

SKRIPSI

**PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATA
MERAH SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN FILLER PADA PERKERASAN
HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)**

Oleh

SAMUEL HANS

DAB 115 119



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2022

SKRIPSI

**PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATA MERAH
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN *FILLER* PADA PERKERASAN
*HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)***

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


Oleh:

SAMUEL HANS
NIM. DAB 115 119

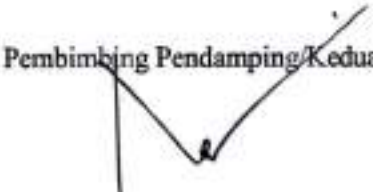
**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi dan
Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, Juni 2022

Pembimbing Utama/Pertama


Ir. SUPIYAN, M.T.
NIP. 19640220 199302 1 001

Pembimbing Pendamping/Kedua


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

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

**PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATA MERAH
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN *FILLER* PADA PERKERASAN
*HOT ROLLED SHEET-BASE (HRS-BASE)***

SKRIPSI

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

oleh

SAMUEL HANS
NIM. DAB 115 119

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Juni 2022
Waktu : 09.00 – 11.00 WIB
Tempat : Ruang Audio Visual

1. Ir. SUPIYAN, M.T.
NIP. 196402201993021001
2. ROBBY, S.T., M.T.
NIP. 197303261999031003
3. INA ELVINA, S.T., M.T.
NIP. 197708162008122001
4. DEVIA, S.T., M.T.
NIP. 199012312018032001

Tim Penguji :


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

..... (Sekretaris/Penguji 2)

..... (Penguji 3)

..... (Penguji 4)

Mengetahui:


Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

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

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

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

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Samuel Hans
NIM : DAB 115 119
Tempat, Tanggal lahir : Medan, 18 Oktober 1997
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Bukit Kemuning II No.1
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Jl. Perkutut VIII No. 128
Email : eighteenoctober1997@gmail.com
No. Hp : 0853 5885 2266
No. Wa : 0853 5885 2266
Facebook : Samuel Hans Saragih
Instagram : samuelsaragih_
Line : -
Nama Ayah : (+) Jan Siller Saragih
Pekerjaan Ayah : -
Alamat : Jl. Perkutut VIII No. 128
No. Hp : -
Nama Ibu : Tiurmiyati Sinaga
Pekerjaan Ibu : Pensiun Guru
Alamat : Jl. Perkutut VIII No.128
No. Hp : 0853 7115 2112
Wali : -



Riwayat Pendidikan *)

- > TK : TK Yayasan Perguruan Parulian 2 Medan (2002–2003)
- > SD : SD Yayasan Perguruan Parulian 2 Medan (2003–2009)
- > SLTP : SMP Yayasan Perguruan Jenderal Sudirman Medan (2009–2012)
- > SLTA : SMA Yayasan Perguruan Husni Thamrin Medan (2012–2015)
- > Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September 2015

Palangka Raya, 30 Mei 2022
Yang membuat pernyataan

SAMUEL HANS
DAB 115 119

LEMBAR PERSEMBAHAN

Terima Kasih untuk Tuhan masih diizinkan belajar, bermain dan bersyukur.

Terima Kasih masih boleh sampai di titik ini dikehidupan.

Tuhan, abu ini menyadari bahwa manusia pasti akan kehilangan segala sesuatunya.

Kiranya ia tidak pernah kehilangan rasa syukurnya.

Terima Kasih untuk Ibu, makhluk yang sejatinya adalah seorang wanita.

Wanita yang ialah insan paling dekat dengan cinta.

Ia juga seorang guru.

Guru yang pribadinya bertanggung jawab memberi ilmu.

Dan ia adalah ibuku.

Sebuah cinta yang tidak pernah usai, tidak mampu dijelaskan dan tidak mungkin terbayarkan.

Ibu, Gelar dan Ijazah ini sepenuhnya untuk ibu.

Anak ini hanya salah satu anak yang beruntung bisa disekolahkan orangtuanya.

Terima kasih untuk seluruh keluarga, teman, serta guru.

Esok siswa ini mungkin akan lupa dengan pelajaran disekolahnya.

Namun ia tidak mungkin lupa dengan cerita hidupnya.

Dan kalian adalah bagian dari cerita.



Palangka Raya, 30 Juni 2022

Samuel Hans

LEMBAR PERSEMBAHAN

Terima Kasih untuk Tuhan masih diizinkan belajar, bermain dan bersyukur.

Terima Kasih masih boleh sampai di titik ini dikehidupan.

Tuhan, abu ini menyadari bahwa manusia pasti akan kehilangan segala sesuatunya.

Kiranya ia tidak pernah kehilangan rasa syukurnya.

Terima Kasih untuk Ibu, makhluk yang sejatinya adalah seorang wanita.

Wanita yang ialah insan paling dekat dengan cinta.

Ia juga seorang guru.

Guru yang pribadinya bertanggung jawab memberi ilmu.

Dan ia adalah ibuku.

Sebuah cinta yang tidak pernah usai, tidak mampu dijelaskan dan tidak mungkin terbayarkan.

Ibu, Gelar dan Ijazah ini sepenuhnya untuk ibu.

Anak ini hanya salah satu anak yang beruntung bisa disekolahkan orangtuanya.

Terima kasih untuk seluruh keluarga, teman, serta guru.

Esok siswa ini mungkin akan lupa dengan pelajaran disekolahnya.

Namun ia tidak mungkin lupa dengan cerita hidupnya.

Dan kalian adalah bagian dari cerita.



Palangka Raya, 30 Juni 2022

Samuel Hans

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 dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, 30 Juni 2022



SAMUEL HANS

NIM. DAB 115 119

RINGKASAN

PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATA MERAH SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN FILLER PADA PERKERASAN HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC), Samuel Hans, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Keberadaan sekam padi yang melimpah di Indonesia masih belum dimanfaatkan dengan baik. Diantara sekian banyak kegunaan sekam padi, sebagian besarnya dipergunakan untuk keperluan-keperluan tradisional seperti media tanam, perapian, abu gosok, pembakaran batu bata dan sebagainya. Dibandingkan dengan potensinya, pemanfaatan sekam padi memiliki nilai guna rendah. Dalam upaya memanfaatkan dan meningkatkan nilai guna sekam padi, penelitian ini mencoba mengkombinasikan abu sekam padi dengan serbuk bata merah untuk di analisis pengaruh kinerja campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah sebagai bahan tambah *filler* pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC).

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa pengujian laboratorium, dengan menentukan proporsi abu sekam padi dan serbuk bata merah yang ada dicampurkan dengan batu pecah dan pasir. Bahan tambah terdiri dari 3 komposisi campuran yakni 75% abu sekam padi dan 25% serbuk bata merah (campuran K1), 50% abu sekam padi dan 50% serbuk bata merah (campuran K2), 25% abu sekam padi dan 75% serbuk bata merah (campuran K3). Setiap komposisi campuran terdiri dari 3 jenis persentase kadar bahan penambah sebanyak 0,3%, 0,35% dan 0,4%.

Hasil yang diperoleh dari semua proporsi campuran bahan tambah yang memenuhi spesifikasi untuk campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC), disimpulkan bahwa komposisi yang paling baik dengan nilai KAO terendah yaitu 6,25% pada campuran K2 kadar 0,4% dengan nilai stabilitas 1473 kg, rongga dalam agregat (VMA) sebesar 17,8%, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3,7%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 78%, dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 486,7 kg/mm. Sedangkan stabilitas tertinggi yaitu 1688 kg pada campuran K3 kadar 0,3% dengan nilai KAO 6,34%, nilai rongga dalam agregat (VMA) sebesar 18,2%, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 3,7%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 79%, dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 486,7 kg/mm.

Kata Kunci: Abu Sekam Padi, Serbuk Bata Merah, HRS-WC.

SUMMARY

THE EFFECT OF RICE HUSK ASH AND RED BRICK POWDER AS A FILLER ADDITIONAL MATERIAL ON HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC), Samuel Hans, 2022, Department/Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The existence of abundant rice husks in Indonesia is still not utilized properly. Among the many uses of rice husks, most of them are used for traditional purposes such as planting media, fireplaces, ash, burning bricks and so on. Compared to its potential, the use of rice husks has a low use value. In an effort to utilize and increase the use value of rice husks, this study tries to combine rice husk ash with red brick powder to analyze the effect of the performance of a mixture of rice husk ash and red brick powder as filler added in Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) pavements.

The method used in this research is a laboratory test, by determining the proportion of rice husk ash and red brick powder mixed with crushed stone and sand. The added ingredients consist of 3 mixed compositions, namely 75% rice husk ash and 25% red brick powder (K1 mixture), 50% rice husk ash and 50% red brick powder (K2 mixture), 25% rice husk ash and 75% brick powder. red (K3 mixture). Each composition of the mixture consists of 3 types of percentage content of additives as much as 0.3%, 0.35% and 0.4%.

The results obtained from all the proportions of added material mixtures that meet the specifications for Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) mixture, it is concluded that the best composition with the lowest KAO value is 6.25% in the 0.4% K2 mixture with the lowest KAO value. stability of 1473 kg, Voids Mineral Aggregate (VMA) of 17.8%, Voids in Mixture (VIM) of 3.7%, Voids Filled with Bitumen (VFB) of 78%, and Marshall Quotient (MQ) of 486.7 kg/mm. While the highest stability is 1688 kg in a mixture of 0.3% K3 with an KAO value of 6.34%, the value of Voids Mineral Aggregate (VMA) of 18.2%, Voids in Mixture (VIM) of 3.7%, Voids Filled with Bitumen (VFB) of 79%, and the Marshall Quotient (MQ) of 486.7 kg/mm

Keywords: Rice Husk Ash, Red Brick Powder, Filler.

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa dipanjatkan atas Rahmat dan Karunia-Nya penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan sehingga dapat diseminarkan dan ditinjau kembali untuk diperbaiki.

Proposal Skripsi dengan judul **“PENGARUH CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK BATA MERAH SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN FILLER PADA PERKERASAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC)*”** disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

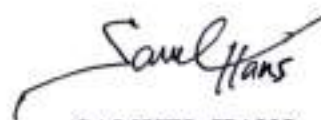
Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih kepada:

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, S.T.P., S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, 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/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.

6. Ibu Veronika Happy P, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir. Supiyan, M.T. Selaku Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.
8. Bapak Robby, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Penguji/Penguji 2 Skripsi.
9. Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. Selaku Penguji 3 Skripsi.
10. Ibu Devia, S.T., M.T. Selaku Penguji 4 Skripsi.
11. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, 30 Juni 2022



SAMUEL HANS
DAB 115 119

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Lokasi Penelitian	4
1.7 Abu sekam Padi dan Serbuk Bata Merah.....	4
1.7.1 Abu Sekam Padi	4
1.7.2 Serbuk Bata Merah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perkerasan Jalan Raya.....	6
2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya	6
2.3 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)	8
2.4 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan HRS	9
2.4.1 Agregat Kasar.....	9
2.4.2 Agregat Halus.....	10
2.4.3 Mineral Pengisi (<i>Filler</i>).....	10
2.4.4 Aspal	12

	Halaman
2.5 Bahan Tambah atau <i>Stabilizer</i>	16
2.6 Abu Sekam Padi	17
2.7 Penelitian Terdahulu	17
2.8 Serbuk Bata Merah.....	19
2.9 Komposisi Campuran.....	19
2.10 Pemeriksaan dengan Alat Marshall.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Umum.....	22
3.2 Pengambilan Material	22
3.3 Alat – alat Penelitian	22
3.4 Pengujian Material	25
3.4.1 Pengujian Agregat Kasar	25
3.4.2 Pengujian keausan agregat.....	29
3.4.3 Pemeriksaan kadar lempung halus.....	30
3.4.4 Pengujian <i>Filler</i> (Bahan Pengisi).....	31
3.4.5 Pengujian Aspal	32
3.5 Rancangan Proporsi Campuran.....	37
3.6 Penentuan Kadar Aspal Campuran	38
3.7 Persiapan Pembuatan Benda Uji Marshall	39
3.8 Campuran Aspal dengan Alat Marshall	39
3.8.1 Pembuatan Benda Uji	40
3.8.2 Prosedur dengan Alat Marshall	41
3.9 Analisis dan Pembahasan	43
3.10 Kesimpulan.....	43
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium	45
4.1.1 Pengujian sifat-sifat fisik agregat.....	45
4.1.2 Perencanaan Campuran.....	46
4.2 Pengujian Marshall.....	54
4.3 Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Campuran K1...	55

Halaman

4.4	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%	58
4.4.1	Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	59
4.4.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Proporsi Campuran K1 Kadar 0,3%.....	60
4.4.3	Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	62
4.4.4	Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%.....	63
4.4.5	Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	64
4.5	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%	66
4.5.1	Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35% ..	67
4.5.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	68
4.5.3	Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	69
4.5.4	Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	70
4.5.5	Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	71
4.6	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%	74
4.6.1	Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,4%	75
4.6.2	Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	76

Halaman

4.6.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	77
4.6.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Voids Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	78
4.6.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%.....	79
4.7 Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Campuran K2	82
4.8 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%.....	85
4.8.1 Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%.....	86
4.8.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%.....	86
4.8.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%.....	88
4.8.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Voids Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%.....	89
4.8.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%.....	90
4.9 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%.....	92
4.9.1 Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%...	93
4.9.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%.....	94
4.9.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%.....	95
4.9.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Voids Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%.....	96

	Halaman
4.9.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%.....	97
4.10 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%	100
4.10.1 Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%..	101
4.10.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	102
4.10.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	103
4.10.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%.....	104
4.10.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	105
4.11 Perhitungan Pengisian Tabel Pengujian Marshall Campuran K3	107
4.12 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 (25% Abu Sekam Padi + 75% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%	110
4.12.1 Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%...	111
4.12.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	112
4.12.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	113
4.12.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%.....	114
4.12.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	115
4.13 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 (25% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%	118

	Halaman
4.13.1 Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	119
4.13.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	120
4.13.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	121
4.13.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%.....	122
4.13.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	123
4.14 Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 (25% Abu Sekam Padi + 75% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%.....	126
4.14.1 Hubungan Stabilitas Campuran K3 Kadar 0,4%.....	127
4.14.2 Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	128
4.14.3 Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (<i>Void in Mixture/VIM</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	129
4.14.4 Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (<i>Void Filled with Bitumen/VFB</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%.....	130
4.14.5 Hubungan Hasil Bagi Marshall (<i>Marshall Quotient</i>) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	131
4.15 Perbandingan Nilai Parameter Marshall Seluruh Proporsi Campuran	134
BAB V PENUTUP	136
5.1 Kesimpulan	136
5.2 Saran	137
DAFTAR PUSTAKA	138
LAMPIRAN	139

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Ketentuan Agregat Kasar	9
2.2 Ketentuan Agregat Halus.....	10
2.3 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal.....	11
2.4 Ketentuan Untuk Aspal Keras	15
2.5 Persyaratan Sifat Campuran HRS-Base.....	16
2.6 Persyaratan Bahan Tambah atau <i>Stabilizer</i> untuk SMA.....	16
2.7 Toleransi Komposisi Campuran	20
3.1 Rancangan Variasi Campuran	37
3.2 Rancangan Komposisi Campuran Bahan Tambah	38
4.1 Hasil Analisa Saringan Agregat.....	45
4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Masing-Masing Agregat.....	46
4.3 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode Diagonal.....	47
4.4 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Metode <i>Trial and Error</i>	48
4.5 Perhitungan Proporsi Berat Bahan Tambah Abu Sekam Padi.....	53
4.6 Perhitungan Proporsi Berat Bahan Tambah Serbuk Bata Merah	54
4.7 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Terhadap Total Agregat	55
4.8 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	59
4.9 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K1 Kadar 0,3%.....	66
4.10 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Campuran K1 Kadar 0,35%.....	66
4.11 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K1 Kadar 0,35%.....	73
4.12 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K1 Kadar 0,4%	74

	Halaman
4.13 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K1 Kadar 0,4%.....	81
4.14 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	85
4.15 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K2 Kadar 0,3%.....	92
4.16 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Terhadap Marshall Campuran K2 Kadar 0,35%	92
4.17 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K2 Kadar 0,35%.....	99
4.18 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	100
4.19 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K2 Kadar 0,4%.....	107
4.20 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	110
4.21 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K3 Kadar 0,3%.....	117
4.22 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	118
4.23 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Campuran K3 Kadar 0,35%	125
4.24 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	126
4.25 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum Pada Campuran K3 Kadar 0,4%.....	133
4.26 Perbandingan Nilai Parameter Marshall Seluruh Proporsi Campuran	135

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya	4
1.2 Abu Sekam Padi (<i>Rice Husk Ash</i>)	5
1.3 Serbuk Bata Merah	5
2.1 Komponen Perkerasan Lentur	7
2.2 Komponen Perkerasan Kaku	8
2.3 Komponen Perkerasan Komposit	8
3.1 Bagan Alir Penelitian	44
4.1 Grafik Gradasi Gabungan Metode Diagonal	47
4.2 Grafik Gradasi Gabungan Metode Trial an Error	48
4.3 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	60
4.4 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	61
4.5 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	62
4.6 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	63
4.7 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Variasi Kadar Aspal Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	64
4.8 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,3%	65
4.9 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	68
4.10 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	69
4.11 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	70
4.12 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	71

	Halaman
4.13 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Variasi Kadar Aspal Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	72
4.14 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,35%	73
4.15 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K1 Kadar 0,4%	75
4.16 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,4%	76
4.17 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K1 Kadar 0,4%	77
4.18 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K1 kadar 0,4%	79
4.19 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K1 Kadar 0,35%	80
4.20 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Campuran K1 Kadar 0,4%	81
4.21 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	86
4.22 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	87
4.23 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	88
4.24 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,3%	89
4.25 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 Kadar 0,3%	90
4.26 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) pada Campuran K2 Kadar 0,3%	91
4.27 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Proporsi Campuran K2 Kadar 0,35%	94
4.28 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,35%	95

	Halaman
4.29 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Proporsi Campuran K2 Kadar 0,35%.....	96
4.30 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Proporsi Campuran K2 kadar 0,35%	97
4.31 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 Kadar 0,35%	98
4.32 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Campuran K2 kadar 0,35%.....	99
4.33 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	101
4.34 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	102
4.35 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	103
4.36 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	104
4.37 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K2 Kadar 0,4%	105
4.38 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Terhadap Campuran K2 Kadar 0,4%	106
4.39 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	111
4.40 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	112
4.41 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%	114
4.42 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,3%.....	115
4.43 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 Kadar 0,3%	116
4.44 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Proporsi Campuran K3 Kadar 0,3%	117

	Halaman
4.45 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	119
4.46 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	120
4.47 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	121
4.48 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	123
4.49 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 Kadar 0,35%	124
4.50 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,35%	125
4.51 Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	127
4.52 Grafik Hubungan Rongga Antar Agregat (VMA) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	128
4.53 Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	129
4.54 Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Campuran K3 Kadar 0,4%	131
4.55 Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal Pada Campuran K3 Kadar 0,4%	132
4.56 Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Campuran K3 Kadar 0,4%	133
L11.1 Proses Pembakaran Sekam Padi hingga menjadi Abu Sekam Padi	170
L11.2 Sekam Padi Yang Telah Mengalami Proses Pembakaran Hingga Menjadi Abu Sekam Padi	170
L11.3 Penjemuran Abu Sekam Padi	171
L11.4 Penjemuran Serbuk Bata Merah	171
L11.5 Pembersihan Material Agregat Kasar untuk dimasukkan kedalam Oven	172

Halaman

L11.6 Pengeringan Material kedalam Oven untuk Diperiksa Sifat Fisiknya	172
L11.7 Penimbangan Material Yang Akan Dianalisa Saringan	173
L11.8 Analisa Saringan Material	173
L11.9 Penimbangan Berat Abu Sekam Padi Berdasarkan Perhitungan Proporsi Bahan Tambah	174
L11.10 Bahan Tambah <i>Filler</i> Sesuai Proporsi Bahan Tambah	174
L11.11 Gabungan Material Benda Uji Sesuai Proporsi Campuran	175
L11.12 Pemanasan Material Sebelum Dicampur Aspal	175
L11.13 Penambahan Abu Sekam Padi dan Serbuk Bata Merah	176
L11.14 Pencampuran Material dengan Aspal	176
L11.15 Pengecekan Suhu Pematatan	177
L11.16 Pematatan Benda Uji	177
L11.17 Mengeluarkan Benda Uji dengan <i>Extruder</i>	178
L11.18 Penimbangan Berat Kering pada Benda Uji	178
L11.19 Penyusunan Benda Uji Sesuai Variabel Penomoran	179
L11.20 Perendaman Benda Uji	179
L11.21 Penimbangan Berat Dalam Air pada Benda Uji	180
L11.22 Penimbangan Berat Jenuh pada Benda Uji	180
L11.23 Perendaman Benda Uji dalam Water Bath	181
L11.24 Mengeluarkan Benda Uji dalam Water Bath	181
L11.25 Uji Marshall	182

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Proporsi Berat Rencana Campuran	139
1. Proporsi Berat Rencana Campuran K1 Berdasarkan Persentase Variasi Kadar Aspal	139
2. Proporsi Berat Rencana Campuran K2 Berdasarkan Variasi Kadar Aspal.....	140
3. Proporsi Berat Rencana Campuran K2 Berdasarkan Variasi Kadar Aspal.....	141
Lampiran 2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan	142
1. Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Split 5-10 mm.....	142
2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Split 5-10 mm	143
3. Analisa Saringan Agregat Halus Pasir	144
4. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Pasir.....	145
5. Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu.....	146
6. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu	147
Lampiran 3. Grafik Gradasi Gabungan Analisa Saringan	148
Lampiran 4. Tabel Gradasi Gabungan	149
1. Tabel Gradasi Gabungan Metode Diagonal	149
2. Tabel Gradasi Gabungan Metode <i>Trial and Error</i>	150
Lampiran 5. Pemeriksaan Berat Jenis Masing-Masing Agregat	151
1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Split 5-10 mm.....	151
2. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Pasir.....	152
3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus Abu Batu	153
Lampiran 6. Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan	154
Lampiran 7. Hasil Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	155
Lampiran 8. Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Batu Split 5-10 mm	156

Lampiran 9. Tabel Perhitungan Marshall Masing – Masing Proporsi	
Campuran	157
1. Tabel Perhitungan Marshall Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah).....	157
a. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%.....	158
b. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%.....	159
c. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K1 (75% Abu Sekam Padi + 25% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%.....	160
2. Tabel Perhitungan Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah).....	161
a. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%.....	162
b. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%.....	163
c. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%.....	164
3. Tabel Perhitungan Marshall Pada Campuran K3 (25% Abu Sekam Padi + 75% Serbuk Bata Merah).....	165
a. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (25% Abu Sekam Padi + 75% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,3%.....	166

	Halaman
b. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,35%.....	167
c. Grafik Hubungan Parameter Marshall Pada Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) Kadar 0,4%.....	168
Lampiran 10. Tabel Korelasi Stabilitas Terhadap Isi Benda Uji	169
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	170

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan sekam padi yang melimpah di Indonesia masih belum termanfaatkan dengan baik. Diantara sekian banyak kegunaan sekam padi, sebagian besarnya dipergunakan untuk keperluan-keperluan tradisional seperti media tanam, perapian, abu gosok, pembakaran batu-bata dan sebagainya. Dibandingkan dengan potensinya, pemanfaatan sekam padi memiliki nilai guna rendah.

Beberapa penelitian terakhir dalam bidang konstruksi jalan menunjukkan bahwa abu sekam padi berdayaguna sebagai campuran dalam stabilisasi tanah, khususnya tanah lempung. Abu sekam padi dapat mengisi campuran suatu struktur jalan termasuk struktur terbawah yaitu *sub base*. Berdasarkan beberapa penelitian terakhir, untuk meningkatkan kinerja abu sekam padi sebaiknya diuji coba penggunaan material lain yang diharapkan akan dapat memperbaiki kelemahan masing-masing.

Dalam upaya memanfaatkan dan meningkatkan nilai guna abu sekam padi, penelitian ini mencoba mengkombinasikan abu sekam padi dengan serbuk bata merah untuk dianalisa pengaruh kinerja campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah sebagai bahan tambah *filler* pada pekerasan *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah memenuhi persyaratan sebagai bahan tambah *filler* pada perkerasan HRS-Base?
2. Apakah campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah yang ditambahkan pada *filler* dapat meningkatkan nilai karakteristik Marshall?
3. Bagaimana komposisi yang paling baik dari abu sekam padi dan serbuk bata merah pada perkerasan HRS-Base?
4. Apakah campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah ini layak untuk diaplikasikan dilapangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis apakah campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah memenuhi persyaratan sebagai bahan tambah *filler* pada perkerasan HRS-Base.
2. Menganalisis karakteristik Marshall dari penambahan campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah.
3. Menganalisis variasi yang paling baik dari abu sekam padi dan serbuk bata merah pada perkerasan HRS-Base.
4. Menganalisis apakah campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah layak untuk diaplikasikan dilapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini:

1. Menganalisis pengaruh penambahan campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah pada perkerasan *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base).
2. Diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan informasi mengenai pengaruh penambahan campuran material abu sekam padi dan serbuk bata merah pada *filler* terhadap perkerasan HRS-Base.

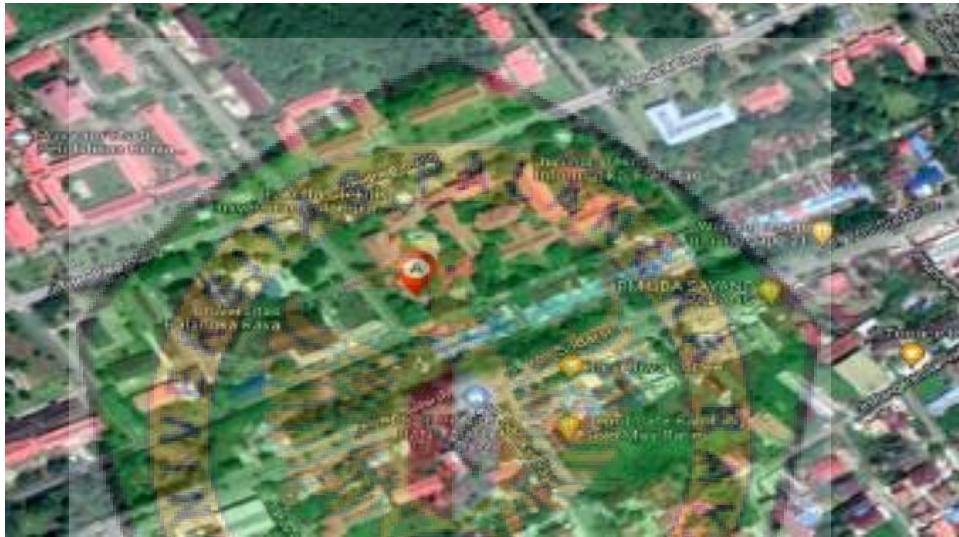
1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan di Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
2. Jenis campuran yang digunakan adalah HRS-Base berdasarkan metode dan standar Bina Marga 2018 (Revisi 2)
3. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Pelaihari, Kalimantan Selatan. Agregat halus pasir berasal Tangkiling, Kalimantan Tengah. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari Desa Cintaasih, Kecamatan Cipongkor, Bandung Barat. Serbuk Bata Merah Desa Cijambu, Kabupaten Pasir Picis, Bandung Barat.
4. Abu sekam padi dan serbuk bata merah yang digunakan pada penelitian ini hanya sebagai bahan tambahan.
5. Tidak membahas analisa kimia dari material bahan penambah.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan pengujian Marshall dilakukan di Laboratorium Transportasi Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

Gambar 1.1 Lokasi Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya



Sumber: Google Maps (2022)

1.7 Abu Sekam Padi dan Serbuk Bata Merah

1.7.1 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah sekam padi yang telah mengalami proses pembakaran sehingga menjadi abu memiliki butiran yang lebih halus. Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Cintaasih, Kecamatan Cipongkor, Bandung Barat.

Gambar 1. 2 Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)



Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

1.7.2 Serbuk Bata Merah

Batu bata merah biasa digunakan untuk keperluan dinding rumah. Serbuk bata merah merupakan batu bata merah tersebut yang sudah digiling halus. Serbuk bata merah biasa digunakan sebagai bahan kerajinan.

Gambar 1. 3 Serbuk Bata Merah



Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya

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

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

2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya

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

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).

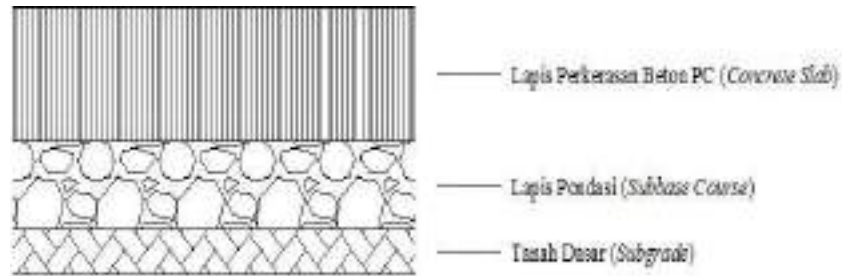


Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

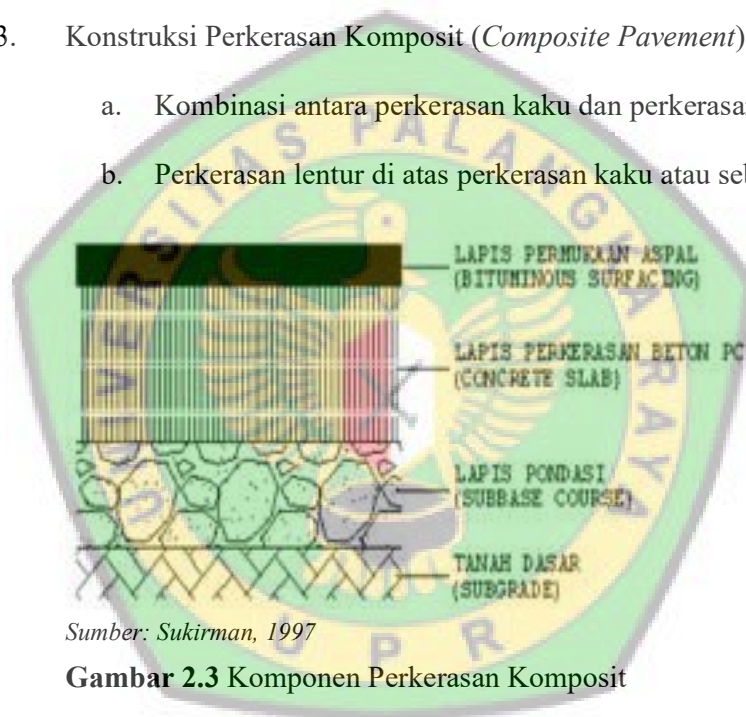
- a. Memakai bahan pengikat Semen Portland (PC)
- b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu bersifat sebagai balok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



Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

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



Sumber: Sukirman, 1997

Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

2.3 Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton)

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

- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Tebal minimum HRS-WC adalah 3 cm.

- b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base). Tebal minimum HRS-Base adalah 3,5 cm.

2.4 Bahan Penyusun Campuran Perkerasan HRS

2.4.1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum 2018, Revisi 2.

Tabel 2.1. 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	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks.6%
		500 putaran	Maks.30%
	Semua jenis aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks.8%
		500 putaran	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 %
	Lainnya		95/90 %
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	SNI 8287:2016 Perbandingan 1:5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.4.2. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan lolos ayakan No.4 (4,75 mm) Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2). Fungsi utama agregat halus adalah mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui ikatan (*interlocking*) dan gesekan antar partikel. Berkenaan dengan hal ini, sifat-sifat khas yang diperlukan dari agregat adalah sudut permukaan, kekasaran permukaan, bersih dan bukan bahan organik. Dalam konstruksi *Hot Rolled Sheet* (HRS) komposisi agregat halus merupakan bagian yang terbesar sehingga sangat mempengaruhi kinerja pada saat masa konstruksi maupun pada masa pelayanan.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Halus

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

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.4.3 Mineral Pengisi (*Filler*)

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan no.200. Bahan *filler* dapat berupa debu batu, kapur, Portland Cement, atau bahan lain. Dalam campuran beton aspal, *filler* memiliki peranan tersendiri, untuk mendapatkan beton aspal yang memenuhi ketentuannya. Penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal

akan sangat mempengaruhi karakteristik beton aspal tersebut, efek tersebut dapat dikelompokkan:

1. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran aspal *filler* antara lain:
 - a. Efek penggunaan *filler* terhadap viscositas campuran
 - b. Efek penggunaan *filler* terhadap daktilitas dan penetrasi campuran
 - c. Efek suhu dan pemanasan
2. Efek penggunaan *filler* terhadap karakteristik campuran beton aspal

Kadar *filler* dalam campuran akan mempengaruhi dalam proses pencampuran, penggelaran dan pepadatan. Disamping itu juga kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastisitas campuran dan sensitifitas campuran.

Tabel 2.3 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

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

Tabel 2.3 (Lanjutan)

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

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.4.4 Aspal

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

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

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal buatan adalah aspal yang merupakan residu distilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*.

Aspal terdiri dari senyawa hidrokarbon, nitrogen dan logam lain, sesuai jenis minyak bumi dan proses pengolahannya. Mutu kimiawi aspal ditentukan dari komponen pembentuk aspal. Saat ini telah banyak metode yang digunakan untuk meneliti komponen-komponen pembentuk aspal. Komponen fraksional pembentuk aspal dikelompokkan berdasarkan karakteristik reaksi yang sama.

Metode Rostler menentukan komponen fraksional aspal melalui daya larut aspal di dalam asam belerang (*sulfuric acid*). Terdapat lima komponen fraksional aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya di dalam asam sulfuric acid, yaitu:

- a. *Asphaltenes* (A)

- b. *Nitrogen bases* (N)
- c. *Acidaffin I* (A1)
- d. *Acidaffin II* (A2)
- e. *Paraffin* (P)

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resins* dan *oils*. *Asphaltenes* terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon, merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *heptane*. *Asphaltenes* menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes*. *Maltenes* larut dalam *heptane*, merupakan cairan kental yang terdiri dari *resins* dan *oils*. *Resins* adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikansifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan *oils* yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltenes* dan *resins*.

Maltenes merupakan komponen yang mudah berubah sesuai perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan proses pengerasan seiring waktu atau umur perkerasan. (Silvia S, 2003:26)

Tabel 2.4 Ketentuan Untuk Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60/70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				PG70	PG76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60 -70	Dilaporkan	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (eSt)	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	≥ 99	≥ 99	
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	
10.	Kadar Parapin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤ 2		
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :					
11.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$	
12.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 2,2$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% Semula)	SNI 2456:2011	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50	≥ 50	≥ 25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) padatemperatur 100°C dan tekanan 2,1 Mpa					
15.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa,(°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

Tabel 2.5 Persyaratan Sifat Campuran HRS-Base

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

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.5 Bahan Tambah atau *Stabilizer*

Bahan tambah atau *stabilizer* yang ditambahkan ke dalam campuran, sekitar 0,3% terhadap total campuran, sehingga dapat mencegah terjadinya draindown. Bahan tambah atau *stabilizer* harus memenuhi ketentuan yang ditunjukkan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Persyaratan Bahan Tambah atau *Stabilizer* untuk SMA

Pengujian	Satuan	Persyaratan
<u>Bentuk Serat:</u>		
Panjang Serat	mm	Maks 6,35
Lolos ayakan No.20	%	85 ± 10
Lolos ayakan No.40	%	40 ± 10
Lolos ayakan No.140	%	30 ± 10
pH		7,5 ± 1,0
Penyerapan Minyak		7,5 ± 1,0 kali berat serat selulosa
Kadar Air	%	Maks. 5
<u>Bentuk Pelet:</u>		

Tabel 2.6 Lanjutan

Diameter	mm	3,8 - 4,0
Panjang	mm	5,9 - 6,1

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.6. Abu Sekam Padi

Abu sekam pembakaran sekam padi, yang pada hakikatnya hanyalah limbah, ternyata merupakan sumber silika/karbon yang cukup tinggi. Pirolisis lebih lanjut dari hasil pembakaran sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 mencapai 80 – 90%. Yang juga menarik, 15% berat abu akan diperoleh dari total berat sekam padi yang dibakar. Pemanfaatan abu sekam padi, dengan demikian, layak untuk dipikirkan (Wanadri, A., 1999).

Salah satu upaya pemanfaatan abu sekam padi yang telah banyak dicoba adalah mereaksikannya dengan larutan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat yang luas penggunaannya dalam industri, seperti sebagai bahan *filler* dalam pembuatan sabun dan detergen, bahan perekat (*adhesive*), dan jeli silika (*silica gel*) (Kirk and Orthmer, 1969 dalam (Wanadri, A., 1999)).

2.7. Penelitian Terdahulu

Dari hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan (Muntohar A. S. dan B. Hantoro, 2001), abu sekam diyakini memiliki sifat-sifat yang baik sebagai *filler* pepadat karena memiliki sifat sementasi, disamping ukuran butirannya yang relatif kecil (lolos No.200). Beberapa keuntungan yang jelas terlihat dari abu sekam sebagai bahan *filler* diantaranya keberlimpahan sekam sebagai residu padi memberikan prospek bagi pengadaan bahan *filler* yang relatif murah dibanding

dengan bahan lain yang relatif mahal dan biasanya sulit didapat. Dari penelitian didapatkan hasil-hasil sebagai berikut:

- a. Abu sekam dapat mengurangi kembang susut dari tanah lempung dengan melihat penurunan indeks plastis-nya dari 41,25% menjadi 0,96% pada kadar abus sekam 12 – 12,5.
- b. Potensi kembang susutnya sendiri menurun dari 19,23% menjadi 0,019 %.
- c. Nilai CBR tanah meningkat dari 3,03% menjadi 16,3% pada kadar abu sekam 6 – 12,5%.
- d. Friksi internalnya meningkat dari 5,36 menjadi 23,85.
- e. Kohesi tanahnya meningkat dari 54.32 kN/m² menjadi 157,19 kN/m².
- f. Peningkatan parameter geser akibat CBR menjadi 4.131 v kN/m² dari yang sebelumnya 391,12 kN/m².
- g. Pada kadar abu sekam 6 – 10% penurunan konsolidasi mengecil, yaitu dari 0,03 menjadi 0,006.

(Muntohar, Y. 2002) meneliti tentang “Evaluasi Pengaruh bahan *filler fly ash* terhadap karakteristik campuran aspal emulsi bergradasi rapat (CEBR)” yang bertujuan menganalisis pengaruh *fly ash* sebagai bahan *filler* pada CEBR dengan menggunakan uji Marshall yang dimodifikasi (*modified* Marshall). Hasil-hasil penelitian dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Kadar optimum *filler fly ash* dan abu batu dalam campuran sebesar 4,6% dan kadar residu sebesar 5,625%
- b. Pada kondisi kadar bahan *filler ash* optimum didapat nilai kerapatan

sebesar 2,11 gr/cc, nilai rongga 16,67%, absorpsi 1,05%, stabilisasi rendaman 850,9 kg, stabilitas kering 872,35 kg, stabilitas sisa 97,54% dan koefisien permeabilitas 0,000236 cm/dt.

- c. Semakin banyak *filler* justru membuat proses pemadatan tidak optimum.

2.8. Serbuk Bata Merah

Bata merah dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan, dibakar pada suhu tinggi hingga tidak hancur lagi bila direndam dalam air. Mula-mula tanah liat dibuat plastis dan dicetak dalam cetakan kayu atau baja. Tanah hasil cetakan itu kemudian dikeringkan, dan lalu dibakar sampai suhunya tinggi. Akibat pembakaran itu bata tidak boleh berubah bentuk, jadi tetap segi empat.

Bata yang baik sebagian besar terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alunium), yang dicampur dalam perbandingan tertentu sedemikian rupa sehingga bila diberi sedikit air menjadi bersifat plastis. Sifat plastis ini penting agar tanah dapat dicetak dengan mudah, dikeringkan tanpa susut, retak-retak maupun melengkung. Penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* sebanyak 10% sebagai bahan pengisi dalam campuran HRS-WC dapat memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga 1999 dengan Kadar Optimum 6,5 (Rahaditya, D. R., 2012).

2.9 Komposisi Campuran

Campuran beraspal dapat terdiri dari agregat, bahan pengisi, bahan aditif, bahan tambah atau *stabilizer* untuk SMA dan aspal. Pengujian yang diperlukan meliputi ayakan analisa, berat jenis, penyerapan air dan semua jenis pengujian

lainnya sebagaimana yang disyaratkan pada seksi ini untuk semua agregat yang digunakan. Pengujian pada campuran beraspal percobaan akan meliputi penentuan Berat Jenis Maksimum campuran beraspal, pengujian sifat – sifat Marshall, Kepadatan Membal (*Refusal Density*) campuran rancangan Laston (AC), pengujian $VCA_{mix} < VCA_{drc}$ sesuai dengan AASHTO R46-08(2012) dan Draindown (AASHTO T305-14) untuk *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

Tabel 2.7 Toleransi Komposisi Campuran

Agregat Gabungan	Toleransi Komposisi Campuran
Sama atau lebih besar dari 2,36 mm	$\pm 5\%$ berat total agregat
Lolos ayakan 2,36 mm sampai No.50	$\pm 3\%$ berat total agregat
Lolos ayakan No.100 dan tertahan No.200	$\pm 2\%$ berat total agregat
Lolos ayakan No.200	$\pm 1\%$ berat total agregat

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2)

2.10 Pemeriksaan dengan Alat Marshall

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall yang telah teruji kebenarannya dan terkalibrasi. Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan (stabilitas) terhadap kelelehan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch.

Alat Marshall yang merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas

campuran. Disamping itu terdapat arloji kelelehan (*flow meter*) untuk mengukur kelelehan plastis. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di laboratorium, dalam cetakan benda uji dengan menggunakan *hammer* (penumbuk) dengan berat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inchi (45,7 cm), dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode uji Laboratorium, yakni untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu sekam dan serbuk bata merah sebagai bahan tambah *filler* dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base)

3.2 Pengambilan Material

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar (batu split 5-10) dari Pelaihari, Kalimantan Selatan. Agregat halus (pasir) dari Tangkiling, Kalimantan Tengah. Aspal (Pen. 60/70), bahan tambahan *filler* atau bahan pengisi abu sekam padi yang merupakan sekam padi yang sudah mengalami proses pembakaran hingga menjadi abu sekam padi (*Rice Husk Ash*) berasal dari Desa Cintaasih, Kecamatan Cipongkor, Bandung Barat. Serbuk bata merah (*Red Brick Powder*) merupakan batu bata merah yang dihaluskan hingga menjadi serbuk yang berasal dari Desa Cijambu, Kabupaten Pasir Picis, Bandung Barat.

3.3. Alat-alat Penelitian

- 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 dan No.200.
 - 3) Oven, mesin pengguncang 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 benda uji.
- c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung 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 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 benda uji.
- b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 1) kg dengan diameter permukaan (25 ± 3) mm. Berguna untuk memadatkan benda uji yang dimasukkan ke dalam kerucut terpancung.
- c) Saringan No.8, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stopwatch* dan lap bersih.

c. Pengujian keausan agregat kasar

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

- 1) Mesin Los Angeles dan bola-bola dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah. Bertujuan untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No.12 terhadap berat semula dalam persen.
- 2) Saringan No.12 dan saringan-saringan lainnya. Berguna untuk menyaring bahan sesuai dengan ketentuan lolos saringan.

- 3) Timbangan dan oven dengan pengaturan suhu. Berguna untuk menimbang bahan dan oven berguna sebagai pengering benda uji sampai suhu yang sudah ditentukan.

3.4 Pengujian Material

Sebelum material digunakan dalam penelitian terlebih dahulu dilakukan pengujian agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Pengujian yang dilakukan meliputi: pengujian agregat kasar, pengujian agregat halus, dan pengujian bahan pengisi (*filler*).

3.4.1 Pengujian Agregat Kasar

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 SNI 1969:2016. Pemeriksaan ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering dipermukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry* (SSD), berat jenis semua (*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 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:

$$\text{Bj. Kering oven (bulk)} = \frac{Bk}{Bj - B} \quad (3.1)$$

$$\text{Bj. Kering permukaan (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - B} \quad (3.2)$$

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

$$\text{Penyerapan agregat} = \frac{Bj - B}{Bk} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

Bk : Berat jenis sampel kering yang keluar dari dalam oven.

Bj : Berat sampel kering permukaan jenuh.

Ba : Berat sample dalam air.

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 1970:2016. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering

permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry* (SSD), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan air agregat halus. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan No.8.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang sampel kering oven sebanyak 1 kg.
- 2) Rendam sampel dalam air selama 24 jam.
- 3) Buang air perendam dengan hati-hati supaya butiran tidak ada yang hilang.
- 4) Hamparkan sampel di atas 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 mengisik 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 alat pemanas (*hot plate*) kemudian didihkan selama 10 menit untuk mengeluarkan udara yang terserap di dalam sampel.

- 10) Dinginkan piknometer yang berisi sampel dan rendam piknometer dalam air dengan suhu 25°C sampai suhu di dalam piknometer menunjukkan 25°C.
- 11) Tambahkan air suling sampai tanda batas kalibrasi dan keringkan bagian luar piknometer dengan lap bersih, kemudian timbang piknometer yang berisi sampel dan air suling (Bt).
- 12) Keluarkan sample dan keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 13) Keluarkan sampel dalam oven, dinginkan kemudian ditimbang (Bk).
- 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:

$$\text{Bj. Kering oven (bulk)} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (3.5)$$

$$\text{Bj. Kering permukaan (SSD)} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (3.6)$$

$$\text{Bj. Semu (apparent)} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (3.7)$$

$$\text{Penyerapan agregat} = \frac{500-B}{Bk} \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan:

Bk : Berat sampel kering yang keluar dari dalam oven.

B : Berat sampel kering permukaan jenuh.

Bt : Berat sampel dari dalam air.

3.4.2 Pengujian keausan agregat

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

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut:

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

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

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

Keyerangan:

- a : Berat total sampel semula (5000 gram).
- b : Berat sampel yang tertahan saringan No.12.

3.4.3 Pemeriksaan kadar lempung halus

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

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

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

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

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

- 5) Baca skala pembacaan lumpur.
- 6) Masukkan beban *equivalent* secara perlahan – lahan sampai beban tersebut berhenti.
- 7) Baca skala setelah pembebanan.

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

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

3.4.4 Pengujian *Filler* (Bahan Pengisi)

Pengujian yang dilakukan pada *filler* (bahan pengisi) adalah pengujian berat jenis. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari (*filler*) bahan pengisi (abu sekam, serbuk batu bata merah dan abu batu).

Alat yang digunakan:

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer
- c. Oven yang dilindungi dengan pengatur suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

Prosedur praktikum:

- a. Timbang piknometer (W1)
- b. Setelah itu masukkan benda uji ke dalam piknometer, timbang beratnya (W2)
- c. Tambahkan air ke dalam piknometer yang telah terisi benda uji, timbang pula beratnya (W3).
- d. Keluarkan benda uji dan air dari piknometer dan bersihkan.

- e. Isi piknometer dengan air, timbang beratnya (W4)

3.4.5 Pengujian Aspal

- a. Uji penetrasi aspal

peralatan yang digunakan dalam uji penetrasi aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Ada dua macam penetrometer yaitu penetrometer manual dan penetrometer otomatis. Perbedaan kedua penetrometer ini terletak di:

- a) Pengukur waktu pada penetrometer manual diperlukan stopwatch. Sedangkan pada penetrometer otomatis tidak diperlukan stopwatch, karena pengukur waktu otomatis sudah terangkai dalam alat penetrometer.
- b) Saat pengujian tombol pemegang jarum penetrometer manual harus ditekan selama $5 \pm 0,1$ detik sampai waktu yang ditentukan, sedangkan pada tombol pemegang jarum penetrometer otomatis ditekan hanya pada saat permulaan pengujian yang akan berhenti secara otomatis setelah waktu yang ditentukan ($5 \pm 0,1$ detik).

Kedua alat ini terdiri dari:

1. Alat penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum ke dalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat.
2. Berat pemegang jarum $47,5 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Berat total pemegang jarum beserta jarum $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Pemegang

jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat.

3. Penetrometer harus dilengkapi dengan *waterpass* untuk memastikan posisi jarum dan pemegang jarum tegak (90) ke permukaan.

4. Berat beban 50 gram \pm 0,05 gram dan 100 gram \pm 0,05 gram sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan.

2) Jarum penetrasi

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

- i) Panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 mm sampai 45 mm, sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm sampai 55 mm (1,97–2,17 in).
 - j) Berat jarum harus 2,50 gram \pm 0,05 gram.
 - k) Jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut di atas dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang.
- 3) Cawan benda uji
- Cawan benda uji terbuat dari logam atau gelas yang berbentuk silinder dengan dasar yang rata dan berukuran sebagai berikut:
- a) Untuk pengujian penetrasi di bawah 200 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 35 mm.
 - b) Untuk pengujian penetrasi antara 200 dan 350 diameter 55 mm sampai 75 mm tinggi bagian dalam 45 mm sampai 70 mm.
 - c) Untuk pengujian penetrasi antara 350 dan 500 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 70 mm.
- 4) Bak perendam
- Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat mempertahankan temperatur $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ atau temperatur lain dengan ketelitian tidak lebih dari $0,1^{\circ}\text{C}$. Bejana atau bak perendam harus dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang terletak tidak kurang dari 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana. Apabila pengujian dilakukan di dalam bak

perendam maka harus dilengkapi dengan penahan yang cukup kuat untuk dudukan penetrometer. Air perendam dapat ditambah garam apabila diinginkan pengujian pada temperatur rendah.

5) *Transfer dish*

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

6) Pengukur waktu

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

7) Termometer

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

b. Uji daktilitas aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji daktilitas aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Termometer.
- 2) Cetakan daktilitas kuningan.
- 3) Bak perendam isi 10 liter, yang menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$, dan benda uji dapat terendam sekurang-kurangnya 100 mm dibawah permukaan air bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang diletakkan 50 mm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji.
- 4) Mesin uji ketentuan sebagai berikut:
 - a. Dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap.
 - b. Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan.
- 5) Bahan methyl alkohol atau glycerin teknik.

c. Uji titik nyala aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji titik nyala aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Alat Cleveland open cup yang terdiri dari cawan cleveland, pelat pemanas, nyala api penguji, pemanas dan penyangga.
- 2) Termometer dengan rentang pengukuran -6°C sampai dengan 400°C .
- 3) Barometer, untuk mengukur tekanan udara.
- 4) Aspal.

Pelarut pembersih, umumnya adalah bahan yang mudah terbakar terdiri dari *acetone*, *toluol*, *xylol* dan minyak tanah.

3.5 Rancangan Proporsi Campuran

Perencanaan campuran bahan tambah terdiri dari 5 variasi kadar aspal dan 3 variasi persentase campuran bahan tambah 0,3%, 0,35% dan 0,4% dari berat total campuran. Masing-masing variasi terdiri dari 3 komposisi campuran sehingga menghasilkan 45 buah benda uji seperti yang diuraikan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rancangan Variasi Campuran

Komposisi Campuran (K)	Persentase Campuran Bahan Tambah <i>filler</i> (Q)	Persentase Variasi Kadar Aspal (Pb)				
		Pb1	Pb2	Pb3	Pb4	Pb5
K1 = (75% AS + 25% SB)	0,30%	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X1.5
	0,35%	Y1.1	Y1.2	Y1.3	Y1.4	Y1.5
	0,40%	Z1.1	Z1.2	Z1.3	Z1.4	Z1.5
K2 = (50% AS + 50% SB)	0,30%	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X2.5
	0,35%	Y2.1	Y2.2	Y2.3	Y2.4	Y2.5
	0,40%	Z2.1	Z2.2	Z2.3	Z2.4	Z2.5
K3 = (25% AS + 75% SB)	0,30%	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	X3.5
	0,35%	Y3.1	Y3.2	Y3.3	Y3.4	Y3.5
	0,40%	Z3.1	Z3.2	Z3.3	Z3.4	Z3.5
$\Sigma =$		45 buah benda uji				

Dimana:

AS = Abu Sekam Padi

SB = Serbuk Bata Merah

X, Y, Z = Variabel Penomoran Komposisi Campuran

Persentase komposisi campuran dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 3.2 Rancangan Komposisi Campuran Bahan Tambah

Komposisi	Persentase Komposisi Campuran	
	Abu Sekam Padi (AS)	Serbuk Bata Merah (SB)
K1	75%	25%
K2	50%	50%
K3	25%	75%

Dimana:

1. $K1 = ((75\% \text{ AS} \times \text{nilai Q}) + (25\% \text{ SB} \times \text{nilai Q}))$
2. $K2 = ((50\% \text{ AS} \times \text{nilai Q}) + (50\% \text{ SB} \times \text{nilai Q}))$
3. $K3 = ((25\% \text{ AS} \times \text{nilai Q}) + (75\% \text{ SB} \times \text{nilai Q}))$

Ketiga komposisi ini dibuat untuk mengetahui apa saja pengaruh yang disebabkan oleh masing-masing material penambah sekaligus mengetahui persentase variasi paling baik terhadap perkerasan HRS-Base.

3.6 Penentuan Kadar Aspal Campuran

Langkah ini bertujuan untuk menentukan banyaknya aspal yang akan digunakan dalam campuran. Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2018 (Revisi 2) kadar aspal campuran telah ditentukan dalam spesifikasi sifat campuran, maka untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan rancangan menurut spesifikasi kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal yang diperoleh dari salah satu rumus-rumus tersebut dibulatkan mendekati angka 0,5% terdekat. Contoh: jika dari perhitungan dihasilkan kadar aspal adalah 6,3%, maka nilai kadar aspal tengah = 6,5%. Setelah diketahui nilai aspal ideal maka nilai ideal

tambahkan sampai 2 kali dengan interval 0,5% dan di kurangi 2 kali dengan interval 0,5%.

3.7 Persiapan Pembuatan Benda Uji Marshall

Setelah diperiksa kualitas baik aspal maupun agregatnya dan telah memenuhi persyaratan/spesifikasi, juga telah dilakukan perancangan campuran (*Mix Design*) dan didapat pula komposisinya, maka diperoleh persentase agregat dan kadar aspal sebagai berikut:

1. Agregat terdiri dari:
 - Agregat kasar
 - Agregat halus
 - Filler
2. Kadar aspal ideal dan interval 0,5 ke atas dan ke bawah.
3. Susunan agregat yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji adalah:
 - Komposisi 1 (K1)
 - Komposisi 2 (K2)
 - Komposisi 3 (K3)

3.8 Campuran Aspal dengan Alat Marshall

Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*), VMA (*Void Mineral Agregat*), VFA (*Void Filled with Asphalt*), VITM (*Void In Total Mix*), aspal efektif, *Dust Proportion* dari campuran aspal. Bertujuan untuk mengetahui ketahanan/kekuatan suatu campuran

aspal terhadap beban yang diterima dan untuk mengetahui perubahan bentuk suatu campuran aspal pada saat diberi beban sampai batas runtuh.

3.8.1 Pembuatan Benda Uji

1. Persiapan benda uji

Mengumpulkan dan menyiapkan alat dan bahan yang akan diuji.

2. Persiapan campuran

Untuk tiap variasi campuran aspal yakni terdiri dari 3 variasi campuran bahan tambah yang masing-masing akan menghasilkan 3 benda uji untuk mendapatkan nilai rata-rata benda uji.

3. Pemadatan benda uji.

Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 93,3 dan 148,9°C. Letakkan selebar kertas saring atau kertas penghisap yang digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan, kemudian masukkan seluruh campuran kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan menggunakan *spatula* yang dipanaskan atau diaduk dengan sendok semen 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian dalamnya. Lepaskan lehernya, dan ratakan permukaan campuran dengan menggunakan sendok semen menjadi bentuk yang sedikit cembung. Letakkan cetakan di atas landasan pematat, dalam memegang cetakan. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75, 50, atau 35 sesuai kebutuhan dengan tinggi jatuh 45 cm. Selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pematat selau tegak lurus pada cetakan.

Lepaskan keping alas lehernya balikkan alat cetakan berisi benda uji dan pasanglah keping kembali ke perlengkapannya. Terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalik ini tumbuk dengan jumlah tumbukan yang sama. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat *oengular* benda uji pada permukaan ujung ini. Dengan hati-hati keluarkan dan letakkan benda uji di atas permukaan rata yang halus, biarkan selama kira-kira selama 24 jam pada suhu ruang.

3.8.2 Prosedur dengan Alat 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 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.

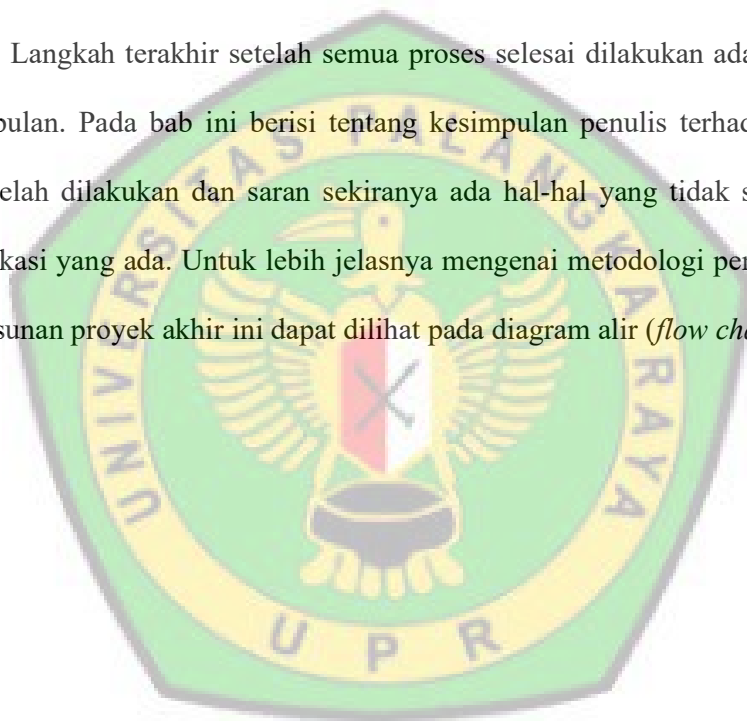
- 2) Sebelum pengujian, batang penuntun dan permukaan dalam dari kepala penekan diberi pelumas sehingga kepala penekan dapat meluncur bebas dan mempermudah pelepasan benda uji.
- 3) Keluarkan benda uji dari bak perendam dan segera letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Perlu diketahui bahwa waktu 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 tes Marshall.

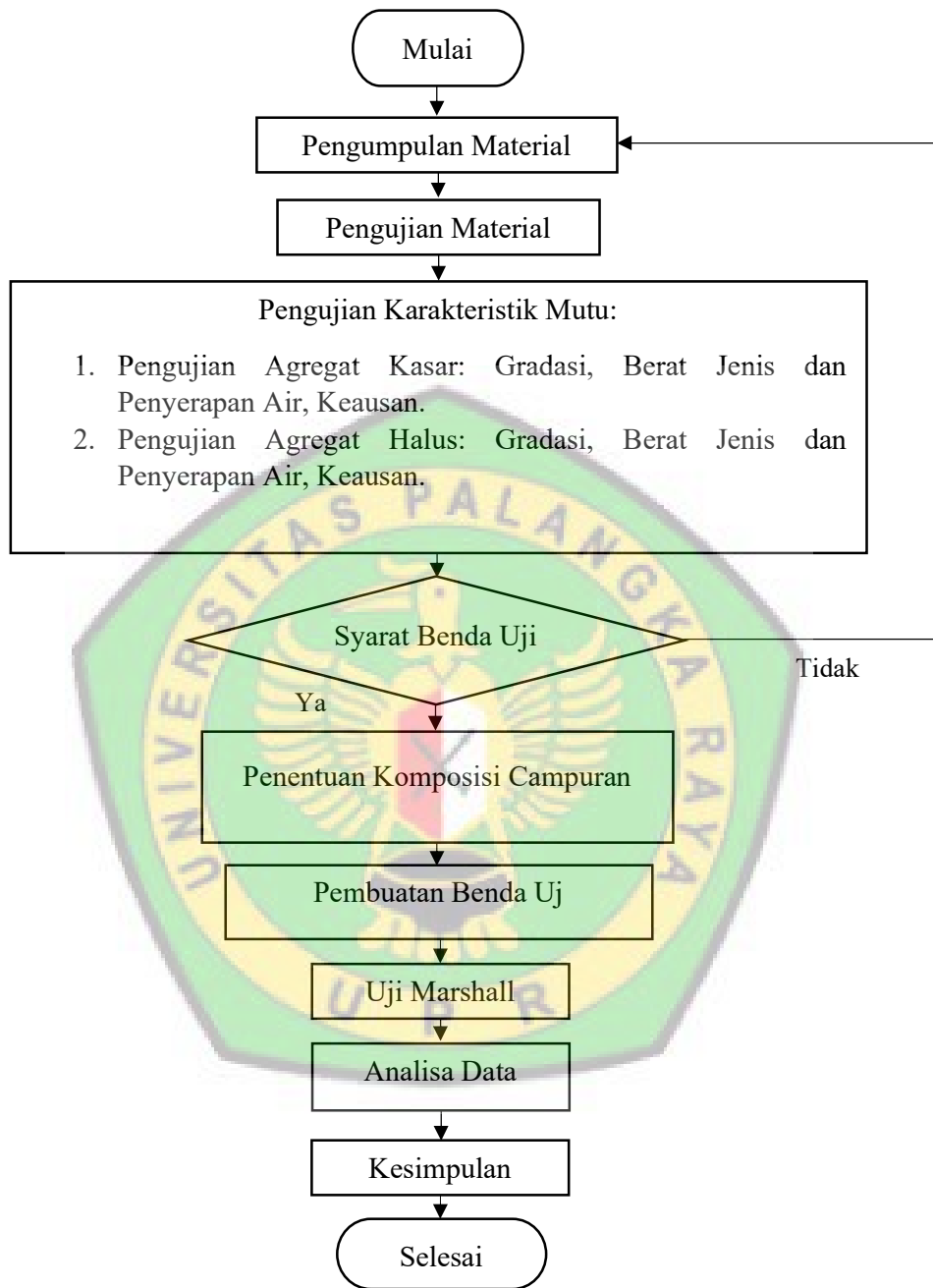
3.9 Analisis dan Pembahasan

Setelah pengujian Marshall selesai dilakukan langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap data yang terkumpul. Perhitungan yang dilakukan meliputi parameter Marshall yaitu: VIM, VMA, VFA, stabilitas dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

3.10 Kesimpulan

Langkah terakhir setelah semua proses selesai dilakukan adalah membuat kesimpulan. Pada bab ini berisi tentang kesimpulan penulis terhadap pengujian yang telah dilakukan dan saran sekiranya ada hal-hal yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada. Untuk lebih jelasnya mengenai metodologi penelitian dalam penyusunan proyek akhir ini dapat dilihat pada diagram alir (*flow chart*).





Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Bata Merah Sebagai Bahan Tambah *Filler* pada Perkerasan *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base)” ini disampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari keseluruhan proporsi campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah memenuhi persyaratan spesifikasi dalam campuran *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base) yang telah ditentukan sebagai bahan tambahan.
2. Penambahan campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah pada *filler* dapat meningkatkan nilai stabilitas Marshall pada kadar dan proporsi tertentu. Dimana semakin banyak kadar serbuk bata merah pada campuran, semakin besar nilai stabilitas Marshall.
3. Hasil yang paling baik dari semua proporsi campuran bahan tambah yakni:
 - a. Campuran K2 (50% Abu Sekam Padi + 50% Serbuk Bata Merah) kadar 0,4% dengan KAO 6,25%, dengan nilai stabilitas sebesar 1473 gram, Rongga Dalam Agregat (VMA) sebesar 17,8%, Rongga Dalam Campuran (VIM) sebesar 3,7%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 78% dan hasil bagi Marshall sebesar 486,7 kg/mm.
 - b. Campuran K3 (25% Abu Sekam Padi + 75% Serbuk Bata Merah) kadar 0,3% dengan KAO 6,34%, dengan nilai stabilitas sebesar 1688 gram,

Rongga Dalam Agregat (VMA) sebesar 18,2%, Rongga Dalam Campuran (VIM) sebesar 3,7%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 79% dan hasil bagi Marshall sebesar 548,8 kg/mm.

4. Penelitian ini masih terbatas untuk skala Laboratorium, sedangkan jika diterapkan sebagai bahan tambahan dilapangan perlu dilakukan kajian yang mendalam terlebih dahulu dari segi efisiensi biaya.

5.2 Saran

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

1. Menggunakan Nilai KAO untuk menganalisa kinerja campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah dan campuran perkerasan lebih lanjut.
2. Menguji coba campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah dengan mensubstitusikan persentase kadar *Fine Aggregate* pada perkerasan *Hot Rolled Sand Sheet* (HRSS) dalam skala Laboratorium untuk mengetahui kinerja campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1998). *Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, Washing, D.C
- Desriantomy (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2018 Revisi 2. *Spesifikasi Umum Divisi 6*.
- Muntohar, A. S. dan B. Hantoro, 2001. *“Penggunaan Abu Sekam Sebagai Campuran Kapur Untuk Stabilisasi Tanah”*. Tesis Magister. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Muntohar, Y., 2002. *“Evaluasi Pengaruh Bahan Filler Fly Ash Terhadap Karakteristik Campuran Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)”*. Tesis Magister. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rahaditya, D. R., 2012. *“Studi Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler Pada Perkerasan Hot Rolled Sheet – Wearing Course (HRS – WC)”*. Skripsi. Jember: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Rianto, R. H., 2007. *“Pengaruh Abu Sekam Sebagai Bahan Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)”*. Tesis Magister. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Standar Nasional Indonesia, 2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles*
- Standar Nasional Indonesia, 2016. *Standar Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Sukirman, Silvia., 2003. *“Beton Aspal Campuran Panas”*. Nova, Bandung.
- Wanadri, A., 1999. *“Penerapan Spouted – Bed Dalam Pembuatan Natrium Silikat Dari Abu Sekam Padi: Hidrodinamika, Perpindahan Massa, dan Perolehan Silikat”*. Tesis Magister. Bandung: Institut Teknologi Bandung.