

SKRIPSI

**KAJIAN PEMANFAATAN KERIKIL DAN PASIR SUNGAI
DALAM CAMPURAN HOT ROLLED SHEED WEARING COURSE
(HRS-WC)**

oleh

PAUL CAVIN MARTHIN
NIM. DAB 115 118



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2021

SKRIPSI

**KAJIAN PEMANFAATAN KERIKIL DAN PASIR SUNGAI
DALAM CAMPURAN HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE
(HRS-WC)**

Oleh

PAUL CAVIN MARTHIN
NIM. DAB 115 118

Telah dipaparkan di depan Tim Pembahas, pada:

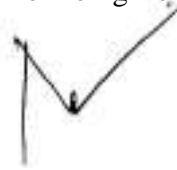
Hari/Tanggal : Kamis, 07 Oktober 2021
Waktu : 11.00-12.30 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana

Pembimbing Utama,



Ir. DESRIANTOMY, M.T.
NIP. 19621223 199002 1 001

Pembimbing Pendamping,



ROBBY, S.T., M.T.
NIP. 19730326 199903 1 003

Mengetahui:

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



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608200501 1 003

RINGKASAN

KAJIAN PEMANFAATAN KERIKIL DAN PASIR SUNGAI DALAM CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*. Paul Cavin Marthin, 2021, Jurusan/Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Penggunaan material dalam pembangunan konstruksi jalan semakin meningkat jumlahnya seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah sebagai salah upaya dari pemerintah untuk mensejahterakan masyarakat di suatu daerah. Tentunya material adalah suatu bagian paling penting dalam menentukan baik terhadap teknik pelaksanaan yang berkaitan dengan mutu dari suatu konstruksi jalan, dan untuk menentukan nilai harga dari material yang berhubungan dengan ekonomis tidaknya penggunaan material yang ada. Penggunaan material kerikil sungai dan pasir sungai Kahayan yang ada di Kalimantan Tengah sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan material lokal yang ada di Kalimantan Tengah.

Untuk kajian teknis perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* metode yang digunakan dalam merencanakan komposisi campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*. Metode ini terdiri dari dua cara yaitu cara diagonal dan cara coba-coba (*trial and error*). Komposisi I, komposisi II dan III hasil gradasi gabungan yang memenuhi syarat diambil dari hasil perhitungan cara coba-coba (*trial and error*).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka parameter Marshall yang didapat dari KAO masing-masing komposisi adalah sebagai berikut: komposisi I nilai KAO sebesar 7,2%, stabilitas sebesar 940 kg, rongga terisi aspal (VMA) sebesar 20,4%, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4%, rongga terisi aspal (VFB) 80%, hasil bagi marshall (MQ) 320 kg/mm. Komposisi II nilai KAO sebesar 7,1%, stabilitas sebesar 870 kg, rongga terisi aspal (VMA) sebesar 19%, rongga dalam campuran (VIM) 4,2%, rongga terisi aspal (VFB) 79% hasil bagi marshall (MQ) 320 kg/mm 270 kg/mm dan komposisi III nilai KAO sebesar 7,2%, stabilitas sebesar 624 kg, rongga terisi aspal (VMA) sebesar 20,60%, rongga dalam campuran (VIM) 4,2%, rongga terisi aspal (VFB) 79%, hasil bagi marshall (MQ) sebesar 270 kg/mm. Berdasarkan hasil tersebut maka dianjurkan untuk pelaksanaan di lapangan dapat menggunakan komposisi II bila ingin menghemat biaya dalam penggunaan aspal karena memiliki KAO terendah dan bila ingin memperoleh stabilitas yang cukup tinggi disarankan menggunakan Komposisi I namun dalam penggunaan aspalnya tidak ekonomis.

Kata Kunci: Kerikil dan Pasir Sungai Kahayan, *Hot Rolled Sheet Wearing Course*, Parameter Marshall, Kadar Aspal Optimu

SUMMARY

STUDY ON THE UTILIZATION OF RIVER SAND AND GRAVEL IN MIXED HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC). Paul Cavin Martin, 2021, Department/Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The use of materials in the construction of road construction is increasing in number along with the number of road constructions in Indonesia, especially in Central Kalimantan as one of the government's efforts to improve the welfare of the people in an area. Of course, the material is a very important part in determining both the implementation technique related to the quality of a road construction, and to determine the price value of the material related to the economical use of existing materials. The use of river gravel and Kahayan river sand in Central Kalimantan as aggregate in the Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) mixture is one of the efforts to utilize local materials in Central Kalimantan.

For the technical study of the Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) mixture planning method used in planning the composition of the mixture using the Asphalt Institute method. This method consists of two events, namely the diagonal method and the trial and error method. Composition I, composition II and III the results of combined gradations that meet the requirements are taken from the results of the calculation of the trial and error method.

From the results of the research that has been carried out, the Marshall parameters obtained from each composition are as follows: composition I, the KAO value of 7.2%, stability of 940 kg, cavity filled with asphalt (VMA) of 20.4%, internal cavity Mixture (VIM) is 4%, the cavity is filled with asphalt (VFB) 80%, the marshall quotient (MQ) is 320 kg/mm. Composition II KAO value of 7.1%, stability of 870 kg, cavity filled with asphalt (VMA) 19%, cavity in mixture (VIM) 4.2%, cavity filled with asphalt (VFB) 79% marshall quotient (MQ) 320 kg/mm 270 kg/mm and composition III KAO value of 7.2%, stability of 624% kg, voids filled with asphalt (VMA) by 20.60%, voids in mixture (VIM) 4.2%, voids filled with asphalt (VFB) 79%, marshall quotient (MQ) of 270 kg/mm. Based on these results, it is recommended for implementation in the field to use composition II if you want to save costs in the use of asphalt because it has the lowest KAO and if you want to obtain high enough stability it is recommended to use Composition I but the use of asphalt is not economical.

Keywords: Kahayan River Gravel and Sand, Hot Rolled Sheet Wearing Course, Marshall Parameters, Optimum Asphalt Level

PRAKATA

Puji Syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Kuasa oleh karena rahmat dan karunia-Nya sehingga proposal skripsi dapat diselesaikan. Skripsi yang berjudul **“KAJIAN PEMANFAATAN KERIKIL SUNGAI DAN PASIR SUNGAI DALAM CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE*” (*HRS-WC*)** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi program Strata-I 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. Suran Parasian Silitonga S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, 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 Puspasari, S.T., M.T. selaku sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

7. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing Akademik.
8. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Proposal Skripsi.
9. Bapak Robby, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Proposal Skripsi.
10. Ibu Desi Riani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah I Proposal Skripsi.
11. Bapak Ir. Supiyan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah II Proposal Skripsi.
12. Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Moderator Proposal Skripsi.
13. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Akademik di Fakultas. Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Skripsi

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

Palangka Raya, Mei 2021



PAUL CAVIN MARTHIN
NIM. DAB 115 118

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	v
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Lokasi Pengambilan Material	4
1.7 Gambar Visual Pasir dan Kerikil dari Sungai Kahayan	6
1.7.1 Pasir Sungai Kahayan	6
1.7.2 Kerikil Sungai Kahayan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya	8
2.2 Fungsi Lapisan Perkerasan	10
2.3 Jenis Campuran Aspal Beton	12
2.4 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)	13
2.5 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton	13
2.5.1 Agregat Kasar	13
2.5.2 Agregat Halus	15

2.5.3 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	16
2.5.4 Aspal	17
2.6 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (<i>HRS-WC</i>)	20
2.7 Metode Perencanaan Campuran	22
2.7.1 Rumus Campuran Rancangan (<i>Design Mix Formula</i>)	27
2.8 Proses Pembuatan HRS-WC di lapangan	28
2.9 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu	29

BAB III Metode Penelitian

3.1 Umum	33
3.2 Pengambilan Bahan	33
3.3 Metode Pengambilan Sampel	33
3.4 Bahan Penelitian	34
3.5 Alat-Alat Penelitian	34
3.6 Waktu dan Tempat Penelitian	36
3.7 Cara Penelitian	39
3.7.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat	39
3.7.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	39
3.7.3 Pengujian Keausan Agregat Kasar	43
3.7.4 Pemeriksaan Kadar Lempung	45
3.8 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	46
3.8.1 Perencanaan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat	47
3.8.2 Pembuatan Benda Uji	48
3.8.3 Pemeriksaan Benda Uji dengan Tes Marshall	49
3.9. Bagan Alir Penelitian	52

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium	53
4.1.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik Agregat	54
4.1.2 Perencanaan Campuran	56

4.2	Pengujian Marshal	71
4.2.1	Persiapan Pengujian Marshal	71
4.2.2	Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Proporsi I ...	71
4.3	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal	
	Komposisi I	75
4.3.1	Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi I	76
4.3.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	76
4.3.3	Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	77
4.3.4	Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Void Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	78
4.3.5	Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Kadar Aspal Komposisi I	79
4.4	Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Komposisi II	82
4.5	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal	
	Komposisi II	85
4.5.1	Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi II	86
4.5.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi	87
4.5.3	Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	88
4.5.4	Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Void Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	89
4.5.5	Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Kadar Aspal Komposisi II	90
4.6	Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Komposisi III	92
4.7	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar	95
4.7.1	Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi III	96
4.7.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar	

Aspal Komposisi	97
4.7.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	98
4.7.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	99
4.7.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Kadar Aspal Komposisi II	100
4.7.6 Perbandingan Nilai Parameter Marshall Komposisi I, II, dan III	103
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	108
DAFTAR LAMPIRAN	109

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material dalam pembangunan konstruksi jalan semakin meningkat jumlahnya seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah sebagai salah upaya dari pemerintah untuk mensejahterakan masyarakat di suatu daerah. Untuk mendapatkan konstruksi jalan sesuai dengan standar yang sudah di tetapkan maka pemilihan material adalah hal paling utama yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil konstruksi jalan yang baik. Oleh sebab itu perlu ada penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan material lokal sebagai alternatif untuk bahan campuran lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan jalan. Material perkerasan jalan terdiri dari : agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal. Semakin besar volume perkerasan jalan yang dibuat, kebutuhan material perkerasan dan aspal akan semakin besar volumenya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan material untuk perkerasan dicoba memanfaatkan bahan perkerasan yang tersedia sesuai dengan ketentuan-ketentuan teknis.

Tentunya material adalah suatu bagian paling penting dalam menentukan baik terhadap teknik pelaksanaan yang berkaitan dengan mutu dari suatu konstruksi jalan, dan untuk menentukan nilai harga dari material yang berhubungan dengan ekonomis tidaknya penggunaan material yang ada.

Desa Manen Paduran Merupakan salah satu desa di Kalimantan Tengah yang berada di Kecamatan Kahayan Tengah Kabupaten Pulang Pisau. Di desa ini terdapat beberapa lokasi penambangan emas yang dilakukan masyarakat setempat sebagai salah satu mata pencaharian warga. Aktifitas penambangan dilakukan warga dipinggiran Sungai Kahayan, dari aktifitas penambangan ini terlihat bahwa ada limbah yang dihasilkan. Adapun limbah tersebut berupa kerikil dan pasir. Setelah melakukan pengamatan, limbah yang ada cukup banyak sehingga timbul pemikiran bahwa limbah tersebut jika dibiarkan maka akan merusak lingkungan sekitar. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meneliti limbah yang ada untuk dimanfaatkan. Perkerasan jalan adalah salah satu pekerjaan konstruksi yang memerlukan material berupa agregat kasar dan halus. Sehingga dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memanfaatkan limbah tambang yang ada sebagai bahan campuran untuk perkerasan jalan. Adapun jenis perkerasan yang diteliti pada penelitian ini yaitu *Lataston* jenis *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*. Tentunya perlu adanya uji Laboratorium untuk mengetahui apakah limbah tambang yang ada di Desa Manen Paduran yaitu pasir dan kerikil bisa digunakan sebagai bahan campuran perkerasan jalan atau tidak.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat ditarik suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah material berupa Kerikil dan Pasir dari sungai Kahayan memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* ?

2. Bagaimana komposisi campuran yang dihasilkan berdasarkan penggunaan Kerikil dan Pasir dari sungai Kahayan ?
3. Berapa nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat dari komposisi campuran tersebut ?
4. Berapa nilai karakteristik Marshall berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat dari pengujian Marshall ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat-sifat fisik agregat Kerikil dan Pasir dari sungai Kahayan dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC)
2. Menganalisis komposisi campuran yang dihasilkan berdasarkan penggunaan Kerikil dan Pasir Sungai Kahayan
3. Menganalisis Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan dari komposisi campuran yang diteliti
4. Menganalisis nilai parameter karakteristik Marshall berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dari pemakaian agregat Pasir Sungai dan Kerikil Sungai dari sungai Kahayan

1.4 Manfaat Penelitian Ini

1. Mengetahui kualitas Kerikil dan Pasir Sungai dari sungai Kahayan yang digunakan sebagai agregat kasar dan halus dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC).

2. Sebagai bahan pertimbangan dan informasi mengenai penggunaan Kerikil dan Pasir sungai Kahayan sebagai salah satu bahan perkerasan agregat halus dan kasar pada pelaksanaan perkerasan jenis *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

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 (*HRS-WC*) 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 penetrasi 60/70
 - b. Agregat Kasar dan Halus yaitu Kerikil dan Pasir sungai Kahayan

1.6 Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material berada di desa Manen Paduran Kecamatan Kahayan Tengah Kabupaten Pulang Pisau. Desa Manen Paduran Berjarak \pm 45 Km dari Kota Palangka Raya



Sumber : Google Maps

Gambar 1.1 Peta Provinsi Kalimantan Tengah



Gambar 1.2 Sketsa Lokasi Pengambilan Material

1.7 Gambar Visual Pasir dan Kerikil dari Sungai Kahayan

1.7.1 Pasir Sungai Kahayan

Pasir dari Desa Manen Paduran Kecamatan Kahayan Tengah Kabupaten Pulang Pisau memiliki sifat fisik berbutir kasar dan berwarna coklat, dan memiliki tekstur bersih, material ini diambil dari pinggiran sungai Kahayan di Desa Manen Paduran. Pasir ini merupakan material dari bekas penambangan emas dipinggir Sungai Kahayan. Berikut gambar material pasir dari sungai Kahayan di desa Manen Paduran.



Gambar 1.3 Pasir Sungai Kahayan dari Desa Manen Paduran

1.7.2 Kerikil Sungai Kahayan

Kerikil dari Desa Manen Paduran Kecamatan Kahayan Tengah Kabupaten Pulang Pisau memiliki bentuk yang tidak terlalu bulat utuh dan masi memiliki sudut. Kerikil ini merupakan material bekas dari penambangan emas dipinggiran sungai Kahayan. Penggunaan kerikil ini merupakan pemanfaatan limbah yang ada di Desa Manen Paduran untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan sekitar.



Gambar 1.4 Kerikil Sungai Kahayan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Jalan Raya

Perkerasan jalan raya merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Pekerjaan terdiri dari campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, dan batu kali. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

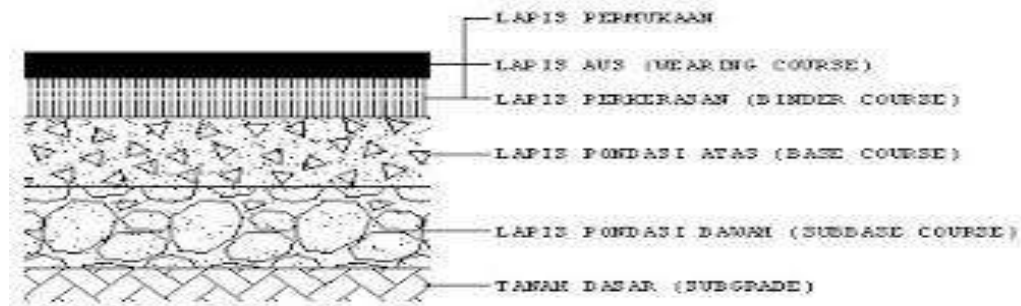
Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman

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

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

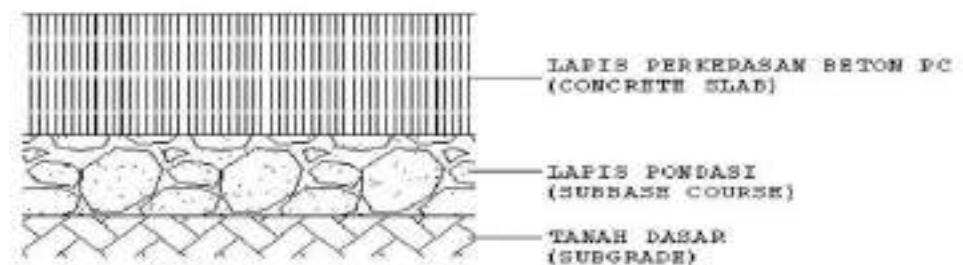
- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (Lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)



Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

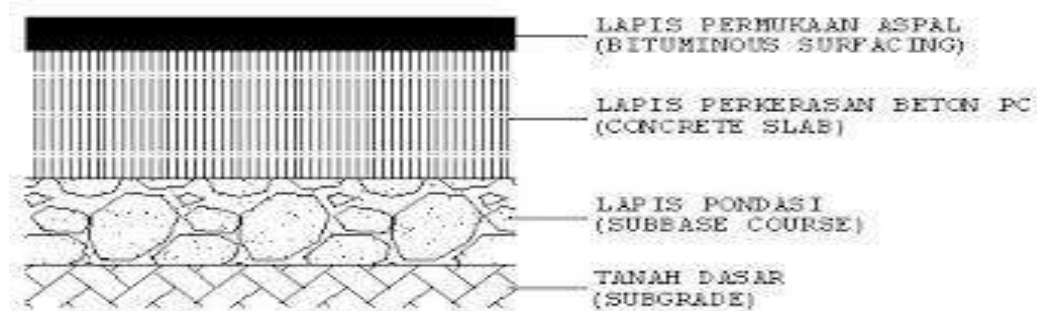
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
 - a. Memakai bahan pengikat semen Portland (PC)
 - b. Sifat lapisan utama (Plat Beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
 - c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya ratak-retak pada permukaan jalan.
 - d. Pengaruhnya terhadap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



Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

- a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur
- b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya



Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

2.2. Fungsi Lapisan Perkerasan

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. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Suprpto 2004).

1. Lapis Permukaan (LP)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan paling atas. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi :

a. Struktural

Ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser). Untuk hal ini persyaratan yang dituntut adalah kuat, kokoh dan stabil.

b. Non Struktural, dalam hal ini mencakup :

- 1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air kedalam lapisan perkerasan yang ada dibawahnya.
- 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
- 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*Skidresistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas
4. Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.

2. Lapis Pondasi Atas (LPA) atau *Base course*

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara 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 bahan horizontal dan vertikal.
- c. Lapis perkerasan bagi pondasi bawah

3. Lapis Pondasi Bawah (LPB) atau *Subbase Course*

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar, CBR untuk lapisan ini sebesar 25%. Fungsi lapis ini antara lain:

- a. Penyebar beban roda.
- b. Lapis peresapan
- c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi atas.
- d. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

4. Tanah Dasar atau *Subgrade*

Tanah dasar atau *subgrade* adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Tanah dasar (*subgrade*) memiliki CBR sebesar 9%

2.3. Jenis Campuran Aspal Beton

Jenis campuran beton aspal termasuk jenis campuran untuk penyusun perkerasan lentur. Jenis beton aspal dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal dan fungsi beton aspal. Berdasarkan temperatur ketika mancampur dan memadatkan campuran beton aspal dapat dibedakan atas :

1. Beton aspal campuran panas (*hotmix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu sekitar 140°C.
2. Beton aspal campuran sedang (*warm mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur 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 dapat dibedakan atas :

1. Beton aspal untuk lapisan aus (*HRS-WC*), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan.
2. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama Hot Rolled Sheet-Base (*HRS-Base*). Tebal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.

3. Beton aspal untuk pembentukan dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus.

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 Beton Aspal

2.5.1 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan batuan yang dihasilkan dari disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pecahan batuan. Agregat kasar juga memiliki sifat kekerasan yang cukup, bentuknya bersudut, mempunyai permukaan kasar, bersih. Agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam tabel 2.1.

- b. Fraksi agregat kasar harus terdiri dari batu atau kerikil pecah dan harus disiapkan dalam ukuran nominal tunggal. Ukuran maksimal agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran normal maksimum. Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10%.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam Tabel 2.1. Angularitas agregat didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah atau lebih.
- d. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat

Tabel 2.1 Persyaratan Agregat Kasar Menurut SNI

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	SNI 3407;2008	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 campuran beraspal Bergradasi lainnya	100 Putaran	Maks. 8%
		500 Putaran	Maks. 40%
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal		SNI 2439;2011	Min. 95%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

Tabel 2.1 (Lanjutan)

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Butir Pecah Pada Agregat	SMA	SNI 7619;2012	100/90*
	Lainya		95/90**
Partikel Pipih Dan Lonjong	SMA	ASTM D479-10	Maks. 5%
	Lainya	Perbandingan 1:5	Maks. 5%
Material Lolos Ayakan No. 200		SNI ASTM C117;2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.5.2 Agregat Halus

Agregat halus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat halus dari manapun, harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm).
- b. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir halus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam tabel 2.2. Agar dapat memenuhi ketentuan, maka batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (*crusher feed*) harus di ayak dan ditempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (*secondary crushing*). Dalam segala hal, pasir yang kotor dan

berdebu serta mempunyai partikel lolos ayakan No.200 (0,075 mm) lebih dari 8% atau pasir yang mempunyai nilai setara pasir (*sand equivalent*).

Tabel 2.2. Persyaratan Agregat Halus Menurut SNI

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	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.20	SNI ASTM C117;2012	Maks.10%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.5.3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan Pengisi (*Filler*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Bahan pengisi yang ditambahkan harus terdiri dari debu atau kapur (*limestone dust*), Semen Portland, abu terbang, abu tanur semen atau bahan non plastik lainnya.
- Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan secara basah sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya

Tabel 2.3 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Untuk Campuran Beraspal							
		<i>Stone Matrix Asphalt (SMA)</i>			<i>Lataston (HRS)</i>		<i>Lataston AC</i>		
ASTM	Mm	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	Wc	Bc	Base
1	37,5								100
1''	25			100				100	90-100

Tabel 2.3 (Lanjutan)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Untuk Campuran Beraspal							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lataston (HRS)		Lataston AC		
ASTM	Mm	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	Wc	Bc	Base
¾"	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
½"	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
⅜"	9,5	70-95	50-80	25-60	75-85	65-90	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	30-50	20-35	20-28			53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	20-30	16-24	16-24	50-72	35-55	33-53	30-49	23-41
No.16	1,18	14-21					21-40	18-38	13-30
No.30	0,600	12-18			35-60	15-35	15-35	12-28	10-22
No.50	0,300	10-15					9-22	7-20	6-15
No.100	0,150						6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	8-12	8-11	8-11	6-10	2-9	4-9	4-8	3-7

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 perkerasan aspal (2018)

2.5.4. 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 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 mengandung *parafin*, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antaran *parafin*, dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*

Tabel 2.4 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pegujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Penetrasi 60 /70	Tipe II aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi Pada 25 C Menghasilkan geser	SNI 2436-2011	60/70	Dilaporkan	
2	Temperatur yang menghasilkan geser Dinamis (G*/SinS) pada osilasi 10 rad/detik > 1,0 Kpa, C	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3	Viskositas Kinematis 135 C (cSt) (3)	ASTM D 2170-10	> 300	< 3000	
4	Titik Lembek	SNI 2434:2011	> 48	Dilaporkan (2)	

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal (2018)

Tabel 2.4 (Lanjutan)

No	Jenis Pegujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Penetrasi 60 /70	Tipe II aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
5	Daktilitas Pada 25 C, (cm)	SNI 2432:2011	> 100	-	
6	Titik Nyala C	SNI 2433:2012	> 232	> 230	
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	> 99	> 99	
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	> 1,0	-	
9	Stabilitas Penyimpanan Perbedaan Titik Lembek C	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	< 2,2	
10	Kadar paraffin 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	< 0,8	< 0,8	
12	Temperatur yang menghasilkan geser ($G^* \sin \delta$) pada osilasi 10 rad/detik > 2,2 Kpa, (C	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13	Penetrasi Pada 25 C (%semula)	SNI 2456:2011	> 54	> 54	> 54
14	Daktilitas Pada 25 C, (cm)	SNI 2432:2012	> 50	> 50	> 25
Residu Aspal Segar Setelah PAV (SNI 03-6837-2002) Pada Temperatur 100 dan Tekanan 2,1 Mpa					
15	Temperatur yang menghasilkan geser Dinamis ($G^*/\sin S$) pada osilasi 10 rad/detik < 5000 kpa C	SNI 06-6442-2000	-	31	31

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal (2018)

2.6 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-WC*)

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

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan Lataston Lapis Aus (*HRS-WC*) harus sesuai dengan proposal campuran kerja (*JobMix Formula*) yang telah direncanakan.
2. Gabungan agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kebutuhan gradasi yang disyaratkan.
3. Umumnya digunakan bahan pengisi *filler* ke dalam campuran.

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran Lataston Lapis Pondasi (*HRS-WC*) dapat dilihat pada table 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk *HRS-WC*

Ukuran Saringan (mm)	Berat Yang Lolos (%)
3/4"	100
1/2"	90-100
3/8"	75-85
No. 8	50-72
No. 30	35-60
N0. 200	6-10

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal (2018)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam spesifikasi campuran yaitu:

1. Komposisi Semen Campuran

Campuran aspal 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 campuran aspal harus ditetapkan dengan fraksi rancangan (*design fraction*). Fraksi rancangan tersebut umumnya tidak sama dengan proporsi takaran yang diperlukan agregat kasar, pasir dan bahan pengisi. Dalam menentukan pencampuran yang benar dari beberapa agregat yang tersedia serta bahan pengisi untuk menghasilkan fraksi rancangan yang diperlukan dari masing-masing agregat yang tersedia dan bahan pengisi harus ditetapkan.

4. Formula Campuran Kerja (*JobMix Formula*)

Jumlah total dan kandungan aspal efektif yang digunakan sebagai presentase berat dan campuran total yang ditetapkan pada saat campuran dikirim ketempat penghamparan harus dalam keadaan rentang komposisi umum dan batas-batas temperatur. Campuran kerja harus ditetapkan dan kualitas selanjutnya harus dikontrol dari segi fraksi rancangan untuk berbagai agregat.

5. Penerapan Formula Campuran dan Toleransi

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

a. Toleransi Komposisi Campuran

Gabungan agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) \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 ditempat penghamparan 10°C.

6. Sifat Campuran yang Diperlukan

Bila diuji dengan alat marshall, campuran Lataston Lapis Pondasi (*HRS-WC*) harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam table 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston

Sifat-Sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar Aspal Efektif	Min	5,9	5,5
Jumlah Tumbukan perbidang		50	
Rongga Dalam Campuran (%)	Min	3.0	
	Max	5.0	
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	17	17
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	68	
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.	600	
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min.	250	
Stabilitas Marshall Sisa (Kg) setelah Peredaman Selama 24 jam, 60 C	Min.	90	

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan aspal 2018

2.7 Metode Perencanaan Campuran

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

Metode perencanaan campuran yang umum di Indonesia adalah Metode *Asphalt Institute* 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 *Filler*. 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 gabungn yang memenuhi persyaratan gradasi.

Banyak cara untuk merencanakan komposisi perbandingan campuran. Cara tersebut adalah:

a. Cara Diagonal

Prinsip dan langkah dari cara diagonal adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui gradasi ideal yang akan digunakan dari persyaratan gradasi yang ditentukan.
- 2) Menggambar empat persegi panjang denga ukuran (10 x 20) Centimeter pada millimeter blok.
- 3) Membuat garis diagonal dari ujung kiri bawah ke ujung kanan atas
- 4) Sisi vertikal menyatakan persen lolos saringan dengan skala nol di bawah dan 100 di atas.
- 5) Dengan melihat spesifikasi ideal, tiap-tiap nilai ideal tersebut diletakan pada garis diagonal berupa titik.
- 6) Dari tiap titik pada diagonal ditarik garis vertikal untuk menempatkan nomor-nomor saringan.
- 7) Digambar grafik gradasi dari masing-masing fraksi yang akan dicampur.
- 8) Untuk menentukan presentase agregat kasar dilihat dari jarak antara grafik gradasi kasar terhadap tepi bawah dan jarak grafik sedang terhadap tepi atas yang harus sama pada suatu garis lurus.

- 9) Pada garis tersebut ditarik garis vertikal yang memotong garis diagonal. Kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal yang memotong garis tepi, sehingga didapat presentase agregat kasar yang diperlukan.
- 10) Langkah 8 dan 9 diulangi untuk mendapatkan presentase agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

Setelah diperoleh komposisi dari setiap jenis fraksi agregat, dibuat suatu tabel hasil analisa gabungan agregat, dimana presentase masing-masing fraksi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan presentase lolos untuk masing-masing nomor saringannya. Kemudian dijumlahkan untuk masing-masing nomor saringan lalu dilihat apakah gradasi tersebut sudah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan sesuai jenis campuran yang akan di buat.

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 presentase dari masing-masing agregat (tanpa mengubah persen lolos), kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkaliann presentase dengan persen lolos dari agregat. Selanjutnya hasil perkalian tersebut masing-masing dan dilihat apakah hasilnya mendekati nilai *ideal spec*. Selanjutyan dibuat grafik penggabungan agregat dan grafik spesifikasinya, setelah itu dihitung berat masing-masing fraksi yaitu presentase fraksi dikali dengan kapasitas *mould*.

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

b. Cara Coba-Coba (*trial and error*)

Prinsip dan langkah dari cara coba-coba (*trial and error*) adalah sebagai berikut:

- 1) Memahami batas gradasi yang disyaratkan.
- 2) Memasukan data spesifikasi gradasi pada kolom spesifikasi unit.
- 3) Memasukan presentase lolos saringan, masing-masing jenis batuan kedalam presentase lolos.
- 4) Memasukan spesifikasi idela pada kolom *target value*, yaitu nilai salah satu dari spesifikasi ideal yang disyaratkan.
- 5) Pada garis-garis penghubung tersebut ditentukan batas spesifikasi.
- 6) Tentukan batas maksimum dan minimum yang paling dekat terhadap garis agregat kasar dan agregat sedang yang paling dekat.
- 7) Dari batas maksimum dan minimum tersebut ditarik garis vertikal.
- 8) Tarik yang membagi membatasi dua daerah maksimum dan minimum. sehingga dari garis ini, dapat ditentukan persen agregat kasar dan halus
- 9) pada bujur sangkar yang ke dua Tarik garis mendatar untuk memindahkan nomor-nomor saringan.
- 10) pada garis sisi kanan sebagai agregat halus, tentukan titik pada garis tersebut sesuai ukuran saringan.
- 11) Hubungan kedua titik pada garis agregat kasar dan agregat halus serta agregat sedang.
- 12) Cari harga maksimum dan minimum yang mempunyai jarak terdekat.
- 13) Tarik garis vertikal dari masing-masing titik maksimum dan minimum tersebut.

- 14) Tarik garis pembagi dua, sehingga dapat ditentukan presentase agregat kasar, agregat sedang, dan agregat halus.

Setelah dapat perbandingan komposisi dari 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*) dari campuran aspal dan agregat. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) yang berkapasitas 2.500 atau 5.000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur stabilitas campuran dan terdapat pula arloji lelehan (*flow meter*) untuk mengukur kelelehan plastis (*flow*).

- 10) pada garis sisi kanan sebagai agregat halus, tentukan titik pada garis tersebut sesuai ukuran saringan.
- 11) Hubungan kedua titik pada garis agregat kasar dan agregat halus serta agregat sedang.
- 12) Cari harga maksimum dan minimum yang mempunyai jarak terdekat.
- 13) Tarik garis vertikal dari masing-masing titik maksimum dan minimum tersebut.
- 14) Tarik garis pembagi dua, sehingga dapat ditentukan presentase agregat kasar, agregat sedang, dan agregat halus.

Setelah dapat perbandingan komposisi dari 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*) dari campuran aspal dan agregat. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) yang berkapasitas 2.500 atau 5.000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur stabilitas campuran dan terdapat pula arloji lelehan (*flow meter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*).

2.7.1. Rumus Campuran Rancangan (*Design Mix Formula*)

Kadar aspal total dalam campuran laston adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat yang mengisi pori antara agregat ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk kedalam 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:

$$P_b = 0,35 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstan...} \quad (2.1)$$

Keterangan:

P_b = Kadar Aspal

CA = *Coarse Agregate* (agregat kasar)

FA = *Fine Agregate* (agregat halus)

Filler = Abu batu

Konstanta = 2,0-3,0 untuk laston

2.8 Proses Pembuatan HRS-WC di Lapangan

1. Umum

Perkerasan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) merupakan lapisan permukaan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapis aus, walaupun bersifat nontstruktural.

2. Peralatan yang digunakan

- a. *Wheel Loader*
- b. *Asphalt Mixing Plant (AMP)*
- c. *Generator Set*
- d. *Dump Truck*
- e. *Aphalt Finisher*
- f. *Tandem Roller*
- g. *Pneumatic Tire Roller*

3. Langkah Kerja

Metoda kerja dari pekerjaan adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan pekerjaan harus dibuat request dan diserahkan kepada kepala direksi untuk disetujui.
- b. Menyerahkan hasil pengujian material (*Job Mix Design*) material *hotmix* HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) yang akan digunakan dan komposisi harus sesuai spesifikasi teknik yang disyaratkan
- c. Sebelum pelaksanaan pekerjaan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) diolah menggunakan AMP (*Asphalt Mixing Plant*)

- d. Material aspal dimasukan ke dalam ketel aspal, material batu pecah, *filler* dimasukan kedalam *cold bin* AMP (*Asphalt Mixing Plant*) sedang bahan anti pengelupasan dimasukan pada tempat tersendiri.
- e. Material aspal, batu pecah, *filler*, dan adiktif anti pengelupasan dimasak/diolah didalam AMP (*Asphalt Mixing Plant*) sesuai dengan komposisi yang ada dalam speksifikasi sehingga menjadi aspal HRS-WS (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*).
- f. Material *hotmix* HRS-WC (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dimuat langsung kedalam *Dump Truck* dan diangkut kelokasi pekerjaan.
- g. Material HRS-WS (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dihampar dengan alat *Aphalt Finisher* dan dipadatkan dengan alat *Tandem Roller* dengan lintasan minimum sesuai spesifikasi teknik, kemudian dipadatkan kembali dengan menggunakan alat *Pneumatic Tire Roller* dengan lintasan sesuai hasil *Trial* dipadatkan *finishing* dengan alat *Tandem Roller*.
- h. Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan menggunakan alat bantu
- i. Setelah penghamparan dan pemadatan selesai dilaksanakan pengambilan sampel dan *coredrill* untuk diuji di laboratorium agar diketahui ketebalan dan *density*-nya

2.9 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

Suwardi (2019), dalam penelitian tugas akhir berjudul “Kajian Perencanaan Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) Menggunakan Agregat Batu

dari Hampangen dan Pasir dari Kecamatan Pandi Batu”, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah batu dari Hampangen dan pasir dari Kecamatan Pandi Batu, memenuhi persyaratan atau spesifikasi yang sudah ditentukan, sehingga dapat digunakan sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC).

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan sifat-sifat fisik agregat diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa agregat Batu dari Hampangen dan Pasir dari Kecamatan Pandi Batu memenuhi spesifikasi sehingga dapat digunakan sebagai material campuran pembentuk laston lapis aus HRS-WS.

Komposisi yang dihasilkan dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* yaitu dengan presentase 26% agregat kasar, 36% abu batu dan 38% agregat pasir. Berdasarkan hasil tes Marshall yang dilakukan diperoleh parameter kadar aspal yang berbeda dari nilai stabilitas, kelelahan, rongga dalam campuran, rongga terisi aspal, dan hasil bagi marshall yaitu untuk nilai stabilitas dari kadar aspal 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, dan 8,5 semuanya memenuhi spesifikasi dan nilai stabilitas paling tinggi pada kadar aspal 8%, yaitu 945,333 kg. Nilai kelelahan tidak semuanya memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 6,5% sebesar 2,82% dibawah spesifikasi 3% dan nilai kelelahan terjadi pada kadar aspal 8,5% yaitu sebesar 3,82%. Nilai rongga dalam campuran semua memenuhi spesifikasi diatas 68% nilai tertinggi pada kadar aspal 8,5% dan yang terendah pada kadar aspal 6,5% yaitu 72,313%. Nilai rongga dalam campuran sebagian tidak memenuhi spesifikasi dimana nilai *VIM* yang tidak memenuhi spesifikasi pada pada kadar aspal 8% dan 8,5%. Nilai bagi Marshall (*Marshall Quotient*) untuk semua variasi kadar aspal beberapa tidak memenuhi

spesifikasi yaitu pada kadar aspal 8,5% sebesar 244,226 Kn/mm dari spesifikasi dan sisanya memenuhi spesifikasi. Dari hasil pemeriksaan Marshall berdasarkan grafik hubungan nilai parameter Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum didapat rentang kadar aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu 6,8% sampai 7,6% sehingga dapat diperoleh KAO sebesar 7,2 % dengan nilai stabilitas 880,00 kg, Flow 3,2 mm, rongga dalam campuran (VIM) 4,2 %, rongga terisi aspal (VFB) 77%, dan hasil bagi Marshall (MQ 275,00 kn/mm).

Pasaribu (2017), dalam penelitian tugas akhir berjudul “Kajian Penggunaan Pasir dari Berbagai Lokasi di Kotawaringin Timur Sebagai Agregat Pada Campuran *Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*”, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pasir dari Ujung Pandaran, Kecamatan Kota Besi dan jalan Jenderal Sudirman Km.13 Kota Sampit Kabupaten Kotawaringin Timur Memenuhi persyaratan atau spesifikasi yang sudah ditentukan, sehingga dapat digunakan sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*.

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan sifat-sifat fisik agregat pasir dari Desa Ujung Pandaran dan pasir dari jalan jenderal sudirman Km.13 Kota Sampit Kabupaten Kotawaringin Timur dapat digunakan sebagai agregat pada campuran lapis tipis aspal pasir (*Hot Rolled Sand Sheet*), pasir dari Kecamatan Kota Besi tidak dapat digunakan sebagai agregat pada campuran lapis tipis aspal pasir (*Hot Rolled Sand Sheet*). Untuk mengetahui pengaruh pasir dibuat 2 (dua) komposisi campuran dengan masing-masing 5 (lima) variasi kadar aspal. Komposisi A (Pasir Ujung Pandaran), komposisi B (Pasir Sampit-Pangkalanbun Km.13) berdasarkan hasil

tes marshall untuk komposisi A diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 8,875%, komposisi B diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 8,4%

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan uji laboratorium, yaitu menganalisis pemanfaatan agregat kasar dan halus sebagai bahan campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-Wearing Course*). Dalam penelitian di laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-Wearing Course*) yang memenuhi spesifikasi. Data yang dihasilkan digunakan untuk perancangan campuran, selanjutnya dibuat benda uji (briket) untuk dilakukan uji *Marshall* sehingga diketahui karakteristik campuran tersebut.

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan digambarkan bagan alir penelitian pada Gambar 3.1.

3.2 Pengambilan Bahan

Bahan berasal dari Sungai Kahayan Kalimantan Tengah yang diambil pada satu tempat dan selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan sifat-sifat agregat.

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 15 buah. Dari masing-masing 15 buah briket tersebut terdiri atas 3 proporsi kombinasi agregat. 5 variasi kadar aspal dan masing-masing proporsi campuran dibuat 3 buah briket.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Agregat kasar berasal dari sungai Kahayan Kalimantan Tengah.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Sungai Kahayan Kalimantan Tengah.
3. Abu batu/bahan pengisi berasal dari Sungai Kahayan.
4. Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70.

3.5 Alat-alat Penelitian

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 % dari 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 pengguncang saringan, stop watch, 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 penggantung keranjang. Berguna untuk menimbang bahan yang akan diuji.
- d) Oven dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai $(110 \pm)^{\circ}\text{C}$, dan alat pemisah contoh saringan No. 4.

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 $(90 \pm)$ mm. Peralatan yang digunakan diatas berguna untuk untuk pemeriksaan jenis. Timbangan untuk menimbang bahan, piknometer untuk mengatur massa jenis atau densitas fluida dan kerucut terpancung untuk mengisi benda uji

- b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 1) kg dengan memadatkan benda uji yang dimasukkan kedalam kerucut terpancung.
- c) Saringan No.4, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stop watch* 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 yang sudah ditentukan.

d. Pemeriksaan kadar lempung pada agregat halus

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan kadar lempung pada agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Tabung *san equivalent*, beban *equivalent* dan larutan standar. Berguna untuk mengetahui kadar lempung yaitu dengan memasukan bahan ke dalam tabung *san equivalent* kemudian dimasukan larutan standar.
 - 2) Talam, saringan No.4, sumbut karet gabus, corong dan *stop watch*. Talam berfungsi sebagai tempat menaruh sampel, saringan No.4 sebagai pemeriksaan ini untuk agregat yang lolos saringan No.4, karet gabus berfungsi sebagai penutup tabung *san equivalent* ketika dikocok dan *stop watch* berfungsi sebagai pengukur waktu ketika tabung *san equivalent* dikocok.
2. Alat pembuatan pemeriksaan dan benda uji
- a. Pembuatan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji ini 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 untuk menumbuk benda uji dengan ketinggian yang telah ditentukan.
 - 4) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu dan dilapisi dengan pelat baja
 - 5) Oven dengan pengatur suhu, kompor, timbangan, wajan, talam-talam, sendok pengaduk termometer, 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 5kg. 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 2500 kg atau 5.000 pound dilengkapi dengan arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm. Digunakan untuk mengukur nilai stabilitas.
 - (c) Arloji pengukur keelehan (*flow*) dengan ketelitian 0.25 beserta kelengkapannya. Berguna untuk mengukur tingkat keelehan benda uji.

3.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan desember sampai dengan selesai bertempat di laboratorium jalan raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.7 Cara Penelitian

3.7.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan, satu set saringan, oven, alat pemisah contohnya, mesin pengguncang saringan, *stop watch*, 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 pengguncang saringan selama 15 menit.
- f. Sampel yang tertahan pada setiap nomor saringan masing-masing ditimbang dan selanjutnya dilakukan perhitungan presentase berat sampel pada masing-masing saringan terhadap berat total sampel setelah disaring.

3.7.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dibagi atas:

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

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

- 1) Keranjang kawat yang berukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (NO.6 atau No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- 2) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.
- 3) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- 4) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai $(110 \pm)^{\circ}\text{C}$ dan alat pemisah contoh saringan No.8.

Adapun prosedur pelaksanaan dari 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 terbang.
- 3) Keringkan sampel dalam oven dengan suhu $(110 \pm)^{\circ}\text{C}$ 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 sampai sampel 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:

$$\text{Bj. Kering Oven (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\text{Bj. Kering Permukaan (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Bj. Semu (apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

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

- 1) Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih, piknometer dengan kapasitas 500 ml, kerucut terpancung dengan diameter bagian atas (40±3) mm dan diameter bagian bawah (90±3) mm.
- 2) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340±31) kg, dengan diameter permukaan penumbuk (25±3) mm.

- 3) Saringan No.8, talam, bejana tempat air, oven, pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stopwatch* dan lap bersih.

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 diatas talam, 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 masi dalam keadaan tercetak.
- 7) Timbang sampel seberat 500 gram dan masukan kedalam piknometer.
- 8) Isi piknometer dengan air suling sampai sampel terendam seluruhnya.
- 9) Letakan 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 dengan suhu 25°C sampai suhu di dalam piknometer menunjukan 25°C.
- 11) Tambahkan air suling sampai tanda batas kalibrasi dan keringkan bagian luar piknometer yang berisi sampel dan air suling (Bt).

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:

$$\text{Bj. Kering Oven (bulk)} = \frac{B_k}{B_j + 500 - B_t} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\text{Bj. Kering Permukaan (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - B_t} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\text{Bj. Semu (apparent)} = \frac{B_k}{B + b_k - B_t} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100 \dots\dots\dots(3.8)$$

3.7.3 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Dalam penelitian ini jenis gradasi yang digunakan adalah kelas B dimana banyaknya sampel terdiri dari 2500 gram agregat yang lolos saringan dengan ukuran $3/4''$ dan tertahan dengan saringan $1/2''$ dan 2500 gram agregat yang lolos saringan $1/2''$ dan tertahan saringan $3/8''$. Jumlah bola yang digunakan sebanyak 11 buah.

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

- a. Mesin abrasi Los Angeles dan bola-bola dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing 400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah.
- b. Saringan No.12 dan saringan-saringan lainnya.
- c. Timbangan dan oven dengan pengatur suhu.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian 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 putara 500 kali.
- g. Keluarkan sampel dalam molen, kemudian saring dengan saringan No.12
- f. Material yang lolos saringan No.12 langsung dicuci sampai bersih, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- g. Keluarkan sampel dari dalam oven dan dinginkan pada suhu ruang, kemudian ditimban.

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

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan :

a = Berat total sampel (500 gram)

b = berat sampel yang tertahan saringan No.12

3.7.4 Pemeriksaan Kadar Lempung Halus

Pemeriksaan yang dilakukan untuk menentukan kadar lempung yang dikandung oleh agregat yang lolos saringan No.4 sesuai prosedur AASHTO T.176-73 (1982), dengan menggunakan tabung *san equivalent*.

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan kadar lempung pada agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. Tabung *san equivalent*, beban *equivalent* dan larutan standar.
- b. Talam, saringan No.4, sambut karet gabus, corong dan *stopwatch*.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Ambil sampel (pasir) sebanyak 85 ml kemudian keringkan di dalam oven dengan suhu 110°C dan dinginkan pada suhu ruang.
- 2) Isi tabung *sand equivalent* dengan larutan standar setinggi 5 strip (skala tabung *sand equivalent*), kemudian masukan sampel ke dalam tabung *sand equivalent*, ketuk-ketuk beberapa saat kemudian diamkan selama 10 menit.
- 3) Tutup tabung *sand equivalent* dengan penutup karet atau kayu gabus, kemudian dimiringkan sampai arah hamper mendatar dan kocok sebanyak 90 gerakan sejauh 200 mm pada arah mendatar.
- 4) Masukan lagi larutan standar melalui selang ke dalam tabung sampai setinggi skala 15, kemudian diamkan selama 20 menit.
- 5) Baca skala pembacaan lumpur
- 6) Masukan beban *equivalent* secara perlahan-lahan sampai beban tersebut berhenti.
- 7) Baca skala setelah pembebanan.

Perhitungan untuk nilai *sand equivalent* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai sand equivalent} = \frac{\text{Skala pasir}}{\text{Skala Lempung}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.10)$$

3.8 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:

$$P = Aa + Bb + Cc + Dd \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

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

A, B, C, D = Persen material lolos saringan X untuk agregat A, B, C, D

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

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

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 dengan tiga kadar aspal diatas dan kadar aspal dibawah dari berat total campuran.
3. Membuat benda uji (briket) untuk setiap campuran (untuk 1 variasi dibuat 3 buah briket) dengan cara dicetak dan ditumbuk dengan alat khusus. Jumlah tumbukan harus sesuai dengan rencana kelas perkerasan jalan yang akan dibuat.
4. Pemeriksaan benda uji meliputi: keadaan campuran berat isi campuran, besarnya pori/rongga dalam campuran (*Voidsin Mix* atau VIM). Besarnya pori/rongga yang terisi aspal (*Voids Filled Bitumen* atau VFB), kekuatan (*stability*) campuran dan besarnya kelelehan (*flow*)

3.8.1 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

sfesifikasi 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.

3.8.2 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 sebagai berikut:

a. Persiapan Campuran

- 1) Keringkan agregat kasar, agregat sedang, abu batu, dan agregat halus menggunakan oven pada suhu $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. sampai berat tetap.
- 2) Masing-masing agregat yang sudah dikeringkan tersebut ditimbang sesuai dengan besarnya presentase 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 dia atas api kompor sampai mencapai suhu antara $160-180^{\circ}\text{C}$.
- 4) Aspal dicairkan pada suhu $130-150^{\circ}\text{C}$.

- 5) Kemudian aspal cair dituangkan secara hati-hati 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, diletakan kertas saring di dasarnya dan bersihkan bagian muka penumbuk.
 - 2) Masukkan campuran ke dalam cetakan benda uji (*mold*), kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula sebanyak kali pada keliling pinggirnya dan 10 kali pada bagian tengah. Waktu dipadatkan suhu campuran harus dalam batas suhu pemadatan $(140\pm 15)^{\circ}\text{C}$
 - 3) Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali tumbukan dengan tinggi jatuh 45,7 cm, selama pemadatan tahanlah sumbu palu pemadatan agar selalu tegak lurus pada alat cetakan.
 - 4) Lepaskan keeping alas dan leher penyambung, balikan cetakan berisi benda uji dan pasang kembali, kemudian tumbuklah sebanyak 75 kali.
 - 5) Benda uji yang telah cukup dingin dikeluarkan dari *mold* dengan *ejector*.
 - 6) Berikan identitas tanda pengenal pada setiap benda uji agar tidak tertukar.
 - 7) Letakan benda uji di atas permukaan yang rata biarkan selama 24 jam pada suhu ruang.

3.8.3 Pemeriksaan Benda Uji dengan 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 dapat meluncur bebas dan mempermudah pelepasan benda uji.
- 3) Keluarkan benda uji dari bak perendam dan segera letakan 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 diatas benda uji dan letakan 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,

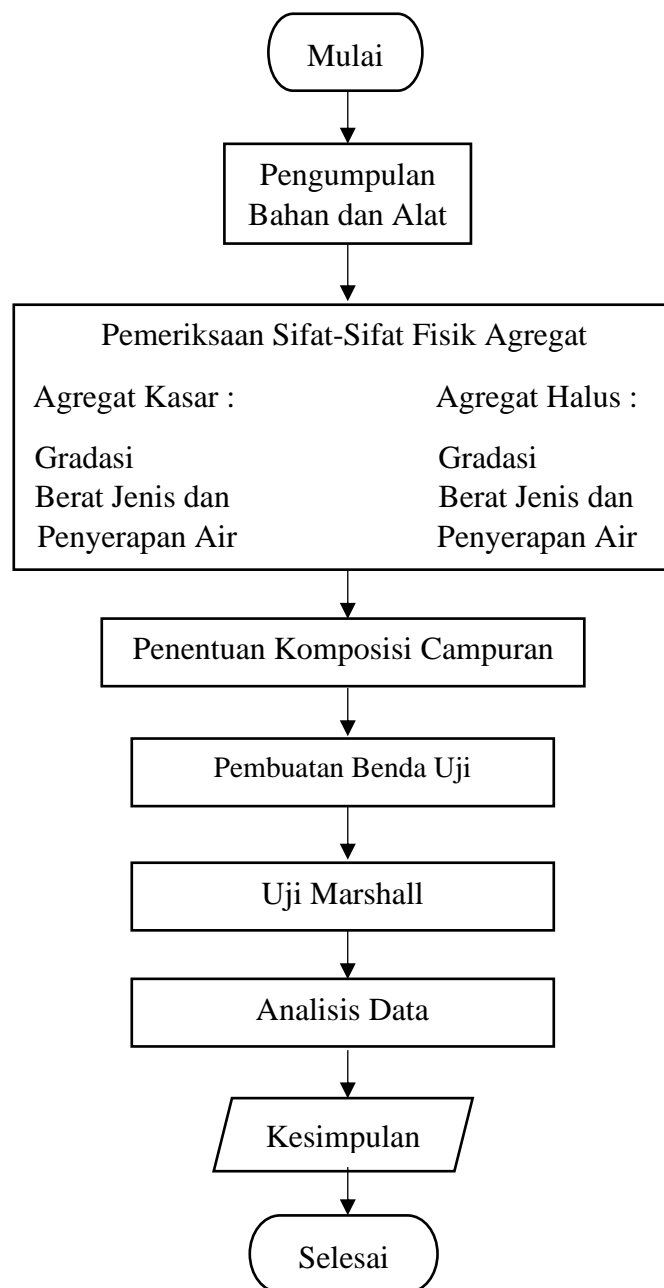
sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.

- 6) Naikan 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 alat Marshall.
- 10) Selanjutnya nilai pembacaan stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dalam tabel perhitungan tes Marshall.

3.9 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 “Kajian Pemanfaatan Kerikil dan Pasir Sungai dalam Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*” ini disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Agregat penyusun perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan gradasi (Analisa saringan), berat jenis dan penyerapan, dan keausan agregat semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Komposisi yang digunakan setelah melalui proses metode Diagonal dan kemudian disempurnakan menggunakan cara *Trial and Error*, didapatkan untuk Komposisi I yaitu batu pecah eks. Merak sebagai agregat kasar sebesar 30% = 360 gr, abu batu eks. Merak sebagai agregat halus sebesar 39% = 468 gr, dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 31% = 372 gr (total agregat 1200 gr). Komposisi II yaitu untuk agregat kasar 30% dibagi menjadi dua yaitu 25% kerikil sungai eks. Manen Paduran 75% batu pecah eks. Merak, dimana 25% sama dengan 90 gr kerikil sungai eks. Manen Paduran dan 75% sama dengan 270 gr batu pecah eks. Merak, untuk abu batu sebesar 35% = 420 gr dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 35% = 420 gr (total agregat 1200 gr). Sedangkan untuk komposisi III untuk agregat kasar 31% dibagi menjadi dua yaitu 50% kerikil sungai eks. Manen Paduran 50% batu pecah eks. Merak, dimana 50% sama dengan 186 gr kerikil

sungai eks. Manen Paduran dan 50% sama dengan 186 gr batu pecah eks. Merak, untuk abu batu sebesar 40 % = 480 gr dan pasir eks. Sungai Kahayan sebagai agregat halus sebesar 29% = 348 gr (total agregat 1200 gr).

3. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan

a) Pada komposisi I = 7,2%, Komposisi II = 7,1%, dan Komposisi III = 7,2 % dari ketiga komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* yang telah ditentukan.

b) Berdasarkan hasil tersebut maka dianjurkan untuk pelaksanaan di lapangan dapat menggunakan komposisi II bila ingin menghemat biaya dalam penggunaan aspal karena memiliki KAO terendah yaitu 7,1% dibandingkan dengan komposisi I dan III dan bisa juga mengurangi agregat kasar yang dari luar sebanyak 25%.

4. Karakteristik Marshall yang didapat dari KAO Komposisi I adalah sebagai berikut : Stabilitas sebesar 940 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 20,4%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 80%, dan hasil bagi Marshall sebesar 320 kg/mm. Komposisi II adalah sebagai berikut : Stabilitas sebesar 870,00 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 19%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,2%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 79,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 270 kg/mm. dan Komposisi III adalah sebagai berikut : Stabilitas sebesar 624,00 kg, Rongga dalam Agregat (VMA) sebesar 20,6%, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,2%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 78,00%, dan hasil bagi Marshall sebesar 260 kg/mm. Berdasarkan karakteristik *Marshall* yang didapatkan maka

kerikil Sungai Kahayan eks. Manen Paduran dapat digunakan sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*, hal itu terlihat dari karakteristik *Marshall* yang memenuhi Spesifikasi bisa mengurangi penggunaan 25%-50% penggunaan material eks merak dengan menambahkan material lokal yaitu kerikil Sungai Kahayan.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagaiberikut:

1. Dari hasil kajian perencanaan Campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* maka untuk pelaksanaan di lapangan Komposisi II dan III yaitu Kerikil dan Pasir Sungai Kahayan eks. Manen Paduran dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar dan halus pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* sebagai salah satu upaya pemanfaatan sumber daya alam yang ada di Kalimantan Tengah sekaligus untuk menghemat penggunaan Batu Pecah hasil *Stone Crusher* yang didatangkan dari luar daerah seperti Palu dan Merak. dan bila ingin memperoleh stabilitas yang tinggi dapat menggunakan Komposisi I yaitu BatuPecah eks. Merak yang memang sering digunakan sebagai agregat kasar pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*, namun harus memerlukan biaya yang relatif besar.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan, karena penggunaan kerikil dan Pasir sungai Kahayan eks. Manen Paduran sebagai agregat kasar dan halus masih diatas syarat spesifikasi sehingga masih dimungkinkan untuk mencoba lagi untuk

pemanfaatan agregat kasar dan halus dari sungai yang lain di Kalimantan Tengah.

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 Optimum (KAO).

DAFTAR PUSTAKA

- Desriantomy (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6*.
- Pasaribu (2017), Penelitian Tugas Akhir Berjudul “*Kajian Penggunaan Pasir dari Berbagai Lokasi di Kotawaringin Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)*”. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.
- Suwardi (2019), Penelitian Tugas Akhir Berjudul “*Kajian Perencanaan Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Menggunakan Agregat Batu dari Hampangan dan Pasir dari Kecamatan Pandi Batu*”. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Palangka Raya.
- Suprpto, T.M (2004), *Bahan Dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit KMTS FTU GM.
- Sukirman, S (2003), *Beton aspal campuran panas, granit, jakarta*.