

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN BATU ALAM DAN PASIR TUMBANG
SAMBA SEBAGAI CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING*
*COURSE (HRS-WC)***

oleh

AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2022**

SKRIPSI

ANALISIS PENGGUNAAN BATU ALAM DAN PASIR TUMBANG SAMBA SEBAGAI CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING* COURSE (HRS-WC)

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

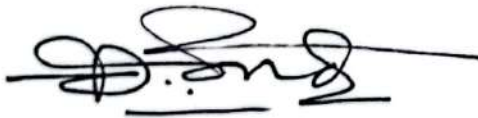
Oleh:

AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi dan
Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, Juni 2022

Pembimbing Utama/Pertama



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

Pembimbing Pendamping/Kedua



DESI RIANI, S.T., M.T.
NIP. 197912012005012001

Mengetahui:

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



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

**ANALISIS PENGGUNAAN BATU ALAM DAN PASIR TUMBANG
SAMBA SEBAGAI CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING*
COURSE (*HRS-WC*)**

SKRIPSI

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

Oleh:

AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

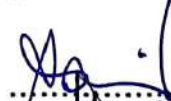
Hari/Tanggal : Kamis, 23 Juni 2022
Waktu : 13.00 – 15.00 WIB
Tempat : Ruang Audio Visual

Tim Penguji :

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


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

2. DESI RIANI, S.T., M.T.
NIP. 197912012005012001


..... (Sekretaris/Penguji 2)

3. Dr. SUTAN P. S., S.T.P., S.T., M.T.
NIP. 197703032005011004


..... (Penguji 3)

4. INA ELVINA, S.T., M.T.
NIP. 197708162008122001


..... (Penguji 4)

Mengetahui:

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


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

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 196511191993021001

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : AHMAD BUYUNG
NIM : DAB 115 022
Tempat, Tanggal lahir : Kasongan, 08 Juli 1996
Status : Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Bukit Keminting
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Jl. Mesjid Syuhada
Email : ahmadbuyung10@gmail.com
No. Hp : 0856 5422 7902
No. Wa : 0856 5422 7902
Facebook : ahmad buyung
Instagram : ab_buy
Line : -
Nama Ayah : Darmon
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Alamat : Jl. Mesjid Syuhada
No. Hp : 0812 5145 8052
Nama Ibu : Wenti
Pekerjaan Ibu : Mengurus Rumah Tangga
Alamat : Jl. Mesjid Syuhada
No. Hp : 0812 5145 8052
Wali : -



Riwayat Pendidikan *)

- TK : PGRI Tumbang Samba (2002–2003)
- SD : SDN-2 Samba Danum (2003–2009)
- SLTP : SMPN 1 Katingan Tengah, Kab. Katingan (2009–2012)
- SLTA : SMK Muhammadiyah Katingan Tengah, Katingan (2012–2015)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September 2015

Palangka Raya, Juni 2022
Yang membuat pernyataan

AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022

SURAT PERNYATAAN

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

Palangka Raya, Juni 2022



AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan Rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- ♥ Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rezeki dan semua yang saya butuhkan.
- ♥ Ibu ku tercinta Wentie, Bapak ku Darmon, kakak ku, Adik ku dan istri ku, Terima kasih atas do'a, Motivasi, semangat, cinta, kasih, sayang dan pengorbanan yang telah di berikan.
- ♥ Terima kasih untuk kampus tercinta Universitas Palangka Raya, khususnya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik yang menjadi tempat menimba ilmu, dan segenap staf pengajar, dan karyawan yang memberikan ilmu pengetahuan bagi saya.
- ♥ Terima kasih juga kepada Dosen Pembimbing saya, Bapak Salonten, S.T., M.T. dan Ibu Desi Riani, S.T., M.T. yang telah membimbing dan mengarahkan pada saat penulisan Tugas Akhir ini. Serta Terima Kasih kepada Dosen penguji Bapak Dr. Sutan P.S., S.T.P., M.T. dan Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat penting kepada saya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- ♥ Untuk semua teman-teman seangkatan ku Teknik Sipil 2015 yang mungkin tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih sudah menyemangati dan mendukung saya dalam penyusunan Tugas Akhir.

RINGKASAN

ANALISIS PENGGUNAAN BATU ALAM DAN PASIR TUMBANG SAMBA SEBAGAI CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*, Ahmad Buyung, DAB 115 022, Jurusan/Program Studi 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 seharusnya pemanfaatan penggunaan material yang ada dari alam sekitarnya untuk menghemat biaya pengambilan material dari luar daerah misalnya agregat yang di datangkan dari luar daerah yang pastinya biaya lebih mahal. Penggunaan material Batu dan Pasir Desa Tumbang Samba yang ada di Kecamatan Katingan Tengah sebagai agregat dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan material lokal yang ada di Desa Tumbang Samba.

Untuk 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 diambil dari hasil perhitungan cara diagonal yang hasil gradasi gabungannya telah memenuhi persyaratan, Komposisi II diambil dari hasil perhitungan cara coba-coba (*trial end error*).

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan maka parameter Marshall yang didapat dari KAO masing-masing komposisi adalah sebagai berikut: Pada komposisi I dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,2% didapat nilai stabilitas 1088,69 kg, VMA 21,10%, rongga dalam campuran (VIM) 4,25%, rongga terisi aspal (VFB) 85,58 % dan hasil bagi Marshall 387,000kg/mm, sedangkan pada komposisi II dengan kadar Aspal Optimum sebesar 6,95% didapat nilai stabilitas 1125,00 kg, VMA 22,30% rongga dalam campuran (VIM) 4,00%, rongga terisi aspal (VFB) 82,00% dan hasil bagi Marshall 365,000 kg/mm. Berdasarkan hasil tersebut maka untuk pelaksanaan dilapangan dapat menggunakan komposisi II bila ingin menghemat penggunaan aspal karena memiliki Kadar Aspal Optimum (KAO) yang paling rendah. Dapat di simpulkan bahwa pada campuran komposisi ke II lebih baik di gunakan jika dibandingkan dengan campuran komposisi I karena nilai kadar aspal komposisi II lebih efisien untuk digunakan karena kadar aspal lebih rendah dibandingkan dengan komposisi yang pertama yaitu Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,95%.

Kata Kunci: Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Samba, *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)*, Parameter Marshall, kadar aspal optimum.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE USE OF NATURAL STONE AND SAMBA FALLING SAND AS A MIXTURE OF HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC), Ahmad Buyung, DAB 115 022, Department/Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The use of materials in 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 the most 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 economy, the use of existing materials from the natural surroundings to save the cost of taking materials from outside the area. For example, aggregates that are imported from outside the region are certainly more expensive. The use of Tumbang Samba Stone and Sand materials in Central Katingan Regency as aggregates in the Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) mixture is one of the efforts to utilize local materials in Tumbang Samba.

For the planning of the Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) mixture, the method used in planning the composition of the mixture is the asphalt intensity method. This method consists of two methods, namely the diagonal method and the trial and error method. Composition I is taken from the results of the calculation of the diagonal method whose combined gradation results have met the requirements, Composition II is 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 the KAO of each composition are as follows: In composition I with Optimum Asphalt Content (KAO) of 7.2%, the stability value is 1088.69 kg, VMA 21.10% , voids in the mixture (VIM) 4.25%, voids filled with asphalt (VFB) 85.58% and Marshall quotient 387,000kg/mm, while in composition II with Optimum Asphalt content of 6.95% the stability value is 1125.00 kg, VMA 22.30% voids in mixture (VIM) 4.00%, voids filled with asphalt (VFB) 82.00% and Marshall quotient 365,000 kg/mm. Based on these results, for implementation in the field, composition II can be used if you want to save on the use of asphalt because it has the lowest Optimum Asphalt Content (KAO). It can be concluded that the mixture of composition II is better to use when compared to the mixture of composition I because the asphalt content of composition II is more efficient to use because the asphalt content is lower than the first composition, namely Optimum Asphalt Content (KAO) of 6.95 %.

Keywords: *Stone and Sand from Tumbang Samba Village, HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC), Marshall parameter, optimum asphalt content.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur di panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Berkat-Nya sehingga penulisan Skripsi dengan judul **“ANALISIS PENGGUNAAN BATU ALAM DAN PASIR TUMBANG SAMBA SEBAGAI CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (HRS-WC)* ”** dapat diselesaikan dengan baik 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.
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 Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya..
7. Bapak Salonten, S.T., M.T. selaku Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.

8. Ibu Desi Riani, S.T., M.T. selaku Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
9. Bapak Dr. Sutan P. S, S.T.P., S.T., M.T. selaku Penguji 3 Skripsi.
10. Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. selaku Penguji 4 Skripsi.
11. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Ayah, Ibu dan keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat.
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, Juni 2022

AHMAD BUYUNG
NIM. DAB 115 022

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ii
SUMARY	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian	4
1.7 Gambaran Visual Mengenai Batu dan Pasir yang akan diteliti	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Perkerasan Jalan	8
2.2 Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>)	10
2.3 <i>Hot Rollet Sheet</i> (HRS)	12
2.4 Agregat	14
2.5 Aspal	18

2.6	Campuran Aspal	21
2.7	Metode Perencanaan Campuran	26
2.8	Perencanaan Campuran Pembentukan Lataston Lapis Aus (Hot Rolled Sheet-Wearing Course)	30
2.9	Pengujian Marshall	33
2.10	Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu	41
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1	Umum	46
3.2	Pengambilan Material	46
3.3	Pengambilan Data sampel	46
3.4	Bahan Penelitian	47
3.5	Alat-alat Penelitian	47
3.6	Waktu dan Tempat Penelitian	51
3.7	Cara Penelitian	51
3.8	Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	58
3.9	Tahap Penelitian	63
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		65
4.1	Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium	65
4.1.1	Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat	65
4.1.2	Perencanaan Campuran	66
4.2	Pengujian Marshall	73
4.2.1	Persiapan Pengujian Marshall	73
4.2.2	Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall ..	73
4.3	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Komposisi I	76
4.3.1	Hubungan Stabilitas terhadap Kadar Aspal Komposisi I.	78
4.3.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	78

4.3.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campura (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal	80
4.3.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I	81
4.3.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>marshall Quotient</i>) terhadap kadar aspal Komposisi I	82
4.3 Analisis Hasil Pengujian Marshall Komposisi II	85
4.4.1 Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal Optimum II	86
4.4.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) terhadap Variasi Kadar Aspal II	87
4.4.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void In Mixture/VIM</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal ...	89
4.4.4 Hubungan Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filled With Bitumen/VFB</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	90
4.4.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II	91

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	95
----------------------	----

5.2 Saran	96
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	97
-----------------------------	----

LAMPIRAN	98
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	9
2.2 Ketentuan Agregat Kasar	15
2.3 Ketentuan Agregat Halus	16
2.4 Ketentuan Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal	20
2.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston	33
2.6 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	33
2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu.....	41
3.1 Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum	60
4.1 Hasil Analisa Saringan Masing-masing Agregat	65
4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Masing-masing Agregat	66
4.3 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal Komposisi I.....	66
4.4 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> II	69
4.5 Rencana Komposisi Campuran	72
4.6 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan terhadap Total Agregat Komposisi I	74
4.7 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Komposisi I.....	77
4.8 Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum Komposisi I.....	84
4.9 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Terhadap Total Agregat Komposisi II	85
4.10 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Komposisi II.....	86
4.11 Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum Komposisi II.....	93
4.12 Perbandingan Nilai Parameter Marshall Batu eks. Tumbang Samba dan dengan Pasir eks. Tumbang Samba.....	93

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1	Peta Kecamatan Katingan (Lokasi Pengambilan Material) 5
1.2	Sketsa (Lokasi Pengambilan Material) 5
1.3	Batu Dari Tumbang Samba Kecamatan Katingan 6
1.4	Pasir Dari Tumbang Samba Kecamatan Katingan 7
3.1	Bagan Alir Penelitian63
4.1	Grafik Gradasi Gabungan Cara Diagonal67
4.2	Grafik Gradasi Gabungan Cara <i>TrialError</i>70
4.3	Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I ..78
4.4	Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi79
4.5	Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....80
4.6	Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi I.....81
4.7	Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi82
4.8	Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO).....83
4.9	Grafik Hubungan Stabilitas terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....87
4.10	Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....88
4.11	Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....89

4.12	Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....	90
4.13	Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Komposisi II.....	91
4.14	Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Komposisi II.....	92
L6.1	Lokasi Pengambilan Agregat Kasar Eks. Tumbang Samba	119
L6.2	Lokasi Pengambilan Pasir Eks. Tumbang Samba	119
L6.3	Proses Pemecahan Batu Tumbang Samba.....	120
L6.4	Pencucian Material.....	120
L6.5	Pengayakan Agregat Kasar Uji Keausan	121
L6.6	Analisa Saringan Sampel Material	121
L6.7	Penimbangan Gabungan Agregat Sesuai dengan Porsinya.....	122
L6.8	Proses Pencampuran Agregat dan Aspal.....	122
L6.9	Pengecekan Suhu Pematatan	123
L6.10	Pematatan Briket/Benda Uji	123
L6.11	Mengeluarkan Benda Uji dengan <i>Extruder</i>	124
L6.12	Penimbangan Benda Uji untuk Berat Kering.....	124
L6.13	Briket/Benda Uji untuk Mencari Nilai KAO.....	125
L6.14	Perendaman Briket/Benda Uji	125
L6.15	Penimbangan Briket/Benda Uji untuk Berat Dalam Air.....	126
L6.16	Penimbangan Briket/Benda Uji untuk Berat Jenuh.....	126
L6.17	Perendaman Briket/Benda Uji dalam Water Bath.....	127
L6.18	Uji Marshall	127

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Eks. Tumbang Samba.....	98
2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar Eks. Tumbang Samba	99
3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Eks. Tumbang Samba.....	100
4. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Eks. Tumbang Samba	101
5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Pasir Eks. Tumbang Samba.....	102
6. Grafik Analisa Saringan Pasir Eks. Tumbang Samba	103
7. Grafik Gradasi Gabungan Analisa Saringan	104
8. Tabel Gradasi Gabungan Metode Diagonal	105
9. Tabel Gradasi Gabungan Metode <i>Trial and Error</i>	106
10. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Eks. Tumbang Samba.....	107
11. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Eks. Tumbang Samba.....	108
12. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir Eks. Tumbang Samba	109
13. Hasil Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> Pasir Eks. Tumbang Samba	110
14. Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Eks. Tumbang Samba	111
15. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat I.....	112
16. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat II.....	113
17. Tabel Marshall I.....	114
18. Grafik Hubungan Parameter Marshall I.....	115
19. Tabel Marshall II	116
20. Grafik Hubungan Parameter Marshall II	117
21. Tabel Korelasi Stabilitas Terhadap Isi Benda Uji.....	118

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang termasuk dalam provinsi terluas di Indonesia. Untuk membangun provinsi Kalimantan Tengah ini supaya dalam pembangunannya merata, pemerintah memprioritaskan infrastruktur pembangunan pada bidang perhubungan dengan membuat prasarana transportasi khususnya jalan, sehingga jalan dapat berfungsi dalam perkembangan pembangunan di suatu daerah.

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalur lalu lintas yang bila diperhatikan secara struktural pada penampang struktur terletak paling atas dalam satu badan jalan. Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang di gunakan untuk menahan beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu dan pasir ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang di pakai adalah aspal atau semen.

Material utama pembentuk lapisan perkerasan jalan adalah agregat yaitu 90-95% dari campuran perkerasan. Sebagian besar agregat yang digunakan sebagai campuran bahan perkerasan pada konstruksi jalan, terutama di daerah Desa Tumbang Samba adalah menggunakan agregat luar daerah. Adapun permasalahan yang sering terjadi adalah mahalnya biaya distribusi dari agregat tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya solusi alternatif lain yaitu dengan pemanfaatan penggunaan agregat lokal sebagai bahan campuran bahan perkerasan.

Dalam upaya peningkatan kekuatan struktur perkerasan jalan disamping perlu adanya solusi dari keterbatasan agregat tersebut maka perlu adanya

pemilihan jenis material lain sebagai alternative pilihan yang dapat digunakan sebagai lapisan perkerasan. Di Kalimantan Tengah, khususnya di Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan banyak terdapat kekayaan alam berupa batu dan pasir. Batu dan pasir ini mudah didapat dan tidak memerlukan biaya transportasi yang besar.

Kecamatan Katingan Tengah, kabupaten Katingan secara umum memiliki daerah pemukiman baik di perkotaan maupun diperdesaan, dengan kondisi jalan banyak yang belum diperkeras menggunakan jenis perkerasan yang sesuai dengan volume lalu lintas yang semakin meningkat. Jika digunakan dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*, sebagai campuran perkerasan jalan di Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan maka dapat dipertimbangkan untuk memanfaatkan Material lokal sebagai bahan pembentuk utama dan aspal sebagai bahan pengikat.

Berdasarkan hasil observasi tersebut maka perlu untuk meneliti lebih jauh tentang penggunaan material lokal dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah agregat lokal yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* memenuhi persyaratan spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Bagaimana komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* yang dihasilkan ?

3. Berapa kadar aspal optimum (KAO) dan nilai karakteristik Marshall pada pemanfaatan Batu dan Pasir campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Menganalisis sifat-sifat fisik agregat lokal yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
2. Membuat komposisi campuran yang sesuai untuk digunakan pada *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
3. Mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) dan nilai karakteristik Marshall komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* Menggunakan Batu dan Pasir Desa Tumbang Samba

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian hanya dilakukan di Laboratorium tidak di lapangan.
2. Pengujian material berdasarkan metode dan standar Bina Marga Tahun 2018.
3. Aspal yang digunakan adalah aspal keras dengan penetrasi 60/70.
4. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kualitas Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah jika digunakan sebagai Semen agregat dalam campuran Lataston.
2. Sebagai bahan pertimbangan dan informasi mengenai penggunaan Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah salah satu bahan perkerasan jalan khususnya sebagai Semen dan agregat pada pelaksanaan perkerasan jenis Lataston.
3. Untuk menambah pemahaman mengenai perkerasan jalan khususnya mengenai perkerasan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*.

1.6 Lokasi Pengambilan Material

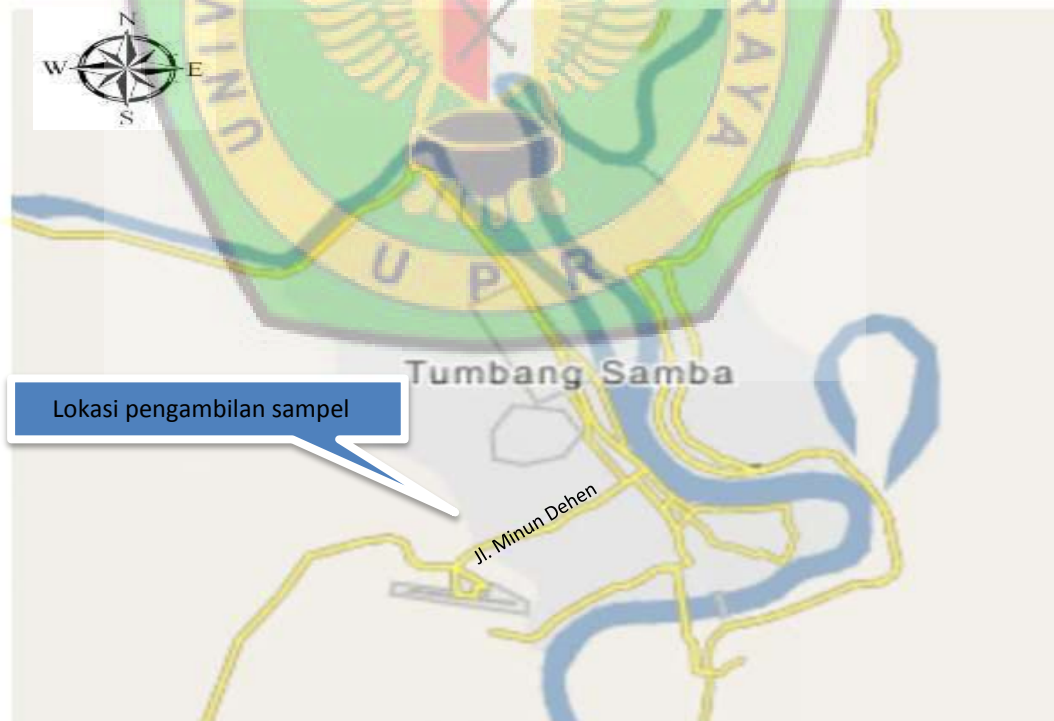
Lokasi Pengambilan material terdapat di Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah. Untuk lebih jelas dapat dilihat dari peta Kecamatan Katingan Tengah pada Gambar dibawah ini.





(Sumber: Google – Data Peta, 2020)

Gambar 1.1 Peta Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah (Lokasi Pengambilan Material)



Gambar 1.2 Sketsa (Lokasi Pengambilan Material)

1.7 Gambaran Visual Mengenai Batu dan Pasir yang Akan diteliti

Batu dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah memiliki jumlah yang cukup besar dengan perkiraan luasan lokasi batu sekitar $\pm 50.000 \text{ m}^2$ (5 Ha) dan jarak tempuh ke lokasi batu dari Desa Tumbang Samba sekitar 6 km. Batu di lokasi ini masih belum ada yang memanfaatkan, sehingga masih banyak materialnya. Batu dari Tumbang Samba seperti terlihat pada Gambar 1.3 di bawah ini.



Gambar 1.3 Batu dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah

Pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah memiliki jumlah dengan perkiraan luasan *quarry* $\pm 20.000 \text{ m}^2$ (2 ha) dengan estimasi volume $\pm 280.000 \text{ m}^3$ dan jarak tempuhnya dari Desa Tumbang Samba sekitar 4 km. Pasir di lokasi ini masih belum ada yang memanfaatkan.

Pasir dari lokasi Tumbang Samba ini memiliki tekstur kasar berwarna putih mengandung sedikit kerikil yang berukuran sangat kecil seperti terlihat pada Gambar 1.4 di bawah ini.



Gambar 1.4 Pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

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, 2003).

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanah liat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Mengadopsi model Makadam dengan bahan penutup (*surfacing*) dari campuran aspal agregat. Bahan konstruksi perkerasan lentur terdiri atas bahan ikat (aspal, tanah liat) dan batu. Perkerasan ini umumnya terdiri atas tiga lapis yaitu lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase*), lapisan pondasi (*base*) dan lapisan penutup (*surface*). Masing-

masing elemen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu-lintas. Dari atas sampai bawah maka tebal lapisan menjadi semakin besar, hal ini seiring dengan harga materialnya yang semakin kebawah semakin murah.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Digunakannya pelat beton di atas lapisan agregat, di atas pelat beton tersebut dapat dilapisi aspal agregat atau aspal pasir yang tipis atau tidak ada lapisan sama sekali. Bagian dari perkerasan kaku terdiri dari tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*sub-base*), lapisan beton (*blinding concrete*/beton lantai kerja), lapisan pelat beton (*concrete slab*), dan lapisan aspal agregat atau aspal pasir yang bisa ada bisa tidak (Sukirman, 2003).

Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku dapat terlihat pada

Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No	Sifat-sifat Campuran	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2.	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3.	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: Sukirman (2003)

2.2 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan dan berfungsi sebagai:

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapis ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), lapis yang langsung menerima gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung relatif rendah.

Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut di atas, pada umumnya lapis permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan yang lama. Jenis lapis permukaan yang umum di pergunakan di Indonesia antara lain:

1. Lapisan bersifat *non*-struktural, berfungsi sebagai lapisan aus kedap air.

Lapisan ini terdiri dari:

- a. Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri atas lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimum 2 cm.
- b. Burda (laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri atas lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.

- c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri atas lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
- d. Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri atas lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inci.
- e. Latasbum (lapisan tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri atas campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal maksimum 1 cm.
- f. Lataston (lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet (HRS)*, merupakan lapisan penutup yang terdiri atas campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Lapis ini memiliki tebal padat antara 2,5-3 cm.

Walaupun jenis lapisan permukaan di atas bersifat non-struktural, lapisan permukaan tersebut dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan dapat menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini digunakan untuk pemeliharaan jalan.

2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda. Lapisan ini terdiri dari:
 - a. Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri atas agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara di semprotkan di atasnya

dan di padatkan lapis demi lapis. Di atas lapisan ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.

- b. Lasbutag merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri atas campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3-5 cm.
- c. Laston (lapis tipis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri atas campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.3 *Hot Rolled Sheet (HRS)*

Lapis tipis aspal beton (laston), atau dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet (HRS)* merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran antara agregat yang bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, tebal padat antara 2,5 – 3 cm (Sukirman, 2003).

Pada kurun waktu beberapa tahun belakangan ini, *Hot Rolled Sheet (HRS)* telah banyak digunakan di Indonesia sebagai lapisan permukaan karena sifatnya yang kedap air serta tahan lama. Dengan sifat agregatnya yang bergradasi senjang dan mengandung sangat sedikit agregat yang berukuran sedang, sehingga campuran tersebut dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi. Hal ini menyebabkan *Hot Rolled Sheet (HRS)* ini juga memberikan suatu permukaan yang sanggup menerima beban tanpa retak.

Rancangan campuran perkerasan aspal meliputi pemilihan jenis aspal, pemilihan material agregat serta penentuan proporsi yang optimum dari agregat dan aspal didalam campuran. Rancangan campuran ini harus mempertimbangkan sifat-sifat kekuatan, ketahanan terhadap retak, ketahanan terhadap kelelahan, kelenturan, kekesatan, kedap air dan mudah dikerjakan.

Tujuan keseluruhan dari rancangan campuran perkerasan aspal adalah mendapatkan hasil yang efektif dari campuran yang dihasilkan, sehingga memiliki:

1. Aspal yang cukup untuk menjamin keawetan perkerasan.
2. Stabilitas campuran yang cukup untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas tanpa terjadi kerusakan atau penurunan.
3. Rongga yang cukup didalam total campuran yang telah dipadatkan untuk menyediakan sedikit penambahan pemadatan oleh beban lalu lintas dan untuk menyediakan sedikit ruang pemekaran aspal akibat kenaikan suhu tanpa terjadi pembilasan, *bleeding* dan kehilangan stabilitas.
4. Membatasi kadar rongga untuk membatasi permeabilitas bahan terhadap masuknya udara dan kelembaban yang sangat berbahaya kedalam perkerasan.
5. Kemudahan pengerjaan yang cukup untuk memberikan kemudahan dan efisiensi didalam penghampanan tanpa terjadi segregasi dan tanpa mengorbankan stabilitas dan performanya.
6. Untuk campuran lapis permukaan, agregat harus memiliki tekstur permukaan dan kekerasan untuk menyediakan tahan gesek yang cukup pada kondisi cuaca buruk.

2.4 Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran agregat aspal yang berupa berbagai jenis butiran-butiran atau pecahan yang termasuk didalamnya antara lain pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran aspal buatan. Proporsi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) didasarkan kepada spesifikasi dan gradasi yang tersedia. Jumlah agregat didalam campuran aspal biasanya 90 sampai 95 persen dari berat, atau 75 sampai 85 persen dari volume dan memberikan kontribusi biaya, berkisar 30% dari biaya keseluruhan pembangunan jalan. Di dalam *Hot Rolled Sheet (HRS)*, agregat kasar digunakan untuk pengembangan volume mortar sehingga campuran menjadi lebih ekonomis, juga untuk mendukung beban lalu lintas.

Agregat dapat diperoleh secara alami atau buatan. Agregat yang terjadi secara alami adalah pasir, kerikil dan batu. Kebanyakan agregat memerlukan beberapa proses seperti dipecah, dicuci sebelum agregat tersebut bisa digunakan.

Agregat dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu:

2.4.1 Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan (Spesifikasi Umum 2018).

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat		SNI 3407:2008	Maks.12%
	Magnesium sulfat			Maks.18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	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 Revisi 2(2018)

2.4.2 Agregat Halus

Agregat halus dapat berupa pasir, batu pecah atau kombinasi dari keduanya. Agregat halus adalah material yang pada prinsipnya lewat saringan atau ayakan No.8 (2,36 mm) ketentuan (Spesifikasi Umum 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 2.3 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 Revisi 2 (2018)

2.4.3 Mineral Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu kapur (*limestone dust*, *Calcium Carbonate*, $CaCO_3$) atau debu kapur padam yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2014), atau semen, abu batu atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen.60-70. Pada umumnya *filler* ini tidak harus digunakan untuk campuran aspal beton, karena dengan secara umum setiap agregat sudah mengandung *filler* saat pencampuran di lapangan (AMP). Bila *filler* yang terkandung di dalam agregat sudah sesuai dengan rencana spesifikasi, maka tidak perlu penambahan *filler*, tetapi bila diinginkan menggunakan *filler* maka harus memenuhi syarat sebagai berikut :

Adapun tujuan *filler* ini adalah untuk mengisi rongga dalam campuran sehingga tidak diisi oleh bitumen tetapi juga material yang lebih halus.

Fungsi *filler* dalam aspal beton antar lain :

- a. Memodifikasi gradasi agregat halus, sehingga campuran menjadi lebih rapat gradasinya.

- b. Bersama-sama dengan aspal membentuk bahan pengikat atau system *filler* aspal.
- c. Penambahan kadar *filler* pada system aspal, *filler* akan menurunkan angka penetrasi.
- d. Penambahan kadar *filler* akan memperbaiki ketahanan campuran aspal terhadap temperatur tinggi.
- e. *Filler* meningkatkan ketahanan campuran aspal terhadap cuaca. Penguatan oleh *filler* berarti dapat menambah ketahanan terhadap retak. Ketahanan terhadap retak akan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh pemuaian dan kontraksi akibat panas dan penyusutan aspal akibat adanya perubahan reaksi kimia-fisika selama berada dalam pengaruh cuaca.

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 dan bersifat non plastis. Kapur yang tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian dapat digunakan sebagai bahan pengisi yang ditambahkan dengan proporsi yang diijinkan harus dalam rentang 1,0%-3,0% dari berat total campuran beraspal. Kapur yang seluruhnya terhidrasi yang dihasilkan dari pabrik yang disetujui, dapat digunakan harus dalam rentang 1,0%-2,0% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetapi tidak boleh menggunakan semen (spesifikasi umum 2018).

2.5 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat, yang terdiri dari *hydrocarbons* atau turunannya, terlarut dalam *trichloro-ethylene* dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan. Aspal berwarna hitam atau kecoklatan, memiliki sifat kedap air dan *adhesive* (Spesifikasi umum 2018).

Aspal terbuat dari minyak mentah, melalui proses penyulingan atau dapat ditemukan dalam kandungan alam sebagai bagian dari komponen alam yang ditemukan bersama-sama material lain. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa-senyawa kompleks seperti *Asphaltenese*, *Resins* dan *Oils*. Aspal mempunyai sifat *visco-elastis* dan tergantung dari waktu pembebanan. Pada proses pencampuran dan proses pemadatan sifat aspal dapat ditunjukkan dari nilai viskositasnya, sedangkan pada sebagian besar kondisi saat masa pelayanan, aspal mempunyai sifat viskositas yang diwujudkan dalam suatu nilai modulus kekakuan.

Sedangkan sifat aspal lainnya adalah:

1. Aspal mempunyai sifat mekanis (*Rheologic*), yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu pembebanan yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, tetapi jika pembebanannya terjadi dalam jangka waktu yang lambat maka sifat aspal menjadi plastis.
2. Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin

rendah atau semakin encer demikian pula sebaliknya. Dari segi pelaksanaan lapis keras, aspal dengan viskositas yang rendah akan menguntungkan karena aspal akan menyelimuti batuan dengan lebih baik dan merata. Akan tetapi dengan pemanasan yang berlebihan maka akan merusak molekul-molekul dari aspal, aspal menjadi getas dan rapuh.

3. Aspal mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu. Meskipun aspal hanya merupakan bagian yang kecil dari komponen campuran beraspal, namun merupakan bagian terpenting untuk menyediakan ikatan yang awet/tahan lama (*durable*) dan menjaga campuran tetap dalam kondisi kental yang elastis. Adapun beberapa kualitas yang harus dimiliki oleh aspal untuk menjamin performa yang memuaskan, secara mendasar adalah *rheology*, *kohesi*, *adhesi* dan *durabilitas*.

Fungsi aspal dalam campuran agregat aspal adalah sebagai bahan pengikat yang bersifat *visco-elastis* dengan tingkat viskositas yang tinggi selama masa layan dan berfungsi sebagai pelumas pada saat penghamparan di lapangan sehingga mudah untuk dipadatkan.

Pada AASHTO (1982) dinyatakan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal, angka ini menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsistensi aspal. Semakin meningkatnya besar angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin rendah, sebaliknya semakin kecil angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin tinggi.

Semakin besar angka penetrasi aspal (semakin kecil tingkat konsistensi aspal) akan memberikan nilai modulus elastis aspal yang semakin kecil dalam tinjauan temperatur dan pembebanan yang sama. Semakin tinggi suhu udara dan makin lambat beban yang lewat, maka modulus elastis aspal makin kecil. Lama pembebanan merupakan fungsi dari tebal perkerasan dan kecepatan kendaraan.

Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Dalam pemilihan jenis aspal yang akan digunakan pada daerah yang beriklim panas sebaiknya aspal dengan indeks penetrasi yang rendah, dalam rangka mencegah aspal menjadi lebih kaku dan mudah pecah (*brittle*). Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70.

Fungsi kandungan aspal dalam campuran juga berperan sebagai selimut penyelubung agregat dalam bentuk tebal film aspal yang berperan menahan gaya geser permukaan dan mengurangi kandungan pori udara yang lebih lanjut, juga berarti mengurangi penetrasi air dalam campuran.

Persyaratan umum untuk aspal panas harus memenuhi persyaratan seperti ada pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Ketentuan Bahan Aspal untuk Campuran Beraspal

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				Elastomer sintetis	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456;2011	60 – 70	Dilaporkan ⁽¹⁾	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (\square C)	SNI 06-6441-200	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434;2011	≥ 48	Dilaporkan ⁽²⁾	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2434;2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2434;2011	≥ 232	≥ 230	

Tabel 2.4 Ketentuan Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal (Lanjutan)

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				Elastomer sintesis	
				PG70	PG76
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 Parafin 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 Dinamis (G*/sinδ) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 2,2 kPa, (□C)	SNI 06-6441-2000	-	70	76
13	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	≥ 100	≥ 50	≥ 25
15	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G*/sinδ) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 5000 kPa, (□C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 2(2018)

2.6 Campuran Aspal

Campuran aspal beton adalah campuran yang memiliki fungsi sebagai bahan pengikat yang terdiri antara agregat kasar, agregat dan *filler* serta aspal sebagai bahan pengikatnya. Hal yang paling utama dalam desain sebuah campuran bitumen/aspal adalah memilih tipe agregat, mutu agregat, mutu aspal, modifier aspal (jika diperlukan), dan untuk menentukan kadar aspal yang dapat bekerja paling optimum selama kurun waktu umur perkerasan tersebut. Komposisi bahan dalam campuran beraspal panas terlebih dahulu harus direncanakan

sehingga setelah terpasang diperoleh perkerasan beraspal yang memenuhi kriteria. Menurut (Sukirman, 2003) terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu:

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur, dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah:

- a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi, kepadatan campuran, dan tebal film aspal.
- b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.

2. Durabilitas

Durabilitas adalah kemampuan aspal beton menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antar roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Durabilitas aspal beton dipengaruhi oleh tebalnya film

atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, aspal beton akan lebih kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

- a. (*Void in the Mineral*=VIM) kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh.
- b. (*Void in the Mineral Agregat*=VMA) besar sehingga *film* aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya bleeding cukup besar.
- c. *Film* (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi besar.

3. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan aspal beton untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.

- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. *Fatigue Resistance*

Fatigue Resistance adalah kemampuan aspal beton menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

5. *Skid Resistance*

Skid resistance adalah kemampuan permukaan aspal beton terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak saja harus mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga mempunyai daya tahan untuk permukaannya tidak mudah menjadi licin akibat repetisi kendaraan. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh:

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.

- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

6. Impermeabilitas

Impermeabilitas adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/selimit aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah aspal beton dipadatkan dapat menjadi indikator kedekatan air campuran. Tingkat impermeabilitas aspal beton berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

7. *Workability*

Workability adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi serta kondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan.

Ketujuh sifat campuran aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Dalam perancangan tebal perkerasan harus diperhatikan sifat-sifat aspal beton yang dominan lebih diinginkan akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Jalan yang melayani lalu lintas ringan seperti mobil penumpang sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

2.7 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 (sistem 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. Di gambar 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.

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*).

2.8 Perencanaan Campuran Pembentukan Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet–Wearing Course*)

Perencanaan campuran yang diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, menghasilkan campuran yang memenuhi

kinerja yang baik dari agregat yang tersedia. Campuran beton aspal pada umumnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal. akan diperlukan bila agregat (pasir dan batuan) yang dipakai tidak cukup mengandung bahan halus (fraksi abu) yang dibutuhkan untuk sifat campuran aspal tersebut agar memenuhi standar persyaratan pengujian *Marshall*.

2.8.1 Pengujian Material

Sebelum merencanakan campuran aspal, terlebih dahulu harus dilaksanakan pengujian material agregat kasar, agregat halus, dan aspal. Sifat-sifat material yang digunakan harus memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

2.8.2 Penentuan Gradasi Agregat

Gradasi masing-masing jenis agregat (kasar, halus dan) mungkin saja ditentukan dalam spesifikasi suatu jenis campuran aspal panas. Demikian pula gradasi agregat gabungannya. Gradasi agregat gabungan bisa diperoleh dengan mencampur (*blending*) agregat kasar, halus dan. Teknik mencampur (*blending*) agregat dapat dilaksanakan secara analitis maupun secara grafis.

Perencanaan gradasi agregat untuk campuran aspal di laboratorium, bisa dilaksanakan tanpa memblending agregat, yaitu berdasarkan gradasi ideal (batas tengah) spesifikasi gradasi agregat gabungan yang ditentukan. Masing-masing ukuran butir agregat diperoleh dengan mengayak agregat sesuai ukuran ayakan yang ditentukan. Kemudian proporsi agregat dicari berdasarkan kumulatif persentase lolos gradasi ideal.

2.8.3 Estimasi Kadar Aspal Awal

Untuk menentukan kadar aspal awal terdapat beberapa pendekatan, yaitu dengan formula sebagai berikut:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

P_b = % kadar aspal awal terhadap berat total campuran

$\%CA$ = % agregat kasar (*coarse aggregate*) terhadap berat total agregat

$\%FA$ = % agregat halus (*fine aggregate*) terhadap berat total agregat

$\%FF$ = % *filler* terhadap berat total agregat

K = Nilai konstanta kira-kira 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston.

2.8.4 Kriteria Perencanaan Campuran Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*)

Ada beberapa kriteria campuran Lataston Lapis Aus yang menjadi acuan bagi para perencana dalam melakukan perencanaan, yaitu:

a. Sifat-sifat campuran

Sifat-sifat campuran beton aspal jenis Lataston atau *HRS* harus memenuhi batas-batas rencana seperti pada tabel 2.5 beriku

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0	
	Maks.	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	600	
Pelelehan (mm)	Min.	3	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90	

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 2 (2018)

b. Gradasi Agregat Gabungan Campuran

Persyaratan gradasi agregat gabungan campuran Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) umumnya harus berada dalam batas spesifikasi yang disyaratkan, seperti pada tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		HRS-Wearing Course
(mm)	(Inci)	
37,5	1,5	-
25	1	-
19	$\frac{3}{4}$	100
12,5	$\frac{1}{2}$	90-100
9,5	$\frac{3}{8}$	75-85
2,36	No. 8	50-72
0,6	No. 30	35-60
0,075	No. 200	6-10

Sumber: Spesifikasi Umum Revisi 2 (2018)

2.9 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 800 kg dan nilai *flow* minimal 3 mm (Spesifikasi Bina Marga, 2010). Pengujian marshall dilakukan setelah benda uji direndam didalam water bath terlebih dahulu.

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

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis atau dengan arti lain yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*). 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. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang.

2. *Flow* (Kelelahan)

Flow adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang

diterima. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat Marshall yang lain seperti stabilitas, VIM dan VFA, Nilai VIM yang besar menyebabkan berkurangnya *interlocking resistance* campuran dan dapat berakibat timbulnya *deformasi*. Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, 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. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan campuran yang dimiliki nilai *density* yang rendah, karena butiran agregat mempunyai bidang kotak yang luas sehingga gaya gesek (*friction*) antara butiran agregat menjadi besar. Nilai kepadatan/*density* dihitung dengan rumus berikut:

$$g = c / f \dots\dots\dots (2.2)$$

$$f = d - e \dots\dots\dots (2.3)$$

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 ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal meleleh menjadi lunak akibat naiknya suhu udara. VIM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi. Rongga udara dalam campuran (V_a) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

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

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. Semakin besar nilai MQ berarti campuran aspal semakin kaku dan kurang lentur sehingga mudah retak sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran

semakin lentur dan plastis sehingga mudah mengalami perubahan bentuk saat menerima beban lalu lintas yang tinggi.

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \dots\dots\dots (2.5)$$

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). Kuantitas terhadap rongga udara berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas, dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat dari campuran total, maka VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

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 kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Dengan kata lain VFA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Semakin tinggi nilai VFA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara juga akan semakin tinggi, tetapi nilai VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan bleeding. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Nilai VMA dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$VFA = \left(\frac{100 - (VMA - VIM)}{VMA} \right)$$

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:

$$\text{IKS} = \frac{S_2}{S_1} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

S_1 = Nilai rata-rata stabilitas Marshall setelah perendaman selama T1 menit

S_2 = 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.

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

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 (Gmb)

Berat jenis bulk dari aspal beton padat (Gmb) dapat diukur dengan mempergunakan:

$$\text{Gmb} = \frac{B_k}{B_{ssd} - B_a} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

Gmb = Berat jenis bulk dari aspal beton padat

Bk = Berat kering aspal beton

Bssd = Berat kering permukaan dari aspal beton yang telah didapatkan,

Ba = Berat aspal beton padat di dalam air



Tabel 2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Material/Agregat	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
1.	Suwardi (2019)	“Kajian Perencanaan Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Menggunakan Agregat Batu 30 dari Hampangen dan Pasir dari Kecamatan Pandi Batu”.	<ul style="list-style-type: none"> - Batu - Pasir - Abu Batu - Aspal 	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 (HRSWC)	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.	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 latakston lapis aus HRS-WC

Lanjutan Tabel 2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Material/ Agregat	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
2.	Pasaribu (2017)	“Kajian Penggunaan Pasir dari Berbagai Lokasi di Kotawaringin Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sand Sheet (HRSS)”	- Pasir - Aspal	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 32 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%.

Lanjutan Tabel 2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Material/ Agregat	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
3.	Yusrizal Yahya (2018)	Analisis Karakteristik Marshall Campuran <i>Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)</i> Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis polyethylene Terephthalate (<i>PET</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Pasir Eks. Tangkilin g - Batu Pecah Eks. Palu - Abu Batu Eks. Palu - Plastik Bekas (<i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i>) - Aspal 	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauhmana manfaat penggunaan plastik bekas jenis PET sebagai bahan tambahan pada campuran aspal panas yang diharapkan penggunaannya dapat meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya dan sekaligus salah satu langkah penanganan pengurangan sampah plastik yang sulit terurai.	Pengujian Marshall dengan penambahan plastik jenis PET dengan variasi kadar bahan tambah 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap berat aspal yang diperoleh dari KAO pada benda uji, hasil parameter Marshall memenuhi spesifikasi yang ada, terkecuali nilai <i>Void In Mixture (VIM)</i> pada penambahan kadar plastik sebesar 8% dan 10% yang nilainya berturut-turut yaitu 3,90% dan 3,77%. Dari hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall diperoleh rentang penambahan kadar plastik 0% hingga 7,8%, campuran memenuhi semua spesifikasi yang ditentukan.	Penambahan <i>PET</i> sebesar 7,80% dari berat aspal menghasilkan nilai stabilitas naik 8,37% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah plastik yaitu mengalami kenaikan sebesar 78 kg, nilai <i>flow</i> naik sebesar 0,25 mm, rongga dalam campuran (<i>VIM</i>) turun sebesar 0,60%, rongga terisi aspal (<i>VFB</i>) naik sebesar 4,30% dan hasil bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) naik sebesar 4,50 kg/mm.

Lanjutan Tabel 2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Material/ Agregat	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
4.	Nicowandry (2008)	Penggunaan Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)	- Batu Kali	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base).	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.

Lanjutan Tabel 2.7 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Material/ Agregat	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Kesimpulan
5.	Paul Cavin Marthin (2021)	Kajian Pemanfaatan Kerikil dan Pasir Sungai Dalam Campuran <i>Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)</i>	- krikil - Pasir	Tujuan dari penelitian ini (a) Menganalisis sifat-sifat fisik agregat Kerikil dan Pasir dari sungai Kahayan dalam campuran <i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS- WC)</i> dan (b) Menganalisis komposisi campuran yang dihasilkan berdasarkan penggunaan Kerikil dan Pasir Sungai Kahayan	Hasil penelitian ini menunjukkan (a) 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 marshal (MQ) 320 kg/mm. Komposisi II nilai KAO sebesar 7,1%, stabilitas sebesar 870 kg, rongga terisi aspal (VMA) sebesar 19%,ronggal dalam campuran (VIM) 4,2%, rongga terisi aspal (VFB) 79% hasil bagi marshal (MQ) 320 kg/mm 270 kg/mm dan komposisi III nilai KAO sebesar 72%, 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.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, Material yang akan digunakan dalam penelitian ini di periksa terlebih dahulu di laboratorium untuk memperoleh karakteristik dari material tersebut . Data yang dihasilkan digunakan untuk perancangan campuran, selanjutnya dibuat benda uji (briket) untuk dilakukan uji Marshall sehingga diketahui karakteristik campuran tersebut

3.2 Pengambilan Material

Pengambilan material berupa batu dan pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah, Material diambil dengan jumlah secukupnya pada lokasi pengambilan material tersebut.

3.3 Pengambilan Data Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 30 buah. 30 buah briket/Benda uji tersebut dibagi terdiri dari 2 kali percobaan. Percobaan pertama dibuat 15 briket/benda uji yang terdiri dari 2 macam komposisi terbaik yang mendekati spesifikasi dengan 5 variasi kadar aspal. Tiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah briket/benda uji yang kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). 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 menggunakan Batu dan Pasir dari Desa Tumbang Samba, Kecamatan Katingan Tengah
2. Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat 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.

d. Pemeriksaan Kadar Lempung pada Agregat Halus

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

- 1) Tabung *sand equivalent*, beban *equivalen* dan larutan standar. Berguna untuk mengetahui kadar lempung yaitu dengan memasukan bahan kedalam tabung *sand equivalent* kemudian dimasukkan larutan standar.
- 2) Talam, saringan No.8, sumbut karet gabus, corong dan *stopwatch*. Talam *berfungsi* sebagai tempat menaruh sampel, saringan No.8 sebagai pemeriksaan ini untuk agregat yang lolos saringan No.8, karet gabus berfungsi sebagai penutup tabung *sand equivalent* ketika dikocok dan *stopwatch* berfungsi sebagai pengukur waktu ketika tabung *sand equivalent* dikocok.

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 dan 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 2 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 pengguncang 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 03-1969-1190. 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 terbang.
- 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 $24 \pm$ 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:

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

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

$$B_j. \text{ Semu (apparent)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots (3.3)$$

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

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 03-1970-1190. 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 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 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 dididihkan 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 :

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

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

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

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

3.7.4 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pada metode pengujian keausan agregat kasar menggunakan standar pengujian yaitu SNI 03-2417-1991.

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 :

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

Keterangan :

a = berat total sampel semula (5000 gram)

b = berat sampel yang tertahan saringan No.12

3.7.5 Pemeriksaan Kadar Lempung Agregat Halus

Pemeriksaan yang dilakukan untuk menentukan kadar lempung yang dikandung oleh agregat yang lolos saringan No.8, sesuai prosedur AASHTO T.176-73 (1982), dengan menggunakan tabung *sand equivalent*.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Ambil sampel (pasir) sebanyak 85 ml kemudian keringkan di dalam oven dengan suhu 110°C dan dinginkan pada suhu ruang.
- b. Isi tabung *sand equivalent* dengan larutan standar setinggi 5 strip (skala tabung *sand equivalent*), kemudian masukkan sampel kedalam tabung *sand equivalent*, ketuk-ketuk beberapa saat kemudian diamkan selama 10 menit.
- c. Tutup tabung *sand equivalent* dengan penutup karet atau kayu gabus, kemudian dimiringkan sampai arah hampir mendatar dan kocok sebanyak 90 gerakan sejauh 200 mm pada arah mendatar.
- d. Masukkan lagi larutan standar melalui selang ke dalam tabung sampai setinggi skala 15, kemudian diamkan selama 20 menit.
- e. Baca skala pembacaan lumpur.
- f. Masukkan beban *equivalent* secara perlahan-lahan sampai beban tersebut berhenti.
- g. Baca skala setelah pembebanan.

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

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

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 :

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

$$\text{dengan, } a + b + c + d = 1 \dots\dots\dots (3.12)$$

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*).

3.8.1 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 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

3.8.2 Pembuatan Benda Uji dengan Bahan Batu dan Pasir

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

a. Benda Uji dan Kadar Aspal Awal

Menyiapkan benda uji Marshall pada kadar aspal sebagai berikut :

- 1) Kadar aspal (Pb) -1,0 %
- 2) Kadar aspal (Pb) -0,5 %
- 3) Kadar aspal (Pb)
- 4) Kadar aspal (Pb) +0,5 %
- 5) Kadar aspal (Pb) +1,0 %

Dimana nilai Pb dapat dicari dengan menggunakan Rumus 2.1, dan setiap variasi kadar aspal rencana di atas dibuat 3 (tiga) buah benda uji (briket) yang digunakan untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).

Tabel 3.1 Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji	Keterangan
Pb – 1,0 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi HRS-WC + kadar aspal Pb – 1,0 (%)
Pb – 0,5 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi HRS-WC + kadar aspal Pb – 0,5 (%)
Pb (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi HRS-WC + kadar aspal Pb (%)
Pb + 0,5 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi HRS-WC + kadar aspal Pb + 0,5 (%)
Pb + 1,0 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi HRS-WC + kadar aspal Pb + 1,0 (%)
Jumlah		15 Buah

- b. Pencampuran bahan dilakukan secara manual dengan diaduk di atas wajan yang dipanaskan. Dilanjutkan Proses pemadatan standar terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan (satu sisi atas dan satu bawah) dengan suhu pemadatan $(140 \pm 15)^{\circ}\text{C}$. Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan

tinggi standar $\pm 6,25$ cm dan diameter $\pm 10,16$ cm. Diamkan benda uji selama 24 jam pada suhu ruangan.

- c. Dari pembuatan benda uji dengan kadar aspal awal sesuai perhitungan Pb didapatkan nilai kadar aspal dan nilai VIM (*Void In Mix*). Setelah itu dilanjutkan dengan uji marshall sehingga didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO).

3.8.3 Pemeriksaan Benda Uji (Tes Marshall)

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

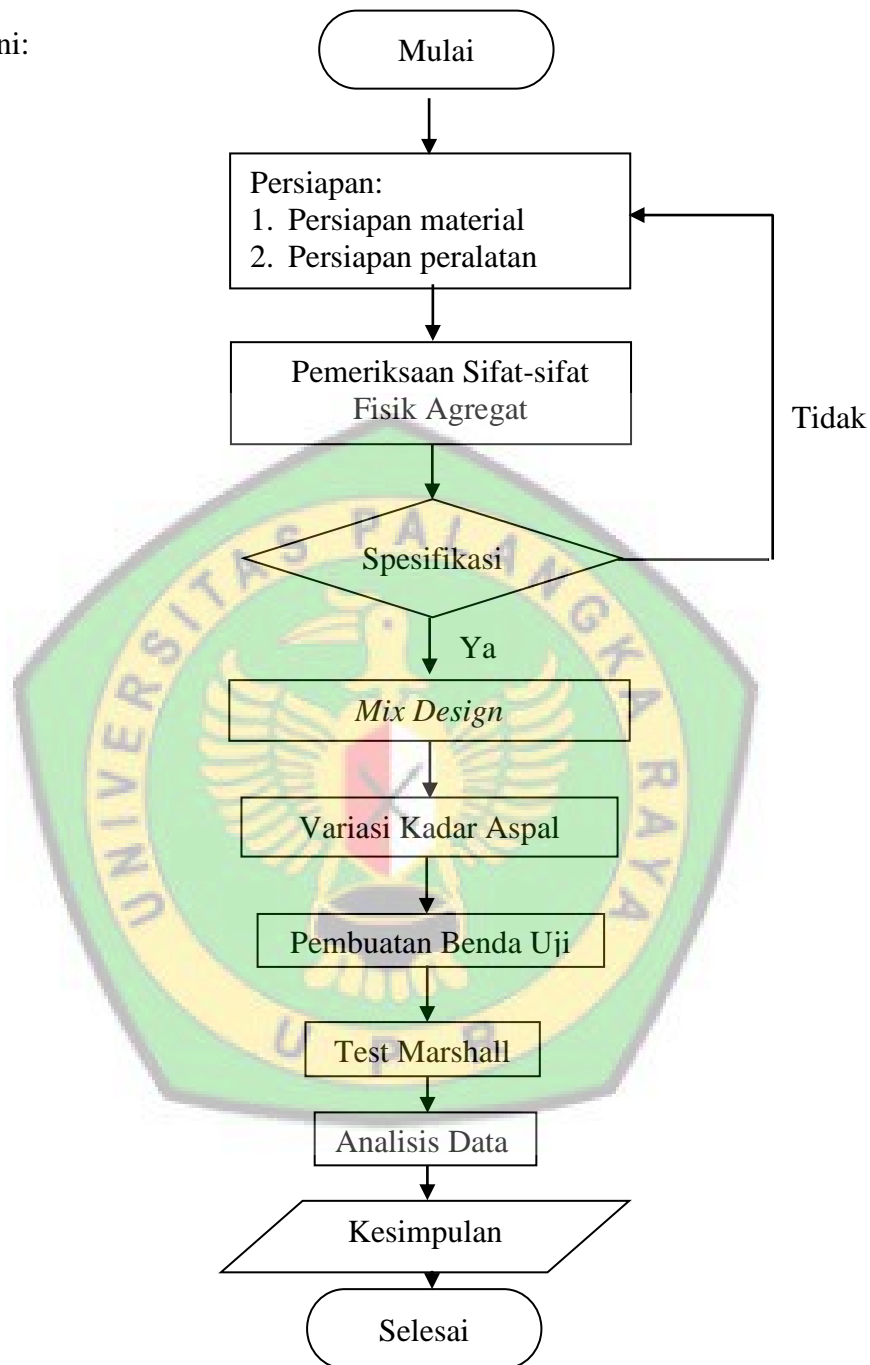
Adapun urutan pelaksanaan tes Marshall adalah sebagai berikut :

- 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.

3.9 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan digambarkan pada bagan alir di bawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat meliputi pengujian analisa saringan, kadar lempung, berat jenis dan penyerapan.
3. Penentuan komposisi benda uji.
4. Pembuatan benda uji meliputi pemanasan, pencampuran, dan pemadatan.
5. Pemeriksaan benda uji dengan test Marshall.
6. Analitis data hasil test Marshall.
7. Kesimpulan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Analisis Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* menggunakan Batu Alam dan Pasir” ini disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat penyusun dalam 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, sand equivalen dan keausan (abrasi) untuk agregat semuanya memenuhi spesifikasi.
2. Proporsi dari Komposisi yang digunakan setelah melalui metode Diagonal dan kemudian di sempurnakan menggunakan cara *Trial and Error*, di dapatkan untuk komposisi I yaitu Batu dari Kecamatan Katingan Tengah eks. Tumbang Samba sebagai agregat kasar sebesar 34%, Abu Batu 32% dan Pasir eks. Tumbang Samba sebagai agregat halus sebesar 34% dan Komposisi II agregat kasar 30%, abu batu 34% dan agregat halus sebesar 36%.
3. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang di hasilkan pada Komposisi I=7,2%, dan pada Komposisi II=6,95%. KAO dari kedua komposisi tersebut telah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Coures (HRS-WC)* yang telah ditentukan.
4. Dilihat dari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) didapat nilai parameter Marshall pada masing-masing komposisi, sebagai berikut: Pada komposisi I

dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,2% didapat nilai stabilitas 1088,69 kg, VMA 21,10%, rongga dalam campuran (VIM) 4,25%, rongga terisi aspal (VFB) 82,58% dan hasil bagi Marshall 387,000 kg/mm. Pada komposisi II dengan kadar aspal optimum sebesar 6,95% didapat nilai stabilitas 1125,00 kg, VMA 20,30% rongga dalam campuran (VIM) 4,00%, rongga terisi aspal (VFB) 82,00% dan hasil bagi Marshall 365,000 kg/mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan karakteristik campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dengan menggunakan metode Marshall, adapun saran dari penulis yaitu:

1. Dari hasil kajian perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* ini dapat disarankan, untuk pelaksanaan dilapangan dapat menggunakan komposisi II bila ingin menghemat penggunaan aspal karena memiliki Kadar Aspal Optimum (KAO) yang paling rendah yaitu 6,95%.
2. 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).
3. Penelitian ini sifatnya masih belum sempurna karena masih ada kekurangan dalam hal pengerjaan seperti pemecahan Batu masih dipecahkan secara manual, disarankan untuk penggunaan yang lebih efektif dalam pemanfaatan Agregat kasar maka Batu dapat dipecahkan menggunakan *Stone Crusher* terutama jika akan digunakan dalam skala lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Nicowandry (2008), *Penggunaan Batu Kali Desa Haringen Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- 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
- Paul Cavin Marthin (2021), *Kajian Pemanfaatan Kerikil dan Pasir Sungai Dalam Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, 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
- Spesifikasi Umum (2018), *Perkerasan Aspal*, Divisi – 6, Jakarta.
- Sukirman, S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Yahya, Y. (2018), *Analisis Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.

