

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KARET ALAM (LATEKS) PADA
CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE DARI SEGI TEKNIS DAN BIAYA**

Oleh

RAWO

NIM. DAB 113 087



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

SKRIPSI

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KARET ALAM (LATEKS) PADA CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE DARI SEGI TEKNIS DAN BIAYA

Oleh

RAWO
NIM. DAB 113 087

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Skripsi

Palangka Raya, November 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

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

DEWANTORO, S.T., M.T.
NIP. 19760502 200312 1 002

Mengetahui:

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

Dr. Rudi Waluyo, S.T, M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

BIODATA PENULIS



Data Pribadi

Nama : RAWO
NIM : DAB 113 087
Tempat, Tgl lahir : Pegatan, 21 Juli 1994
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Agama : Kristen
Alamat : Jl. Tjilik Riwut Km.85
No. Telp/Hp : 082250202066
Email : rawogunter13@gmail.com
Alamat Asal : Jl. Jl. Tjilik Riwut Km.85, Desa Bukit Batu, Kecamatan Cempaga Hulu,
Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan tengah.

Riwayat Pendidikan

SD : SDN 1 Pundu (2000-2006)
SLTP : SMP Negeri 2 Cempaga (2006-2009)
SLTA : SMA Negeri 1 Cempaga Hulu (2010-2013)
S-1 : Jurusan / Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya (2013-2020)

Data Orang Tua

Nama Ayah : GUNTER DJ. B. SAWUNG (Alm.)
Pekerjaan Ayah : -
Nama Ibu : SUMIYATI
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga (IRT)
Alamat : Jl. Tjilik Riwut Km.85, Desa Bukit Batu, Kecamatan Cempaga Hulu,
Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan tengah.
Judul Skripsi : PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KARET ALAM
(LATEKS) PADA CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE
DARI SEGI TEKNIS DAN BIAYA.

Palangka Raya, November 2020
Penulis,

RAWO
DAB 113 087

Nama	:	RAWO	
NIM	:	DAB 113 087	
Jumlah SKS yang dicapai	:	153	→ (a)
Indeks Prestasi Kumulatif (IPK)	:	2,79	→ (b)
Nilai Ujian Skripsi x sks (score)	:	→ (c)
*A=4; B+ = 3,5; B = 3; C+ = 2,5; D = 0; E =0			
Nilai TA x sks	(c x 4)	= x 4 = → (d)
Jumlah SKS (a) + Skripsi (4 sks)	:	153 + 4 = 157	→ (e)
IPK akhir	$\frac{(a \times b) + d}{c}$	=	$\frac{(153 \times 2,79) + d}{157}$
		=

Catatan :

Semua berkas ujian Skripsi dipegang oleh ketua sidang (pembimbing 1) dan diserahkan langsung ke jurusan melalui sekretariat jurusan dan dimohon paling lambat 2 hari setelah ujian agar dapat diproses lebih lanjut untuk persiapan SK YUDISIUM

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat pendapat ataupun karya yang pernah ditulis atau ditebitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terdapat plagiat ataupun pelanggaran Hak Cipta yang secara sengaja saya lakukan di dalam Skripsi/Naskah Ilmiah ini, saya siap menerima sanksi sesuai undang-undang yang berlaku dan siap dicabut gelar sarjana yang saya peroleh.

Palangka Raya, November 2020

RAWO
NIM. DAB 113 087

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat pendapat ataupun karya yang pernah ditulis atau ditebitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terdapat plagiat ataupun pelanggaran Hak Cipta yang secara sengaja saya lakukan di dalam Skripsi/Naskah Ilmiah ini, saya siap menerima sanksi sesuai undang-undang yang berlaku dan siap dicabut gelar sarjana yang saya peroleh.

Palangka Raya, November 2020

RAWO
NIM. DAB 113 087

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala Puji dan Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan penyertaan selama ini sehingga saya masih diberi kesehatan dan kesempatan untuk menyelesaikan Skripsi saya. Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang sudah memberikan kasih sayang kepada saya dan selalu memotivasi saya agar tidak pernah menyerah dengan segala kekurangan yang ada. Teruntuk Ayah, walaupun pada saat yang berbahagia ini Ayah sudah berpulang ke sorga tapi saya yakin Ayah sudah tenang bahkan sangat tenang disana sebab cita-cita Ayah sudah berhasil saya wujudkan yaitu Ayah ingin kalau semua anak-anaknya harus mendapat gelar sarjana, bahkan hingga saat terakhir Ayah pun masih tetap bekerja keras untuk membantu studi saya baik itu dari materi dan moril. Pada kesempatan ini juga saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya juga kepada Ibunda saya tercinta, saya percaya berkat do'a seorang Ibu saya bisa seperti sekarang. Semoga dengan apa yang saya capai pada saat ini bisa mengobati sedikit kesedihan Ibu. Kepada saudaraku Rando Gunter dan Rukiyah, saya juga ingin menyampaikan banyak terimakasih atas segala bantuannya selama ini yang tidak pernah mengeluh untuk membantu membiayai studiku hingga saat ini.

Saya juga berterima kasih banyak kepada Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. yang selama saya menempuh pendidikan di Fakultas Teknik ini sudah banyak membantu baik itu sebagai dosen pembimbing I Skripsi maupun sebagai Dekan Fakultas Teknik, dan Saya juga berterima kasih banyak kepada Bapak Dewantoro S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik dan Dosen Pembimbing II Skripsi saya. Kepada tim Dosen Pembahas Skripsi, Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. , Ibu Veronika Happy P, S.T., M.T. dan Bapak Apria B.P Gawei, S.T., M.T. atas masukan dan sarannya selama proses penulisan Skripsi saya ini semoga berkat Tuhan Yesus Kristus selalu menyertai keluarga Bapak dan Ibu sekalian.

Dan yang terakhir saya mengucapkan terima kasih kepada GMKI Cabang Palangka Raya, sahabat-sahabat Teknik Sipil angkatan 2013, kepada Staf Jurusan Teknik Sipil, dan semua orang yang sudah membantu saya selama ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

RINGKASAN

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KARET ALAM (LATEKS) PADA CAMPURAN ASPAL PANAS HRS BASE DARI SEGI TEKNIS DAN BIAYA, Rawo, DAB 113 087, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Indonesia merupakan negara penghasil karet nomor dua terbesar didunia setelah Thailand. Pada tahun 2017, luas areal perkebunan karet Indonesia tercatat 3,66 juta hektar (Ha) dengan produksi karet pada tahun 2017 adalah 3,68 juta ton. Sekitar 85% masih di ekspor dalam bentuk karet mentah dan sisanya untuk konsumsi dalam negeri. Bertolak dari upaya meningkatkan penyerapan karet alam dalam negeri dan kebutuhan aspal kinerja tinggi, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan (Pusjatan) melakukan litbang mengenai karet alam sebagai modifier aspal sejak 2007.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan karet alam (lateks) yang memiliki kadar karet kering minimum (KKK 60%) pada campuran aspal panas jenis *HRS-Base* baik itu dari segi pengujian *Marshall* hingga pada pengaruh penggunaan karet alam (lateks) terhadap biaya bahan dari campuran. Untuk mengetahui sejauh mana penggunaan karet pada campuran *HRS-Base* tersebut dapat berpengaruh pada karakteristik campuran *HRS-Base* dengan menggunakan agregat yang diambil dari Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah.

Karet yang digunakan terlebih dahulu dikeringkan hingga didapatkan kadar karet kering sebesar 60%. Untuk mempermudah pencampuran, karet tersebut terlebih dahulu dihiris kecil agar mempermudah proses tercampurnya aspal dan karet.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh bahwa karakteristik campuran *Hot Rolled Sheet base (HRS-Base)* pada komposisi I (karet 0%) Hasil dari pengujian *Marshall* pada Komposisi I menunjukkan bahwa pada Kadar Aspal 6,5% dan 7%, campuran aspal tersebut memenuhi Spesifikasi terhadap semua parameter *Marshall*. Komposisi II (karet 3%) menunjukkan bahwa pada kadar aspal 6,5%, 7%, dan 7,5% memenuhi Spesifikasi terhadap semua parameter *Marshall*, Sedangkan pada Komposisi III (karet 5%) tidak ada yang memenuhi spesifikasi parameter *Marshall*, sehingga yang akan diambil sebagai sampel perbandingan adalah komposisi I dan komposisi II dengan masing-masing kadar aspal 7%. Dari hasil analisis biaya pada bahan, pada komposisi I diperoleh harga sebesar Rp 1.617.422/m³, sedangkan dari hasil analisis biaya bahan pada komposisi II diperoleh harga sebesar Rp.1.613.302/m³. Dengan demikian dapat disimpulkan penggunaan karet (lateks) pada komposisi II dapat mereduksi harga dari aspal pada

campuran *HRS-Base* sebesar Rp.4.120/m³ atau 0,27% terhadap total campuran komposisi I.

Kata kunci : Karet Alam (lateks), HRS-Base, Biaya Bahan

SUMMARY

INFUENCE USE RUBBER MATERIAL NATURE (LATEX) ON MIXED ASHPALT HEAT HRS BASE FROM TECHNICAL AND COST.

Rawo, DAB 113 087, Major Civil Engineering Study Program, faculty of engineering, Palangka Raya Umiversity.

Indonesia is the second largest rubber producing country inte word after Thailand. In 2017, the total area of Indonesian rubber plantations was 3,66 million hectares (Ha) with rubber production in 2017 being 3,68 million tons. Around 85% is still exported in the from of raw rubber and the rest is for domestic consumption. Based on efforts to increase the absorption of natural rubber in the country and the need for high performance asphalt, Indonesia's Road and Research Center has been conducting research and development on natural rubber as an original modifier since 2007.

This study aims to determine the effect of the use of natural rubber (latex) which has a minimum dry rubber content (KKK 60%) in the hot asphalt mix type HRS-Base both in terms of testing Marshall to the effect of the use of natural rubber (latex) on the material costs of the mixture. To find out the extent of the use of rubber in the HRS-Base mixture can effect the characteristics of the HRS-Base mixture by using an aggregate taken from Kuala Kurun sub-district, Gunung Mas district, Central Kalimantan.

The rubber used is dried first until the dry rubber concent is 60%. To facilitate mixing, the rubber is first sliced down to facilitate the mixing process of asphalt and rubber.

Based on the results of research conduction obtained that the characteristics of a mixture of Hot Rolled Sheet Base (HRS-Base) on composition I (0% rubber) the results of the Marshall test on composition I showed that at asphalt levels of 6,5% and 7%, the asphalt mixture fulfilled the spesifications address all Marshall parameters. Composition II (3% rubber) shows that at asphalt levels of 6,5%, 7%, and 7,5% mee the spesifications for all Marshall paremeters, while in composition III (5% rubber) none of which meet the marshall parameter specifications, so that what will be taken as a comparison sample is composition I dan composition II with 7% each asphalt content. The results of the cost analysis of materials, in composition I the price was IDR 1.617.422/m³, while the result of the analysis of material costsin composition II obtained a price IDR 1.613.302/m³. Thus it can be concluded the use of rubber (latex) in composition II can reduce the price of asphalt in the HRS-Base mixture by IDR 4.120/m³ or 0,42% of the total mixture composition I.

Key word : Natural Rubber (latex) ,HRS-Base, Material Costs

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya sehingga dapat diseminarkan.

Skripsi dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN KARET ALAM (LATEKS) PADA CAMPURAN ASPAL PANAS *HRS BASE* DARI SEGI TEKNIS DAN BIAYA”** disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak lupa diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing I Skripsi.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Tatau Wijaya, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.T.P., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembahas I Skripsi.
6. Bapak Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembahas II Skripsi.
7. Bapak Apria B. P. Gawei , S.T., M.T. selaku Ketua KBK Manajemen dan Rekayasa Konstruksi dan Dosen Pembahas III Skripsi..
8. Bapak Dewantoro, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing II Skripsi.
9. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

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

Palangka Raya, November 2020

RAWO
NIM. DAB 113 087

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil karet nomor dua terbesar didunia setelah Thailand. Pada tahun 2017, luas areal perkebunan karet Indonesia tercatat 3,66 juta hektar (Ha) dengan produksi karet pada tahun 2017 adalah 3,68 juta ton. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Tahun 2018 (Buku Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2017-2019 Karet), di Provinsi Kalimantan Tengah produksi karet diperkirakan mencapai 155,2 ribu ton dengan luas areal perkebunan karet mencapai 280,3 ribu hektar. Produksi karet dalam negeri sekitar 85% masih di ekspor dalam bentuk karet mentah dan sisanya untuk konsumsi dalam negeri. Rendahnya permintaan ekspor karet mentah menyebabkan kelebihan suplai dalam negeri sehingga harga karet turun drastis. Salah satu upaya untuk menstabilkan harga karet adalah dengan meningkatkan konsumsi domestik. Untuk mendukung hal tersebut maka Kementerian PUPR melalui Pusjatan Balitbang dan Kementerian Perindustrian berupaya untuk memanfaatkan karet alam dalam bidang infrastruktur, salah satunya sebagai bahan tambah untuk aspal (aspal karet).

Bertolak dari upaya meningkatkan penyerapan karet alam dalam negeri dan kebutuhan aspal kinerja tinggi, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan (Pusjatan) melakukan litbang mengenai karet alam sebagai modifier aspal sejak 2007. Penelitian

aspal karet merupakan salah satu penelitian yang dilakukan Pusjatan dalam memanfaatkan Karet alam yang digunakan adalah karet alam (lateks) yang memiliki minimum kadar karet kering 60% (KKK 60), dan diharapkan dengan penggunaan sumber daya lokal untuk campuran perkerasan jalan akan membuat biaya lebih efisien.

Salah satu jenis aspal yang sering digunakan adalah *HRS (Hot Rolled Sheet)* atau Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton). Karakteristik utama HRS adalah mempunyai gradasi senjang. HRS ini biasanya digunakan sebagai lapis permukaan jalan untuk lalu lintas. Secara umum pada campuran HRS terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, dan bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos pada saringan No.200 (0,075 mm). Biasanya dalam bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah *portland cemen (PC)*, abu batu, dan abu terbang (*fly ash*). Karakteristik *Filler* pada campuran perkerasan jalan adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga agregat kasar/sedang untuk mengurangi besarnya rongga, meningkatkan daya aspal beton, dan meningkatkan kerapatan maupun stabilitas campuran.

Karet alam yang masih alami adalah bahan tambahan untuk campuran *Hot Rolled Sheet base (HRS-Base)*, diharapkan dengan menambahkan campuran karet alam kedalam konstruksi perkerasan jalan dapat memberikan banyak keuntungan, diantaranya dari biaya bahan untuk campuran. Melalui penelitian ini pula diharapkan dapat memberikan informasi awal bagaimana pengaruh penggunaan karet sebagai

campuran terhadap biaya bahan untuk campuran *HRS-Base* menggunakan campuran karet dengan biaya bahan *HRS-Base* tanpa menggunakan campuran.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dikemukakan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah penggunaan agregat dari Kecamatan Kurun dapat memenuhi spesifikasi sifat-sifat fisik agregat dan apakah karet yang digunakan sebagai bahan pengganti aspal sudah memenuhi kadar karet kering 60% (KKK 60)?
2. Berapakah kadar karet alam (lateks) yang sesuai pada campuran *HRS-Base* supaya dapat memenuhi spesifikasi ?
3. Apakah penggunaan karet alam (lateks) pada campuran *HRS-Base* memberikan pengaruh terhadap biaya dari campuran *HRS-Base* tanpa menggunakan karet ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik agregat dan pemeriksaan kadar karet kering sebagai campuran aspal jenis *Hot Rolled Sheet base (HRS-Base)*.
2. Untuk mendapatkan berapa kadar karet alam yang memenuhi spesifikasi pada campuran *HRS-Base*.
3. Mengetahui dan membandingkan biaya bahan campuran aspal jenis *HRS-Base* dengan menggunakan campuran karet alam (lateks) dan *HRS-Base* tanpa menggunakan karet.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman maupun gambaran mengenai pengaruh penggunaan karet alam pada perkerasan campuran *HRS-Base*.
2. Untuk mengetahui nilai uji *Marshall* dengan penggunaan karet alam pada campuran perkerasan *HRS-Base* dan mencari nilai KAO dari masing-masing Komposisi.
3. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan karet (lateks) terhadap biaya campuran *HRS-Base*.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini adalah skala laboratorium.
2. Analisa biaya hanya terhadap harga satuan bahan.
3. Jenis campuran aspal yang dikaji adalah *Hot Rolled Sheet base (HRS-Base)*.
4. Agregat yang digunakan berasal dari Kec.Kuala Kurun, Kab. Gunung Mas.
5. Dalam penelitian ini tidak menggunakan material semen.
6. Karet yang digunakan sebagai campuran diambil dari Desa Pundu Kec. Cempaga Hulu.
7. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 (AC pen 60/70) *Shell Singapore*.
8. Perencanaan campuran menggunakan *Metode Asphalt Institute*.

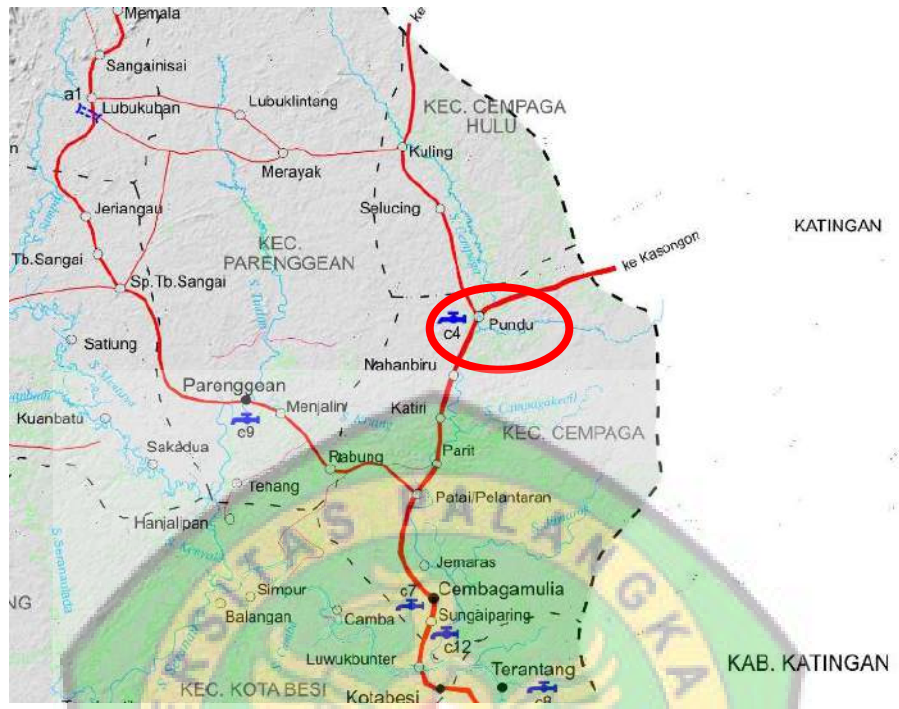
9. Kinerja campuran diuji menggunakan alat *Marshall*.
10. Spesifikasi yang menjadi acuan dalam penelitian ini menggunakan standar yang ditetapkan oleh Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal Tahun 2018.
11. Analisis biaya menggunakan *Basic Price* Kabupaten Gunung Mas dan analisis harga karet berdasarkan sumber dari media cetak.
12. Dalam penelitian ini segala aspek kimia diabaikan baik dalam fraksi agregat maupun campuran aspal.

1.6 Lokasi Pengambilan Agregat

Agregat berasal dari Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah.

Lokasi pengambilan agregat dapat dilihat pada Gambar 1.1





Sumber : <https://loketpeta.pu.go.id>

Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Karet



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lateks Karet Alam

Lateks karet alam didapat dari pohon *Hevea Brasiliensis* yang berasal dari family *Euphorbia ceae* ditemukan dikawasan tropikal Amazon, Amerika Selatan sebelum di bawa ke benua lain. Lateks yang berasal dari pohon *hevea brasiliensis* ini dalam kimia disebut dengan *poliisoprena* (Ciesielki, 1999). Lateks karet alam yang berasal dari lateks *hevea brasiliensis* ini adalah cairan seperti susu yang diperoleh dari proses penorehan batang pohon karet. Cairan ini terdiri dari 30-40% partikel hidrokarbon yang terkandung di dalam serum juga mengandung protein, karbohidrat dan komposisi-komposisi organik serta bukan organik (De Boer, 1952).

Sumber : <https://eprints.uns.ac.id/6649/>

Table 2.1 Komposisi Kimia Lateks

No	Komposisi	Persentase (%)
1	Karet	30-35
2	Resin	0,5-1,5
3	Protein	1,5-2,0
4	Abu	0,3-0,7
5	Gula	0,3-0,7
6	Air	55-60

Sumber: Dadi Rusadi Maspange, 2005

2.2 Perkerasan Jalan Raya

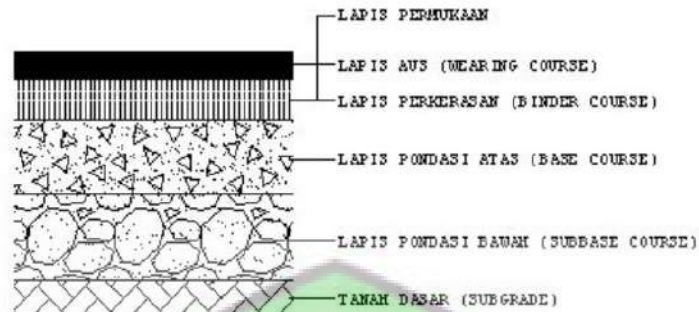
Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti (Sukirman, 2003). Perkerasan jalan terdiri dari campuran agregat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

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

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

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

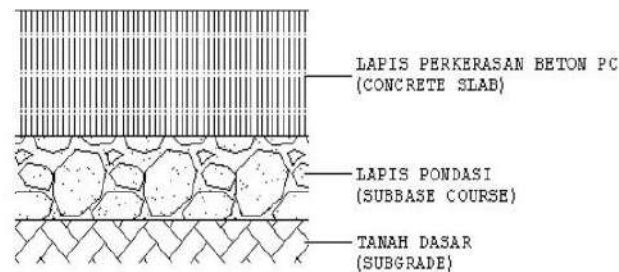
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).



Sumber : eprints.undip.ac.id

Gambar 2.1 Komponen Perkerasan Lentur

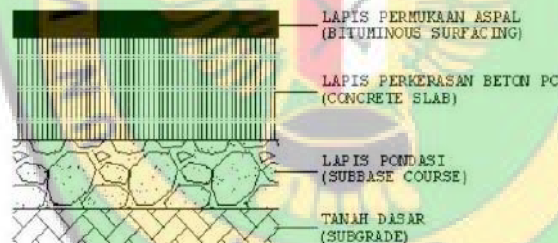
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
 - a. Memakai bahan pengikat semen *portland* (PC).
 - b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
 - c. Pengaruhnya terhadap repitasi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
 - d. Pengaruhnya terhadap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



Sumber : eprints.undip.ac.id

Gambar 2.2 . Komponen Perkerasan Kaku

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



Sumber : eprints.undip.ac.id

Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Komposit

2.2.1 Fungsi Lapisan Perkerasan

Agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di

bawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Suprpto, 2004).

2.2.2 Jenis Campuran Beton Aspal

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

1. Beton aspal campuran panas (*hot mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 140°C.
2. Beton aspal campuran sedang (*war mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 60°C.
3. Beton aspal campuran dingin (*cold mix*), adalah beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu ruang, yaitu sekitar 25°C.

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

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

2.3 Bahan Penyusun Campuran Beton Aspal

Bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat, aspal, dan bahan pengisi (*filler*). Untuk mendapatkan hasil yang baik dan berkualitas dalam menghasilkan perkerasan jalan, maka bahan-bahan tersebut harus memiliki kualitas yang baik pula.

2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan batuan yang dihasilkan dari disintegrasi alami dari batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pecahan batuan. Agregat kasar juga memiliki sifat kekasaran yang cukup, bentuknya bersudut, mempunyai permukaan kasar, bersih.

Agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan.
- b. Fraksi agregat kasar harus terdiri dari batu atau kerikil pecah dan harus disiapkan dalam ukuran nominal tunggal. Ukuran maksimal agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimal. Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10%.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan. Angularitas agregat didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih.

- d. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold feeds bin*) sedemikian rupa sehingga
- e. Agregat kasar yang kotor dan berdebu yang mempunyai partikel lolos ayakan

2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat halus dari manapun, harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm).
- b. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir halus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu. Agar dapat memenuhi ketentuan maka batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih. Bahan halus dari pemasok pemecah batu (*crusher feed*) harus diayak dan ditempatkan tersendiri sebagai bahan yang tak terpakai (kulit batu) sebelum proses pemecahan kedua (*secondary crushing*). Dalam segala hal, pasir yang kotor dan berdebu serta mempunyai partikel lolos ayakan No.200 (0,075 mm) lebih dari 8% atau pasir yang mempunyai nilai setara pasir (*sand equivalent*).

2.3.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras pen. 60-70.
- b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan secara basah sesuai SNI ASTM-C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 *micron*) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.
- c. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai 2% terhadap berat total agregat dan 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.

2.3.4 Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphathenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu

campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

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

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

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

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

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

3. Umumnya digunakan bahan pengisi *filler* ke dalam campuran.

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran Lataston Lapis

Pondasi (*HRS-Base*) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Table 2.2 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk *HRS-Base*

Ukuran Saringan (mm)	Berat yang Lolos (%)
3/4"	100
1/2"	90-100
3/8"	65-90
No. 8	35-55
No. 30	15-35
No. 200	2-9

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.

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

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

5. Penerapan formula campuran dan toleransi

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

a. Toleransi komposisi campuran

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

b. Toleransi temperatur

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

6. Sifat campuran yang diperlukan

Bila diuji dengan alat *Marshall*, campuran Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*)

harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 2.3 berikut :

Table 2.3 Persyaratan Sifat Campuran *HRS-Base*

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

Sumber : Spesifikasi Umum Divisi 6 Perkerasan Aspal (2018)

2.5 Metode Perencanaan Campuran

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

Metode perencanaan campuran yang umum di Indonesia adalah Metode *Asphalt Institute*. Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi agregat campuran yang harus memenuhi lengkung 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.

2.6 Biaya Campuran Aspal Panas Jenis *HRS-Base*

Perhitungan biaya untuk setiap campuran didapat dengan cara menghitung volume setiap campuran dan mengalikan volume tersebut dengan harga-harga dari setiap material yang diperlukan dalam campuran tersebut, Endra Sunata (2011).

Untuk campuran *HRS-Base* agregat dihitung dalam satuan m³, sedangkan untuk aspal dalam satuan kg. Setelah diperoleh masing-masing porsi campuran (yang masuk kriteria spesifikasi), maka harga campuran *HRS-Base* dapat dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan masing-masing dari setiap campuran dengan harga dari masing-masing material, lalu bandingkan harga total dari setiap campuran tersebut untuk mendapatkan harga yang paling ekonomis.

2.7 Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian Endra Sunata (2011) yang berjudul “ Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan Tanah Granit Sebagai Material Campuran Lapis Pondasi Agregat Kelas A di Kota Palangka Raya “ penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana penggunaan tanah granit dapat digunakan dalam Lapis Pondasi Agregat Kelas A serta untuk mencari proporsi yang tepat dan lebih efisien dari segi ekonomis, data dari penelitian ini didapat berdasarkan hasil pengujian yang di lakukan di laboratorium untuk mengetahui nilai *CBR* dari masing-masing agregat yang

digunakan. Adapun cara yang dipakai untuk menghitung biaya dari penelitian ini adalah dengan mengalikan volume setiap campuran tersebut dengan harga-harga dari setiap material yang diperlukan dalam campuran tersebut.

Dari hasil penelitian pemeriksaan sifat fisik tanah granit didapat nilai batas cair = $33,87 \% < 35 \%$ dan indeks plastis = $0 < 6 \%$ yang (memenuhi persyaratan spesifikasi lapis pondasi agregat kelas A). dari perhitungan biaya campuran dapat disimpulkan :

1. biaya campuran lapis pondasi agregat kelas A yang memenuhi persyaratan yang ekonomis (paling murah) adalah proporsi PII dengan komposisi tanah granit 20% dan batu tangkiling 80% dengan harga Rp. 233.428,9488 / m³ .
2. biaya campuran lapis pondasi agregat kelas A yang memenuhi persyaratan yang tidak ekonomis adalah proporsi PVII dengan komposisi tanah granit 10% dan batu awing bangkal dengan harga Rp. 356.224,2371 / m³ .

Menurut penelitian Nurkhayati Darunifah (2007) yang berjudul “Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS - WC)*”, penelitian ini bertujuan untuk Melihat korelasi kadar elastisitas aspal pada campuran *HRS-WC* dengan bahan tambahan karet padat bahan vulkanisir terhadap sifat *Marshallnya* dan uji perendaman standar pada beberapa variasi campuran karet.

Pengumpulan data penelitian tersebut didapatkan berdasarkan hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, pemeriksaan test *Marshall*, peraturan dan syarat-syarat yang berlaku.

Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa penambahan karet padat bahan vulkanisir pada campuran aspal mengakibatkan perubahan pada karakteristik dari campuran *HRS-WC* tersebut. Untuk rekapitulasi hasil analisa *Marshall* ini didapatkan 4 (empat) kadar aspal yang masih memenuhi persyaratan. Dari 4 (empat) variasi kadar aspal dengan beberapa variasi kadar karet padat bahan vulkanisir didalamnya dapat dilihat bahwa 2 (dua) diantaranya merupakan campuran yang menggunakan aspal murni (karet padat bahan vulkanisir 0%), yaitu pada variasi kadar aspal 7.1% dengan variasi karet padat bahan vulkanisir 0% serta pada kadar aspal 7,6% dengan variasi karet padat bahan vulkanisir 0%. Sedangkan yang lainnya merupakan hasil variasi kadar aspal dengan karet padat bahan vulkanisir, yaitu kadar aspal 6,6% dengan variasi karet padat bahan vulkanisir 2% dan kadar aspal 7,1% dengan variasi karet padat bahan vulkanisir 2%. Disini dapat kita perhatikan secara teliti tentang perubahan karakteristik campuran aspal. Perubahan/perbandingan karakteristik campuran pada awal dan pada kondisi membal akan dijabarkan sebagai berikut ; Untuk variasi karet padat bahan vulkanisir 0% pada campuran aspal dengan kadar aspal 7,1% dan kadar aspal 7,6% dapat tarik suatu kesimpulan bahwa campuran ini merupakan campuran yang kuat namun stabilitas serta elastisitas campuran kurang dan campuran ini tidak dapat dipakai untuk daerah-daerah yang sering digenangi oleh air, atau daerah banjir. Hal ini dapat dilihat dari perubahan yang signifikan antara

nilai tumbukan (2 x 75) dengan nilai tumbukan (2 x 400). Sedangkan untuk variasi kadar aspal 6,6 dengan penambahan karet padat bahan vulkanisir sebesar 2% serta untuk variasi kadar aspal 7,1 dengan penambahan karet padat bahan vulkanisir sebesar 2% dapat ditarik garis bawah, bahwa campuran *HRS-WC* dengan prosentase penambahan karet padat bahan vulkanisir memberikan nilai tambahan, terutama pada kekuatan campuran serta sifat elastisitas campuran yang semakin baik.



Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No.	Judul & Penelitian	Lokasi	Tujuan	Metode	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
1.	Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan Tanah Granit Sebagai Material Campuran Lapis Pondasi Agregat Kelas A Di Kota Palangka Raya	Palangka Raya	Untuk mengetahui perbandingan harga dari masing-masing jenis agregat yang dipakai sebagai Material Campuran Lapis Pondasi Agregat Kelas A.	Uji Laboratorium	Melakukan pengujian dilaboratorium untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing jenis agregat dan mencari nilai yang paling ekonomis dari setiap campuran yang diuji.	Penggunaan komposisi tanah granit 20% dan batu tangkiling 80% adalah komposisi yang paling ekonomis dari semua komposisi yang diuji
2.	Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS - WC)	Semarang	Untuk mengetahui korelasi kadar elastisitas aspal pada campuran HRS-WC dengan bahan tambahan karet padat bahan vulkanisir terhadap sifat Marshall	Uji Laboratorium	Melakukan Analisis Terhadap Hasil Dari Pengujian Marshall	Penambahan karet padat bahan vulkanisir pada campuran aspal mengakibatkan perubahan pada karakteristik dari campuran HRS-WC tersebut.

Tabel 2.5 Penelitian yang Sedang Dilakukan

No.	Judul & Penelitian	Lokasi	Tujuan	Metode	Teknik Analisis	Hasil yang diharapkan
1.	Pengaruh Penggunaan Bahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Aspal Panas <i>HRS Base</i> dari Segi Teknis dan Biaya	Palangka Raya	Untuk mengetahui perbandingan biaya konstruksi <i>HRS Base</i> biasa dengan konstruksi <i>HRS Base</i> yang menggunakan campuran karet.	Uji Laboratorium	Melakukan analisis harga bahan dengan menghitung kebutuhan bahan dikalikan dengan harga bahan	Mengetahui perbandingan perbandingan biaya konstruksi <i>HRS Base</i> biasa dengan konstruksi <i>HRS Base</i> yang menggunakan campuran karet.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan tentang metode penelitian. Bab ini dibagi menjadi beberapa Sub Bab, yaitu : Sub Bab 3.1 tentang jenis penelitian Sub Bab 3.2 tentang bahan penelitian, Sub Bab 3.3 alat-alat penelitian, Sub Bab 3.4 tentang pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat, Sub Bab 3.5 tentang waktu dan lokasi penelitian, Sub Bab 3.6 tentang data penelitian, Sub Bab 3.7 tentang teknik analisis data dan Sub Bab 3.8 tahapan penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Tujuan penelitian eksperimen yaitu untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan. Dalam penelitian eksperimen, dibedakan pengertian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen adalah kelompok yang diberi perlakuan berupa variabel bebas, sedangkan kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberi perlakuan apapun atau diberi perlakuan natural (Azwar, 2007).

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Agregat yang digunakan berasal dari PT. Rizky Maju Bersama, Kabupaten Gunung Mas.
2. Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70.
3. Karet alam (lateks) yang digunakan memiliki kadar karet kering minimum 60% (KKK 60).
 - a. Proses pembuatan karet kering

Proses pembuatan karet kering ini mengacu pada SNI 06-2074-2002 tentang Bahan Olahan Karet dengan langkah sebagai berikut :

- 1) Kumpulkan lateks kebun yang masih segar 3-5 jam setelah penyadapan. Gunakan selalu mangkok, ember dan wadah lain yang bersih dan kering untuk menampung lateks kebun agar mutu terjaga baik.
- 2) Digumpalkan dengan asam semut atau bahan pengumpul lain atau gumpalan alami lateks kebun di dalam wadah sadap.
- 3) Tidak boleh dicampur dengan gumpalan yang tidak segar.
- 4) Gumpalan dapat digiling atau dikempa untuk mengeluarkan serumnya.
- 5) Tidak terlihat nyata adanya kotoran.

- 6) Selama penyimpanan tidak boleh direndam di dalam air atau terkena sinar matahari langsung

Untuk menentukan kadar karet kering digunakan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{W}{W_t} \times 100$$

dengan pengertian:

K : adalah kadar karet kering

W_t : adalah berat lateks kebun

W : adalah berat krep hasil penggumpalan lateks kebun .

KETERANGAN : Kadar karet kering disingkat menjadi (K).

Langkah menentukan Kadar Karet Kering

1. Karet yang sudah menggumpal ditimbang untuk mendapatkan angka W_t .
2. Anginkan atau jemur karet tersebut dan hindari terkena sinar matahari langsung.
3. Karet yang sudah dianginkan atau dijemur selanjutnya ditimbang agar mendapat nilai W
4. Lakukan langkah 1 sampai 3 secara berulang hingga nilai K mencapai 60%.
5. Jika nilai K sudah 60% selanjutnya karet dicincang kecil agar mempermudah ketika pencampuran atau pembuatan benda uji.

b. Prosedur Pencampuran aspal dengan karet

Pembuatan benda uji dapat dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

1) Tahap I

Tahap persiapan dimana penulis mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Karet kering yang akan dipakai dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan kembali untuk menghilangkan kotoran yang tercampur di dalam karet.

2) Tahap II

Melakukan pencampuran dengan metode panas-dingin-panas dimana dilakukan pemanasan terhadap aspal penetrasi 60/70 sampai aspal tersebut mencair (140°C), lalu memasukkan karet kering dengan cara ditabur. Setelah itu dilakukan pengadukan secara perlahan supaya karet kering dapat larut dengan aspal dan menghindari terjadinya gelembung udara pada campuran. Kemudian, campuran tersebut dipanaskan kembali sambil diaduk. Proses pencampuran dihentikan setelah didapatkan campuran yang homogen secara visual (+ 20 menit).

3) Tahap III

Aspal yang telah tercampur dengan karet kering dituang ke daam cetakan benda uji dengan sekali tuangan agar tidak terjadi pelapisan aspal.

4) Tahap IV

Benda uji didiamkan terlebih dahulu lebih kurang 12 jam, kecuali pengujian titik nyala dan titik bakar langsung dapat dilakukan.

3.3 Alat-alat Penelitian

1. Alat untuk pemeriksaan sifat fisik agregat

a. Pemeriksaan gradasi agregat

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut :

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

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

- 1) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

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

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

- b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, berguna untuk merendam bahan uji.
- c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang. Berguna untuk menimbang bahan yang akan diuji.
- d) Oven 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 suatu densitas fluida dan kerucut terpancung untuk mengisi benda uji.
- b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang rata, berat (340 ± 1) kg dengan diameter permukaan (25 ± 3) mm. Berguna untuk memadatkan benda uji yang dimasukkan kedalam kerucut terpancung.
- c) Saringan No.4, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plane*), 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 pematat 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 pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- 1) Timbangan yang dilengkapi dengan keranjang pengantung 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) Cicin 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.

3.4 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.

3.4.1 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 :

1. Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap selama ± 24 jam
2. 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).
3. Sampel dicuci sampai bersih, kemudian air dibuang secara hati-hati di atas saringan No. 200, agregat yang tertahan pada saringan dikembalikan pada wadah pencucian.

4. Sampel dikeringkan sampai berat tetap dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$.
5. Saring sampel lewat satu set saringan. Saringan dengan nomor saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin penguncang saringan selama ± 15 menit, kemudian diamkan selama ± 5 menit.
6. 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.

3.4.2 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 terbuang.
- 3) Keringkan sampel dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
- 4) Keluarkan sampel dan dinginkan selama 1-3 jam pada suhu ruang, kemudian timbang dan catat beratnya sebagai (Bk).
- 5) Rendam sampel dalam air selama ± 24 jam.
- 6) Keluarkan sampel dari dalam air, kemudian keringkan/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:

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

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

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

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

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 talem, keringkan di udara panas dengan cara membolak-balik sampel. Lakukan pengeringan sampai terjadi keadaan kering permukaan jenuh.
- 5) Periksa sampel pada keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan sampel ke dalam kerucut terpancung dalam tiga lapis dan padatkan 25 tumbukan.
- 6) Angkat kerucut terpancung, keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila sampel mengalami keruntuhan akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- 7) Timbang sampel seberat 500 gram dan masukan ke dalam piknometer.
- 8) Isi piknometer dengan air suling sampai sampel terendam seluruhnya.

- 9) Letakkan piknometer di atas pelat pemanas (*hot plate*) kemudian didihkan selama 10 menit untuk mengeluarkan udara yang terserap di dalam sampel.
- 10) Dinginkan piknometer yang berisi sampel dan rendam piknometer dalam air dengan suhu 25°C sampai suhu di dalam piknometer menunjukkan 25°C.
- 11) Tambahkan air suling sampai tanda batas kalibrasi dan keringkan bagian luar piknometer dengan lap bersih, kemudian timbang piknometer yang berisi sampel dan air suling (*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:

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

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

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

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

3.4.3 Pengujian Keausan Agregat Kasar

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

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.

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.
2. Saringan No.12 dan saringan-saringan lainnya.
3. Timbangan dan oven dengan pengaturan suhu.

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 :

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

Keterangan :

a = berat total sampel semula (500 gram)

b = berat sampel yang tertahan saringan No.12

3.4.4 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran perlu dilakukan sebelum pembuatan benda uji. Pada penelitian ini metode perencanaan campuran yang digunakan adalah metode *asphalt institute*.

Perencanaan campuran menggunakan metode *Marshall* yang bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar dari perencanaan ini adalah gradasi agregat campuran. Kadar optimum ditentukan

dengan melakukan pemeriksaan *Marshall* di laboratorium terhadap beberapa benda uji dengan membuat variasi kadar aspal sedangkan proporsi gradasi tetap.

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

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

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 3 kadar karet yaitu 0%, 3%, 5%, perlu diperhatikan disini bahwa penggunaan karet adalah sebagai bahan tambahan.
- c. Membuat benda uji (briket) untuk setiap campuran (untuk 1 variasi dibuat 15 buah briket) dengan cara dicetak dan ditumbuk dengan alat khusus. Jumlah tumbukan harus sesuai dengan rencana kelas perkerasan jalan yang akan dibuat.
- 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 kelelahan (*flow*).

3.4.5 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.

3.4.6 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini mengikuti prosedur yang ada dalam SNI 06-2489-1991.

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Persiapan campuran

- a. Keringkan agregat kasar, agregat sedang, abu batu dan agregat halus menggunakan oven pada suhu $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- b. 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.
- c. Agregat campuran dipanaskan dalam panci pemanas di atas api kompor sampai mencapai suhu antara 160°C - 180°C .
- d. Aspal dicairkan pada suhu 130°C - 150°C .
- e. Kemudian aspal cair dituangkan secara hati-hati sesuai dengan berat yang telah ditetapkan ke dalam panci pencampur.
- f. Campuran tersebut diaduk dengan cepat pada suhu $(145\pm 10)^{\circ}\text{C}$ sampai terlihat seluruh permukaan agregat tertutup aspal semua.

2. Pemadatan Benda Uji

- a. Bersihkan cetakan benda uji, oleskan dengan pelumas, diletakkan kertas saring di dasarnya dan bersihkan bagian muka penumbuk.

- b. 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 $(140\pm 15)^{\circ}\text{C}$.
- c. 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.
- d. Lepaskan keping alas dan leher penyambung, balikan cetakan berisi benda uji dan pasang kembali, kemudian tumbuklah sebanyak 75 kali.
- e. Benda uji yang telah cukup dingin dikeluarkan dari *mould* dengan *ejector*.
- f. Berikan identitas/tanda pengenal pada setiap benda uji agar tidak tertukar.
- g. Letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan biarkan selama 24 jam pada suhu ruang.

3.4.7 Pemeriksaan Benda Uji dengan 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

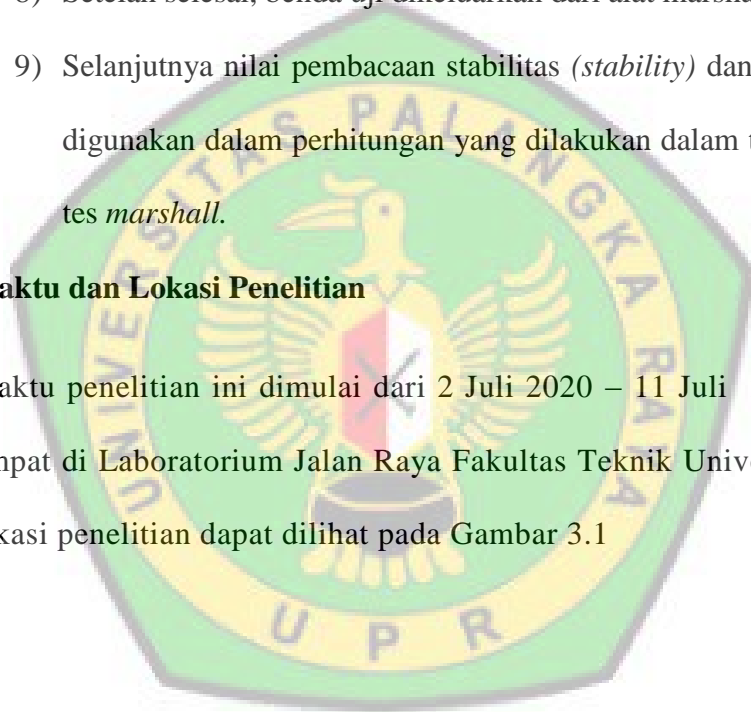
- 1) Benda uji direndam dalam bak perendam (*water bath*) dengan suhu tetap 60°C selama 30-40 menit.
- 2) Sebelum pengujian, batang penuntun dan permukaan dalam dari kepala penekan diberi pelumas sehingga kepala penekan dapat meluncur bebas dan mempermudah pelepasan benda uji.
- 3) Keluarkan benda uji dari bak perendam dan segera letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Perlu diketahui bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkat benda uji sampai tercapai beban maksimum tidak boleh melebihi 30 menit.
- 4) Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
- 5) Pasang arloji pengukur kelelahan (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum

penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.

- 6) Naikkan kepala penekan beserta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji, sebelum pembebanan maksimum tercapai.
- 7) Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai.
- 8) Setelah selesai, benda uji dikeluarkan dari alat marshall.
- 9) Selanjutnya nilai pembacaan stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dalam tabel perhitungan tes *marshall*.

3.5 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai dari 2 Juli 2020 – 11 Juli 2020. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3.6 Jenis Data Penelitian

Data dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu :

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan.

b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang telah dikumpulkan untuk maksud selain menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi. Data ini dapat ditemukan dengan cepat. Dalam penelitian ini yang menjadi sumber data sekunder

adalah literatur, artikel, jurnal serta situs di internet yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya ke dalam suatu pola, kategori, dan satuan uraian dasar.

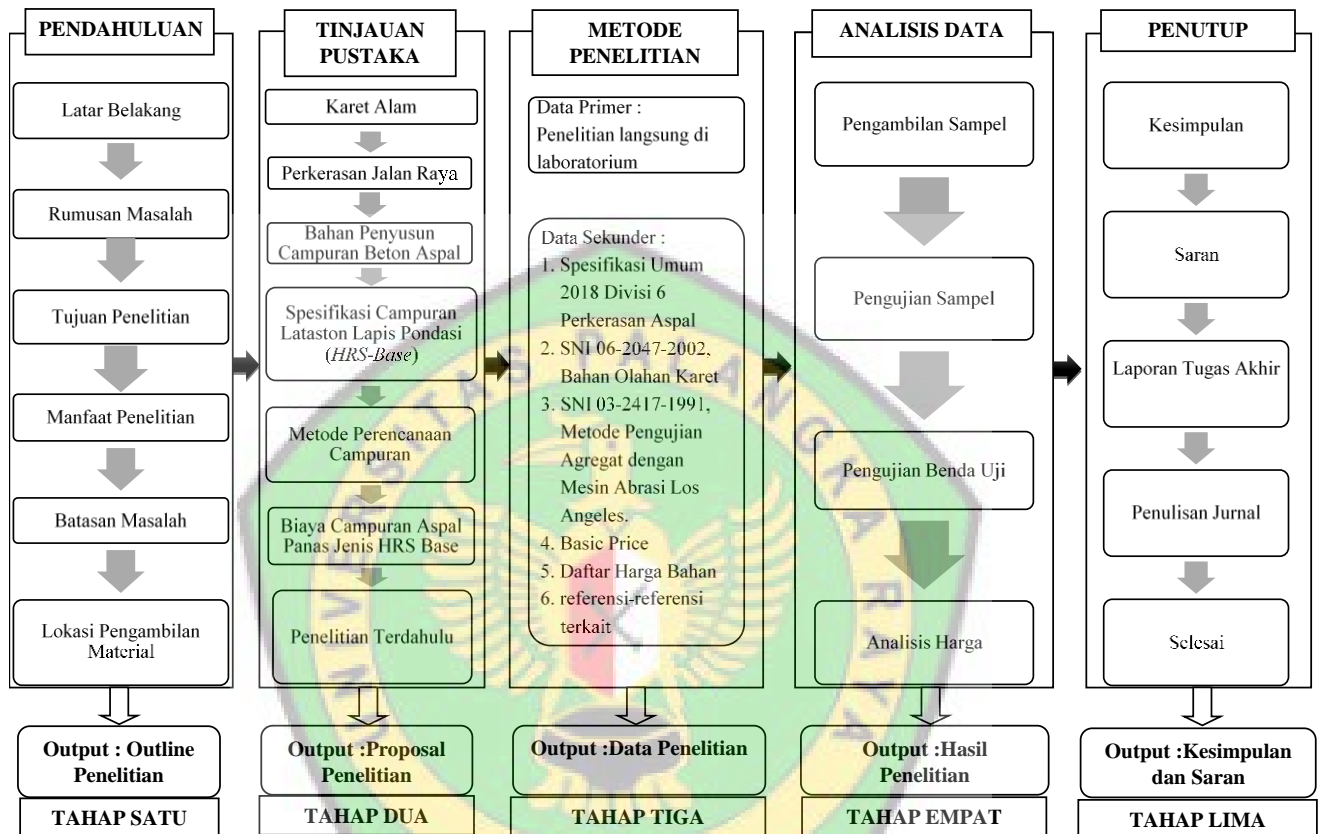
Dalam analisis data ini terdapat beberapa tahapan dan kegiatan analisis yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

Tabel 3.1 Tahapan dan Kegiatan Analisa Data

No.	Tahapan Analisis	Kegiatan	Data yang dibutuhkan	Hasil
1	Pembuatan benda uji	Menentukan kadar aspal pada campuran.	1) Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal 2) SNI 06-2047-2002, Bahan Olahan Karet	Nilai parameter <i>Marshall</i> untuk masing-masing komposisi campuran sebagai data awal perhitungan kebutuhan material
2	Perhitungan kebutuhan material	Merekapitulasi kebutuhan material.	Hasil uji <i>Marshall</i>	Rekapitulasi kebutuhan material
3	Analisa Harga masing-masing material	Menghitung masing-masing harga material berdasarkan <i>Basic Price</i>	1) Berat jenis agregat 2) Nilai parameter <i>Marshall</i>	Harga bahan penyusun untuk <i>HRS Base</i> dengan dan tanpa karet
4	Perbandingan Harga	Menghitung selisih harga.	Rekapitulasi Analisa Harga	Selisih dan persentase harga <i>HRS Base</i> dengan dan tanpa karet

3.8 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 5 (lima) tahap. Tahapan-tahapan pada penelitian ini disusun dalam bentuk skema yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, pada “Pengaruh Penggunaan Bahan Karet Alam (Lateks) pada Campuran Aspal Panas *HRS – Base* Dari Segi Teknis dan Biaya” ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat berupa pemeriksaan Gradasi (Analisa Saringan) gabungan, *Sand Equivalent* dengan nilai 92,96% untuk Agregat dari Kecamatan Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas semuanya memenuhi Spesifikasi yang disyaratkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi Umum 2018, dan Hasil pemeriksaan terhadap bahan karet alam yang telah dikeringkan hingga mencapai Kadar Karet Kering minimum 60% (KKK 60) dan telah memenuhi Spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2047-2000 Untuk Bahan Olahan Karet.
2. Berdasarkan nilai Parameter *marshall* yang didapat dari KAO masing-masing komposisi adalah sebagai berikut: Komposisi I (karet 0%) nilai Stabilitas sebesar 820 kg, *Flow* sebesar 3,20 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 4,2%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 79,00%, hasil bagi *Marshall* sebesar 262 kg/mm, Komposisi II (karet 3%) nilai Stabilitas sebesar 835 kg, *Flow* sebesar 3,10 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 5,20%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 74,25%, hasil bagi *Marshall* sebesar 270,250 kg/mm. Komposisi III (karet 5%) nilai Stabilitas

sebesar 860 kg, *Flow* sebesar 3,15 mm, Rongga dalam Campuran (VIM) sebesar 5,80%, Rongga Terisi Aspal (VFB) sebesar 73,90%, hasil bagi *Marshall* sebesar 277 kg/mm.

3. Dari hasil analisa harga satuan bahan, biaya campuran *HRS – Base* komposisi I dengan karet 0%, diperoleh harga bahan sebesar Rp. 1.617.422/m³, sedangkan untuk biaya campuran *HRS – Base* komposisi II dengan penggunaan karet 3% sebagai pengganti aspal diperoleh harga bahan sebesar Rp. 1.613.302/m³. Dengan demikian penggunaan karet sebanyak 3% sebagai pengganti aspal pada komposisi II dapat mereduksi biaya bahan sebesar Rp.4.120/m³ atau sekitar 0,27%.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dari hasil kajian perencanaan Campuran *HRS – Base (Hot Rolled Sheet - Base)* dengan menggunakan karet ini dapat disarankan, untuk pelaksanaan di lapangan dapat menggunakan Komposisi II karena lebih efisien.
2. Variasi penggunaan karet pada campuran dapat dilakukan dengan interval jumlah kadar aspal dan kadar karet yang lebih rapat lagi agar mendapatkan nilai yang lebih akurat dalam penentuan (KAO).
3. Dalam penelitian ini material semen sebagai pengkaku konstruksi tidak digunakan, sehingga konstruksi *HRS Base* pada penelitian ini masih belum bias dijadikan rujukan untuk pelaksanaan dilapangan.

4. Penelitian ini sifatnya masih terbuka untuk mengadakan penelitian kembali dengan menambah jumlah komposisi campuran untuk mendapatkan komposisi yang terbaik.



DAFTAR PUSTAKA

- Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina marga Tahun 2016
- Anonim. 1991. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2417-1991, *Metode Pengujian Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- Anonim. 2000. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2047-2000, *Bahan Olahan Karet*
- Anonim. 2016. Direktorat Jenderal Perkebunan 2015-2017, *Statistik Perkebunan Indonesia (Karet)*
- Anonim. 2018. Direktorat Jendera Bina Marga 2018, *Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6*
- Azwar, Saifudin. 2007. *Metode Penelitian*, Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Darunifah, Nurkhayati. 2007. Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS - WC). *Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro*. Semarang.
- <https://eprints.uns.ac.id/6649/> (diakses pada 29 Febuari 2020)
- <https://m.rri.co.id/ekonomi/858564/harga-kare-dan-sawit-turun> (diakses pada 30 Juli 2020)
- Maspange, Rusadi Dadi. 2005. Karakterisasi Koagulum Karet Alam Dengan Metode Ultrasonik. *Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016
- Sukirman, S. 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Jakarta: Granit
- Sunata, Endra. 2011, Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan Tanah Granit Sebagai Material Campuran Lapis Pondasi Agregat Kelas A di Kota Palangka Raya. *Tugas Akhir Fakultas Tenik Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya*. Palangka Raya.
- Suprpto. 2004, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*; edisi II. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM