Material	7
1.4 Kondisi Lokasi Pengambilan Sampel Material	8
2.1 Komponen Perkerasan Lentur.....	10
2.2 Komponen Perkerasan Kaku.....	10
2.3 Komponen Perkerasan Komposit.....	11
3.1 Bagan Alir Penelitian	55
4.1 Grafik Gradasi Gabungan Metode Diagonal (Agregat Kasar Eks. Manen Paduran)	59
4.2 Grafik Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> (Agregat Kasar Eks. Manen Paduran)	60
4.3 Grafik Gradasi Gabungan Metode Diagonal (Agregat Kasar Eks. Merak)	64
4.4 Grafik Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> (Agregat Kasar Eks. Merak)	65
4.5 Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	74
4.6 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	75
4.7 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	76
4.8 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	77

	Halaman
4.9 Grafik Hubungan Nilai Bagi Marshall terhadap Variasi Aspal Komposisi I	78
4.10 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO) Komposisi I	79
4.11 Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	84
4.12 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	85
4.13 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	87
4.14 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	88
4.15 Grafik Hubungan Nilai Bagi Marshall terhadap Variasi Aspal Komposisi II	89
4.16 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO) Komposisi II	90
L6.1 Lokasi Pengambilan Material Eks.Manen Paduran	123
L6.2 Lokasi Pengambilan Kerikil Pecah Sungai Kahayan.....	123
L6.3 Lokasi Pengambilan Agregat Kasar Eks. Merak	124
L6.4 Lokasi Pengambilan Agregat Halus Eks. Merak	124
L6.5 Lokasi Pengambilan Pasir Eks.Tangkiling.....	125
L6.6 Proses Pemecahan Kerikil Sungai Kahayan.....	125
L6.7 Pencucian Material.....	126
L6.8 Pengovenan Material yang akan diperiksa Sifat Fisiknya	126
L6.9 Pengayakan Agregat Kasar Uji Keausan	127
L6.10 Analisa Saringan Sampel Material.....	127
L6.11 Penimbangan gabungan Agregat sesuai dengan Proporsinya	128
L6.12 Proses Pencampuran Agregat dan Aspal.....	128

	Halaman
L6.13 Pengecekan Suhu Pematatan	129
L6.14 Pematatan Briket/Benda Uji	129
L6.15 Mengeluarkan Benda Uji dengan <i>Extrude</i>	130
L6.16 Penimbangan Benda Uji untuk Berat Kering	130
L6.17 Briket/Benda Uji untuk Mencari Nilai KAO	131
L6.18 Perendaman Briket/Benda Uji	131
L6.19 Penimbangan Briket/Benda Uji untuk Berat dalam Air	132
L6.20 Penimbangan Briket/Benda Uji untuk Berat Jenuh	132
L6.21 Perendaman Briket/Benda uji dalam Water Bath	133
L6.22 Uji Marshall	133

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Pemeriksaan Gradasi Agregat	95
2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	109
3. Pemeriksaan Sand Equivalent	115
4. Pemeriksaan Keausan Agregat	116
5. Pengujian Marshall	118
6. Dokumentasi	123

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat, yaitu 90-95% dari berat campuran perkerasan (Sukirman, 2003).

Jenis perkerasan yang biasa digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang umumnya menggunakan bahan berbutir sebagai lapisan bawah dan campuran aspal sebagai lapis permukaannya. Sedangkan jenis konstruksinya adalah *Hot Rolled Sheet (HRS)* atau di Indonesia sering disebut sebagai Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang dibuat sebagai campuran panas (*Hot Mix*). *Hot Roller Sheet (HRS)* terdiri dari *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, yaitu *HRS* lapis permukaan dan *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*, yaitu *HRS* lapis pondasi. Lapis perkerasan jalan beraspal tersusun dari campuran agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dan aspal sebagai bahan pengikat.

Saat ini kebutuhan agregat kasar sebagai salah satu pembuat campuran aspal panas sangat sulit didapatkan di Kalimantan Tengah, sehingga kebutuhan agregat kasar masih ketergantungan dari luar daerah Kalimantan Tengah hal ini menimbulkan peningkatan harga material berupa batu pecah, oleh karena itu

dibutuhkan alternatif sebagai agregat kasar pembuatan campuran aspal lapisan *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.

Sungai Kahayan merupakan sungai yang terdapat di Provinsi Kalimantan Tengah yang mempunyai sumber daya alam seperti kerikil sungai yang cukup melimpah. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, secara visual kerikil Sungai Kahayan memiliki bentuk permukaan yang licin dan cenderung bulat, sehingga untuk memenuhi syarat karakteristik untuk agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* kerikil Sungai Kahayan perlu dipecahkan menggunakan *Stone Crusher* sehingga mempunyai permukaan yang kasar dan bersudut agar mempunyai daya ikat antar campuran satu sama lain. Desa Manen Paduran Kabupaten Pulang Pisau salah satu daerah yang dilewati oleh Sungai Kahayan dan mempunyai sumber daya alam seperti kerikil pecah yang cukup melimpah. Maka dalam penelitian ini mencoba melakukan penelitian terhadap material yang memiliki potensi cukup besar yang belum dimanfaatkan dengan baik yaitu material kerikil pecah Sungai Kahayan dari Desa Manen Panduran Kabupaten Pulang Pisau sebagai agregat kasar pada campuran aspal panas (*Hot Mix*) jenis *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah kerikil pecah Sungai Kahayan memenuhi spesifikasi sebagai agregat pada campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*?

2. Berapa proporsi dari kerikil pecah Sungai Kahayan sebagai campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*?
3. Berapa Kadar Aspal Optimum (KAO) dari campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)* menggunakan kerikil pecah Sungai Kahayan, jika dibandingkan dengan batu pecah eks. Merak sebagai agregat kasar?
4. Berapa besar parameter Marshall berdasarkan KAO masing-masing komposisi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis apakah kerikil pecah Sungai Kahayan memenuhi persyaratan sehingga dapat digunakan sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.
2. Mengetahui komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)* yang dihasilkan dari beberapa komposisi campuran.
3. Menghitung Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.
4. Menganalisis karakteristik *Marshall* pada pemanfaatan kerikil pecah Sungai Kahayan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kualitas kerikil pecah Sungai Kahayan yang digunakan sebagai agregat pada campuran *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.
2. Memperluas wawasan pemikiran dan pengetahuan mahasiswa dalam masalah struktur perkerasan jalan raya khususnya mengenai perkerasan *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*.
3. Sebagai bahan pertimbangan dan informasi mengenai penggunaan kerikil Sungai Kahayan sebagai salah satu bahan perkerasan agregat kasar pada pelaksanaan perkerasan jenis *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium dan tidak dilakukan pengujian di lapangan.
2. Untuk semua material dan aspal tidak dilakukan analisis kimia dalam proses pengujiaannya.
3. Jenis campuran yang diteliti adalah *Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)* berdasarkan metode dan standar Bina Marga.
4. Sifat-sifat fisik dari bahan/material yang dipergunakan diperiksa berdasarkan metode dan standar dari Bina Marga

5. Bahan material yang digunakan pada penelitian ini antara lain :
 - a. Aspal Minyak 60/70 (AC/70).
 - b. Agregat kasar yaitu kerikil pecah Sungai Kahayan Batu Pecah Eks. Merak.

1.6 Kerikil Sungai Kahayan

Sungai Kahayan merupakan salah satu Sungai terbesar di Kalimantan Tengah yang memiliki panjang lebih kurang 600 km, adapun aktivitas yang dilakukan masyarakat ditepian sungai Kahayan antara lain kegiatan perikanan dengan menggunakan keramba, kegiatan industri, sarana transportasi, kegiatan pemanfaatan air untuk MCK (Mandi Cuci Kakus), penambangan emas tanpa ijin yang berada dibagian hulu dan lain sebagainya. Sungai Kahayan memiliki sumber daya alam salah satunya kerikil sungai yang sangat melimpah limbah dari penambangan emas masyarakat. Kerikil sungai ini berbentuk agak bulat lonjong dengan permukaan yang tidak terlalu kasar dengan permukaan yang licin tiap sudutnya dengan ukuran butiran yang beragam antara 5 mm s/d 75 mm. Hal ini memungkinkan kerikil dapat di jadikan sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* namun kerikil perlu dipecahkan agar memenuhi syarat karakteristik agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*.

Adapun bentuk dari kerikil sungai Kahayan dapat di lihat pada gambar di bawah ini :



1.7 Lokasi Penelitian

Lokasi pemeriksaan agregat dan pelaksanaan pengujian *Marshall* dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.



Sumber Google Maps

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

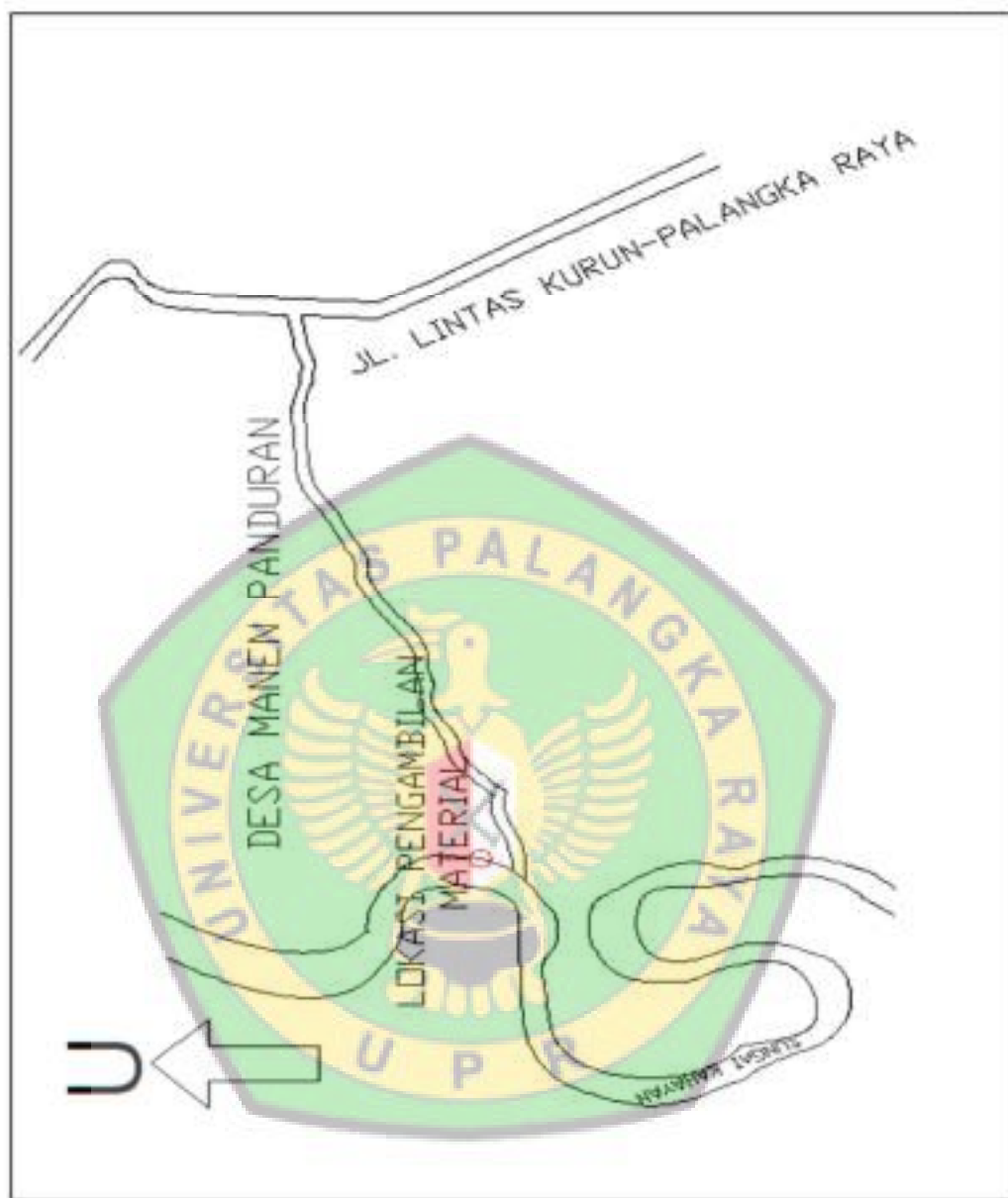
1.8 Lokasi Pengambilan Material

Material kerikil pecah Sungai Kahayan yang akan digunakan dalam penelitian ini diambil dari Desa Manen Paduran Kabupaten Pulang Pisau. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Material

Sumber Google



Skala Gambar 1 : 500.000

Gambar 1.3 Sketsa Lokasi Pengambilan Material.



Gambar 1.4 Kondisi Lokasi Pengambilan Sampel Material

BAB II

TINJAUAN PUSATAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya

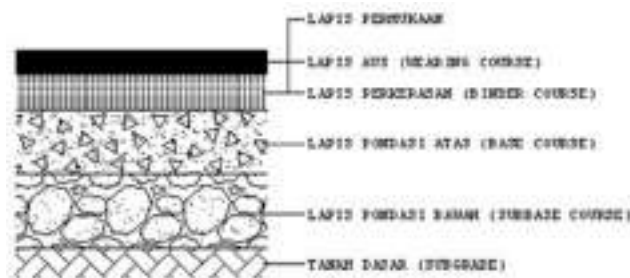
Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 1997).

2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri, antara lain:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
 - a. Memakai bahan pengikat aspal.
 - b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
 - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).

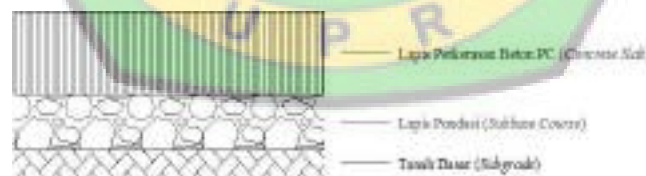
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).



Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

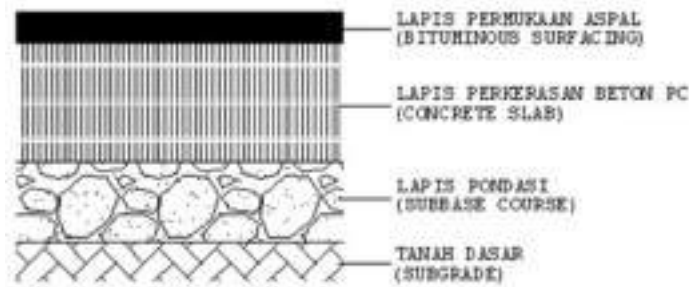
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
 - a. Memakai bahan pengikat semen Portland (PC)
 - b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
 - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
 - d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu bersifat sebagai balok di atas permukaan.



Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)
 - a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
 - b. Perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya.



Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

2.3 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Sukirman, 2003). Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah, Lapisan ini memiliki CBR 80%. Fungsi lapis ini antara lain:

- a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- b. Pemikul beban horizontal dan vertikal.
- c. Lapis perkerasan bagi pondasi bawah.

Jenis beton aspal dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal dan fungsi beton aspal. Berdasarkan temperatur ketika mencampur dan memadatkan campuran beton aspal dapat dibedakan atas:

1. Beton aspal campuran panas (*hot mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 140°C.

2. Beton aspal campuran sedang (*warm mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 60°C.
3. Beton aspal campuran dingin (*cold mix*), adalah beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu ruang, yaitu sekitar 25°C.

Berdasarkan fungsinya beton aspal untuk lapisan pondasi, adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan dengan cuaca, tidak perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.

2.4 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)

Lataston adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *Hot Rolled Sheet (HRS)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai dengan fungsinya, lataston mempunyai dua macam campuran, yaitu:

- 1 Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*. Tebal minimum *HRS-WC* adalah 3 cm.
- 2 Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*. Tebal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.

2.5 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan HRS

2.5.1 Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan

bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan (Bina Marga, 2018).

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan		Natrium sulfat	Maks.12%
		Magnesium sulfat	Maks.18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks.6%
		500 putaran	Maks.30%
	Semua jenis aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks.8%
		500 putaran	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 %
	Lainnya		95/90 %
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum (2018)

2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan lolos ayakan No.4 (4,75 mm) (Bina Marga, 2018). Fungsi utama agregat halus adalah mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui ikatan (*interlocking*) dan

gesekan antar partikel. Berkenaan dengan hal ini, sifat-sifat khas yang diperlukan dari agregat adalah sudut permukaan, kekasaran permukaan, bersih dan bukan bahan organik. Dalam konstruksi *Hot Rolled Sheet (HRS)* komposisi agregat halus merupakan bagian yang terbesar sehingga sangat mempengaruhi kinerja pada saat masa konstruksi maupun pada masa pelayanan.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum (2018)

2.5.3 Mineral Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen 60-70. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering

serta bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan no.200 (75 mikron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Bahan Pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus renjang 1% sampai 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetapi tidak boleh menggunakan semen (Bina Marga, 2018).

2.6 Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphathenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Pada temperatur ruang aspal bersifat *thermoplastis*, sehingga aspal akan mencair jika dipanaskan sampai pada temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003).

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal

buatan adalah aspal yang merupakan residu distilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*.

Tabel 2.3 Ketentuan Untuk Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60/70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60 -70	Dilaporkan	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0\text{kPa}$, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (eSt)	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	≥ 99	≥ 99	
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	
10.	Kadar Parapin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤ 2		
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :					
11.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$	

Tabel 2.3 Lanjutan

12.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 2,2$ kPa, ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-2441-1991	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% Semula)	SNI 2456:2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50	≥ 50	≥ 25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperatur 100°C dan tekanan 2,1 Mpa					
15.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa, ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum (2018)

2.7 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*)

Agregat yang digunakan untuk Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*) sedapat mungkin memenuhi beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*) harus sesuai dengan proporsi campuran kerja (*Job Mix Formula*) yang telah direncanakan.
2. Gabungan agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kebutuhan gradasi yang disyaratkan.
3. Menggunakan bahan pengisi *filler* ke dalam campuran.

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*) dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk *HRS-Base*

Ukuran Saringan (mm)	Berat yang Lolos (%)
3/4"	100
1/2"	90-100

Tabel 2.4 Lanjutan

3/8"	65-90
No. 8	35-55
No. 30	15-35
No. 200	2-9

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum (2018)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam spesifikasi campuran yaitu:

1. Komposisi umum campuran

Campuran laston lapis pondasi yang menggunakan aspal sebagai pengikat pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan aspal. Dalam beberapa keadaan, tambahan bahan pengisi diperlukan untuk menjamin sifat campuran aspal yang disyaratkan.

2. Kadar campuran aspal

Kadar aspal dalam campuran harus ditetapkan sehingga kadar aspal efektif harus tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan. Nilai kadar aspal yang ditetapkan berdasarkan atas data uji harus sesuai dengan persyaratan yang ada.

3. Proporsi komponen campuran

Kemampuan agregat untuk campuran harus ditetapkan dengan fraksi rancangan (*design fraction*). Dalam menentukan pencampuran yang benar dari beberapa agregat yang tersedia serta bahan pengisi untuk menghasilkan fraksi rancangan yang diperlukan, maka gradasi dari masing-masing agregat yang tersedia dan bahan pengisi harus ditetapkan.

4. Formula campuran kerja (*Job Mix Formula*)

Jumlah total dan kandungan aspal efektif yang dinyatakan sebagai persentase berat dan campuran total yang ditetapkan pada saat campuran dikirim ke tempat penghamparan harus dalam keadaan rentang komposisi umum dan batas-batas temperatur.

5. Penerapan formula campuran dan toleransi

Seluruh campuran kerja yang tersedia harus memenuhi formula campuran kerja yang ditetapkan dalam batas rintangan toleransi yang disyaratkan di bawah ini:

a. Toleransi komposisi campuran

Gabungan agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36) \pm 5% berat keseluruhan. Gabungan agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) \pm 1,5% berat campuran keseluruhan.

b. Toleransi temperatur

Material yang meninggalkan tempat percampuran \pm 10°C, material yang diterima di tempat penghamparan \pm 10°C.

6. Sifat campuran yang diperlukan

Bila diuji dengan alat Marshall, campuran Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 2.5 di bawah ini:

Tabel 2.5 Persyaratan Sifat Campuran *HRS-Base*

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan perbidang		50	
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min	4,0	

Tabel 2.5 Lanjutan

	Maks.	6,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18	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 : Spesifikasi Umum Divisi 6 Departemen Pekerjaan Umum (2018)

2.8 Membuat Rumus Campuran Rancangan (*Design Mix Formula*)

Kadar aspal total dalam campuran lataston adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat yang mengisi pori antara agregat ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir. Untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus:

$$P_b : 0,035(\% CA) + 0,045(\% FA) + 0,18(\% Filler) + Konstanta \quad (2-1)$$

Keterangan :

P_b : kadar aspal

CA : agregat kasar (*Coarse Aggregate*)

FA : agregat halus (*Fine Aggregate*)

Filler : abu batu

Konstanta : 2,0 – 3,0 untuk Lataston

2.9 Metode Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran tentunya diperlukan untuk memenuhi spesifikasi. sehingga diharapkan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi kriteria yang baik dan agregat yang tersedia.

Metode perencanaan campuran yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Standar Bina Marga. Metode ini dipakai untuk menghitung perkerasan aspal yang digelar di atas *subgrade* yang telah dipadatkan (sistim dua lapisan).

Rencana ketebalan didasarkan kepada pembahasan berikut:

1. Perpanjangan relatif horizontal pada lapisan di bawah aspal, untuk mengurangi retak akibat kelelahan pada *asphalt concrete*.
2. Tegangan tekanan vertikal pada permukaan lapisan subgrade, untuk mengurangi gaya gaya yang mengakibatkan rutting pada permukaan.

Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi agregat campuran yang harus memenuhi lengkung Fuller. Gradasi gabungan yang dipergunakan pada metode ini adalah agregat bergradasi baik atau menerus.

Dari data analisa butiran masing-masing jenis material, selanjutnya dapat direncanakan bagaimana komposisi perbandingan campuran gabungan yang memenuhi persyaratan gradasi. Banyak cara untuk merencanakan komposisi perbandingan campuran. Cara tersebut adalah:

1. Cara diagonal

Prinsip dan langkah dan cara diagonal adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui gradasi ideal yang akan digunakan dan persyaratan gradasi yang ditentukan.
- b. Menggambar empat persegi panjang dengan ukuran (10 x 20) cm pada milimeter blok.
- c. Membuat garis diagonal dan ujung kiri bawah ke ujung kanan atas.
- d. Sisi vertikal menyatakan persen lolos saringan dengan skala 0 di bawah dan 100 di atas.
- e. Dengan melihat spesifikasi ideal, tiap-tiap nilai ideal tersebut diletakkan pada garis diagonal berupa titik.
- f. Dan tiap titik pada diagonal ditarik garis vertikal untuk menempatkan nomor-nomor saringan.
- g. Digambar grafik gradasi dan masing-masing fraksi yang akan dicampur.
- h. Untuk menentukan persentase agregat kasar, dilihat dan jarak antara grafik gradasi kasar terhadap tepi bawah dan jarak grafik sedang terhadap tepi atas yang harus sama pada suatu garis lurus.
- i. Pada garis tersebut ditarik garis vertikal yang memotong garis diagonal. Kemudian dan titik potong ini ditarik garis horizontal yang memotong garis tepi, sehingga didapat persentase agregat kasar yang diperlukan.
- j. Langkah h dan i diulangi untuk mendapatkan persentase agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

Setelah diperoleh komposisi dan setiap jenis fraksi agregat, dibuat suatu tabel hasil analisa gabungan agregat, dimana persentase masing-masing fraksi yang akan digunakan diperoleh dan hasil perkalian dengan persentase lolos untuk

masing-masing nomor saringannya. Kemudian dijumlahkan untuk masing-masing nomor saringan lalu dilihat apakah gradasi tersebut sudah memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan sesuai jenis campuran yang akan dibuat. Hasil penggabungan agregat diusahakan mendekati *ideal spec*. Jika melalui grafik diagonal belum tepat, maka digunakan cara coba-coba (*Trial and Error*), yaitu menentukan terlebih dahulu persentase dan masing-masing agregat (tanpa mengubah persen lolos), kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkalian persentase dengan persen lolos dan agregat. Selanjutnya hasil perkalian tersebut masing-masing dijumlahkan dan dilihat apakah hasilnya mendekati nilai *ideal spec*. Selanjutnya dibuat grafik penggabungan agregat dan grafik spesifikasinya, setelah itu dihitung berat masing-masing fraksi yaitu persentase fraksi dikali dengan kapasitas *mould*.

Berat masing-masing fraksi campuran ini, dibagi-bagi lagi berdasarkan ukuran saringan sesuai dengan persentase tertahan agregatnya yang akan digunakan untuk pembuatan briket benda uji.

2. Cara coba-coba (*Trial and Error*)

Prinsip dan langkah dan cara coba-coba (*Trial and Error*) adalah sebagai berikut:

- a. Memahami batas gradasi yang disyaratkan.
- b. Memasukkan data spesifikasi gradasi pada kolom spesifikasi unit.
- c. Memasukkan persentase lolos saringan, masing-masing jenis agregat ke dalam persentase lolos.
- d. Memasukkan spesifikasi ideal pada kolom *target value*, yaitu nilai salah satu dan spesifikasi ideal yang disyaratkan.

- e. Mengambil dari salah satu spesifikasi ideal dengan jenis yang ada, dalam hal ini agregat kasar, sedang dan halus kemudian dicampur ketiganya dengan jumlah 100% dan nilai gabungannya mendekati nilai spesifikasi ideal yang kita ambil tadi.
- f. Jika sudah mendekati salah satu nilai spesifikasi ideal dan ketiga agregat, yang lain dihitung atau digabung dengan persentase yang sama. Sehingga dapat dipergunakan sebagai gradasi untuk campuran aspal panas.

3. Cara Grafis

Prinsip dan langkah dan cara grafis adalah sebagai berikut:

- a. Membuat kotak dengan ukuran bujur sangkar (10 x 10) cm sebanyak dua buah pada milimeter blok.
- b. Untuk sisi kiri merupakan persen agregat kasar.
- c. Plot pada garis paling tepi titik-titik dan masing-masing nomor saringan untuk agregat sedang.
- d. Gabungkan masing-masing titik/nomor saringan yang sama.
- e. Pada garis-garis penghubung tersebut ditentukan batas spesifikasi.
- f. Tentukan batas maksimum dan minimum yang paling dekat terhadap garis agregat kasar dan agregat sedang yang paling dekat.
- g. Dan batas maksimum dan minimum tersebut ditarik garis vertikal.
- h. Tarik yang membagi membatasi dua daerah maksimum dan minimum sehingga dan garis ini, dapat ditentukan persen agregat kasar dan halus.
- i. Pada bujur sangkar yang ke dua tarik garis mendatar untuk memindahkan nomor-nomor saringan.

- j. Pada garis sisi kanan sebagai agregat halus, tentukan titik-titik pada garis tersebut sesuai ukuran saringan.
- k. Hubungkan kedua titik pada garis agregat kasar dan agregat halus serta agregat sedang.
- l. Cari harga maksimum dan minimum yang mempunyai jarak terdekat.
- m. Tarik garis vertikal dan masing-masing titik maksimum dan minimum tersebut.
- n. Tarik garis pembagi dua, sehingga dapat ditentukan persentase agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus.

Setelah didapat perbandingan komposisi dan masing-masing agregat maka selanjutnya akan dibuat beberapa contoh campuran dengan variasi kadar aspal. Bruce Marshall mengembangkan suatu metode untuk pembuatan dan pengujian benda uji. Metode inilah yang akhirnya dikenal dengan istilah “Metode Marshall”.

Pemeriksaan terhadap benda uji (*briket*) dilakukan dengan alat Marshall. untuk menentukan ketahanan/stabilitas terhadap kelelahan plastis (*flow*) dan campuran aspal dan agregat. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) yang berkapasitas 2.500 kg atau 5.000 pound. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur stabilitas campuran dan terdapat pula arloji lelehan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*).

2.10 Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban

sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch. Nilai stabilitas minimal sebesar 600 kg dan nilai *flow* minimal 2,4 mm (Spesifikasi Bina Marga, 2018). Aspal beton dibentuk dari agregat, aspal dan atau tanpa bahan tambah yang dicampur secara merata pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga terbentuk beton aspal padat. Sifat-sifat campuran beton aspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian karakteristik marshall antara lain:

1. Stabilitas Marshall

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Stabilitas merupakan parameter yang menunjukkan batas maksimum beban yang dapat diterima oleh suatu campuran beraspal saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam kilogram.

2. *Flow* (Kelelehan)

Nilai *flow* merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja jarum dial *flow* biasanya dalam satuan mm (millimeter). Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

3. *Density* (Kepadatan)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik. Nilai kepadatan/*density* dihitung dengan rumus berikut:

$$g : c / f \quad (2.2)$$

$$f : d - e \quad (2.3)$$

Keterangan:

g : Nilai kepadatan (gr/cc)

c : Berat kering / sebelum direndam (gr)

d : Berat benda uji jenuh air (gr)

e : Berat benda uji dalam air (gr)

f : Volume benda uji (cc)

4. Rongga Udara (VIM)

VIM adalah rongga yang masih tersisa setelah campuran aspal beton dipadatkan. VIM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{VIM} : \left(100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \% \quad (2.4)$$

Keterangan:

VIM : Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

G_{mm} : Berat jenis maksimum campuran.

G_{mb} : Berat jenis curah campuran padat.

5. Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*)

Hasil Bagi Marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelahan. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu

campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan sedangkan nilai MQ yang terlalu rendah dapat berakibat alur dan bleeding.

$$\text{Marshall Quotient} : \frac{\text{Stabilitas}}{\text{flow}} \quad (2.5)$$

6. Rongga Antar Agregat (VMA)

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat dari campuran total, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{VMA} : \left(100 \times \frac{\text{Gmb} - \text{Ps}}{\text{Gsb}} \right) \% \quad (2.6)$$

Keterangan:

VMA : Rongga dalam agregat mineral

Gsb : Berat jenis curah agregat

Ps : Agregat, persen berat total campuran

Gmb : Berat jenis curah campuran padat

7. Void Filled With Asphalt (VFA)

Void Filled With Asphalt (VFA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFA berpengaruh pada sifat kedap air campuran terhadap air

dan udara serta sifat elastis campuran Nilai VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$VFA : \left(\frac{100-(VMA-VIM)}{VMA} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan:

VFA : Volume rongga antar butir agregat yang terisi aspal persentase dari VMA.

VMA : Rongga dalam agregat mineral

VIM : Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

8. Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

Indeks kekuatan sisa dianalisis dari data-data hasil pengujian terhadap sifat-sifat mekanik benda uji (*stabilitas* dan *flow*) dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama diuji stabilitas Marshallnya dengan perendaman dalam air pada suhu 60°C selama waktu T1 dan kelompok kedua diuji setelah perendamannya pada suhu 60°C selama T2. Kemudian ditentukan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Marshallnya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$IKS : \frac{S_2}{S_1} \times 100 \% \quad (2.8)$$

Keterangan:

S₁ : Nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama T1 menit

S₂ : Nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama T2 menit

IKS : Indeks Kekuatan Sisa (%)

9. Berat jenis maksimum aspal beton yang belum didapatkan (Gmm)

Berat jenis maksimum dari campuran aspal beton yang belum didapatkan (Gmm) adalah berat jenis campuran aspal beton tanpa pori/udara, yang diperoleh dari pemeriksaan di laboratorium.

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_a}{G_a}} \quad (2.9)$$

Keterangan:

P_s : Kadar agregat, % terhadap berat aspal beton padat

P_a : kadar aspal terhadap berat aspal beton padat, %

G_{se} : Berat jenis efektif dari agregat pembentuk aspal beton padat.

G_a : Berat jenis aspal

10. Berat jenis bulk aspal beton padat (G_{mb})

Berat jenis bulk dari aspal beton padat (G_{mb}) dapat diukur dengan mempergunakan:

$$G_{mb} = \frac{B_k}{B_{ssd} - B_a} \quad (2.10)$$

Keterangan:

G_{mb} : Berat jenis bulk dari aspal beton padat

B_k : Berat kering aspal beton

B_{ssd} : Berat kering permukaan dari aspal beton yang telah didapatkan,

B_a : Berat aspal beton padat di dalam air

2.11 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

Nicowandry (2008), dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Penggunaan Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*”, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, Memenuhi persyaratan/spesifikasi sehingga dapat digunakan sebagai agregat pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, Perencanaan campuran menggunakan metode Asphalt Institute dan seberapa jauh pengaruh penggunaan batu kali terhadap komposisi masing-masing campuran. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur dapat digunakan sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada komposisi A dengan KAO 6,7% yaitu, 1025kg dan nilai stabilitas terendah diperoleh pada komposisi C dengan KAO 7,1% yaitu 935kg.

Yurentan (2008), Penelitian Tugas Akhir berjudul “Analisis Penggunaan Batu Putih Dari Kecamatan Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas Sebagai Material Pembentukan Campuran Aspal Panas Jenis *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik karakteristik *Marshall* dan KAO dari batu putih Kabupaten Gunung Mas yang digunakan sebagai agregat kasar pada campuran aspal *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, dan seberapa jauh penggunaan Batu Putih terhadap komposisi masing-masing campuran material. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada komposisi A dengan nilai stabilitas sebesar

1258,460kg, *flow* 2,31mm *VIM* 3,252%, *VFB* 78,078%, Hasil bagi Marshall 550,044kg/mm dengan KAO 6.7%, dan nilai stabilitas terendah diperoleh pada posisi C dengan KAO 6,85% dan nilai stabilitas sebesar 879,164kg.

Hardi (2008), Penelitian Tugas Akhir berjudul “Analisis Karakteristik Campuran Aspal Panas Jenis *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* Menggunakan Batu Pecah Dari Desa Bukit Batu Dan Pasir Dari Desa Pundu Kabupaten Kabupaten Kota Waringin Timur”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Batu Pecah dari Desa Bukit Batu dan Pasir dari Desa Pundu Kabupaten Kota Waringin Timur. Berdasarkan Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, Batu Pecah dari Desa Bukit Batu dan Pasir dari Desa Pundu Kabupaten Kota Waringin Timur memenuhi spesifikasi yang ditentukan sehingga dapat digunakan sebagai campuran pembentuk Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*). Berdasarkan pemeriksaan tes Marshall didapat nilai stabilitas tertinggi pada proporsi C dengan kadar aspal 5,5% sebesar 1937,776 kg dan *flow* tertinggi pada proporsi C dengan kadar aspal 5,5% sebesar 3,6 mm, dan nilai KAO tertinggi pada proporsi B dengan kadar aspal 6,74%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, yaitu untuk menganalisis penggunaan kerikil pecah Sungai Kahayan dari Desa Manen Paduran sebagai agregat kasar dalam campuran Lataston Lapis Pondasi (*Hot Rolled Sheet-Base*). Dalam penelitian di laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi campuran Lataston Lapis Pondasi (*Hot Rolled Sheet-Base*) yang memenuhi spesifikasi. Data yang digunakan untuk perancangan campuran, selanjutnya dibuat benda uji (briket) untuk dilakukan uji *Marshall* sehingga diketahui karakteristik campuran tersebut.

3.2 Pengambilan Material

Material berupa kerikil Sungai Kahayan dari Desa Manen Panduran Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah ini harus di pecahkan dengan *stone crusher* agar memiliki permukaan yang kasar dan bersudut dan memenuhi syarat karakteristik agregat kasar pada campuran *Hot Sheet-Base (HRS-Base)*, namun pada penelitian ini pemecahan kerikil hanya dilakukan secara manual tanpa mengurangi syarat karakteristik agregat kasar pada campuran *Hot Sheet-Base (HRS-Base)*, selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat.

3.3 Pengambilan Data Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 30 buah. 30 buah /briket uji tersebut terdiri dari 2 komposisi adapun komposisi yang digunakan antara lain : Komposisi I menggunakan kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran sebagai agregat kasar dan Abu Batu eks. Merak dan pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus, Komposisi II menggunakan Batu Pecah eks. Merak sebagai agregat kasar dan Abu Batu eks. Merak dan pasir eks. Tangkiling sebagai agregat halus, dan masing-masing komposisi terdiri dari 5 variasi kadar aspal, tiap variasi kadar aspal tersebut dibuat 3 buah briket/benda uji dan pada kedua komposisi tersebut dilakukan perbandingan dari hasil parameter *Marshall* yang di dapatkan antara Komposisi I dan Komposisi II. Pembuatan dan pengujian briket/benda uji ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Agregat yang digunakan berupa kerikil pecah Sungai Kahayan yang terdiri dari agregat kasar yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) dari Desa Manen Panduran Kabupaten Pulang Provinsi Kalimantan Tengah, sedangkan untuk agregat halus yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm), dan *filler* yang berupa abu batu yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) *ex. Palangka Raya* pada *quarry* PT. Karya Halim Sampoerna, Jl. Mahir Mahar, Trans Kalimantan Palangka Raya.

2. Aspal yang digunakan sebagai bahan pegikat dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70.

3.5 Alat-Alat Penelitian

3.5.1 Alat Untuk Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

a. Pemeriksaan Gradasi Agregat

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dan benda uji, berguna untuk menimbang bahan.
- 2) Satu set saringan meliputi saringan dengan ukuran 19 mm (3/4"), 12,5 mm (1/2"), 9.5 mm (3/8"), No.8, No.30. No.200.
- 3) Oven, mesin penggucang saringan, *stopwatch*, talam-talam, kuas, sikat, sendok dan alat-alat lainnya.

b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

- 1) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut :

- a) Keranjang kawat yang berukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg. Keranjang berguna untuk meletakkan sampel dan tempat pengayak dari sisa air.
- b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, berguna untuk merendam bahan uji.

- c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat pengantung keranjang. Berguna untuk menimbang bahan yang akan diuji.
- d) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, dan alat pemisah contoh dan saringan No. 8.

2) Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut :

- a) Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih, piknometer dengan kapasitas 500 ml. kerucut terpancung dengan diameter (90 ± 3) mm. Peralatan yang digunakan diatas berguna untuk pemeriksaan jenis. Timbangan untuk menimbang bahan, piknometer untuk mengukur massa jenis atau densitas fluida dan kerucut terpancung untuk mengisi badan uji.
- b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 1) kg dengan diameter permukaan penumbukan (25 ± 3) mm. Berguna untuk memadatkan benda uji yang dimasukkan kedalam kerucut terpancung.
- c) Saringan No.8, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stopwatch* dan lap bersih.

c. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Peralatan yang digunakan dalam pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin Los Angeles dan bola-bola dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah. Bertujuan untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No.12 terhadap berat semula dalam persen.
- 2) Saringan No.12 dan saringan-saringan lainnya. Berguna untuk menyaring bahan sesuai dengan ketentuan lolos saringan.
- 3) Timbangan dan oven dengan pengaturan suhu. Berguna untuk menimbang bahan dan oven berguna sebagai pengering benda uji sampai suhu yang sudah ditentukan.

3.5.2 Alat Pembuatan dan Pemeriksaan Benda Uji

a. Pembuatan Benda Uji

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Sejumlah cetakan benda uji berbentuk silinder yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambung. Berfungsi untuk cetakan benda uji dan pelat alas sebagai alas benda uji.
- 2) Alat pengukur benda
- 3) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh beban 45,7 cm. Berfungsi menumbuk benda uji dengan ketinggian yang telah ditentukan.

- 4) Landasan pematat terdiri dari balok kayu dan dilapisi dengan pelat baja.
- 5) Oven dengan pengatur suhu, kompor, timbangan, wajan, talam-talam, sendok pengaduk, thermometer, kertas saring dan sarung tangan.

b. Pemeriksaan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan yang dilengkapi dengan keranjang penggantung berkapasitas 5 kg. Berguna untuk menimbang benda uji.
- 2) Bak perendam (*water bath*), yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Berguna untuk tempat merendam benda uji.
- 3) Alat marshall yang dilengkapi dengan:
 - a) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung. Berguna untuk menekan benda uji agar diketahui nilai tekanannya.
 - b) Cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 2.500 kg atau 5.000 pound dilengkapi dengan arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm. Digunakan untuk mengukur nilai stabilitas.
 - c) Arloji pengukur kelelahan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 beserta kelengkapannya. Berguna untuk mengukur tingkat kelelahan benda uji.

3.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai selama \pm 1 bulan bertempat di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.7 Cara Penelitian

3.7.1 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat harus dilakukan pada suatu perencanaan campuran yang akan dipergunakan pada lapisan perkerasan. Agregat dapat digunakan untuk bahan perkerasan, apabila telah melalui pemeriksaan dan memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Pemeriksaan terhadap agregat tersebut dilakukan untuk memperoleh data yang akan digunakan pada perencanaan campuran. Data yang diperlukan dalam perencanaan campuran meliputi: data gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan agregat, keausan agregat dan kadar lempung yang terkandung dalam agregat.

3.7.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat

Pada metode pemeriksaan gradasi agregat kasar maupun halus menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 03-1968-1190. Peralatan yang digunakan adalah: timbangan, satu set saringan, oven, alat pemisah contoh, mesin pengguncang saringan, *stopwatch*, talam, kuas sikat, sendok dan lain-lain.

Adapun langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut :

- a. Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C sampai berat tetap.
- b. Sampel ditimbang sesuai kebutuhan (masing-masing 1 kg untuk agregat kasar dan agregat halus).
- c. Sampel dicuci sampai bersih, kemudian air dibuang secara hati-hati di atas saringan No. 200, agregat yang tertahan pada saringan dikembalikan pada wadah pencucian.

- d. Sampel dikeringkan sampai berat tetap dalam oven dengan suhu 110°C.
- e. Saring sampel lewat satu set saringan. Saringan dengan nomor saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin penguncang saringan selama 15 menit.
- f. Sampel yang tertahan pada setiap nomor saringan masing-masing ditimbang dan selanjutnya dilakukan perhitungan persentase berat sampel pada masing-masing saringan terhadap berat total sampel setelah disaring.

3.7.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dibagi atas :

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 1969:2016. Pemeriksaan ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering dipermukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry* (SSD), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan agregat kasar. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan 1" dan tertahan saringan No.8.

Adapun prosedur pelaksanaan dan pemeriksaan ini adalah sebagai berikut :

- 1) Timbang sampel kering oven seberat 5 kg.
- 2) Cuci sampel sampai bersih dengan hati-hati supaya tidak ada yang terbuang.
- 3) Keringkan sampel dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.

- 4) Keluarkan sampel dan dinginkan selama 1-3 jam pada suhu ruang, kemudian timbang dan catat beratnya sebagai (Bk).
- 5) Rendam sampel dalam air selama 24± jam.
- 6) Keluarkan sampel dari dalam air, kemudian keringkan sampel sampai kering permukaan jenuh.
- 7) Timbang sampel kering permukaan jenuh dan catat beratnya sebagai (Bj).
- 8) Timbang sampel dalam air dan catat beratnya sebagai (Ba).

Perhitungan berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$Bj. \text{ Kering Oven (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (3-1)$$

$$Bj. \text{ Kering Permukaan (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (3-2)$$

$$Bj. \text{ Semu (apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \quad (3-3)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3-4)$$

Keterangan :

Bk : berat sampel kering yang keluar dari dalam oven

Bj : berat sampel kering permukaan jenuh

Ba : berat sampel dari dalam air

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 1970:2016. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh atau *saturated surface dry (SSD)*, berat jenis semu (*apparent*) dan

penyerapan air agregat halus. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan No.8.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang sampel kering oven sebanyak 1 kg.
- 2) Rendam sampel dalam air selama 24 jam.
- 3) Buang air perendam dengan hati-hati supaya butiran tidak ada yang hilang.
- 4) Hamparkan sampel di atas talem, keringkan di udara panas dengan cara membolak-balik sampel. Lakukan pengeringan sampai terjadi keadaan kering permukaan jenuh.
- 5) Periksa sampel pada keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan sampel ke dalam kerucut terpancung dalam tiga lapis dan padatkan 25 tumbukan.
- 6) Angkat kerucut terpancung, keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila sampel mengalami keruntuhan akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- 7) Timbang sampel seberat 500 gram dan masukan ke dalam piknometer.
- 8) Isi piknometer dengan air suling sampai sampel terendam seluruhnya.
- 9) Letakkan piknometer di atas pelat pemanas (*hot plate*) kemudian didihkan selama 10 menit untuk mengeluarkan udara yang terserap di dalam sampel.
- 10) Dinginkan piknometer yang berisi sampel dan rendam piknometer dalam air dengan suhu 25°C sampai suhu di dalam piknometer menunjukkan 25°C.

- 11) Tambahkan air suling sampai tanda batas kalibrasi dan keringkan bagian luar piknometer dengan lap bersih, kemudian timbang piknometer yang berisi sampel dan air suling (B_t).
- 12) Keluarkan sampel dan keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 13) Keluarkan sampel dalam oven, dinginkan kemudian ditimbang (B_k).
- 14) Isi piknometer dengan air suling sampai batas kalibrasi dan timbang (B).

Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$B_j. \text{ Kering Oven (bulk)} = \frac{B_k}{B + 500 - B_t} \quad (3-5)$$

$$B_j. \text{ Kering Permukaan (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - B_t} \quad (3-6)$$

$$B_j. \text{ Semu (apparent)} = \frac{B_k}{B + B_k} \quad (3-7)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (3-8)$$

Keterangan :

B_k : berat sampel kering yang keluar dari dalam oven

B : berat sampel kering permukaan jenuh

B_t : berat sampel dari dalam air

3.7.4 Pengujian Keausan Agregat

Pada metode pengujian keausan agregat kasar menggunakan standar pengujian yaitu SNI 2417:2008.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut :

- a. Timbang sampel secukupnya kemudian dicuci sampai bersih.
- b. Keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Timbang sampel sesuai gradasi atau spesifikasi yang digunakan.
- d. Masukkan sampel ke dalam mesin Los Angeles.
- e. Masukkan bola-bola baja sesuai dengan spesifikasi yang digunakan.
- f. Putar mesin Los Angeles dengan jumlah putaran 500 kali.
- g. Keluarkan sampel dalam molen, kemudian saring dengan saringan No. 12.
- h. Material yang lolos saringan No. 12 dibuang, sedangkan material yang tertahan saringan No. 12 langsung dicuci sampai bersih, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- i. Keluarkan sampel dari dalam oven dan dinginkan pada suhu ruang, kemudian ditimbang.

Dari hasil percobaan ini, nilai keausan agregat kasar dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{A} \times 100\% \quad (3-9)$$

Keterangan :

a : berat total sampel semula (5000 gram)

b : berat sampel yang tertahan saringan No.12

3.8 Pengujian Aspal

- a. Uji Penetrasi Aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji penetrasi aspal adalah sebagai berikut :

- 1) Ada dua macam penetrometer yaitu penetrometer manual dan penetrometer otomatis. Perbedaan kedua penetrometer ini terletak pada :
 - a) Pengukur waktu pada penetrometer manual diperlukan stopwatch sedangkan pada penetrometer otomatis tidak diperlukan stopwatch karena pengukur waktu otomatis sudah terangkai dalam alat penetrometer.
 - b) Saat pengujian tombol pemegang jarum penetrometer manual harus ditekan selama $5 \pm 0,1$ detik sampai waktu yang ditentukan, sedangkan pada tombol pemegang jarum penetrometer otomatis ditekan hanya pada saat permulaan pengujian yang akan berhenti secara otomatis setelah waktu yang ditentukan ($5 \pm 0,1$ detik). Kedua alat ini terdiri dari :
 - a) Alat penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum ke dalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat.
 - b) Berat pemegang jarum $47,5 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Berat total pemegang jarum beserta jarum $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Pemegang jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat.

- c) Penetrometer harus dilengkapi dengan *waterpass* untuk memastikan posisi jarum dan pemegang jarum tegak (90) ke permukaan.
- d) Berat beban 50 gram \pm 0,05 gram dan 100 gram \pm 0,05 gram sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan.

2) Jarum Penetrasi

- a) Harus terbuat dari *stainless steel* dan dari bahan yang kuat, *Grade* 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60.
- b) Jarum standar memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 in)
- c) Diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm
- d) Ujung jarum berupa kerucut terpancung dengan sudut antara 8,7 dan 9,7
- e) Ujung jarum harus terletak satu garis dengan sumbu badan jarum
- f) Perbedaan total antara ujung jarum dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm
- g) Diameter ujung kerucut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jam
- h) Ujung jarum harus runcing tajam dan halus
- i) Panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 mm sampai 45 mm, sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm sampai 55 mm (1,97-2,17 in)

- j) Berat jarum harus $2,50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$
- k) Jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut di atas dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang.

3) Cawan Benda Uji

Cawan benda uji terbuat dari logam atau gelas yang terbentuk silinder dengan dasar yang rata dan berukuran sebagai berikut :

- a) Untuk pengujian penetrasi dibawah 200 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 35 mm
- b) Untuk pengujian penetrasi antara 200 dan 350 diameter 55 mm-75 mm tinggi bagian dalam 45 mm-70 mm
- c) Untuk pengujian penetrasi antara 350 dan 500 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 70 mm

4) Bak perendam

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat mempertahankan temperature $25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ atau temperature lain dengan ketelitian tidak lebih dari $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Bejana atau bak perendam harus dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang terletak tidak kurang dari 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana. Apabila pengujian dilakukan di dalam bak perendam maka harus dilengkapi dengan penahan yang cukup kuat untuk dudukan penetrometer. Air perendam dapat ditambah garam apabila diinginkan pengujian pada temperatur rendah.

5) *Transfer dish*

Transfer dish harus mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan cukup tinggi untuk dapat merendam cawan benda uji ukuran besar. *Transfer dish* harus disertai dudukan, antara lain kaki tiga, agar cawan benda uji tidak bergerak selama pengujian.

6) Pengukur waktu

Untuk penetrometer yang dijalankan secara manual dapat digunakan pengukur waktu apa saja seperti *stopwatch* atau pengatur waktu elektrik yang terkalibrasi dan mempunyai skala terkecil 0,1 detik atau kurang dengan kesalahan tertinggi 0,1 detik untuk setiap 60 detik. Untuk penetrometer otomatis kesalahan tidak boleh lebih dari 0,1 detik.

7) Termometer

Termometer harus dikalibrasi dengan maksimum kesalahan skala tidak melebihi 0,1 °C atau dapat juga digunakan pembagian skala termometer lain yang sama ketelitiannya dan kepekaannya. Termometer harus sesuai dengan SNI 19-6421-2000 *Spesifikasi* standar termometer. Termometer yang digunakan untuk bak perendam harus dikalibrasi secara periodik dengan cara sesuai ASTM E77.

b. Uji Daktilitas Aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji daktilitas aspal adalah sebagai berikut :

- a) Termometer
- b) Cetakan daktilitas kuningan

- c) Bak perendam isi 10 liter, yang menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian 0,1 °C, dan benda uji dapat terendam sekurang-kurangnya 100 mm dibawah permukaan air bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang diletakkan 50 mm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
- d) Mesin uji ketentuan sebagai berikut :
 - a) Dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap
 - b) Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
 - e) Bahan methyl alkohol atau glycerin teknik
- c. Uji Titik Nyala Aspal
Peralatan yang digunakan dalam uji titik nyala aspal adalah sebagai berikut :
 - a) Alat Cleveland open cup terdiri dari : cawan cleveland, pelat pemanas, nyala api penguji, pemanas dan penyangga.
 - b) Termometer dengan rentang pengukuran - 6 °C sampai dengan 400 °C
 - c) Barometer, untuk mengukur tekanan udara
 - d) Aspal
 - e) Pelarut pembersih, umumnya adalah bahan yang mudah terbakar terdiri dari : *acetone*, *toluol*, *xylol* dan minyak tanah

3.9 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran menggunakan metode Marshall yang bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar dari

perencanaan ini adalah gradasi agregat campuran. Kadar optimum ditentukan dengan melakukan pemeriksaan Marshall di Laboratorium terhadap beberapa benda uji dengan membuat variasi kadar aspal sedangkan proporsi gradasi tetap.

Perencanaan campuran agregat dapat dilakukan dengan menggunakan cara grafik atau analitis. Rumus dasar pencampuran adalah:

$$P = Aa + Bb + Cc + Dd \quad (3-11)$$

Keterangan :

A, B, C, D = Persen material lolos saringan X dari kombinasi A, B, C, D

a, b, c, d = Proporsi Agregat A, B, C, D dalam campuran

$$a + b + c + d = 1$$

Adapun urutan perencanaan campuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penentuan proporsi komposisi campuran terhadap total agregat.
2. Dari hasil perhitungan proporsi/komposisi campuran, selanjutnya dilakukan dengan variasi kadar aspal (5 variasi kadar aspal) yaitu berdasarkan kadar aspal yang telah ditentukan pada spesifikasi teknis.
3. Membuat benda uji (briket) untuk setiap campuran (untuk 1 variasi kadar aspal dibuat 3 buah briket) dengan cara dicetak dan ditumbuk dengan alat khusus.
4. Pemeriksaan benda uji meliputi: keadaan campuran, berat isi campuran, besarnya pori/rongga dalam campuran (*Voids in mixture* atau *VIM*), besarnya pori/rongga yang terisi aspal (*Voids Filled Bitumen* atau *VFB*), kekuatan (*stability*) campuran dan besarnya kelelahan (*flow*).

3.9.1 Penentuan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat

Data hasil pemeriksaan gradasi agregat yang dilakukan dengan menggunakan analisa saringan akan digunakan untuk merencanakan komposisi campuran agregat yang memenuhi persyaratan.

Dalam penelitian ini, ada dua cara perhitungan yang digunakan dalam menentukan proporsi/komposisi campuran, yaitu :

- a. Cara Diagonal, yaitu berupa perhitungan secara grafis dengan bantuan diagonal untuk menentukan komposisi campuran.
- b. Cara Coba-coba (*Trial and Error*), yaitu secara analitis dengan cara memperkirakan komposisi campuran yang selanjutnya dihitung kombinasi gradasi dari agregat campuran. Apabila kombinasi gradasi masuk pada spesifikasi yang telah ditentukan, maka komposisi yang dicoba dapat digunakan untuk proporsi/komposisi campuran yang akan diteliti.

Dalam menentukan proporsi/komposisi campuran, perhitungan awal dilakukan dengan menggunakan cara diagonal. Selanjutnya dari hasil komposisi yang didapat tersebut dikontrol kembali dengan menggunakan cara *Trial and Error*. Hal ini dilakukan adalah untuk melihat proporsi/komposisi gradasi gabungan agregat apakah masuk ke dalam spesifikasi yang telah ditetapkan atau tidak.

3.9.2 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini mengikuti prosedur yang ada dalam Manual Pemeriksaan Bahan Jalan PC-0201-76.

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

a. Persiapan campuran

- 1) Keringkan agregat kasar, agregat sedang, abu batu,, dan agregat halus menggunkan oven pada suhu $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- 2) Masing-masing agregat yang sudah dikeringkan tersebut ditimbang sesuai dengan besarnya persentase besar komposisi. Berat tetap dalam keadaan normal untuk menghasilkan benda uji dengan ketinggian $\pm 6,25$ cm adalah 1.200 gram.
- 3) Agregat campuran dipanaskan dalam panci pemanas diatas api kompor sampai mencapai suhu antara 160°C - 180°C .
- 4) Aspal dicairkan pada suhu 130°C - 150°C .
- 5) Kemudian aspal cair dituangkan secara perlahan sesuai dengan berat yang telah ditetapkan ke dalam panci pencampur
- 6) Campuran tersebut diaduk dengan cepat pada suhu $(145\pm 10)^{\circ}\text{C}$ sampai terlihat seluruh permukaan agregat tertutup aspal semua.

b. Pemadatan benda uji

- 1) Bersihkan cetakan benda uji, oleskan dengan pelumas, diletakkan kertas saring didasnya dan bersihkan bagian muka penumbuk.
- 2) Masukkan campuran ke dalam cetakan benda uji (*mold*), Kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula sebanyak 15 kali pada keliling pinggirnya sebanyak 10 kali pada bagian tengah. Waktu dipadatkan suhu campuran harus dalam batas suhu pemadatan $(145\pm 10)^{\circ}\text{C}$.

- 3) Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali tumbukan dengan tinggi jatuhan 45,7 cm, selama pemadatan tahanlah sumbu palu pemadatan agar selalu tegak lurus pada alat cetakan.
- 4) Lepaskan keeping alas leher penyambung, balikan cetakan berisi benda uji dan pasang kembali, kemudian tumbuklah sebanyak 75 kali.
- 5) Benda uji yang telah cukup dingin dikeluarkan dari *mould* dengan *ejector*.
- 6) Berikan identitas/tanda pengenal pada setiap benda uji agar tidak tertukar.
- 7) Letakan benda uji diatas permukaan yang rata dan biarkan selama 24 jam pada suhu ruangan.

3.9.3 Pemeriksaan Benda Uji (Tes Marshall)

Pemeriksaan benda uji dengan tes Marshall dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran agregat dan variasi kadar aspal.

Adapun urutan pelaksanaan tes Marshall adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan Pengujian
 - 1) Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel.
 - 2) Timbanglah benda uji yang sebelumnya dibiarkan selama 24 jam untuk mendapatkan berat kering di udara.
 - 3) Rendam benda uji dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
 - 4) Setelah direndam selama 24 jam, timbanglah benda uji tersebut untuk mendapatkan berat dalam air.

- 5) Selanjutnya benda uji diangkat dan dilap, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat dalam keadaan kering permukaan jenuh.

b. Pelaksanaan pengujian

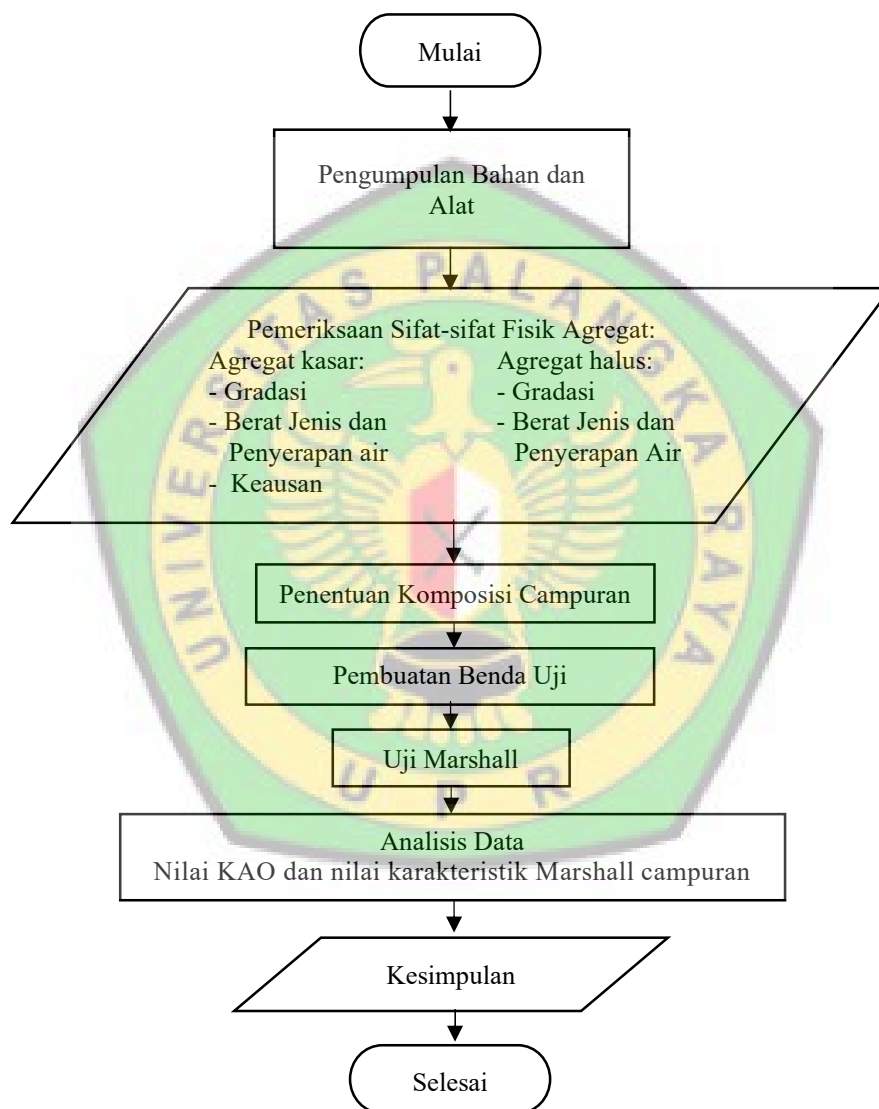
- 1) Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) dengan suhu tetap 60°C selama 30-40 menit.
- 2) Sebelum pengujian, batang penuntun dan permukaan dalam dari kepala penekan diberi pelumas sehingga kepala penekan dapat meluncur bebas dan mempermudah pelepasan benda uji.
- 3) Keluarkan benda uji dari bak perendam dan segera letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Perlu diketahui bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkat benda uji sampai tercapai beban maksimum tidak boleh melebihi 30 menit.
- 4) Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
- 5) Pasang arloji pengukur kelelahan (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
- 6) Naikkan kepala penekan beserta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji, sebelum pembebanan maksimum tercapai.
- 7) Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai.

- 8) Catat angka pembacaan pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai dan angka pembacaan kelelahan (*flow*) pada saat pembebanan maksimum tercapai.
- 9) Setelah selesai, benda uji dikeluarkan dari alas Marshall.
- 10) Selanjutnya nilai pembacaan stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dalam tabel perhitungan tes Marshall.



3.10 Bagan Alir Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, maka perlu adanya perencanaan penelitian. penelitian dilakukan secara bertahap sesuai dengan bagan alir dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Penggunaan Kerikil Pecah Sungai Kahayan Sebagai Alternatif Agregat Kasar Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*” ini disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat Penyusun dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (analisa saringan), berat jenis dan penyerapan, dan keausan agregat semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Proporsi dari komposisi yang digunakan setelah melalui metode Diagonal dan kemudian disempurnakan menggunakan cara *Trial and Error*, di dapatkan untuk Komposisi I yaitu kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran sabagai agregat kasar sebesar 38% = 456 gr, abu batu eks. Merak sabagai agregat halus sebesar 32% = 384 gr, dan pasir eks. Tangkiling sabagai agregat halus sebesar 30% = 360 gr, (total agregat 1200 gr). Sedangkan Komposisi II yaitu Batu Pecah eks. Merak sabagai agregat kasar sebesar 38% = 456 gr, Abu Batu eks. Merak sabagai agregat halus sebesar 32% = 384 gr, dan Pasir eks. Tangkiling sabagai agregat halus sebesar 30% = 360 gr, (total agregat 1200 gr).
3. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan pada Komposisi I = 6,85%, dan pada Komposisi II = 6,65%. KAO dari kedua Komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* yang telah ditentukan.

4. Karakteristik Marshall yang didapat dari KAO Komposisi I adalah sebagai berikut : Stabilitas sebesar 875 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 19,65%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 79,5%, dan hasil bagi Marshall sebesar 270 kg/mm. dan Komposisi II adalah sebagai berikut : Stabilitas sebesar 960,00 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 19,40%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,50%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 77,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 340 kg/mm. Berdasarkan karakteristik *Marshall* yang didapatkan maka kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, hal itu terlihat dari karakteristik *Marshall* yang memenuhi Spesifikasi, dan bila dibandingkan dengan penggunaan Batu Pecah eks. Merak hanya lebih rendah stabilitas sebesar 8,8%.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dari hasil kajian perencanaan Campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* maka untuk pelaksanaan di lapangan Komposisi I yaitu kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)* sebagai salah satu upaya pemanfaatan sumber daya yang ada di Kalimantan Tengah sekaligus untuk menghemat penggunaan Batu Pecah hasil *Stone Crusher* yang biasa didatangkan dari luar daerah seperti Palu dan Merak. dan bila ingin

memperoleh stabilitas yang tinggi dapat menggunakan Komposisi II yaitu Batu Pecah eks. Merak yang memang sering digunakan sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, namun harus memerlukan biaya yang relatif besar.

2. Penelitian ini dapat dilanjutkan, karena penggunaan kerikil pecah Sungai Kahayan eks. Manen Paduran sebagai agregat kasar masih diatas syarat spesifikasi sehingga masih dimungkinkan untuk mencoba lagi untuk pemanfaatan agregat halus untuk mengurangi penggunaan Abu Batu eks. Merak.
3. Variasi kadar aspal pada campuran dapat dilakukan dengan interval jumlah kadar aspal yang lebih rapat lagi agar mendapatkan nilai yang lebih akurat dalam penentuan Kadar Aspal Optinum (KAO).
4. Penelitian ini sifatnya masih belum sempurna karena masih ada kekurangan dalam hal pengerjaan seperti pemecahan kerikil masih dipecahkan secara manual, disarankan untuk penggunaan yang lebih efektif dalam pemanfaatan agregat kasar maka kerikil pecah dapat dipecahkan menggunakan *Stone Crusher* terutama jika akan digunakan dalam skala besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Desriantomy (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Departemen Pekerjaan Umum (2018), *Sfsifikasi Umum Devisi 6*.
- Hardi (2008), *Penelitian Tigas Akhir Berjudul “Analisis Karakteristik Campuran Aspal Panas Jenis Hot Rolled Sheet – Base (HRS-Base) Menggunakan Batu Pecah Dari Bukit Batu Dan Pasir Desa Pundu, Kabupaten Kota Waringin Timur*. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.
- Sukirman, S (2003), *beton aspal campuran panas, granit, jakarta*.
- Suprpto, T.M (2004), *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit KMTS FTU GM.
- Yurenta (2008), *Analisis Penggunaan Batu Putih Dari Kecamatan Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas Sebagai Material Pembentuk Campuran Aspal Panas Jenis Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.

