

PROPOSAL TUGAS AKHIR

**KAJIAN TEKNIS PENGGUNAAN BATU PECAH SEBAGAI AGREGAT
PADA CAMPURAN *HRS-WC* (STUDI KASUS BATU PECAH DARI DESA
TAJAH ANTANG KABUPATEN GUNUNG MAS)**

oleh

**ANDRE WIBOWO
NIM. DAB 113 008**



**JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

KAJIAN TEKNIS PENGGUNAAN BATU PECAH SEBAGAI AGREGAT PADA CAMPURAN HRS-WC (STUDI KASUS BATU PECAH DARI DESA TAJAH ANTANG KABUPATEN GUNUNG MAS)

oleh

ANDRE WIBOWO
NIM. DAB 113 008

Disetujui untuk diajukan dalam seminar Hasil Tugas Akhir

Palangka Raya, November 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

MURNIATI, S.T., M.T.
NIP. 19760111 200501 2 002

Ir. H. MOHAMAD AMIN, M.T.
NIP. 19551214 198511 1 001

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

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

RINGKASAN

KAJIAN TEKNIS PENGGUNAAN BATU PECAH SEBAGAI AGREGAT PADA CAMPURAN HRS-WC (STUDI KASUS BATU PECAH DARI DESA TAJAH ANTANG KABUPATEN GUNUNG MAS), Andre Wibowo, 2020, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Kebutuhan akan material yang besar seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Provinsi Kalimantan Tengah, maka diharapkan adanya banyak sumber material alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan campuran pembentuk *Hot Rolled Sheet–Wearing Course (HRS-WC)*. Material hendaknya memenuhi syarat-syarat standar mutu yang ditetapkan oleh Bina Marga dengan pertimbangan dari segi ekonomis, ketersediaan sumber daya alam dan kelancaran distribusi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana sifat-sifat fisik agregat dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas, apakah memenuhi spesifikasi yang ditentukan sehingga dapat digunakan pada campuran HRS-WC, untuk mengetahui Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam setiap komposisi (*HRS-WC*) yang direncanakan dan nilai parameter *Marshall* dari komposisi campuran HRS-WC.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa semua komposisi memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-WC*), berdasarkan nilai parameter Marshall yang didapat dari Kadar Aspal Optimum (KAO) masing-masing komposisi adalah sebagai berikut Komposisi I (Agregat Kasar = 37% ,Abu Batu= 63% dan Variasi Kadar Aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%.) mendapatkan nilai KAO sebesar 7,65%, Stabilitas sebesar 791 kg, *Flow* sebesar 3,20 mm, *VIM* sebesar 4,60%, *VFB* sebesar 79,00%, hasil bagi Marshall 252 kg/mm dan berat isi sebesar 2,315 gram/cm³. Komposisi II (Agregat Kasar = 39%, Abu Batu= 61% dan Variasi Kadar Aspal 6,5%, 7%, 7,5%, 8% dan 8,5%) mendapatkan nilai nilai KAO sebesar 8,05% dan Stabilitas sebesar 795 kg, *Flow* sebesar 3,10 mm, *VIM* sebesar 4,20%, *VFB* sebesar 81,00%, hasil bagi Marshall 251 kg/mm dan berat isi sebesar 2,320 gram/cm³. Komposisi III (Agregat Kasar = 35%, Abu Batu= 65% dan Variasi Kadar Aspal 7%, 7,5%, 8% dan 8,5% dan 9%) mendapatkan nilai KAO sebesar 7,93% Stabilitas sebesar 799 kg, *Flow* sebesar 3,30 mm, *VIM* sebesar 4,25%, *VFB* sebesar 81,00%, hasil bagi Marshall 250,5 kg/mm dan berat isi sebesar 2,310 gram/cm³. Didapat komposisi terbaik dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 8,05% dan stabilitas sebesar 795 kg pada Komposisi II.

Kata kunci: *Hot Rolled Sheet–Wearing Course*, Karakteristik *Marshall*, Kadar Aspal Optimum

SUMMARY

TECHNICAL STUDIES ON THE USE OF CRUSHED STONE AS AGGREGATE IN HRS-WC MIXED (CASE STUDY OF CRUSHED STONE FROM TAJAH ANTANG VILLAGE, GUNUNG MAS DISTRICT),
Andre Wibowo, 2020, Department / Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

With the need for large materials along with the many road constructions in Central Kalimantan Province, it is hoped that there will be many alternative material sources that can be used as a mixture for forming Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC). Materials should meet the quality standard requirements set by Bina Marga with considerations from an economic point of view, availability of natural resources and smooth distribution.

This study aims to determine how the physical properties of the aggregate of Tajah Antang Village, Gunung Mas Regency, whether it meets the specified specifications so that it can be used in the HRS-WC mixture, to determine the Optimum Asphalt Content (KAO) in each composition (HRS-WC) which planned and parameter values Marshall of the composition of the HRS-WC mixture.

Based on the results of the research conducted, it shows that all compositions meet the specifications of Bina Marga for the Lataston Lapis Aus (HRS-WC) mixture, based on the Marshall parameter value obtained from the Optimum Asphalt Content (KAO) for each composition as follows Composition I (Coarse Aggregate = 37%, Stone Ash = 63% and Asphalt Content Variations of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8%.) Get KAO values of 7.65%, Stability of 791 kg, Flow of 3, 20 mm, VIM is 4.60%, VFB is 79.00%, Marshall quotient is 252 kg / mm and content weight is 2,315 gram / cm³. Composition II (Coarse Aggregate = 39%, Rock Ash = 61% and Variations in Asphalt Content of 6.5%, 7%, 7.5%, 8% and 8.5%) obtained KAO values of 8.05% and stability is 795 kg, Flow is 3.10 mm, VIM is 4.20%, VFB is 81.00%, Marshall quotient is 251 kg / mm and content weight is 2,320 gram / cm³. Composition III (Coarse Aggregate = 35%, Rock Ash = 65% and Asphalt Content Variations of 7%, 7.5%, 8% and 8.5% and 9%) get a KAO value of 7.93%, stability of 799 kg, Flow is 3.30 mm, VIM is 4.25%, VFB is 81.00%, Marshall quotient is 250.5 kg / mm and content weight is 2.310 gram / cm³. The best composition was obtained with the Optimum Asphalt Content (KAO) of 8.05% and stability of 795 kg in Composition II.

Keywords: Hot Rolled Sheet-Wearing Course, Characteristics Marshall, Optimum Asphalt Content

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkerasan Jalan	8
2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya	8
2.3 Fungsi Lapisan Perkerasan	10
2.4 Jenis Campuran Beton Aspal	14
2.5 LATASTON sebagai Lapis Aus (<i>Hot Rolled Sheet-Wearing Course</i>)	15
2.6 Bahan Penyusun Campuran Beton Aspal	15
2.7 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (<i>HRS-WC</i>).....	21
2.8 Rumus Campuran Rancangan (<i>Design Mix Formula</i>)	24
2.9 Metode Perencanaan Campuran	31
2.10 Kajian terhadap Penelitian Terdahulu	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Umum	33
3.2	Pengambilan Material	33
3.3	Pengambilan Data Sampel	33
3.4	Bahan Penelitian	34
3.5	Alat-alat Penelitian	34
3.6	Cara Penelitian	39
3.7	Bagan Alir Penelitian	51

DAFTAR PUSTAKA	52
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

1. Kerangka Acuan (<i>Outline</i>) Tugas Akhir.....	53
---	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Persyaratan Gradasi Agregat Kasar	17
2.2 Persyaratan Gradasi Agregat Halus	18
2.3 Persyaratan Aspal Keras	20
2.4 Spesifikasi Gradasi Agregat Untuk <i>HRS-WC</i>	21
2.5 Penentuan Campuran Nominal <i>HRS-Wearing Course</i>	23
2.6 Persyaratan Sifat Campuran <i>HRS-Wearing Course</i>	24

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Peta Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah	5
1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sample Material	6
1.3 Dokumentasi Situasi Lokasi Pengambilan Material	7
1.4 Dokumentasi Situasi Lokasi Pengambilan Material	7
2.1 Komponen Perkerasan Lentur	9
2.2 Komponen Perkerasan Kaku	10
2.3 Komponen Perkerasan Komposit	10
3.1 Bagan Alir Penelitian	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan Pertumbuhan penduduk di Indonesia terjadi sangat pesat. Seiring dengan meningkatnya perkembangan dan pertumbuhan penduduk diiringi dengan peningkatan mobilitas dan juga volume lalu lintas sehingga muncul kendaraan baru baik kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat yang melintas di jalan raya, sehingga dibutuhkan juga sarana transportasi yang cukup memadai untuk menampung volume kendaraan yang melintas. Kondisi tersebut harus didukung juga oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama lapis perkerasan guna memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan.

Bertambahnya beban lalu lintas baik dari segi jumlah dan beban sumbu serta ditambah dengan pengaruh lingkungan dimana Indonesia beriklim tropis menjadi alasan banyak ditemukannya kerusakan dini dari perkerasan jalan. Berbagai macam modifikasi untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan terus dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Peningkatan mutu perkerasan beraspal tersebut dapat diperoleh dengan cara memodifikasi aspal sehingga menjadi lebih superior atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah pada campuran beraspal. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas perkerasan, salah satu cara tersebut adalah dengan penambahan bahan aditif ketika proses pencampuran aspal dan material di *Asphalt Mixing Plant (AMP)* yang dikenal juga dengan sebutan aspal modifikasi. Aspal modifikasi (*Polymer Modified Asphalt/PMA, Polymer Modified*

Bitumen/PMB, Aspal Modifikasi) adalah aspal minyak ditambah dengan bahan tambah/*additive* untuk meningkatkan kinerjanya. Bahan aditif pada aspal modifikasi yaitu plastomer, elastomer, polimer, *asphalten*, serat selulosa dan *re-used tyre rubber* (Soehartono, 2015).

Di sisi lain keberadaan plastik semakin melimpah, diperkirakan sekitar 500 milyar – 1 trilyun plastik digunakan di dunia tiap tahunnya. Jika sampah-sampah ini dibentangkan maka dapat membungkus permukaan bumi setidaknya hingga 10 kali lipat. Diperkirakan setiap orang menghabiskan 170 plastik setiap tahunnya . Lebih dari 17 milyar kantong plastik dibagikan secara gratis oleh supermarket di seluruh dunia setiap tahunnya. (Utomo,2010).

Plastik memiliki banyak manfaat tetapi juga memiliki sisi negatif khususnya limbah plastik. Namun limbah plastik membuka peluang untuk dimanfaatkan di bidang konstruksi jalan raya. Campuran beraspal memiliki beberapa kelemahan seperti mengalami deformasi (perubahan bentuk) permanen disebabkan tekanan terlalu berat oleh muatan truk yang berlebihan, keretakan-keretakan yang ditimbulkan oleh panas, juga kerusakan disebabkan karena kelembaban, ini semua terjadi pada campuran aspal (Brown, 1990).

Plastik adalah bahan yang serbaguna dan banyak digunakan keperluan sehari-hari. Saat ini plastik menjadi bahan baku yang lebih murah dan efektif. Setiap sektor dari kehidupan manusia banyak menggunakan plastik mulai dari kemasan, mobil, elektronik, listrik, konstruksi bangunan, komunikasi, dll. Plastik bersifat non-biodegradable sehingga limbah plastik tidak dapat terdegradasi selama 4.500 tahun. Akibatnya lingkungan menjadi tercemar apabila limbah plastik tersebut tidak ditangani secara benar. Salah satu modifier yang banyak

digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal adalah polimer. Sementara plastik merupakan bahan yang mengandung senyawa polimer. Dengan demikian limbah plastik berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal. Dengan penambahan 6% limbah plastik kresek terhadap berat aspal pada campuran beraspal panas, menunjukkan peningkatan nilai stabilitas sebesar 40% dan lebih tahan terhadap deformasi serta retak lelah. (Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik - Balitbang dan BBPJK VIII Surabaya).

Penelitian ini menggunakan agregat yang berasal dari Desa Tangkiling, Kecamatan Bukit Batu Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)*. *HRS-WC* merupakan campuran aspal beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar, agregat halus dan memiliki kandungan aspal yang tinggi, sehingga dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik untuk menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang baik. Desa Tangkiling memiliki kondisi perbukitan dengan jenis batu sedimen. Penggunaan agregat dari Desa Tangkiling ini dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang terdapat di daerah tersebut. Pada penelitian ini juga menggunakan jenis limbah plastik. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan tambah yang dipilih adalah limbah plastik *Polypropylene (PP)* yang diperoleh dari limbah plastik. Penggunaan limbah plastik *PP* sangat menguntungkan secara ekonomis, mengingat bahan ini sangat mudah didapat dan sangat murah harganya, disamping juga memberikan pengaruh baik terhadap lingkungan dengan tereduksinya limbah plastik *Polypropylene* dalam jumlah yang besar. Limbah plastik dari jenis *Polypropylene (PP)* yang

akan digunakan kembali sebagai bahan tambah dalam campuran aspal untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran aspal panas *Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC)* ditinjau dari Karakteristik Marshall, yang diharapkan dengan penambahan limbah plastik ini dapat memberikan manfaat dan meningkatkan kualitas campuran aspal dan juga sekaligus salah satu langkah penanganan dalam pengurangan sampah. Sehingga dapat berkontribusi lebih besar untuk mengurangi pencemaran dan degradasi lingkungan akibat limbah plastik *Polypropylene (PP)* yang dipakai dalam jumlah yang lebih besar. Pemanfaatan lebih banyak limbah plastik *Polypropylene (PP)* sebagai bahan tambahan diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat fisik campuran aspal dan karakteristiknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC)* memenuhi persyaratan spesifikasi ?
2. Bagaimana komposisi *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC)* yang dihasilkan ?
3. Berapa nilai kadar aspal optimum (KAO) dan nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan pada komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* ?
4. Berapa nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dengan menggunakan bahan tambah plastik jenis *Polypropylene (PP)* dengan

variasi kadar bahan tambah 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap berat aspal yang diperoleh dari kadar aspal optimum (KAO) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Mengetahui sifat-sifat fisik agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC)*.
2. Mengetahui proporsi dari komposisi yang digunakan pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC)*.
3. Menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO) serta nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan pada Komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*.
4. Mengetahui nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dengan menggunakan bahan tambah plastik jenis *Polypropylene (PP)* dengan variasi kadar bahan tambah yang direncanakan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pemeriksaan sifat-sifat agregat berdasarkan metode dan standar Bina Marga.
2. Agregat yang digunakan berasal dari Desa Tangkiling Kecamatan Bukit Batu Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.
3. Penelitian bersifat uji laboratorium.
4. Aspal campuran jenis lataston lapis aus (*HRS-WC*) Spesifikasi Bina Marga.

5. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.
6. Bahan tambah yang digunakan adalah Gelas Air Mineral yang termasuk dalam jenis plastik *Polypropylene (PP)*, dipotong dengan ukuran panjang dan lebar kurang dari 1 cm atau 100 % lolos saringan 3/8” dan 90 % lolos saringan No. 4, kemudian dicampurkan bersamaan dengan campuran aspal dan agregat yang dipanaskan.
7. Cacahan plastik yang digunakan harus dalam keadaan kering dan bersih.
8. Perubahan kimia yang terjadi pada pencampuran penggunaan plastik dan aspal tidak ditinjau.
9. Pengujian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
10. Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*.

1.5 Manfaat Penelitian

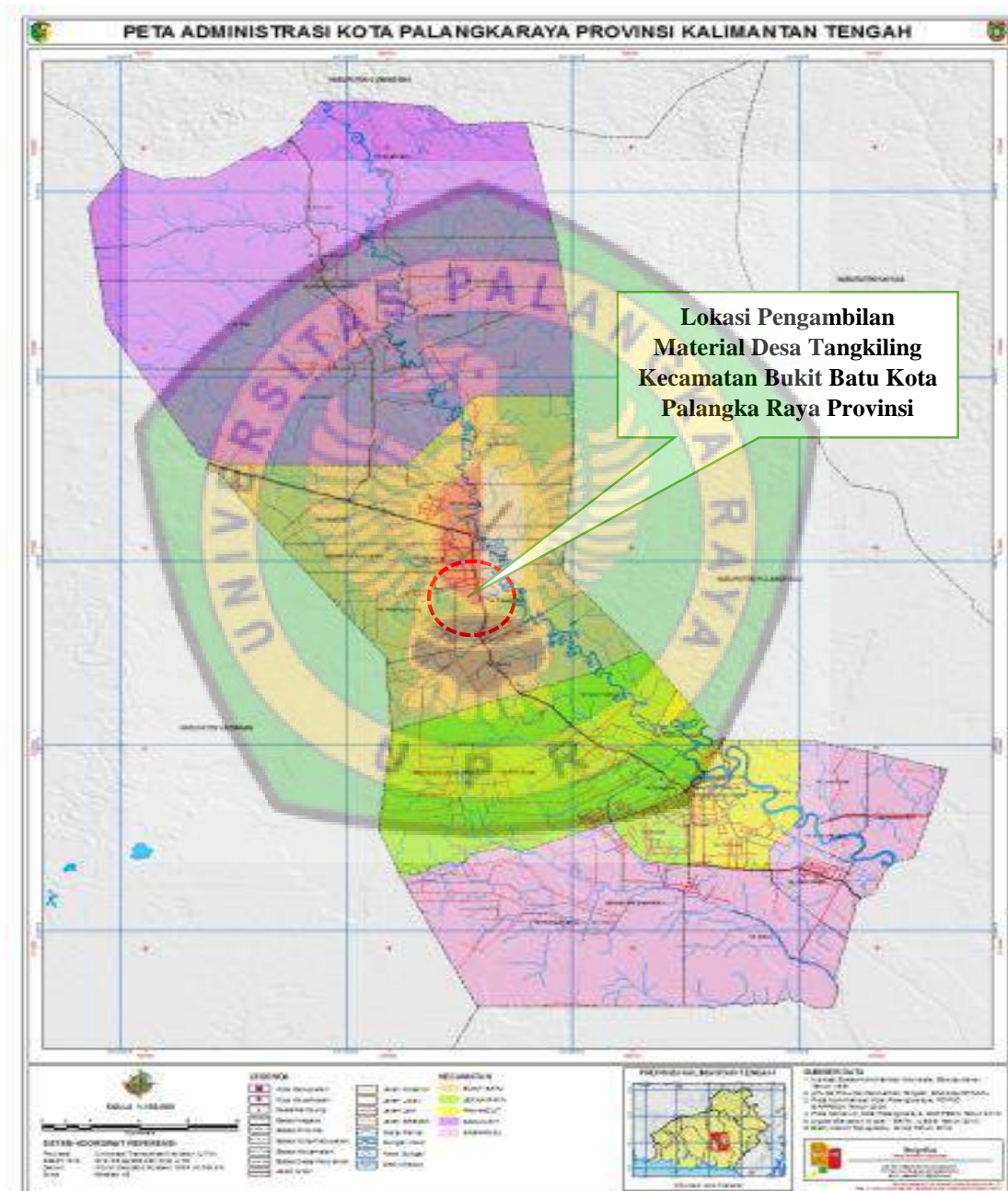
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauhmana manfaat limbah plastik sebagai bahan tambahan pada campuran aspal panas sehingga kualitas mutunya meningkat dan dapat berkontribusi dalam pengurangan limbah plastik.

1.6 Lokasi Penelitian

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

1.7 Lokasi Pengambilan Material

Material Agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian ini di ambil dari Desa Tangkiling Kecamatan Bukit Batu Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.1 sampai dengan 1.6.



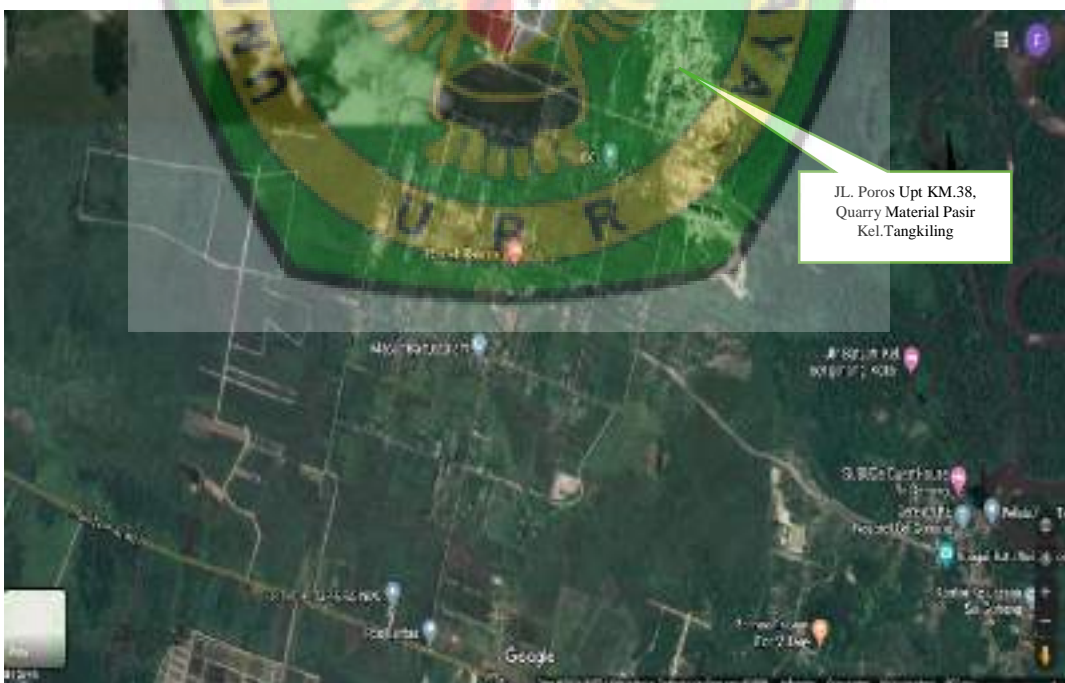
Sumber : Peta Administrasi Kota palangka Raya Provinsi kalimntan Tengah

Gambar 1.1 Peta Administrasi Kota Palangka Raya



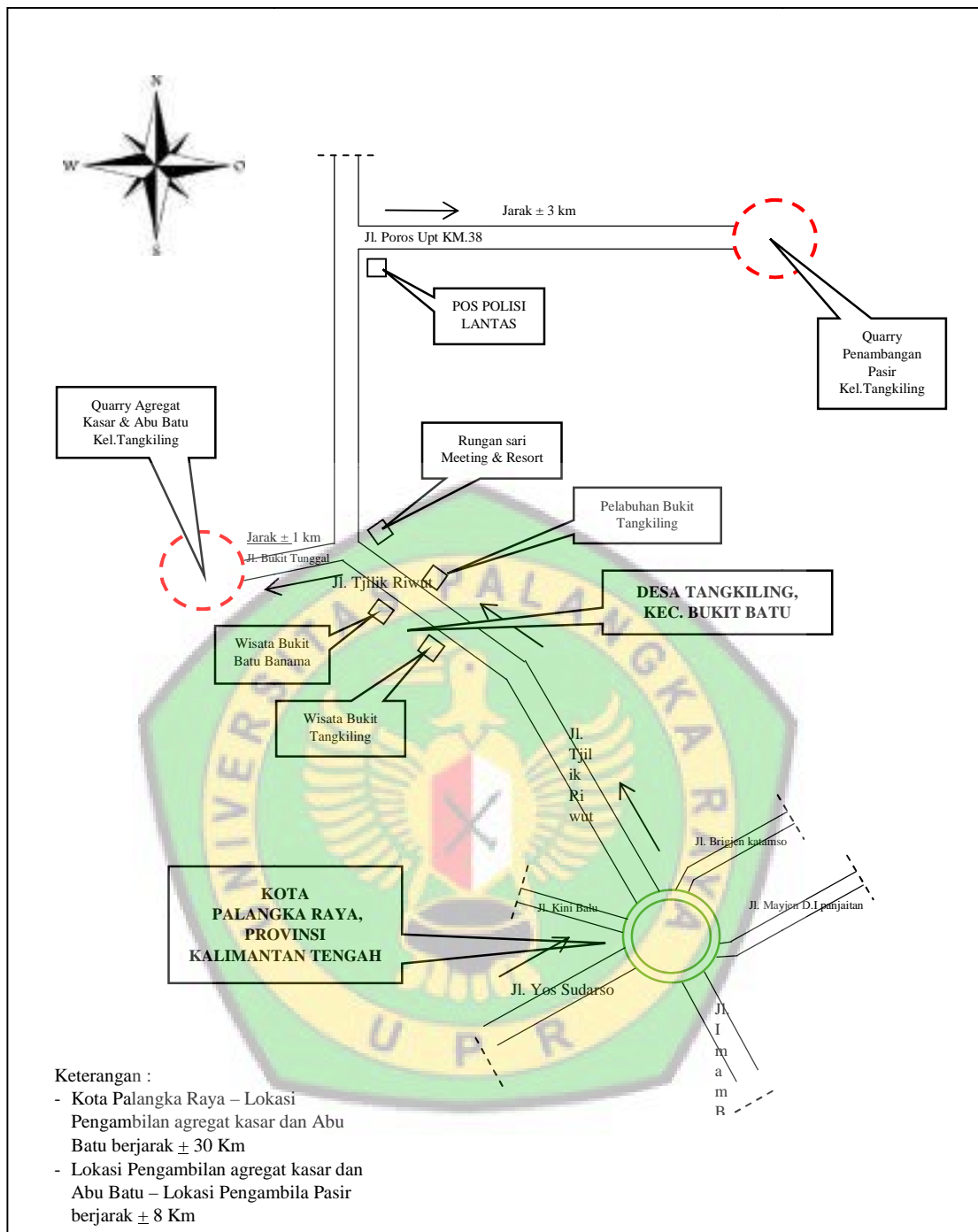
Sumber : Google Earth

Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengambilan Material



Sumber : Google Earth

Gambar 1.3 Peta Lokasi Pengambilan Material



Sumber : Sketsa Pribadi

Gambar 1.4 Sketsa Lokasi Pengambilan Material



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 1.5 Situasi Lokasi Pengambilan Material



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 1.6 Situasi Lokasi Pengambilan Material

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan Raya

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

Menurut 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 tiga 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.

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



Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Digunakannya pelat beton diatas lapisan agregat, diatas 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/aspal pasir yang bisa ada bisa tidak.

- 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.



Gambar 2.2 Komponen Perkerasan Kaku

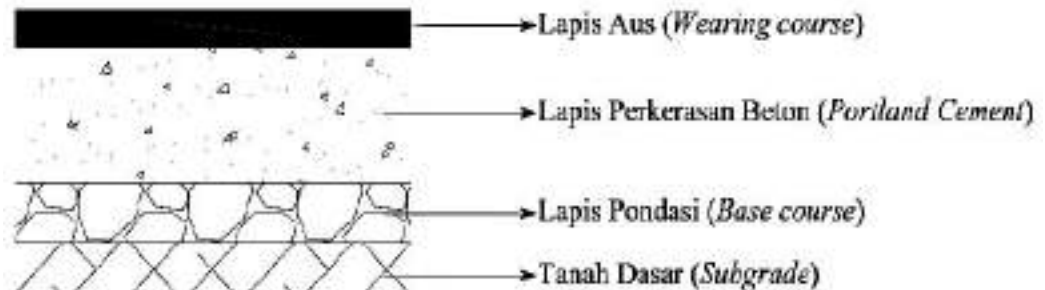
Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku dapat terlihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No		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)

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



Sumber : Puja Sutrisna (2013)

Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

2.2 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

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

1. Lapis perkerasan menahan 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 dipergunakan 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 disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen 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 (lataston), 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 penghamparan 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. Didalam *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.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 (Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2018).

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekakuan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12%
	Magnesium sulfat		Maks.18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC	SNI 2417:2008	Maks.6%
	Modifikasi dan SMA		Maks.30%
	Semua jenis aspal bergradasi lainnya		Maks.8%
			Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 *)
	Lainnya		95/90 **)
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks. 5%
	Lainnya		Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 1%

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (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.4 (4,75 mm) (Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, 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%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pematatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.4.3 Bahan Pengisi (*filler*) Untuk Campuran Beraspal

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

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

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* (*British Standart, 1989*).

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 Modifikasi	
				Elastomer Sintesis	
				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) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 1,0 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (eSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10	300	3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	48	Dilaporkan ⁽²⁾	
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	232	230	
7.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	99	99	
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	1,0	-	
9.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976-00 part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	2,2	
10.	Kadar Parifin 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*/sin) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 2,2 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456-2011	54	54	54
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	50	50	25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperature 100°C dan Tekanan 2,1 MPa					
15.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G*/sin) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 5000 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.6 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)

Agregat yang digunakan untuk Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base)

sedapat mungkin memenuhi beberapa hal sebagai berikut:

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan Lataston Lapis Aus (HRS-WC) harus sesuai dengan proporsi campuran kerja (*Job Mix Formula*) yang telah direncanakan.

2. Gabungan agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kebutuhan gradasi yang disyaratkan.
3. Umumnya digunakan bahan pengisi *filler* ke dalam campuran.

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran Lataston

Lapis Pondasi (*HRS-WC*) dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini :

Tabel 2.5 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk *HRS-WC*

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

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam spesifikasi campuran yaitu :

1. Komposisi umum campuran

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

2. Kadar campuran aspal

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

3. Proporsi komponen campuran

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

Fraksi rancangan harus berada dalam batas-batas komposisi umum pada Tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6 Penentuan Campuran Nominal HRS-Wearing Course

Komposisi Agregat	Persen Berat dari Total Campuran HRS-WC
Fraksi agregat kasar	20-40
Fraksi agregat halus	47-67
Fraksi bahan pengisi	5-9
Kadar butiran efektif	> 6,8
Kadar total bitumen actual	> 7,3

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

4. Formula campuran kerja (*JobMix Formula*)

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

harus ditetapkan dan kualitas selanjutnya harus dikontrol dari segi fraksir ancangan untuk berbagai agregat.

5. Penerapan formula campuran dan toleransi

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

a. Toleransi komposisi campuran

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

b. Toleransi temperatur

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

6. Sifat campuran yang diperlukan

Bila diuji dengan alat Marshall, campuran laston lapis pondasi (HRS-WC) harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 2.7 berikut ini :

Tabel 2.7 Persyaratan Sifat Campuran HRS-Wearing Course

Sifat Campuran	Minimum	Maksimum	Satuan
Kadar aspal efektif	5,9	-	%
Jumlah tumbukan per bidang	50		-
Rongga dalam campuran	4,0	6,0	% ⁽⁻⁴⁾
Rongga dalam agregat (VMA)	18	-	%
Rongga terisi aspal	68	-	%

Tabel 2.7 Persyaratan Sifat Campuran HRS-Wearing Course (Lanjutan)

Sifat Campuran	Minimum	Maksimum	Satuan
Stabilitas Marshall	600	-	Kg
Marshall Quotient	250	-	kg/mm
Stabilitas Marshall Sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁵⁾	90	-	%

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.7 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 7 (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, agregat, 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/selimut 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.

2.8 Metode Perencanaan Campuran

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

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

Rencana ketebalan didasarkan kepada pembahasan berikut:

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

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

Dari data analisa butiran masing-masing jenis material, selanjutnya dapat direncanakan bagaimana komposisi perbandingan campuran gabungan yang memenuhi persyaratan gradasi.

Banyak cara untuk merencanakan komposisi perbandingan campuran.

Cara tersebut adalah:

1. Cara diagonal

Prinsip dan langkah dan cara diagonal adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui gradasi ideal yang akan digunakan dan persyaratan gradasi yang ditentukan.
- b. Menggambar empat persegi panjang dengan ukuran (10 x 20) cm pada milimeter blok.
- c. Membuat garis diagonal dan ujung kiri bawah ke ujung kanan atas.
- d. Sisi vertikal menyatakan persen lolos saringan dengan skala 0 di bawah dan 100 di atas.
- e. Dengan melihat spesifikasi ideal, tiap-tiap nilai ideal tersebut diletakkan pada garis diagonal berupa titik.

- f. Dan tiap titik pada diagonal ditarik garis vertikal untuk menempatkan nomor-nomor saringan.
- g. Digambar grafik gradasi dan masing-masing fraksi yang akan dicampur.
- h. Untuk menentukan persentase agregat kasar, dilihat dan jarak antara grafik gradasi kasar terhadap tepi bawah dan jarak grafik sedang terhadap tepi atas yang harus sama pada suatu garis lurus.
- i. Pada garis tersebut ditarik garis vertikal yang memotong garis diagonal. Kemudian dan titik potong ini ditarik garis horizontal yang memotong garis tepi, sehingga didapat persentase agregat kasar yang diperlukan.
- j. Langkah h dan i diulangi untuk mendapatkan persentase agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

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

Hasil penggabungan agregat diusahakan mendekati *ideal spec*. Jika melalui grafik diagonal belum tepat, maka digunakan cara coba-coba (*Trial and Error*), yaitu menentukan terlebih dahulu persentase dan masing-masing agregat (tanpa mengubah persen lolos), kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkalian persentase dengan persen lolos dan agregat. Selanjutnya hasil

perkalian tersebut masing-masing dijumlahkan dan dilihat apakah hasilnya mendekati nilai *ideal spec*. Selanjutnya dibuat grafik penggabungan agregat dan grafik spesifikasinya, setelah itu dihitung berat masing-masing fraksi yaitu persentase fraksi dikali dengan kapasitas *mould*.

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

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

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

- a. Memahami batas gradasi yang disyaratkan.
- b. Memasukkan data spesifikasi gradasi pada kolom spesifikasi unit.
- c. Memasukkan persentase lolos saringan, masing-masing jenis agregat ke dalam persentase lolos.
- d. Memasukkan spesifikasi ideal pada kolom *target value*, yaitu nilai salah satu dan spesifikasi ideal yang disyaratkan.
- e. Mengambil dari salah satu spesifikasi ideal dengan jenis yang ada, dalam hal ini agregat kasar, sedang dan halus kemudian dicampur ketiganya dengan jumlah 100% dan nilai gabungannya mendekati nilai spesifikasi ideal yang kita ambil tadi.
- f. Jika sudah mendekati salah satu nilai spesifikasi ideal dan ketiga agregat, yang lain dihitung atau digabung dengan persentase yang sama. Sehingga dapat dipergunakan sebagai gradasi untuk campuran aspal panas.

3. Cara Grafis

Prinsip dan langkah dan cara grafis adalah sebagai berikut:

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

- n. Tarik garis pembagi dua, sehingga dapat ditentukan persentase agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus.

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

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

2.9 Rumus Campuran Rancangan (*Design Mix Formula*)

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

2.10 Proses Pembuatan HRS-WC di Lapangan

1. Umum

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

2. Peralatan yang digunakan

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

3. Langkah Kerja

Metoda kerja dari pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

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

- d. Material aspal dimasukkan ke dalam ketel aspal, material batu pecah, *filler* dimasukkan ke dalam *cold bin* AMP (*Asphalt Mixing Plant*) sedang bahan anti pengelupasan dimasukkan pada tempat tersendiri.
- e. Material aspal, batu pecah, *filler*, dan aditif anti pengelupasan dimasak/ diolah di dalam AMP (*Asphalt Mixing Plant*) sesuai dengan komposisi yang ada dalam spek sehingga menjadi aspal *HRS-WC* (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*).
- f. Material *hot mix HRS-WC* (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dimuat langsung ke dalam *dump truck* dan diangkut ke lokasi pekerjaan.
- g. Material *HRS-WC* (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) dihampar dengan alat *asphalt finisher* dan dipadatkan dengan alat tandem *roller* dengan lintasan minimum sesuai spesifikasi teknik, kemudian dipadatkan kembali dengan menggunakan alat *pneumatic tire roller* dengan lintasan sesuai hasil *trial* dan dipadatkan *finishing* dengan alat *tadem roller*.
- h. Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapihkan tepi hamparan dengan menggunakan alat bantu.
- i. Setelah penghamparan dan pemadatan selesai dilaksanakan pengambilan sample dengan *core drill* untuk diuji di laboratorium agar diketahui ketebalan dan *density*-nya.

2.11 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. Tambahan pengisi (*filler*) 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*.

2.11.1 Pengujian Material

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

2.11.2 Penentuan Gradasi Agregat

Gradasi masing-masing jenis agregat (kasar, halus dan *filler*) 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 *filler*. 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.

2.11.3 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.

2.11.4 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 2.8 berikut:

Tabel 2.8 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 (%) ⁽⁻⁴⁾	Min.	4,0	
	Maks.	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17

Tabel 2.8 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston (Lanjutan)

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Aus
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	600	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90	

Sumber: Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (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 2.9 berikut:

Tabel 2.9 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 Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.12 Plastik *Polypropylene (PP)* Sebagai Bahan Aditif Pada Campuran Aspal

Plastik adalah bahan yang sangat serbaguna dan banyak digunakan untuk keperluan sehari-hari. Saat ini plastik menjadi bahan baku yang lebih murah dan efektif. Setiap sektor dari kehidupan manusia banyak menggunakan plastik mulai dari kemasan, mobil, elektronik, listrik, konstruksi bangunan, komunikasi, dll.

Plastik bersifat *non-biodegradable* sehingga limbah plastik tidak dapat terdegradasi selama 4.500 tahun. Akibatnya lingkungan menjadi tercemar apabila limbah plastik tersebut tidak ditangani secara benar.

Pada awalnya plastik terbuat dari minyak dan gas sebagai sumber alami. Namun dalam perkembangannya digantikan dengan bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kompolimerisasi, laminasi dan ekstrusi. Plastik merupakan polimer yang mempunyai keunggulan yaitu sifatnya yang kuat tapi ringan, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna.

Plastik banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia, mulai dari keperluan rumah tangga hingga industri. Penggunaan plastik sebagai pengemas pangan terutama karena keunggulannya dalam hal bentuknya yang fleksibel sehingga mudah mengikuti bentuk pangan yang dikemas, berbobot ringan, tidak mudah pecah, bersifat transparan/tembus pandang, mudah diberi label dan dibuat dalam aneka warna, dapat diproduksi secara massal, harga relatif murah dan terdapat berbagai jenis pilihan bahan dasar plastik.

Aspal modifikasi adalah aspal minyak yang ditambah dengan beberapa aditif, dengan maksud untuk meningkatkan kinerjanya. Salah satu contoh aspal modifikasi adalah aspal modifikasi polimer.

Salah satu modifier yang banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran beraspal adalah polimer. Sementara plastik merupakan bahan yang mengandung senyawa polimer. Dengan demikian limbah plastik berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal.

Polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifier aspal. Penambahan bahan aditif jenis polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan/masa layan perkerasan tersebut (Sengoz dan Isikyakar, 2008 dalam Nasution, 2017). Polimer juga dapat meningkatkan daya tahan perkerasan terhadap berbagai kerusakan, seperti deformasi permanen, retak akibat perubahan suhu, *fatigue damage*, serta pemisahan/pelepasan material (Yildirim, 2007 dalam Nasution, 2017).

Polimer dapat dibagi menjadi 2 kelompok kategori, yaitu *elastomer* (karet) dan *plastomer* (plastik). Elastomer adalah bahan aditif yang lentur, mampu meningkatkan titik lembek sampai dengan 60°C lebih tanpa kehilangan daya lengket. Penetrasi akan turun, perlu ditambah dengan bahan aditif lain yang mampu menaikkan angka penetrasi (contoh SBS, SBR dan sebagainya). *Plastomer* adalah bahan yang sering kita kenal sebagai plastik, kelompok *styrene*, yang berfungsi meningkatkan titik lembek dan meningkatkan kekentalan. Menurut pengamatan, bahan ini akan memberikan hasil baik untuk peningkatan titik lembek sampai dengan 55 °C. Tetapi terjadi penurunan Penetrasi yang drastis. Berikut ini adalah tipe-tipe polimer yang dicampur sebagai bahan aditif.

Tabel 2.10 Tipe-tipe Polimer

Tipe Polimer	Nama Umumnya	Keperluan Untuk Perkerasan
SBS (<i>Styrene Butadiene Styrene</i>)	<i>Thermoplastic Rubber</i>	<i>Hotmix</i> , Pengisian retak
EVA (<i>Ethylene Vinyl Acetate</i>)	<i>Thermoplastic</i>	Daya tahan terhadap alur, seal, retak
<i>PolyEthylene;</i> <i>Polypropylene</i>	<i>Thermoplastic</i>	Daya tahan terhadap alur

Tabel 2.10 Tipe-tipe Polimer (Lanjutan)

Tipe Polimer	Nama Umumnya	Keperluan Untuk Perkerasan
SBR (<i>Styrene Butadiene Rubber</i>)	Karet Sintetis	Retak, alur
Karet Alam	Karet	Retak, alur

Sumber: Pusat Penelitian Bangunan Jalan dan Jembatan

Erliza dan Sutedja (1887), plastik dapat dikelompokkan atas dua tipe, yaitu *termoplastik dan termoset*. Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain *polyethylene, polypropylene, polystyrene dan polyvinyl chloride*. Sedangkan termoset adalah plastik yang tidak dapat dilunakan oleh pemanasan, seperti *formaldehid dan urea formaldehid*.

Suparna (2002), mengelompokkan beberapa jenis plastik yang biasa digunakan, yaitu:

1. *HDPE (High Density Polyethylene)* umumnya digunakan untuk botol susu cair, botol obat dan botol kosmetik.
2. *LDPE (Low Density Polyethylene)* digunakan untuk tutup plastik, plastik pembungkus daging dan berbagai jenis plastik tipis.
3. *PE (Polyethylene)*.
4. *PP (Polypropylene)* digunakan untuk membuat tutup botol dari plastik, mainan anak-anak dan wadah margarin.
5. *PS (Polystyrene)* digunakan untuk membuat garpu dan sendok plastik, tempat makan dari styrofoam dan tempat makan dari plastik yang transparan.
6. *Vinyl (Polyvinyl Chloride)*.

7. *PET (Polyethylene Terephate)* digunakan untuk botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, botol obat dan botol kosmetik.

Di Indonesia, limbah plastik sebagian besar dimanfaatkan kembali sebagai produk semula dengan kualitas yang lebih rendah. Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan konstruksi masih sangat jarang ditemui. Pada Tahun 1980 an, di Inggris dan Italia limbah plastik digunakan untuk membuat tiang telepon sebagai pengganti tiang-tiang kayu dan besi. Di Swedia limbah plastik dimanfaatkan sebagai bata plastik untuk membuat bangunan bertingkat, karena ringan serta lebih kuat dibandingkan dengan bata yang umum dipakai (Abdul Syukur, 2014).

Dalam penelitian ini menggunakan bahan aditif plastik jenis *Polypropylene (PP)*. plastik jenis *Polypropylene (PP)* akan digunakan plastik dengan mutu rendah yang memiliki karakteristik tingkat resistansi kimia yang sangat baik. Plastik bersifat termoplastik, memiliki densitas antara 0.910 - 0.940 g/cm³ , tidak reaktif pada temperatur kamar, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut dapat menyebabkan kerusakan. Memiliki percabangan yang banyak sehingga gaya antar molekulnya rendah.

Polypropylene merupakan bahan dasar plastik yang mempunyai rumus C₃H₆. *Polypropylene* merupakan salah satu dari thermoplastic polymers yaitu bahan-bahan yang akan menjadi lembek pada suhu tinggi dan menjadi keras pada suhu yang rendah . Sifat-sifat dari *polypropylene* adalah ringan, kuat, dan tahan terhadap sinar ultraviolet, pelapukan kelembaban, bahan pelarut (acid dan alkali) dan tahan karat serta tidak menimbulkan iritasi pada kulit dan mata. (P.T Sika Nusa Pratama).

Puslitbang Prasarana Transportasi (2001) menyatakan bahwa suatu alasan mengapa digunakan polymer untuk modifikasi aspal, karena aspal mempunyai keterbatasan sedangkan modifikasi dengan polymer menaikkan sifat-sifat secara nyata antara lain :

- a. Dapat digunakan dalam kondisi lalu lintas tinggi sehingga dapat mengurangi deformasi pada suhu tinggi, karena aspal+polymer mempunyai titik leleh lebih tinggi dari aspal biasa.
- b. Tahan terhadap gaya geser karena aspal plus polymer akan menaikkan ketahanan gaya geser, ini terutama pada penempatan atau tikungan.
- c. Dapat menaikkan umur pakai karena aspal makin tinggi kekentalan maka lapisan akan makin tebal.
- d. Tahan pada suhu tinggi, karena aspal+polymer mempunyai titik leleh yang tinggi lebih dari 500C sehingga polymer+aspal dapat menahan bleeding (tidak meleleh).

Menurut Suroso (2008), pencampuran plastik untuk menaikkan kinerja campuran beraspal ada dua cara yaitu cara basah dan cara kering:

- a. Cara basah (*wet process*) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, *mixer* kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.
- b. Cara kering (*dry process*) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran,

kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini lebih murah, dikatakan lebih murah karena tidak perlu ada aspal yang harus dikeluarkan dari tangki aspal di AMP apabila tangki aspal akan digunakan untuk keperluan pencampuran aspal dengan aspal konvensional. Selain lebih murah, cara kering ini juga lebih mudah karena hanya dengan memasukkan plastik dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (*mixer*). Kekurangan cara ini adalah harus benar-benar dapat dipertanggungjawabkan kehomogenan dan keseragaman kadar plastik yang dimasukkan/dicampurkan.

2.13 Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch. Nilai stabilitas minimal sebesar 600 kg dan nilai *flow* minimal 3 mm (Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal, 2018). 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* (Kelelehan)

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:

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

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

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:

$$VIM = \left(100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \% \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

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

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran.

G_{mb} = Berat jenis curah campuran padat.

5. Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*)

Hasil Bagi Marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelahan. Semakin tinggi nilai MQ, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan sedangkan nilai MQ yang terlalu rendah dapat berakibat alur dan bleeding. 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 :

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

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 kedap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dengan kata lain VFA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Semakin tinggi nilai VFA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedap air dan udara 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:

$$VFA = \left(\frac{100-(VMA-VIM)}{VMA} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

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

VMA = Rongga dalam agregat mineral

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

8. Indeks Kekuatan Sisa (IKS)

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

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

Keterangan:

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

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

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

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

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

$$Gmm = \frac{100}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pa}{Ga}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

Ps = Kadar agregat, % terhadap berat aspal beton padat

Pa = kadar aspal terhadap berat aspal beton padat, %

Gse = Berat jenis efektif dari agregat pembentuk aspal beton padat.

Ga = Berat jenis aspal

10. Berat jenis bulk aspal beton padat (Gmb)

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

$$Gmb = \frac{Bk}{Bssd - Ba} \dots\dots\dots (2.10)$$

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

2.14 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

Sebelum “Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis *Polypropylene (PP)* Pada Campuran *Aspal Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* Terhadap

Karakteristik Marshall” dilakukan, sebenarnya telah ada beberapa penelitian terdahulu yang cukup erat kaitannya dengan penelitian ini.

Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

Yusrizal Yahya (2019) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Analisis Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)*”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat – sifat fisik, karakteristik Marshall, Kadar Aspal Optimum dan proporsi dari komposisi campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* menggunakan bahan tambah plastik bekas jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)*. Plastik jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)* merupakan polimer yang bersifat fleksibel, kuat, kedap gas dan air, jernih. *PET* mempunyai kepadatan sekitar 1,35-1,38 gram/cm³ dan memiliki titik leleh 260°C, titik didih 350oC (terdekomposisi), modulus elastisitas 2800-3100 MPa dan kuat tarik 55-75 MPa. 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 Void In Mixture (VIM) 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. Kadar penambahan plastik optimum ditetapkan dari nilai parameter Marshall yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi dan dilihat dari nilai stabilitas tertinggi, yaitu pada kadar penambahan plastik sebesar 7,80%. Penambahan *PET* 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 flow naik sebesar 0,25 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 0,60%, rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 4,30% dan hasil bagi Marshall (Marshall Quotient) naik sebesar 4,50 kg/mm.

Gunaidi (2012) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dengan Menggunakan Plastik Bekas Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat”. Penelitian ini menggunakan plastik jenis *HDPE* sebagai bahan pengganti sebagian agregat pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC). Sebagai pengganti sebagian dari agregat dipergunakan plastik *HDPE* dengan variasi, 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% terhadap berat total agregat. Plastik dicacah dengan menggunakan mesin pencacah plastik, dan dipotong lebih lanjut dengan alat potong manual (berbentuk relatif/ mendekati kubikal) hingga mencapai ukuran 4,75 mm. Agregat yang diganti adalah agregat kasar. Penggantian material agregat dengan plastik dilakukan pada kadar aspal optimum (KAO), dengan substitusi berdasarkan volume. Diperoleh nilai KAO sebesar 5,9%. Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas tertinggi terjadi pada penggunaan kadar plastik 50% sebesar 875,1 kg

dan terendah pada kadar plastik 10% sebesar 527,0 kg. Nilai Flow tertinggi pada penggunaan kadar plastik 50% sebesar 7,11 mm dan terendah pada kadar 0% sebesar 3,43 mm. Sedangkan nilai MQ tertinggi pada penggunaan kadar plastik 0% dan terendah pada kadar plastik 10% masing-masing sebesar 251,7 kg/m dan 109,3 kg/m. Untuk nilai VMA tertinggi terjadi pada penggunaan kadar plastik 10% sebesar 20,3% dan terendah pada kadar plastik 0% sebesar 15,2%. Nilai VIM tertinggi pada penggunaan kadar plastik 50% dan terendah pada kadar plastik 0% masing-masing sebesar 12,6% dan 4,9%. Sedangkan nilai VFB tertinggi pada penggunaan kadar plastik 0% sebesar 67,9% dan terendah pada kadar 50% sebesar 37,3%. Pengurangan porositas dilakukan dengan peningkatan energi pemadatan menjadi 2x100 tumbukan. Penambahan sebanyak 25 tumbukan pada masing-masing sisi dilakukan pada campuran dengan variasi kadar plastik 50%. Dari hasil pengujian Marshall dan perhitungan, diperoleh data berupa nilai karakteristik meliputi nilai *stabilitas*, *Flow*, *Marshall Quotient*, VIM, VMA, dan VFB, yaitu masing-masing secara berturut-turut sebesar 1539,7 kg; 8,38 mm; 183,51 kg/mm; 8,8%; 16,6%; dan 47,2%.

Morino (2015) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Penggunaan Pasir *Tailing* Sisa Galian Tambang Sebagai Agregat Halus Pada Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) Dengan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Sebagai Bahan Tambah (*Additive*)”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall dengan menggunakan pasir *tailing* sebagai agregat halus dan *Low Density Polyethylene* sebagai bahan tambah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini

berupa pengujian laboratorium, melalui pengujian Marshall tahap 1 dan 2. Pengujian tahap 1 ditujukan untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) dari komposisi yang direncanakan dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8%. Pengujian tahap 2 dilakukan menggunakan komposisi dan KAO yang diperoleh dari tahap 1 terhadap variasi bahan tambah 2%, 4%, 6% dan 8%. Berdasarkan hasil penelitian material yang digunakan diperoleh komposisi campuran dengan proporsi batu pecah 1-2 sebesar 32%, Batu pecah 1-1 sebesar 45% dan pasir *tailing* sebesar 23%. Dari pengujian Marshall 1 diperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,6%. Penambahan *LDPE* 2%, 4%, 6% dan 8% menghasilkan nilai stabilitas 369,179 kg, 600,372 kg, 605,845 kg dan 616,459 kg (memenuhi persyaratan). Penambahan *LDPE* mampu meningkatkan nilai stabilitas campuran *split mastic asphalt*.

Frengki Hartono Sitorus (2018) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Peralasan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall”. Penelitian ini menggunakan plastik jenis *LDPE* sebagai bahan tambah campuran aspal beton lapis aus (AC-WC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan plastik terhadap peningkatan karakteristik campuran bersapal AC-WC dengan aspal pen 60/70 dan pengaruh penambahan plastik terhadap nilai marshall. Pada campuran AC – WC biasanya hanya menggunakan campuran agregat dan aspal panas, pada penelitian ini ditambahkan bahan plastik *LDPE* sebagai bahan tambah pengganti Aspal dengan tujuan apabila menunjukkan hal positif dapat digunakan di jalan Indonesia dan sekaligus menjadi salah satu solusi sampah plastik di Indonesia. Sebelum dilakukan pengujian Marshall dan durabilitas pada campuran dilakukan

persiapan bahan dan pengujian materialnya, setelah semua memenuhi standart dilakukan pencetakan benda uji dengan kadar aspal 6,0% dari total campuran Benda uji tersebut dibuat dalam 3 variasi yaitu dengan menggunakan 100% Aspal, ditambah 4% plastik *LDPE* dan 6% plastik *LDPE* kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 2 x 75. Hasil pengujian Marshall menunjukkan stabilitas rata – rata tanpa penambahan plastik sebesar 4004,316 kg dan pelelehan rata-rata 3,10 mm penambahan plastik sebanyak 4% menghasilkan stabilitas rata – rata 4637,348 kg dan pelelehan rata – rata 2,92 mm penambahan plastik sebanyak 6% menghasilkan stabilitas rata – rata 4670,814 kg dan pelelehan rata – rata 2,79 mm. Setelah dilakukan pengujian Marshall di dapatkan hasil bahwa pada penambahan plastik jenis *Low Density Poliethylene* sebanyak 4% dapat digunakan untuk campuran AC – WC namun untuk penambahan 6% sudah menunjukkan nilai pelelehan yang terlalu kecil dan tidak dapat digunakan untuk lapisan AC – WC.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, yaitu untuk menganalisis penggunaan Batu Pecah dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas pada campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-Wearing Course*). Dalam penelitian di laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi campuran Lataston Lapis Aus (*HRS-Wearing Course*) yang memenuhi spesifikasi. Data yang dihasilkan digunakan untuk perancangan campuran, selanjutnya dibuat benda uji (briket) untuk dilakukan uji *Marshall* sehingga diketahui karakteristik campuran tersebut.

3.2 Pengambilan Material

Material berupa Agregat berasal dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas Desa Provinsi Kalimantan Tengah, selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat.

3.3 Pengambilan Data Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 45 buah. 45 buah briket/benda uji tersebut terdiri dari 3 macam komposisi dan masing-masing komposisi terdiri dari 5 variasi kadar aspal. Tiap variasi kadar aspal tersebut dibuat 3 buah briket/benda uji. Pembuatan dan pengujian briket/benda uji ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Agregat yang digunakan berasal dari desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat adalah aspal dengan penetrasi 60/70.

3.5 Alat-Alat Penelitian

1. Alat – alat untuk pemeriksaan sifat – sifat fisik agregat.

- a. Pemeriksaan gradasi agregat

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,2% dari benda uji, berguna untuk menimbang bahan.
- 2) Satu set saringan meliputi saringan dengan ukuran 19 mm (3/4”), 12,5 mm (1/2”), 9,5 mm (3/8”), No.8, No.30, No.200.
- 3) Oven, mesin pengguncang saringan, stop watch, talam-talam, kuas, sikat, sendok dan alat-alat lainnya.

- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

- 1) Berat jenis dan penyerapan agregat 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 mengayak dari sisa air.
 - b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, berguna untuk merendam bahan uji.
 - c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang. Berguna untuk menimbang bahan yang akan diuji.
 - d) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, dan alat pemisah contoh dan saringan No. 4.
- 2) Berat jenis dan penyerapan agregat halus
- Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:
- a) Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih, piknometer dengan kapasitas 500 ml, kerucut terpancung dengan diameter (90 ± 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 mengisikan benda uji.
 - b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 1) kg dengan diameter permukaan penumbuk

(25 ± 3) mm. Berguna untuk memadatkan benda uji yang dimasukkan ke dalam kerucut terpancung.

- c) Saringan No. 4, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), stop watch dan lap bersih.

c. Pengujian keausan agregat kasar

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

- 1) Mesin abrasi Los Angeles dan bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah. Pengujian ini 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 *equivalent* dan larutan standar.
Berguna untuk mengetahui kadar lempung yaitu dengan

memasukan bahan ke dalam tabung *sand equivalent*, kemudian dimasukan larutan standar.

- 2) Talam, saringan No. 4, sumbut karet gabus, corong dan stop watch. Talam berfungsi sebagai tempat menaruh sampel, saringan No. 4 sebagai pemeriksaan ini untuk agregat yang lolos saringan No. 4, karet gabus berfungsi sebagai penutup tabung *sand equivalent* ketika dikocok dan stop watch berfungsi sebagai pengukur waktu ketika tabung tabung *sand equivalent* dikocok.

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 bebas 45,7 cm. Berfungsi untuk menumbuk benda uji dengan ketinggian yang telah ditentukan.
- 4) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu dan dilapisi dengan pelat baja.

- 5) Oven dengan pengatur suhu, kompor, timbangan, wajan, talam-talam, sendok pengaduk, termometer, kertas saring dan sarung tangan.

b. Pemeriksaan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan yang dilengkapi dengan keranjang penggantung berkapasitas 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 Cara Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis pemeriksaan dan pengujian terhadap agregat dan benda uji (briket).

3.6.1 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.

3.6.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat

Peralatan yang digunakan adalah: timbangan, satu set saringan, oven, alat pemisah contoh, mesin pengguncang saringan, stop watch, talam, kuas sikat, sendok dan lain-lain.

Adapun langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut:

- a. Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap selama ± 24 jam
- b. Sampel ditimbang sesuai kebutuhan masing-masing 1 kg untuk agregat kasar, agregat halus dan pasir (khusus untuk kombinasi, sampel

ditimbang masing-masing 500 gram dari masing-masing asal lokasi agregat, kemudian dicampur menjadi 1 kg).

- 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 $\pm 110^{\circ}\text{C}$.
- 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, kemudian diamkan selama ± 5 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.

3.6.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat dibagi atas:

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pemeriksaan ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering dipermukaan jenuh atau *saturated surface dry* (SSD), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan agregat kasar. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan 1” dan tertahan saringan No. 4. Adapun prosedur pelaksanaan dari pemeriksaan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang sampel kering oven seberat 5 kg.
- 2) Cuci sampel sampai bersih dengan hati-hati supaya tidak ada yang terbang.
- 3) Keringkan sampel dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ 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/anginkan sampai sampel kering permukaan jenuh.
- 7) Timbang sampel kering permukaan jenuh dan catat beratnya sebagai (Bj).
- 8) Timbang sampel dalam air dan catat beratnya sebagai (Ba).

Perhitungan berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini:

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

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

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

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

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh atau *saturated surface*

dry (SSD), berat jenis semu (*apparent*) dan penyerapan air agregat halus. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan No. 4. 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) Tebarkan 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 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 sampel dan keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam. Keluarkan sampel dalam oven, dinginkan kemudian ditimbang (Bk).
- 13) Isi piknometer dengan air suling sampai batas kalibrasi dan timbang (B).

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

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

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

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

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

3.6.4 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Dalam penelitian ini jenis gradasi yang digunakan adalah kelas B dimana banyaknya sampel terdiri dari 2500 gram agregat yang lolos saring dengan ukuran 3/4'' dan tertahan saringan 1/2'' dan 2500 gram agregat yang

lolos saringan 1/2'' dan tertahan saringan 3/8''. Jumlah bola baja yang digunakan adalah sebanyak 11 buah.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Timbang sampel secukupnya kemudian dicuci sampai bersih.
2. Keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
3. Timbang sampel sesuai gradasi/spesifikasi yang digunakan.
4. Masukkan sampel ke dalam mesin Los Angeles.
5. Masukkan bola-bola baja sesuai dengan spesifikasi yang digunakan.
6. Putar mesin Los Angeles dengan jumlah putaran 500 kali.
7. Keluarkan sampel dalam molen, kemudian saring dengan saringan No. 12.
8. 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.
9. 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 :

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

Keterangan :

a = berat total sampel semula (5000 gram)

b = berat sampel yang tertahan saringan No.12

3.6.5 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:

$$P = Aa + Bb + Cc + Dd \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

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

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

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

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

Adapun urutan perencanaan campuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan proporsi campuran terhadap total agregat.
- b. Dari hasil perhitungan proporsi campuran, selanjutnya dilakukan dengan variasi kadar aspal (5 variasi kadar aspal) yaitu dengan tiga kadar aspal di atas dan dua kadar aspal di bawah dari berat total campuran.
- c. Membuat benda uji (briket) untuk setiap campuran (untuk 1 variasi dibuat 3 buah briket) dengan cara dicetak dan ditumbuk dengan alat khusus.

- d. Pemeriksaan benda uji meliputi: keadaan campuran, berat isi campuran, besarnya pori/rongga dalam campuran (*voids in mixture*, VIM), besarnya pori/rongga yang terisi aspal (*voids filled bitumen*, VFB), kekuatan (*stability*) campuran dan besarnya keelehan (*flow*).

3.6.6 Penentuan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat

Dari data hasil pemeriksaan gradasi agregat yang dilakukan dengan menggunakan analisa saringan, akan digunakan untuk merencanakan proporsi campuran agregat yang memenuhi persyaratan.

Dalam penelitian ini, ada 2 (dua) cara perhitungan yang digunakan dalam menentukan proporsi campuran, yaitu:

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

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

3.6.7 Pembuatan Benda Uji

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

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

a. Persiapan campuran

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

b. Pemadatan benda uji

- 1) Bersihkan cetakan benda uji, oleskan dengan pelumas, diletakkan kertas saring di dasarnya dan bersihkan bagian muka penumbuk.
- 2) Masukkan campuran ke dalam cetakan benda uji (*mold*), kemudian tusuk-tusuk campuran dengan spatula sebanyak 15 kali pada

keliling pinggirnya dan 10 kali pada bagian tengah. Waktu dipadatkan suhu campuran harus dalam batas suhu pemadatan $(140\pm 15)^{\circ}\text{C}$.

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

3.6.8 Pemeriksaan Benda Uji (Tes Marshall)

Pemeriksaan benda uji 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.

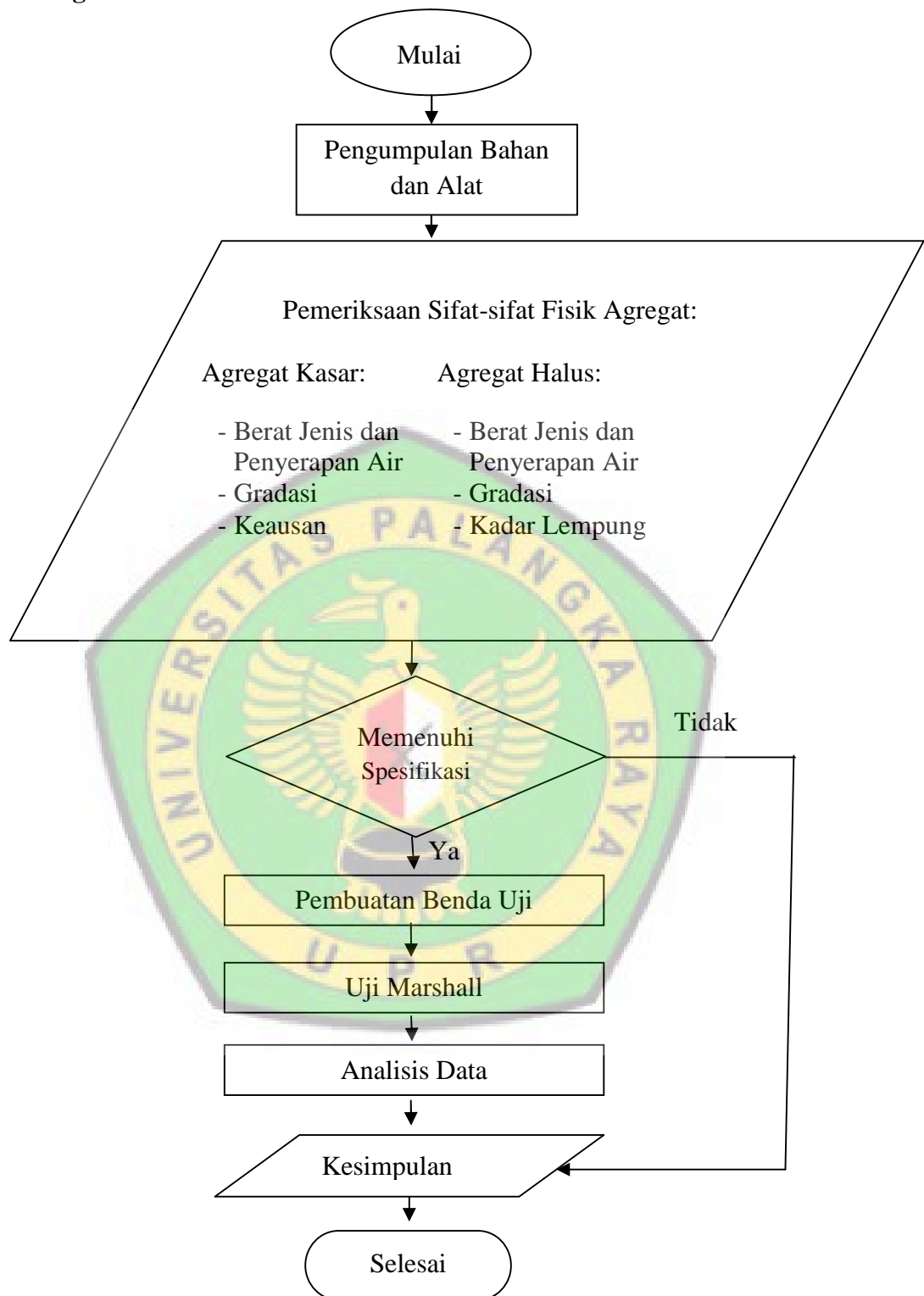
b. Pelaksanaan pengujian

- 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 kedalam 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 kelelehan (*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 alat Marshall.
- 10) Selanjutnya nilai pembacaan stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dalam tabel perhitungan Test Marshall.



3.7 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga
- Desriantomy. (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Rahmattullah (2018), *Analisis Perbandingan Pasir Sungai Tabalong dan Pasir Sungai Barito untuk Campuran Hot Rolled Sheet-WC (HRS WC)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Setiawan, H. (2018), *Kajian Penggunaan Batu Pecah Dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas Sebagai Agregat Pada Campuran HRS-Base (Hot Rolled Sheet - Base)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Sukirman, S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Wahyudi (2008), *Penggunaan Batu Kali Dari Desa Gunung Karasik Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.



Lampiran 1: Kerangka Acuan (*Outline*) Tugas Akhir

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Rumusan Masalah
- 1.3 Tujuan Penelitian
- 1.4 Manfaat Penelitian
- 1.5 Batasan Masalah
- 1.6 Lokasi Pengambilan Material

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1 Perkerasan Jalan Raya
- 2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan komponennya
- 2.3 Fungsi Lapisan Perkerasan
- 2.4 Jenis Campuran Aspal Beton
- 2.5 Lastaton (Lapis Tipis Aspal Beton)
- 2.6 Bahan Penyusun Campuran Beton Aspal.
 - 2.6.1 Agregat Kasar
 - 2.6.2 Agregat Halus
 - 2.6.3 Bahan Pengisi (*Filler*)
 - 2.6.4 Aspal
- 2.7 Spesifikasi Campuran Lastaton Lapis Aus (*HRS-WC*)
- 2.8 Metode Perencanaan Campuran
- 2.9 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

BAB III METODE PENELITIAN

- 3.1 Umum
- 3.2 Pengambilan Material
- 3.3 Pengambilan Data Sampel
- 3.4 Bahan Penelitian
- 3.5 Alat-alat Penelitian
- 3.6 Cara Penelitian

3.6.1 Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

3.6.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat

3.6.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

3.6.4 Pengujian Keausan Agregat Kasar

3.6.5 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

3.6.6 Penentuan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat

3.6.7 Pembuatan Benda Uji

3.6.8 Pemeriksaan Benda Uji (Tes Marshall)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

4.2 Analisis

4.3 Pembahasan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

5.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Lampiran 2: Rencana Jadwal Penelitian dan Penyelesaian Tugas Akhir

No	Kegiatan																
		Jun-19				Juli-2019				Aug-19				Sep-19			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
1.	Tahap Persiapan Penelitian																
	a. Persetujuan Judul																
	b. Penyusunan Proposal																
	c. Seminar Proposal																
	d. Perijinan Penelitian																
2.	Tahap Pelaksanaan																
	a. Pengumpulan Bahan dan Alat																
	b. Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat																
	c. <i>Mix Design</i>																
	d. Pembuatan Benda Uji																
	e. Uji Marshall																
	f. Analisis Data																
3.	Tahap Penyelesaian																
	a. Penyusunan Laporan																
	b. Seminar Hasil																
	c. Ujian Akhir																

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Kajian Teknis Penggunaan Batu Pecah Sebagai Agregat Pada Campuran *HRS-WC* (Studi Kasus Batu Pecah Dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas)” dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan Gradasi (Analisa Saringan), Berat jenis dan penyerapan, dan Keausan (Abrasi) untuk Agregat dari Desa Tajah Antang semuanya memenuhi Spesifikasi sehingga dapat digunakan sebagai material campuran pembentuk Lataston Lapis Aus *HRS-WC*.
2. Berdasarkan hasil pengujian Marshall terhadap beberapa komposisi yang direncanakan diperoleh hasil sebagai berikut :
 - a. Komposisi I (Agregat Kasar = 37% ,Abu Batu= 63% dan Variasi Kadar Aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%), menunjukkan Nilai hasil bagi Marshall (MQ) terjadi pada nilai Kadar Aspal 8% yaitu sebesar 258,327 kg/mm, sedangkan nilai hasil bagi Marshall terendah terjadi pada nilai Kadar Aspal 6% yaitu sebesar 222,628 kg/mm.
 - b. Komposisi II (Agregat Kasar = 39%, Abu Batu= 61% dan Variasi Kadar Aspal 6,5%, 7%, 7,5%, 8% dan 8,5%), menunjukkan Nilai hasil bagi Marshall (MQ) tertinggi terjadi pada nilai Kadar Aspal 8,5% yaitu sebesar 256,816 kg/mm, sedangkan nilai hasil bagi Marshall

terendah terjadi pada nilai Kadar Aspal 6,5% yaitu sebesar 227,959 kg/mm.

- c. Komposisi III (Agregat Kasar = 35%, Abu Batu= 65% dan Variasi Kadar Aspal 7%, 7,5%, 8% dan 8,5% dan 9%) Nilai hasil bagi Marshall (MQ) tertinggi terjadi pada nilai Kadar Aspal 8% yaitu sebesar 252,542 kg/mm, sedangkan nilai hasil bagi Marshall terendah terjadi pada nilai Kadar Aspal 9% yaitu sebesar 234,360 kg/mm.

3. Hasil penelitian terhadap Parameter Marshall diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Komposisi I dengan variasi kadar aspal 6,0 %, 6,5%, 7,0%, 7,5% dan 8,0% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 7,65 %.
- b. Komposisi II dengan variasi kadar aspal 6,5%, 7%, 7,5%, 8% dan 8,5% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 8,05%.
- c. Komposisi III dengan variasi kadar aspal 7%, 7,5%, 8% dan 8,5% dan 9% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 7,93 %.

4. Berdasarkan nilai parameter Marshall yang didapat dari Kadar Aspal Optimum (KAO) masing-masing komposisi adalah sebagai berikut: Komposisi I nilai KAO sebesar 7,65% ,Stabilitas sebesar 791 kg, *Flow* sebesar 3,20 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,60%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 79,00%, hasil bagi Marshall 252 kg/mm dan berat isi sebesar 2,315 gram/cm³. Komposisi II nilai KAO sebesar 8,05% ,Stabilitas sebesar 795 kg, *Flow* sebesar 3,10 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,20%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 81,00%, hasil bagi Marshall 251 kg/mm dan berat isi sebesar 2,320 gram/cm³. dan Komposisi III nilai KAO sebesar 7,93% ,Stabilitas

sebesar 799 kg, *Flow* sebesar 3,30 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,25%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 81,00%, hasil bagi Marshall 250,5 kg/mm dan berat isi sebesar 2,310 gram/cm³

5.2 Saran

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

1. Dari hasil perencanaan Campuran HRS – WC (Hot Rolled Sheet -Wearing Course) ini disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada jenis perkerasan yang lain dan pada dasarnya diharapkan dapat menghasilkan suatu lapis perkerasan yang baik dan memenuhi spesifikasi. Penelitian ini bisa dikembangkan kembali dengan menggunakan agregat dari lokasi yang berbeda khususnya di Kalimantan Tengah untuk meningkatkan potensi Sumber Daya Alam yang ada.
2. Penelitian ini sifatnya masih terbuka untuk mengadakan penelitian kembali dengan menambah jumlah komposisi campuran untuk mendapatkan komposisi yang terbaik dan dapat juga dilanjutkan dengan jenis perkerasan lentur yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2020), *Kecamatan Rungan Barat Dalam Angka (2020)*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Mas
- Anonim (2018), *Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga
- Desriantomy. (2007), *Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Rahmattulah (2018), *Analisis Perbandingan Pasir Sungai Tabalong dan Pasir Sungai Barito untuk Campuran Hot Rolled Sheet-WC (HRS WC)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Setiawan, H. (2018), *Kajian Penggunaan Batu Pecah Dari Desa Tajah Antang Kabupaten Gunung Mas Sebagai Agregat Pada Campuran HRS-Base (Hot Rolled Sheet - Base)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Sukirman, S. (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Wahyudi (2008), *Penggunaan Batu Kali Dari Desa Gunung Karasik Kabupaten Barito Timur Sebagai Agregat Pada Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.

