PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC *(Asphalt Concret-Binder Course)* TERHADAP NILAI MARSHALL di PT. PEBANA ADI SARANA

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir

Progam Studi Teknik Sipil Sebagai Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya

Oleh:

ANDINI PUTRI PARTIWI

201711021

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC *(Asphalt Concret-Binder Course)* TERHADAP NILAI MARSHALL di PT. PEBANA ADI SARANA

TUGAS AKHIR

Oleh:

ANDINI PUTRI PARTIWI

201711021

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK RAFLESIA

2023

SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya berupa Tugas Akhir dengan judul: **"PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) TERHADAP NILAI MARSHAL di PT. PEBANA ADI SARANA"**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III pada Progam Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia, merupakan karya asli dan sejauh saya ketahui bukan tiruan, jiplakan atau duplikasi dari karya ilmiah orang lain yang sudah dipublikasikan dan\atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Pendidikan dilingkungan Politeknik Raflesia maupun di Perguruan Tinggi lain atau instansi manapun, kecuali yang bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya

Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh pihak Politeknik Raflesia, demikian surat pernyataan ini saya dengan sebenarnya.

Curup, Agustus 2023

Yang Menyatakan,

ANDINI PUTRI PARTIWI
NPM. 201711021

HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Menyelesaikan Program Diploma III (D3) Teknik Sipil, Telah Diperiksa dan Disetujui

JUDUL	**: PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) TERHADAP NILAI MARSHAL di PT. PEBANA ADI SARANA**
NAMA	**: ANDINI PUTRI PARTIWI**
NPM	**: 201711021**
PROGRAM STUDI	**: TEKNIK SIPIL**
JENJANG	**: DIPLOMA III**

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat, oleh karena itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji,

Pembimbing Utama,	**Pembimbing Pendamping**
Hidayati, ST, M.TPd	M Syamsul Ma'arief, MT
NIDN. 0229107102	NIDN.0220097501

Mengetahui,
Ketua Program Studi,

Tugiman, ST, MPd
NIDN. 0225117501

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia

JUDUL : **PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) TERHADAP NILAI MARSHAL di PT. PEBANA ADI SARANA**

NAMA : **ANDINI PUTRI PARTIWI**

NPM : **201711021**

PROGRAM STUDI : **TEKNIK SIPIL**

JENJANG : **DIPLOMA III**

Telah di koreksi dengan baik dan cermat, karena itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji

Curup, Agustus 2023

Tim Penguji,

Nama	**Tanda Tangan**
Ketua : Hidayati, ST, M.TPd	1.
Anggota : Tugiman, ST, M.Pd	2.
Anggota : Bambang Farizal, ST	3.

Mengetahui;
Direktur,

R. GUNAWAN, M.T
NIDN. 0210087303

Curup, Agustus 2023
Ketua Program Studi,

TUGIMAN, ST, M.Pd
NIDN. 0225117501

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)

TUGAS AKHIR

NAMA : **ANDINI PUTRI PARTIWI**

NPM : **201711021**

PROGRAM STUDI : **TEKNIK SIPIL**

JENJANG : **DIPLOMA III**

JUDUL : **PEMANFAATAN LIMBAH KARET BAN SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN PERKERASAN JALAN AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) TERHADAP NILAI MARSHAL di PT. PEBANA ADI SARANA**

Tugas Akhir ini telah direvisi dan disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir serta diperkenankan untuk di perbanyak\dijilid.

No	Nama Tim Penguji	Jabatan	Tanggal	Tanda Tangan
1.	Hidayati, ST, M.TPd	Ketua		1.....
2.	Tugiman, ST, M.Pd	Anggota		2.....
3.	Bambang Farizal, ST	Anggota		3.....

HALAMAN MOTTO

“Hidup yang tidak diuji adalah hidup yang tidak layak untuk dihidupi, tanda manusia hidup adalah ketika ia mengalami ujian, kegagalan dan penderitaan”

(socrutes)

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri”

(Qs Al-Isra’ Ayat 7)

“Orang lain gak akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success storiesnya*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun gak ada yang tepuk tangan, kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini’

(Fardiyandi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin. Terhadap proses yang dilalui segala syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan banyak nikmat serta segala energi positifnya sehingga peneliti bisa menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dua orang paling berjasa dalam hidup saya, Ibunda Sri Wiyanti dan Ayahanda Kusnio. Terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan, serta pengorbanan, cinta, do'a, dan semangat yang tiada hentinya diberikan kepada anaknya. Dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan, kalian sangat berarti. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan kemudahan *aamiin.*
2. Kepada cinta kasih kedua saudari saya, ayunda Yulia Winda Kartika dan adik Andhella Gigih Setiowati, yang selalu meyakinkan bahwa saya pasti bisa. Terimakasih atas segala motivasi, do'a dan dukungan yang selalu membuat saya semangat dalam menyeselaikan tugas akhir ini.
3. Terimakasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah menyerah sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin. Serta selalu percaya bahwa *"you can if you want*". Ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan.
4. Kepada sahabat-sahabat yang tiada hentinya memberi semangat, dukungan dan selalu mendengarkan keluhan saya, semoga kita selalu diberikan kemudahan dalam segala hal-hal baik.
5. Kepada seluruh mahasiswa/i Teknik Sipil Politeknik Raflesia Angkatan 2020, semoga sukses selalu.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Pemanfaatan limbah karet ban sebagai bahan tambahan campuran perkerasan jalan AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course)* Terhadap nilai marshal di PT. Pebana Adi Sarana"** ini dengan sebaik-baiknya dan tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya prodi Teknik Sipil Politeknik Raflesia, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan Tugas Akhir ini,

Sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Raden Gunawan, M.T selaku Direktur Politeknik Raflesia.
2. Bapak Tugiman, ST, M.Pd selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia.
3. Ibu Hidayati, ST,M.TPd selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan serta penyusunan Tugas akhir ini.
4. Bapak M. Syamsul Ma'arif, MT selaku Dosen Pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan serta penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen Teknik sipil Politeknik Raflesia yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada kami semua selama menempuh studi.
6. Bapak pimpinan beserta staf Laboraturium PT. Pebana adi sarana Curup yang telah membimbing dan memberikan bantuan dalam proses pengujian.
7. Kedua orangtua yang telah membantu memberikan semangat serta dorongan baik moral maupun materi dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
8. Keluarga, sahabat, dan teman-teman yang memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Dalam penulisan Tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran maupun koreksi yang sifatnya membangundan bisa digunakan sebagai bekal di kemudian hari.

Curup, Agustus 2023

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
LEMBAR PERSETUJUAN REVISI ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
ABSTRAK ..... **xiv**

BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Identifikasi Masalah 3
1.3 Pembatasan Masalah 4
1.4 Perumusan Masalah 5
1.5 Tujuan Penelitian 5
1.6 Kegunaan Penelitian 6
BAB II 7
TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Landasan Teori 7
2.1.1 Lapis Aspal Beton (Laston) 9
2.1.2 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton 13
2.1.3 Gradasi Agregat 17
2.1.4 Bahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Bermotor 17
2.1.5 Metode Pengujian Marshall 18
2.2 Kerangka Pikir 19
2.3 Hipotesis Penelitian 20

DAFTAR ISI

BAB III 22
METODE PENELITIAN 22
3.1 Desain Penelitian 22
3.1.1 Tempat Penelitian 24
3.1.2 Waktu Penelitian 24
3.2 Definisi Operasional 24
3.3 Populasi dan Sampel 25
3.3.1 Populasi 25
3.3.2 Sampel 25
3.3.3 Diagram alir 27
3.4 Instrumen dan Teknik Penumpulan Data 28
3.5 Teknik Analisa Data 28
3.5.2 Bahan Penelitian 30
3.5.3 Perencanaan dan pembuatan benda uji 30
3.5.4 Analis Rongga terisi aspal 32
3.5.5 Analisa Marshall Quotient (MQ) 33
3.5.6 Analisa Rongga Dalam Campuran 34
3.5.7 Analisa Rongga Antar Mineral Agregat 35
BAB IV 36
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 36
4.1 Deskripsi Objek Penelitian 36
4.1.1 Pengujian Agregat Halus dan Kasar 36
4.1.2 Pencampuran agregat halus dan kasar 42
4.1.3 Penumbukan sampel 43
4.1.4 Hasil penelitian sifat fisik aspal 43
4.1.5 Hasil timbangan SSD, Waterbath, dan Marshall Test 44
4.1.6 KAO pengujian marshall sampel AC-BC. 46
4.2 Hasil Analisis Data dan Pembahasan 48
BAB V 51
KESIMPULAN DAN SARAN 51
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 53

LAMPIRAN ..... **DAFTAR ISI** 54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkerasan lentur dan kaku 9
tabel 3.1 Jenis nilai pengujian 23
Tabel 3.2 Kode Notasi jumlah benda uji 23
Tabel 3.3 Jadwal kegiatan penelitian 24
Tabel 4.1 Pengujian agregat batu 0,5-1 37
Tabel 4.2 Pengujian agregat batu 1-2 38
Tabel 4.3 Pengujian agregat abu batu 39
Tabel 4.4 Pemgujian Semen 40
Tabel 4.5 Gradasi gabungan 41
Tabel 4.6 Timbangan bahan agregat rencana campuran AC-BC 43
Tabel 4.7 Hasil penelitian sifat fisik aspal pertamina pen 60/70 44
Tabel 4.8 Hasil timbangan ssd, watterbath dsn marshall test 45
Table 4.9 Hasil dari berat benda uji 45
Tabel 4.10 Spesifikasi pengujian marshal campuran AC-BC 46
Table 4.11 Hasil pengujian KAO 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur perkerasan jalan lentur..... 8
Gambar 3.1 Hubungan antar variabel..... 25
Gambar 3.2 diagram alir..... 27
Gambar 4.1 Grafik gradasi 42
Gambar 4.2 Bahan tambah optimum dari 4 variasi aspal..... 48

ABSTRAK

Andini Putri Partiwi, Pemanfaatan limbah karet ban sebagai bahan tambahan campuran perkerasan jalan AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course)* Terhadap nilai marshal di PT. Pebana Adi Sarana (Dibawah bimbingan Hidayati ST,M.Tpd dan M. Syamsul Ma'arif, MT)

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari presentase bahan tambah karet ban bekas kendaraan pada campuran aspal AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course)* terhadap nilai marshal, serta mengetahui apakah hasil dari pengujian tersebut sesuai dengan persyaratan Bina Marga

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, pengujian dalam penelitian ini dengan mengadakan percobaan menggunakan bahan tambah karet ban dalam bekas kendaraan dengan variasi yang berbeda, yaitu 0%, 5%, 10% dan 15%, masing-masing variasi dibuat 3 sampel benda uji. Pelaksanaan pekerjaan uji coba ini menggunakan metode Marshall, dimana dari pengujian tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen marshal, yaitu stabilitas, *flow, Void Filled with Asphalt (*VFA), *Void In Total Mix (*VIM) dan kemudian dapat dihitung Marshall Quotiety-nya

Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa penambahan kadar karet ban dalam bekas kendaraan mempengaruhi nilai karakteristik marshall, penambahan paling efektif adalah pada kadar kurang dari 5% yaitu 3,5% karena semua nilai sudah terpenuhi mulai dari stabilitas, *flow, Void Filled with Asphalt (*VFA), *Void In Total Mix (*VIM), kepadatan dan MQ. hal ini menunjukan adanya hubungan positif antara penambahan karet ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik marshall.

Kata kunci: Aspal, karet ban dalam bekas kendaraan, marshall

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Transportasi merupakan salah satu pendukung dalam perkembangan Negara Indonesia. Penyediaan sarana dan prasarana transportasi darat dalam hal ini adalah jalan raya yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kemajuan suatu bangsa. Jalan memegang peranan penting dalam kehidupan, oleh karena itu pembangunan dan pemeliharaannya harus benar-benar diperhatikan. Pada kenyataannya banyak ditemui jalan-jalan yang kurang memenuhi syarat atau kualitas aspal yang rendah, sehingga mudah rusak karena kurang mampu menahan beban, cuaca, dan lain-lain. Sesuai dengan UU No 38 Tahun 2004, jalan merupakan unsur yang paling penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa harus selalu diperhatikan akan kerusakannya. Kerusakan jalan raya dapat memberikan dampak buruk bagi masyarakat maupun pemerintah. Kerusakan yang terjadi pada jalan raya dapat menyebabkan pengendara kurang nyaman dan dapat menimbulkan kecelakaan. Adanya kualitas jalan yang kurang baik dengan ditambahnya jumlah kendaraan yang semakin padat membuat jalan berumur pendek, dan pemerintah akan lebih sering untuk menganggarkan biaya untuk pembuatan infrastruktur.

Usaha yang telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal yang ada saat ini adalah dengan memodifikasi sifat –sifat fisik dan kimia aspal dengan bahan tambah yang bervariasi demi mendapatkan kualitas aspal yang murah

dan bagus agar pemerintah dapat menghemat pengeluaran untuk pembuatan infrastruktur jalan serta memberikan kenyamanan pada masyarakat dan Negara. Aspal yang baik tentunya harus memiliki sifat tidak mudah mengelupas dan memiliki nilai perkerasan lentur yang tinggi. Salah satu jenis perkerasan lentur jalan di Indonesia yang digunakan adalah Lapisan Aspal Beton (Laston) karena memiliki sifat-sifat tahan terhadap keausan, kedap air, mempunyai nilai struktural, stabilitas tinggi, mudah pelaksanaannya serta nyaman bagi pengguna jalan. Jenis limbah lain selain plastik yang sering kali menimbulkan masalah adalah ban dalam bekas kendaraan bermotor.

Banyak penelitian yang dilakukan untuk menambah daya lekat dan kekentalan aspal diantaranya penggunaan bahan lateks, penggunaan ban dalam bekas kendaraan. Penggunaan bahan tambahan tersebut dapat memberikan kekuatan lebih bagi suatu lapisan permukaan jalan. Limbah ban dalam bekas kendaraan adalah karet alam yang telah melewati proses pabrikasi dan sudah melewati penambahan campuran- campuran tertentu kemudian dicetak dalam bentuk ban dalam untuk kendaraan bermotor. Ban dalam bekas kendaraan bermotor berasal dari berbagai bahan seperti karet alam, karet sintetik, bahan kimia, karbon hitam dan minyak tertentu. Sifat-sifat karet sendiri adalah kuat, dan lentur atau elastis. Sisa-sisa ban dalam bekas kendaraan ini bisa digunakan sebagai bahan tambahan untuk campuran Laston, diharapkan dengan menambahkan campuran limbah karet ban dalam untuk konstruksi perkerasan jalan pada campuran aspal dapat memberikan banyak keuntungan, diantaranya permukaan perkerasan menjadi lebih tahan lama, tahan terhadap retakan akibat

lendutan yang berlebihan serta retakan akibat kelelahan bahan, meningkatkan daya cengkram akibat pengereman serta mengurangi kebisingan akibat gesekan ban roda dengan permukaan perkerasan.

Kelebihan dari penelitian ini adalah sangat memungkinkan pemanfaatan limbah ban dalam bekas secara optimum. Dengan maksud lain, dapat mengganti peran agregat walaupun kecil serta dapat mengurangi limbah yang ada.

Dari beberapa hal di atas, penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian Tugas akhir dengan judul Pemanfaatan limbah karet ban sebagai bahan tambahan campuran perkerasan jalan AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course)* Terhadap nilai marshal di PT. Pebana Adi Sarana

1.2 Identifikasi Masalah

Studi ini mempunyai ruang lingkup atau identifikasi masalah sebagai berikut :

a. Kualitas campuran perkerasan jalan yang buruk, pemanfaatan limbah karet ban dalam dapat memengaruhi kualitas campuran
b. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kualitas perkerasan jalan yang memiliki nilai viskositas (kekentalan) yang baik
c. Adanya limbah karet ban dalam bekas yang tidak termanfaatkan dan melimpah

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini bahan material yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Fokus penelitian terbatas pada pemanfaatan limbah karet ban dalam sebagai bahan tambahan campuran aspal AC-BC.
b. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar yang lolos ayakan 1,5, 1, 0,75, 0,37, no 4, dan no 8 serta agregat halus yang lolos dari ayakan no 16, 30, 50, 100, dan 200.
c. Kadar tambahan limbah karet ban dalam bekas yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat total campuran.
d. Karet ban bekas yang digunakan adalah ban dalam sepeda motor yang di potong-potong menjadi bagian kecil, rata-rata sebesar 1,5mm x 1,5mm
e. Bahan aspal menggunakan aspal PERTAMINA dengan pen 60/70.
f. Dalam pengujian untuk KAO dengan variasi perkiraan kadar aspal optimum, yaitu: 5,6%
g. Uji marshal standar dengan 2x75 tumbukan.
h. Uji durabilitas modifikasi dengan lama perendaman 0,24 jam pada KAO

1.4 Perumusan Masalah

Dari Batasan masalah di atas maka didapatkan rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh dari bahan tambah limbah karet ban dalam bekas kendaraan terhadap nilai marshall?
2. Bagimana pengaruh dari presentase bahan tambah limbah karet ban dalam bekas kendaraan yaitu sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% pada campuran perkerasan jalan AC-BC terhadap nilai marshal?
3. Apakah hasil dari pengujan marshall dengan bahan limbah karet ban dalam bekas kendaraan sesuai dengan persyaratan Bina Marga?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dari bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan pada campuran perkerasan jalan terhadap nilai marshall.
2. Mengetahui pengaruh presentase bahan tambah limbah karet ban dalam bekas kendaraan yaitu sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% pada campuran perkerasan jalan AC-BC terhadap nilai marshal.
3. Mengungkapkan hasil dari pengujian marshall dengan bahan karet ban dalam bekas kendaraan sesuai dengan persyaratan Bina Marga.

1.6 Kegunaan Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman dan menambah wawasan mengenai pengaruh penambahan karet ban dalam bekas kendaraan sebagai bahan campuran perkerasan jalan AC-BC, dari hasil penelitian yang didapatkan bisa menjadi masukan atau solusi untuk menyelesaikan permasalahan sebagai pemanfaatan kembali limbah karet ban dalam bekas kendaraan yang sebelumnya belum maksimal digunakan, dan dapat menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan kebutuhan akan inovasi peningkatan kualitas perkerasan jalan menggunakan bahan-bahan alternatif khususnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

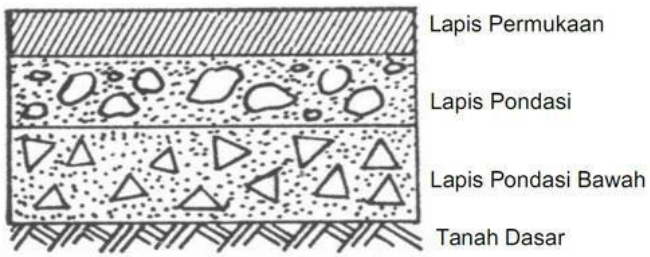
2.1 Landasan Teori

Perkerasan jalan merupakan lapis tambahan yang terletak diantara tanah dan roda kendaraan atau lapis paling atas dari badan jalan. Sukirman (2010) menjelaskan, sejarah perkerasan jalan sudah dimulai bersamaandengan sejarah umat manusia yang selalu berhasrat untuk memenuhi kebutuhan hidup dan saling berkomunikasi dengan sesama. Sedangkan untuk perkerasan jalan yang menggunakan aspal ditemukan pertama kali di Babylon pada 625 tahun sebelum masehi. Perkerasan jalan ini terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang ditemukan umat manusia.

Sukirman (2010) mengungkapkan, konstruksi perkerasan jalan dilihat dari bahan pengikatnya dibedakan atas:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur *(flexible pavement)*

   Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Konstruksi perkerasan lentur sendiri terdiri dari 5 lapisan yaitu lapisan permukaan, lapis pengikat, lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah dan lapisan tanah dasar. Setiap lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 1. Struktur perkerasan jalan lentur

2. Konstruksi Perkerasan Kaku *(rigid pavement)*

Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Selanjutnya beban lalu lintas akan dipikul oleh pelat beton tersebut.

3. Konstruksi Perkerasan Komposit *(composite pavement)*

Perkerasan komposit yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Tabel 2.1 Perbedaan perkerasan lentur dan kaku

No	Jenis Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2.	Repetisi beban	Timbul running (lendutan pada jalur roda	Timbul retak-retak pada permukaanm
3.	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan temperature	Moduluskekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

2.1.1 Lapis Aspal Beton (Laston)

Pembuatan LASTON dimaksudkan untuk memberikan daya dukung dan memiliki sifat tahan terhadap keausan akibat lalu lintas, kedap air, mempunyai nilai struktural, mempunyai nilai stabilitas yang tinggi dan peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan. Berdasarkan fungsinya aspal beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Sebagai lapis permukaan (lapis aus) yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC).*

2. Sebagai lapis pengikat dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC).*

3. Sebagai lapis pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete-Base (AC- Base).*

Suatu campuran aspal beton harus memiliki karakteristik campuran yang baik. Karakteristik tersebut meliputi: stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, tahanan geser, kedap air, kemudahan pekerjaan dan ketahanan terhadap kelelehan (Sukirman, 2010).

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Stabilitas terjadi dari hasil getaran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi diperlukan agregat yang bergradasi baik, bergradasi rapat dan memberikan rongga antar butiran agregat *(voids in mineral agregat)* yang kecil.

2. Durabilitas

Durabilitas adalah ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Faktor faktor yang mempengaruhi nilai durabilitas dari campuran aspal adalah ketebalan film aspal, nilai VIM dan nilai VMA. Suatu campuran aspal akan memiliki durabilitas yang tinggi jika nilai VIM kecil dan nilai VMA besar.

3. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Faktor-faktor yang membuat campuran aspal memiliki fleksibilitas yang tinggi adalah penggunaan agregat yang bergradasi senjang sehingga nilai VMA besar, penggunaan aspal jenis aspal lunak dan nilai VIM yang kecil.

4. Tahanan Geser *(skid resistence)*

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan jalan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu keadaan jalan basah maupun diwaktu keadaan jalan sedang kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan.

5. Ketahanan Kelelehan *(fatique resistance)*

Ketahanan kelelehan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelehan yang berupa alur *(ruting)* dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelehan adalah nilai VIM dan VMA. Campuran aspal yang memiliki nilai VIM dan VMA yang tinggi akan mempunyai ketahanan kelelehan yang tinggi juga.

6. Kemudahan pelaksanaan *(workability)*

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *workability* suatu campuran aspal adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan filler dalam campuran. Sukirman (2010).

Laston (AC) terdiri dari tiga jenis campuran yaitu laston lapis aus (AC-WC), laston lapis antara (AC-BC) dan laston lapis pondasi (AC-Base)

dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan aspal polimer atau aspal dimodifikasi dengan aspal alam disebut masing-masing sebagai *AC-WC Modified, AC-BC Modified, dan AC-Base Modified* (Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

1. AC-WC *(Asphalt Concrete-Wearing Course)*

Asphalt Concrete-Wearing Course merupakan salah satu lapisan dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC, dan AC-Base yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Lapisan ini harus memiliki permukaan yang rata dan nyaman serta memiliki kekesatan yang tinggi karena merupakan lapisan yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan.

2. AC-BC *(Asphalt Concrete-Binder Course)*

Asphalt Concrete-Binder Course merupakan lapisan perkerasan jalan yang berada di antara lapisan aus (AC-WC) dan lapisan pondasi atas (AC-Base). Lapisan AC-BC ini berguna untuk menyalurkan atau meneruskan beban yang diterimanya menuju ke pondasi atau menuju ke lapisan yang ada di bawahnya. Lapisan ini tidak berhubungan langsung

dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan atau regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan di bawahnya yaitu *Base dan Sub Grade*. Karakteristik yang terpenting pada campuran lapisan AC-BC ini adalah stabilitas.

3. AC-Base *(Asphalt Concrete-Base)*

Asphalt Concrete-Base merupakan lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan AC-BC dan di atas lapisan pondasi bawah *(Subbase Course).* Lapisan ini berfungsi untuk memberi dukungan atau menerima beban kendaraan dari lapisan AC-BC untuk selanjutnya diteruskan kembali ke lapisan pondasi bawah.

2.1.2 Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton

Bahan-bahan penyusun campuran lapis aspal beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, dan filler. Dalam proses perancangan perkerasan jalan, bahan penyusun campuran aspal beton menjadi bagian yang

diutamakan dalam pertimbangan analisis parameter perancangan. Hal ini karena salah satu parameter kekuatan konstruksi jalan terletak pada pemilihan material penyusun yang tepat (Saodang, 2005). Berikut adalah penjelasan masing-masing bahan penyusun campuran aspal beton:

1. Agregat

Sukirman (2010) mengungkapkan, agregat didefinisikan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Dalam Saodang (2005), Agregat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu berdasarkan sumber didapatnya bahan dan berdasarkan dimensi butiran. Berdasarkan sumber didapatnya bahan, agregat terdiri dari agregat alam yang diperoleh secara alamiah seperti pasir dan kerikil serta agregat buatan yang didapat dari hasil proses pemecahan batu. Berdasarkan dimensi butiran, agregat dibedakan menjadi 3 jenis. Berikut adalah macam-macam dari agregat berdasarkan dimensi

butiran:

1. Agregat Kasar

Fannisa H. dan Wahyudi M (2010) berpendapat, agregat kasar adalah jenis agregat yang butirannya tertahan di atas saringan 2,36 mm (No.8) menurut saringan ASTM. Agregat kasar membuat perkerasan lebih stabil dan mempunyai *skid resistance* (tahanan terhadap selip) yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara. Agregat kasar yang digunakan sebagai bahan penyusun campuran aspal beton tentunya harus memenuhi

ketentuan yang ada. Berikut adalah ketentuan-ketentuan dari agregat kasar menurut Spesifikasi Bina Marga 2010:

2. Agregat Halus

Pangestu T. P., (2012) mengungkapkan, agregat halus adalah agregat yang butirannya lolos saringan ukuran 2,36 mm (No. 8) dan tertahan saringan No. 200. Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian *(interlocking)* antara butiran. Selain itu agregat halus juga mengisi ruang antara butir. Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasiralam atau campuran dari keduanya. Agregat halus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat halus harus memenuhi ketentuan mutu yang ada. Berikut adalah ketentuan- ketentuan mutu untuk agregat halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010):

3. Bahan Pengisi *(filler)*

Prameswari (2016) mengungkapkan, bahan pengisi atau *filler* adalah material yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Fungsi bahan pengisi *(filler)* adalah untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur (Fannisa H. dan Wahyudi M. 2010). Penambahan kadar *fi*ller harus dibatasi pada suatu

batas yang menguntungkan karena jika terlalu tinggi kadar *filler*, maka campuran akan menjadi getas dan mudah retak. Saodang (2005), dijelaskan

bahwa *fille*r juga memiliki persyaratan untuk bisa digunakan sebagai bahan penyusun campuran aspal beton.

4. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan perkerasan macadam. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (Sukirman, 2010). Aspal sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume campuran perkerasan jalan. Saodang (2005), aspal terdiri dari unsur carbon (C) sebagai komponen utama ± 80%, hidrogen (H) ± 10% dan sisanya berupa sulfur (S) yang membentuk berbagai persenyawaan hidrokarbon. Pada konstruksi perkerasan jalan, aspal memiliki fungsi sebagai berikut:

1) Sebagai bahan pengikat dengan butiran agregat.

2) Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori yang ada pada agregat itu sendiri.

2.1.3 Gradasi Agregat

Gregat Fannisa H. dan Wah yudi M (2010) berpendapat, gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat, baik agregat kasar maupun halus dan dinyatakan dalam persentase terhadap total beratnya. Gradasi ditentukan dengan melewatkan sejumlah material melalui serangkaian saringan dari ukuran besar ke ukuran kecil dan menimbang berat material yang tertahan pada masing-masing saringan. Gradasi berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Agregat yang mempunyai ukuran seragam akan

menghasilkan pori antar butiran menjadi besar. Sebaliknya jika agregat mempunyai ukuran yang bervariasi akan mempunyai volume pori kecil, dimana butiran kecil mengisi pori diantara butiran besar sehingga pori-porinya menjadi sedikit (Sukirman, 2010).

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dengan urutan sesuai penomoran yang ada.

2.1.4 Bahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Bermotor

1. Pengertian

Ban adalah material komposit, biasanya dari karet alam / karet *isoprene* yang digunakan untuk ban truk dan ban mobil penumpang seperti pada sabuk tapak, *sidewall, carcassply, dan innerliner*. Ban bekas adalah suatu

jaringan tiga dimensi atau suatu produk ikatan silang dari karet alam dan karet sintetis diperkuat dengan *carbon black* yang menyerap minyak encer (Warith, 2006).

2. Kandungan Ban Dalam Bekas Kendaraan

Karet ban memiliki kandungan karet alam 44.32%, campuran *butadiene* 15.24%, minyak aromatik 1.85%, unsur karbon hitam 30.47%, stearic acid 1.07%, antioksidan 0.83%, dan sulfur 1.42% (Balaguru dkk,2011). Material pendukung yang fungsinya menambah performa ban adalah terdiri dari susunan: karbon, silika, sulfur, akselerator, aktivator, antioksidan, dan tekstil. (Spelman, 1998).

3. Karakteristik Ban Dalam Bekas Kendaraan

Ban terdiri dari bahan karet atau polimer yang sangat kuat diperkuat dengan serat-serat sintetik dan baja yang sangat kuat yang dapat menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat-sifat unik seperti kekuatan tarik yang sangat kuat, fleksibel, ketahanan pergeseran yang tinggi (Warith, 2006).

2.1.5 Metode Pengujian Marshall

Setelah semua benda uji dibuat maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat yang bernama Marshall Test. Pemeriksaan dengan Marshall Test pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall dan dikembangkan oleh *U.S Corps of Engineer*. Hasil pemeriksaannya, Marshall menggunakan prosedure PC-

0201- 76, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T (Sukirman, 2010). Marshall Test merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan *(flow meter)* berfungsi untuk mengukur kelelehan plastis *(flow).* Setelah dilakukan Marshall Test menurut Sukirman (2010), metode marshall akan diperoleh data- data sebagai berikut :

1. Stabilitas yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas menunjukan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur *(ruting).*
2. Kelelehan plastis *(flow)* yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch. *Flow* dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.
3. VIM yang merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal satu angka belakang koma. VIM merupakan indikator dari durabilitas.
4. VMA yang merupakan persen rongga terhadap agregat dan dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama dengan VIM merupakan indicator dari durabilitas

2.2 Kerangka Pikir

Kerangka pikir dalam pemanfaatan limbah karet ban dalam sebagai bahan tambahan campuran perkerasan jalan AC-BC terhadap nilai Marshall dapat melibatkan beberapa aspek penting yang perlu dipertimbangkan. Berikut adalah

beberapa elemen kerangka pikir yang dapat digunakan dalam pemanfaatan limbah karet ban:

1. Pengaruh limbah karet ban dalam terhadap sifat-sifat campuran, seperti stabilitas, kekuatan, keausan, kelelahan, dan deformasi permanen. Dalam hal ini, nilai Marshall dapat digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur kualitas campuran perkerasan jalan.
2. Pengaruh dari presentase bahan tambah limbah karet ban dalam bekas kendaraan yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% pada campuran lapis aspal beton (laston) AC-BC terhadap nilai
3. Hasil dari pengujian marshall terkait penggunaan limbah karet ban dalam campuran perkerasan jalan AC-BC. Pastikan bahwa campuran yang dimodifikasi memenuhi persyaratan teknis dan peraturan yang ditetapkan oleh lembaga atau otoritas terkait.

2.3 Hipotesis Penelitian

1. Dalam hipotesis ini, diasumsikan bahwa pemanfaatan limbah karet ban dalam campuran perkerasan jalan akan meningkatkan nilai Marshal. Hal ini didasarkan pada sifat-sifat yang unik dari limbah karet ban dalam, seperti elastisitas dan daya tahan terhadap deformasi, yang dapat meningkatkan ketahanan campuran terhadap beban lalu lintas dan perubahan suhu.
2. Untuk menguji hipotesis ini, penelitian dapat dilakukan dengan mempersiapkan beberapa campuran perkerasan jalan AC-BC dengan

komposisi yang berbeda, di mana beberapa campuran menggunakan limbah karet ban sebagai bahan tambahan yaitu sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%,. Kemudian, campuran-campuran tersebut dapat diuji menggunakan metode pengujian Marshal untuk mengukur nilai Marshal masing-masing campuran.

3. Hasil pengujian dapat dianalisis statistik untuk membandingkan nilai Marshal dari campuran yang menggunakan limbah karet ban dengan yang tidak menggunakan. Jika hipotesis ini terbukti benar, artinya penggunaan limbah karet ban dalam campuran perkerasan jalan AC-BC dapat meningkatkan nilai Marshal, hal ini dapat memberikan manfaat signifikan dalam pengembangan teknik perkerasan jalan yang lebih tahan lama dan berkelanjutan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di Laboratoriun PT. PEBANA ADI SARANA dengan dasar menggunakan sistem pencampuran aspal panas *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC). Peneliti melakukan eksperimen terhadap variabel terkait yaitu karakteristik marshall dan variabel bebas yaitu penambahan limbah karet ban dalam bekas kendaraan pada Laston (AC-BC).

Tujuan penletian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah karet ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian marshall. Penelitian ini dibuat benda uji sebanyak 12 benda uji, dimana benda uji yang menggunakan bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan 0%, 5%, 10%, dan 15%, masing-masing dibuat 3 benda uji. Sedangkan benda uji yang tidak diberi limbah ban dalam bekas kendaraan juga dibuat sebanyak 3 benda uji.

Proses penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pengujian aspal yaitu untuk mengetahui nilai dari pengujian agregat, dan pengujian terhadap campuran menggunakan *marshall test.* Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari:

Tabel 3.1 Jenis Nilai Pengujian

NO	Jenis Pengujian
1.	Kepadatan *(Density)*
2.	VIM *(Void In The Mix)*
3.	VMA *(Void In Mineral Agregate)*
4.	VFA *(Void Filled With Asphalt)*
5.	Pelelehan *(Flow)*
6.	Stabilitas
7.	MQ (*Marshall Quetient)*

Penelitian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik campuran marshall yang telah dibuat, baik yang menggunakan bahan tambah berupa limbah ban dalam bekas kendaraan maupun tidak menggunakan bahan tambah. Berikut ini adalah cara untuk menentukan jumlah benda uji dari masing-masing variabel bebas yaitu:

Tabel 3.2 Kode notasi dan jumlah benda uji

No.	Notasi benda uji	Jumlah
1.	BK1	1
2.	BK2	1
3.	BK3	1
4.	2B1	1
5.	2B2	1
6.	2B3	1
7.	3B1	1
8.	3B2	1
9.	3B3	1
10.	4B1	1
11.	4B2	1
12.	4B3	1
	Jumlah	12

Keterangan:

BK = Benda uji kontrol kadar limbah ban dalam bekas kendaraan 0%

1B = Benda uji dengan kadar limbah ban dalam bekas kendaraan 5%

2B = Benda uji dengan kadar limbah ban dalam bekas kendaraan 10%

3B = Benda uji dengan kadar limbah ban dalam bekas kendaraan 15%

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana Desa Tasik Malaya Kecamatan Curup Utara Kabupaten Rejang Lebong Kabupaten Rejang Lebong.

3.1.2 Waktu Penelitian

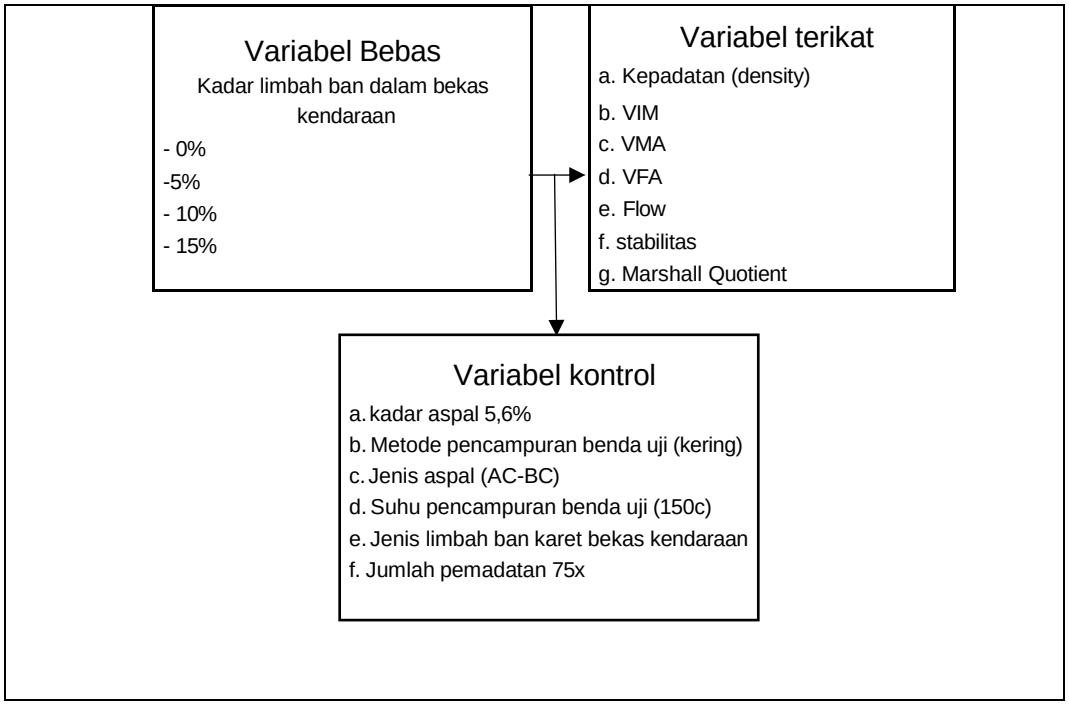
Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 22 juni 2023 – 1 juli 2023. Adapun jadwal kegiatan penelitian dijelaskan pada tabel di bawah ini

Tabel 3.3 jadwal kegiatan penelitian

NO	KEGIATAN	JUNI									JULI
		22	23	24	25	26	27	28	29	30	I
1	Persiapan alat dan bahan										
2	Pengujian analisis saringan agregat										
3	Pembuatan sampel										
4	Pengujian sampel										
5	Pemeriksaan hasil sampel										
6	Pengambilan data										

3.2 Definisi Operasional

Sugiyono (2006), variabel operasional penelitian dibedakan menjadi 3 jenis yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Pada setiap variabel memiliki hubungan satu dengan yang lain. Berikut ini adalah hubungan antar ketiga variable yang dilakukan peneliti dalam melakukan eksperimen yaitu:



Gambar 3.1 Hubungan antar Variabel

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dan sampel pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan dari objek penelitian yang menjadi sumber data penelitian. Populasi pada penelitian ini yaitu penggunaan limbah karet ban dalam bekas kendaraan sebahan bahan campuran perkerasan jalan *Asphalt Concrete-Binder Course (*AC-BC) terhadap nilai marshall

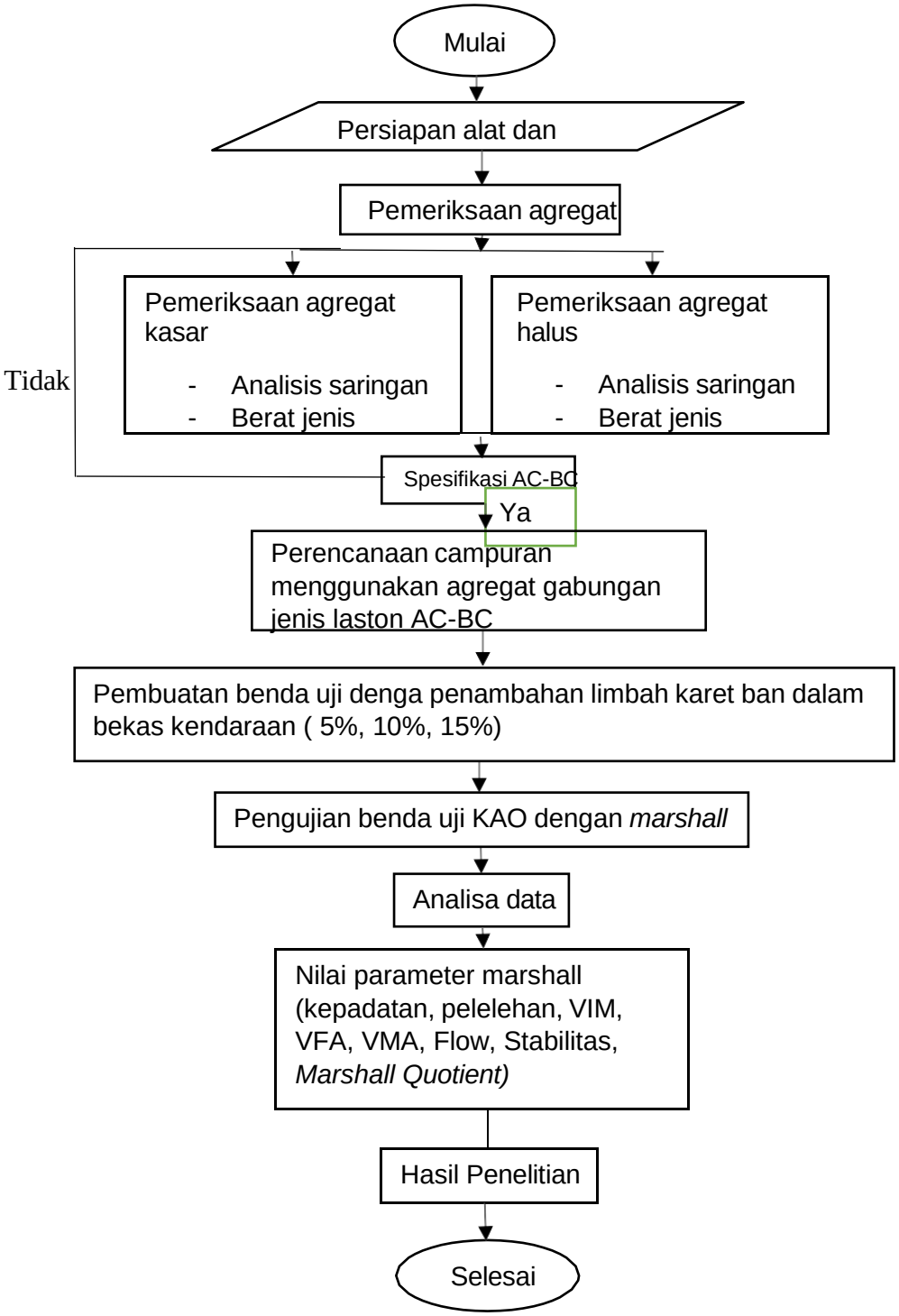
3.3.2 Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang digunakan untuk mengumpulkan informasi yang menggambarkan sifat dan ciri yang dimiliki populasi. Sampel pada penelitian ini yaitu limbah karet ban dalam

bekas kendaraan di sekitar kota curup dan diambil langsung oleh peneliti.

Sampel di potong kecil2 dan dipanaskan Bersama agregat.

3.3.3 Diagram alir



Gambar 3.2 Diagram Bagan Alir

3.4 Instrumen dan Teknik Penumpulan Data

Cara yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data, informasi, serta menguji data dan informasi tersebut, cara-cara pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi dan Penelitian Lapangan

   Mengamati secara langsung suatu obyek yang akan diteliti, serta usaha pengumpulan data dan informasi secara insentif disertai analisa dan pengujian kembali atas semua yang telah dikumpulkan.

2. Penelitian Kepustakaan

   Salah satu corak karya tulis yang penting adalah tulisan yang disusun berdasarkan suatu riset. Dari itu, pengumpulan data dilakukan juga dengan cara pengambilan bahan dari reverensial buku, jurnal, media sosial dan juga jenis pustaka lainnya.

3.5 Teknik Analisa Data

Teknik Analisa data merupakan serangkaian pengujian yang dilakukan terhadap sampel dengan tujuan untuk memperoleh data-data tertentu yang dibutuhkan dalam penelitian. Adapun rangkaian Analisa data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.5.1 Analisa Alat Pengujian

a) Timbangan dingunakan untuk mengukur berat agregat, pada pengujian agregat digunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,5 gram.

b) Satu set saringan dengan ukuran 1,5, 1, 0,75, 0,37, no 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan 200. Semua saringan disusun secara berurutan mulai dari yang terkecil di posisi paling bawah sampai ukuran terbesar di posisi paling atas.

c) Alat pengujian berat jenis dan penyerapan berupa oven, piring seng, alat uji SSD dan gelas ukur

d) *Los angles machine* merupakan mesin untuk menguji pengujian keausan agregat kasar, dengan bentuk silinder besi dengan ukuran diameter dalam 711 mm atau 28 inch dan panjang 508 mm atau 20 inch (SNI 2417-2008) mesin ini akan memutar agregat beserta bola baja didalamnya sebanyak 100 sampai 500 putaran.

e) *Moulding* atau alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm dengan tinggi 7,62 cm. *moulding* digunakan sebagai cetakan campuran aspal panas agar berbentuk sesuai dengan standar.

f) Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm, berat 4,5kg dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18 inch).

g) *Extrudermold* untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.

h) *Watter bath* atau alat perendam yang dilengkapi pengatur suhu

i) Alat-alat penunjang yang meliputi panic pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, spatula, dan tip-x untuk menandai benda uji.

3.5.2 Bahan Penelitian

a) Aspal

Aspal yang digunakan merupakan aspal pertamina dengan penetrasi 60/70 berasal dari PT. Pebana Adi Sarana.

b) Agregat Kasar

Agregat hasil dari pecahan batu yang diproduksi langsung oleh PT. Pebana Adi Sarana, agregat yang diambil dengan ukuran 1-2 cm dan 0,5-1 cm.

c) Agregat halus

Merupakan agregat abu batu hasil dari pecahan batu yang diproduksi di PT. Pebana Adi Sarana.

d) Limbah karet ban dalam bekas kendaraan

e) Minyak tanah

f) Berfungsi sebagai pembersih alat-alat yang terkena aspal setelah pengujian.

3.5.3 Perencanaan dan pembuatan benda uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Menyiapkan semua bahan benda uji seperti aspal, agregat kasar, agregat halus, pasir, dan bahan pengisi yang sudah tersusun dalam bungkus plastic sesuai dengan komposisi rencana

b) Menyiapkan semua peralataan pembuatan benda uji yang dibutuhkan di laboratorium

c) Memanaskan aspal dengan suhu 150°

d) Memanaskan agregat hingga suhu 150°

e) Setelah semua bahan mencapai suhu yang sudah ditetapkan, kemudian dilakukan pencampuran antyara aspal dan agregat. Semua bahan diaduk-aduk sampai tercampur secara merata. Suhu maksimal campuran bahan ditetapkan sekitar 150° □

f) Memasukkan semua bahan yang sudah dicampur pada suhu maksimal pencampuran kedalam cetakan sembari ditusuk-tusuk dengan spatula, penusukan ini dilakukan dengan prosedur menusuk bagian pinggir sebnayak 15 kali dan bagian tengah sebanyak 10 kali

g) Langkah selanjutnya dilakukan penumbukan sebanyak 2X75 kali

h) Setelah ditumbuk diamkan mould supaya suhunya menurun lalu benda uji dikeluarkan dari mould menggunakan ejector

i) Beri kode pengenal pada benda uji agar tidak tertukar dengan benda uji lainnya

j) Benda uji didiambkan sampai agak mengeras, kemudian benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji kering

k) Benda uji kemudian direndam selama +-24jam

l) Setelah benda uji direndam selama 24jam, kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam lalu dibersihkan menggunakan kain lap sampai benda uji dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD)

m) Benda uji ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air, kemudian dilakukan pengujian dengan alat marshall terhadap masing-masing benda uji

3.5.4 Analis Rongga terisi aspal

Merupakan presentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal, berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Dengan kata lain menentukan stabilitas, fleksibilitas, dan dursbilitas aspal. Semakin tinggi nilai berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara juga semakin tinggi.

Nilai 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.

Dihitung dengan rumus :

$$VFB = 100 \times \frac{\square\square\square - \square\square\square}{\square\square\square}$$

Keterangan:

VFB = Rongga terisi aspal, persen terhadap VMA

VMA = Rongga di antara mineral agregat

VIM = Rongga dalam campuran

3.5.5 Analisa Marshall Quotient (MQ)

Marshall *Quotient* (MQ) yaitu hasil bagi stabilitas dan flow, yang digunakan sebagai indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan. Nilai Marshall Quotient dinyatakan dalam kg/mm. (Hardiyatmo,H.C, 2007). Nilai MQ dipengaruhi oleh stabilitas dan flow, nilai yang diisyaratkan minimal 250 kg/mm. nilai MQ dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami *washboarding*, *rutting*, dan *blending.*

Dalam pengujian dengan alat marshall dilakukan Langkah – Langkah sebagai berikut:

a) Benda uji direndam dalam mesin *water bath* selama 30 menit dengan suhu air 60°□
b) Sebelum melakukan pengujian, bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan diolesi pelumas agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian
c) Setelah benda uji terendam letakan benda uji sesuai dengan posisi pada kepala penekan lalu memasang kepala penekan berisi benda uji pada alat pembebanan
d) Kemudian menaikkan kepala penekan hingga menyentuh alas cincin penguji, selanjutnya atur jarum arloji penekan
e) Proses pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 51mm per menit, kemudian dibaca pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai

berputar menurun, setelah pengujian selesai benda uji dikeluarkan dari alat marshall

$$MQ = \frac{\square}{\square}$$

Keterangan :

MQ= Marshall Quetiont (kg/mm)

O= Nilai stabilitas (kg)

P= Nilai kelelehan plastis/flow (mm)

3.5.6 Analisa Rongga Dalam Campuran

Void in Mix atau disebut juga rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran, sedemikian sehingga rongga tidak terlalu kecil yang akan menimbulkan *bleeding* atau terlalu besar yang dapat menimbulkan oksidasi / penuaan aspal dengan masuknya udara dan sinar ultra violet (SNI-06-2489-1991).

$$VIM = 100 \times \frac{\square\square\square - \square\square\square}{\square\square\square}$$

Keterangan :

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

Gmm : Berat jenis maksimum campuran.

Gmb : Berat jenis curah campuran padat.

3.5.7 Analisa Rongga Antar Mineral Agregat

Menurut Roberts, F.L et al (1991:1), rongga udara antar butir agregat aspal padat termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Kualitas rongga udara berpengaruh teradap kinerja suatu campuran, karena jika nilai terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas dan jika nilai terlalu terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk di produksi.

Nilai dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperature pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai ini berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai minimum yang diisyaratkan adalah 15%

$$VMA = 100x\frac{\square\square\square\ \square\ \square\square}{\square\square\square}$$

Keterangan :

VMA = kadar rongga antara mineral agregat (%)

Gmb = Berat jenis curah campuran padat (gr/cc)

Gsb = Berat jenis curah agregat (gr/cc)

Ps = Persen agregat terhadap berat total campuran (%)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian-pengujian yang sesuai dengan pedoman- pedoman pengujian yang ada dan juga didukung dengan peralatan yang sudah dikalibrasi dengan hasil penelitian meliputi : penelitian sifat fisik agregat, penelitian sifat fisik aspal, penelitian sifat bahan tambahan limbah karet ban dalam bekas kendaraan dan penelitian campuran Laston Lapis Pengikat /*Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) dengan melakukan uji *Marshall* juga stabilitas dan durabilitas setelah dilakukan perendaman selama 1 x 24 jam di dalam air.

4.1 Deskripsi Objek Penelitian

4.1.1 Pengujian Agregat Halus dan Kasar

Didalam penelitian ini agregat halus dan kasar yang di gunakan adalah batu 1-2, batu 0,5-1, abu batu dan semen. Hasil pengujian gradasi dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Rumus perhitungan gradasi agregat batu 05-1 :

- Rumus tertahan komulatif :

$$\frac{\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square}{\square\square\square\square\square h\ \square\square} \text{ x } 100\% \quad = \frac{7{,}50}{2000} \text{x } 100\% = 0{,}38\%$$

$$\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square\square\square$$

- Rumus lolos komulatif :

Total persentase (%) – tertahan komulatif (%) = 100 % - 0,38 %

= 99,62 %

Tabel 4.1 Pengujian Agregat batu 0,5-1

NO	UKURAN SARINGAN		Berat benda uji 1 :		2,000 Gram		Berat benda uji 2 :		2000 Gram		Lolos
			ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		rata-rata
	ASTM	SNI	Berat	Kumulatif	Tertahan	Lolos	Berat	Kumulatif	Tertahan	Lolos	Uji 1 dan Uji 2
			tertahan	brt. Tertahan	Kumulatif	Kumulatif	tertahan	brt. Tertahan	Kumulatif	Kumulatif	
	inc	mm	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12=(7+11)/2
1	2"	50.80									
2	1 1/2"	37.50		-	-			-	-		
3	1"	25.40		-	-			-	-		
4	3/4"	19.10		-	-		-	-	-		
5	1/2"	12.50	7.50	7.50	0.38	99.63	8.50	8.50	0.43	99.58	**99.60**
6	3/8"	9.50	203.50	211.00	10.55	89.45	136.00	144.50	7.23	92.78	**91.11**
7	No. 4	4.75	1317.50	1,528.50	76.43	23.58	1,296.00	1,440.50	72.03	27.98	**25.78**
8	No. 8	2.36	416.00	1,944.50	97.23	2.78	463.50	1,904.00	95.20	4.80	**3.79**
9	No. 16	1.18	7.00	1,951.50	97.58	2.43	15.00	1,919.00	95.95	4.05	**3.24**
10	No. 30	0.60	2.00	1,953.50	97.68	2.33	8.00	1,927.00	96.35	3.65	**2.99**
11	No. 50	0.30	1.50	1,955.00	97.75	2.25	4.00	1,931.00	96.55	3.45	**2.85**
12	No. 100	0.15	4.00	1,959.00	97.95	2.05	9.50	1,940.50	97.03	2.98	**2.51**
13	No. 200	0.008	3.00	1,962.00	98.10	1.90	8.00	1,948.50	97.43	2.58	**2.24**
14	Pan										

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Rumus perhitungan gradasi agregat batu 1-2 :

- Rumus tertahan komulatif :

$$\frac{\square\square\square\square\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square}{\square\square\square\square\square h\ \square\square} \text{ x } 100\% \quad = \frac{951{,}50}{2000} \text{ x } 100\%$$

$$\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square$$
$$\square\square\square\square\square\square\ (\square\square)$$

= 47,57%

- Rumus lolos komulatif :

Total persentase (%) – tertahan komulatif (%) = 100 % - 47,57 %

= 52,43 %

Tabel 4.2 Pengujian Agregat batu 1-2

1. Paket Pekerjaan :
2. Jenis Contoh Uji : Uji Analisis agregat 1-2
3. Metode Uji : SNI 03-1968-1990
4. Hasil Pengujian : Terlampir

NO	UKURAN SARINGAN		Berat benda uji 1 :		2.000,0 Gram		Berat benda uji 2 :		2.000,0 Gram		Lolos
			ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		rata-rata
	ASTM	SNI	Berat tertahan	Kumulatif brt. Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Berat tertahan	Kumulatif brt. Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Uji 1 dan Uji 2
	inc	mm	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12=(7+11)/2
1	2"	50									
2	1 1/2"	37,5									
3	1"	25									
4	3/4"	19					24	24,00	1,20	98,80	98,80
5	1/2"	12,5	951,50	951,50	47,57	52,43	1159,5	1.183,50	59,17	40,82	46,62
6	3/8"	9,5	863,50	1815,00	90,75	9,25	712,50	1896,00	94,80	5,20	7,22
7	No. 4	4,75	140,50	1955,50	97,78	2,22	93,50	1989,50	99,48	0,52	1,37
8	No. 8	2,36	18,50	1974,00	98,70	1,30	4,50	1994,00	99,70	0,30	0,80
9	No. 16	1,18	2,00	1976,00	98,80	1,20	1,50	1995,50	99,78	0,22	0,71
10	No. 30	0,600	1,50	1977,50	98,88	1,13	1,50	1997,00	99,85	0,15	0,64
11	No. 50	0,300	1,00	1978,50	98,93	1,08	0,50	1997,50	99,88	0,13	0,60
12	No. 100	0,150	2,50	1981,00	99,05	0,95	2,00	1999,50	99,98	0,02	0,49
13	No. 200	0,075	1,50	1982,50	99,13	0,88	1,50	2001,00	100,05	-0,05	0,41
14	Pan										

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Rumus perhitungan gradasi agregat abu batu :

- Rumus tertahan komulatif :

$$\frac{\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square}{\square\square\square\square\square h\ \square\square} \text{ x } 100\% \quad = \frac{2{,}50}{2000} \text{x } 100\%$$

$$\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square$$
$$\square\square\square\square\square\square\ (\square\square)$$

= 0,125%

- Rumus lolos komulatif :

Total persentase (%) – tertahan komulatif (%) = 100 % - 0,125 %

= 99,88 %

Tabel 4.3 Pengujian Agregat Abu Batu

1. Paket Pekerjaan	:	
2. Jenis Contoh Uji	:	Uji Analisis agregat abu batu
3. Metode Uji	:	SNI 03-1968-1990
4. Hasil Pengujian	:	Terlampir

NO	UKURAN SARINGAN		Berat benda uji 1 :		2,000.0 Gram		Berat benda uji 2 :		2,000.0 Gram		Lolos
			ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		rata-rata
	ASTM	SNI	Berat	Kumulatif	Tertahan	Lolos	Berat	Kumulatif	Tertahan	Lolos	Uji 1 dan Uji 2
			tertahan	brt. Tertahan	Kumulatif	Kumulatif	tertahan	brt. Tertahan	Kumulatif	Kumulatif	
	inc	mm	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12=(7+11)/2
1	2"	50									
2	1 1/2"	37.5									
3	1"	25									
4	3/4"	19									
5	1/2"	12.5									
6	3/8"	9.5									
7	No. 4	4.75	2.50	2.5	0.13	99.88	6.0	6.00	0.30	0.30	**99.79**
8	No. 8	2.36	497.50	500.0	25.00	75.00	520.50	526.50	26.33	26.33	**25.39**
9	No. 16	1.18	583.00	1063.0	53.15	46.85	581.50	1108.00	55.40	55.40	**45.73**
10	No. 30	0.600	308.50	1371.5	68.58	31.46	327.50	1435.50	71.78	71.78	**29.83**
11	No. 50	0.300	171.00	1542.5	77.13	22.88	155.00	1590.50	79.53	79.53	**21.68**
12	No. 100	0.150	144.00	1686.5	84.33	15.68	135.00	1725.50	86.28	86.28	**14.70**
13	No. 200	0.075	66.50	1753.0	87.65	12.35	53.00	1778.50	88.93	88.93	**11.71**
14	Pan										

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Tabel 4.4 Pengujian Semen

1. Paket Pekerjaan	:	
2. Jenis Contoh Uji	:	Uji Analisis agregat Semen
3. Metode Uji	:	SNI 03-1968-1990
4. Hasil Pengujian	:	Terlampir

NO	UKURAN SARINGAN		Berat benda uji 1 :		2.000,0 Gram		Berat benda uji 2 :		2.000,0 Gram		Lolos
			ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		ANALISA SARINGAN		JUMLAH PERSEN (%)		rata-rata
	ASTM	SNI	Berat tertahan	Kumulatif brt. Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Berat tertahan	Kumulatif brt. Tertahan	Tertahan Kumulatif	Lolos Kumulatif	Uji 1 dan Uji 2
	inc	mm	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(gram)	(gram)	(%) *	(%)	(%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12=(7+11)/2
1	2"	50									
2	1 1/2"	37,5									
3	1"	25									
4	3/4"	19									
5	1/2"	12,5									
6	3/8"	9,5									
7	No. 4	4,75									
8	No. 8	2,36									
9	No. 16	1,18									
10	No. 30	0,600									
11	No. 50	0,300									
12	No. 100	0,150	46,50	46,50	9,30	90,70					
13	No. 200	0,075	265,50	312,00	62,40	37,60					
14	Pan										

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Rumus gradasi penggabungan agregat :

$$\frac{\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square\square\square\square\ \square\ \square\square\square\square\square h\ \square\square\square\square\square\square\ \square\square\square\square\square\square\square\square}{100}$$

$$\frac{100{,}00 \square 2{,}00}{100}$$

$$\frac{200}{100} = 2{,}00$$

Rumus gradasi gabungan :

(E= A+B+C+D)

Gradasi gabungan = 25,00+24,00+50,00+1,00= 100,00

Tabel 4.5 Gradasi Gabungan

	PENGGABUNGAN AGREGAT	KONTRAKTOR
		PT. PEBANA ADI SARANA

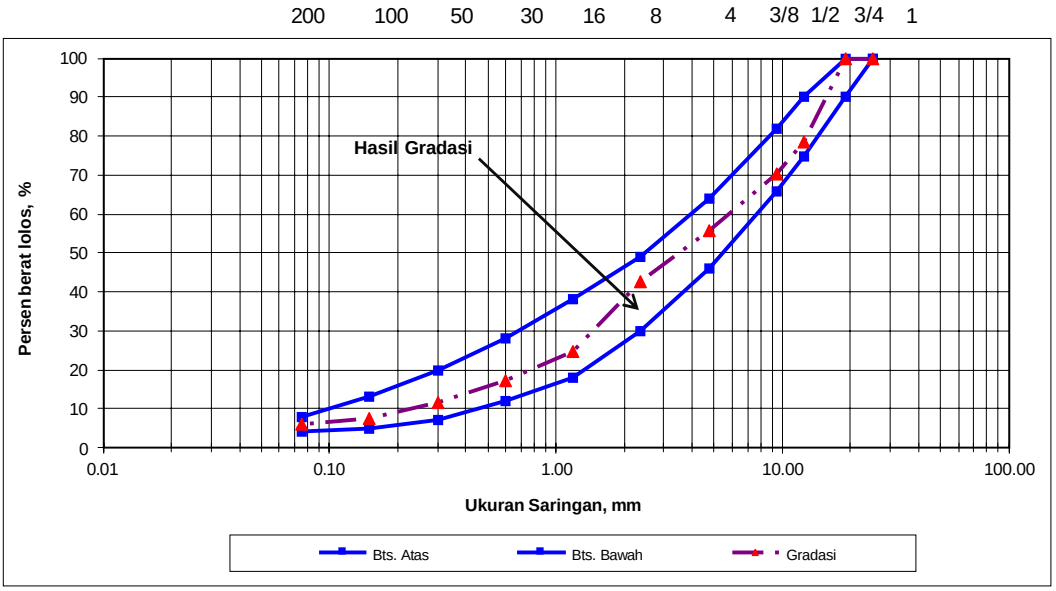
1. Paket Pekerjaan
2. Jenis Contoh Uji : Laston Lapis Antara (AC - BC)
3. Metode Uji : SNI 03-1968-1990
4. Hasil Pengujian : Terlampir

URAIAN			**Ukuran Saringan**									
Inch		1 "	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
mm		25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Data Analisa saringan												
Agregat batu 1-2		100.00	98.80	46.62	7.22	1.37	0.80	0.71	0.64	0.60	0.49	0.41
Agregat batu 0,5-1		100.00	100.00	99.60	91.11	25.77	25.39	3.24	2.99	2.85	2.51	2.23
Agregat Abu batu		100.00	100.00	100.00	100.00	99.75	74.34	45.72	29.82	21.68	14.70	11.71
Filler semen		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Penggabungan agregat												
Agregat batu 1-2	**25.00%**	25.00	24.70	11.66	1.81	0.34	0.20	0.18	0.16	0.15	0.12	0.10
Agregat batu 0,5-1	**24.00%**	24.00	24.00	23.90	21.87	6.18	6.09	0.78	0.72	0.68	0.60	0.54
Agregat Abu batu	**50.00%**	50.00	50.00	50.00	50.00	49.88	37.17	22.86	14.91	10.84	7.35	5.86
	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Filler semen	**1.00%**	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Gradasi gabungan		**100.00**	**99.70**	**86.56**	**74.67**	**57.40**	**44.46**	**24.82**	**16.79**	**12.67**	**9.07**	**7.49**
Gradasi Laston AC - BC												
Maks.		100.0	100.0	90.0	82.0	64.0	49.0	38.0	28.0	20.0	13.0	8.0
Min.		100.0	90.0	75.0	66.0	46.0	30.0	18.0	12.0	7.0	5.0	4.0

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

Pada tabel 4.5 diperoleh komposisi gradasi agregat gabungan. Apabila nilai gradasi tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik, hasilnya dapat dilihat pada

gambar 4.1 dan pada grafik tersebut terihat bahwa semua nilai gradasi berdasarkan komposisi agregat tersebut masuk dalam kisaran yang telah diisyaratkan



Gambar 4.1 Grafik Gradasi

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

4.1.2 Pencampuran agregat halus dan kasar

Pencampuran agregat ini ingin mengetahui berapa komposisi atau timbangan agregat yang ingin di gunakan, berikut adalah komposisi atau timbangan agregat :

Tabel 4.6 Timbangan bahan agregat rencana campuran AC-BC

Kadar Aspal Rencana				**5.6%**	**5.6%**	**5.6%**	
Bahan tambah plastik				**5.0%**	**10.0%**	**15.0%**	
Total campuran				1200	1200	1200	
Kebutuhan aspal				67.2	67.2	67.2	
Karet Ban Dalam Bekas				3.36	6.72	10.08	
Berat Agregat				**1132.8**	**1132.8**	**1132.8**	
Bp 1-2	25.00%	25.00%		283.2	283.2	283.2	
bp 1-1	24.00%	24.00%		271.9	271.9	271.9	
abu batu	50.00%	50.00%		566.4	566.4	566.4	
filler	1.00%	1.00%		11.3	11.3	11.3	
	100.0%						
Berat Komulatif Agregat							
Bp 1-2				**283.2**	**283.2**	**283.2**	
bp 1-1				**555.1**	**555.1**	**555.1**	
abu batu				**1121.5**	**1121.5**	**1121.5**	
filler				**1132.8**	**1132.8**	**1132.8**	
Karet Ban Dalam Bekas				**3.36**	**6.72**	**10.08**	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

4.1.3 Penumbukan sampel

Penumbukan sampel itu dilakukan sebanyak 75 kali tumbukan dalam 12 pembuatan bricket aspal itu perhitungan nya bawah atas di hitung satu.

4.1.4 Hasil penelitian sifat fisik aspal

Hasil penelitian sifat fisik Aspal dilakukan dengan material aspal Pertamina Pen 60/70 yang tersedia di laboratorium PT. Pebana Adi Sarana Cabang Curup Kabupaten Rejang Lebong.

Tabel. 4.7. Hasil Penelitian Sifat Fisik aspal Pertamina pen 60/70

No	Agregat	Penelitian	SNI	Hasil	Keterangan
1	Aspal Pertamina	Penetrasi	60 – 79	79 - 68,4	Memenuhi
2	Aspal Pertamina	Titik lembek	48 – 58	48 °C	Memenuhi
3	Aspal Pertamina	Titik nyala	Min.200	239 °C	Memenuhi
4	Aspal Pertamina	Daktiltas	Min.200	110 cm	Memenuhi
5	Aspal Pertamina	Berat jenis	Min. 100	1,063 gr/cc	Memenuhi
6	Aspal Pertamina	Kelarutan	Min 99	99,1667 %	Memenuhi
7	Aspal Pertamina	Penurunan/kehilangan berat	Max. 0.8	0.16%	Memenuhi
8	Aspal Pertamina	Penetrasi setelah kehilangan berat	Min. 54	91,667 %	Memenuhi
9	Aspal Pertamina	Daktilitas setelah kehilangan berat	Min. 50	62,7%	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

4.1.5 Hasil timbangan SSD, Waterbath, dan Marshall Test

Hasil pengujian dari timbangan *SSD,Waterbath* dan *Marshall Tes* dapat dilihat dari tabel di bawah :

Tabel 4.8 Hasil timbangan ssd, waterbath,dan marshall test.

Tabel 4.9 Hasil dari berat benda uji

BAHAN TAMBAH	KADAR ASPAL	KERING	SSD	DALAM AIR
0%	5,6	1190	1197	673
	5,6	1198	1204	676,5
	5,6	1201	1207	677,5
5%	5,6	1153	1154	654,5
	5,6	1156	1164	655
	5,6	1174	1176,5	670,5
10%	5,6	1195,5	1197	682,5
	5,6	1181	1184,5	680,5
	5,6	1105	1116	633,5
15%	5,6	1113,5	1130	631
	5,6	1131	1146	641
	5,6	1160	1168	672,5

Tabel 4.10 Spesifikasi pengujian marshall campuran AC-BC

Kepadatan	Min 2.270 gr/cc
Stabilitas	Min 90%
VMA	Min 14%
VFB	Min 65%
VIM	3-5%
Kelelehan	Min 2-4 mm
MQ	Min 250 kg/mm

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

4.1.6 KAO pengujian marshall sampel AC-BC.

Dalam pengujian sampel marshall AC-BC harus memenuhi syarat ketentuan nilai stabilitas ,flow,VIM,VFB,VMA,Density, dan MQ. Seperti yang ada point yang belum memenuhi karakteristik pengujian.

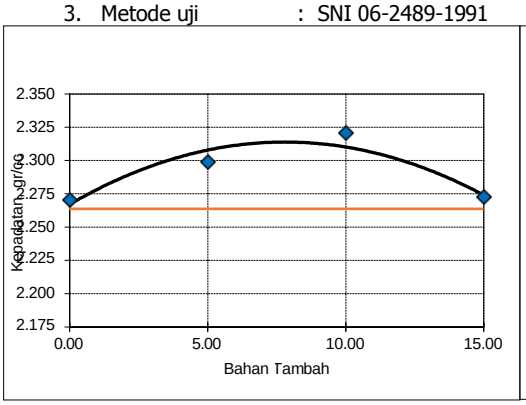
Tabel 4.11 Hasil pengujian KAO

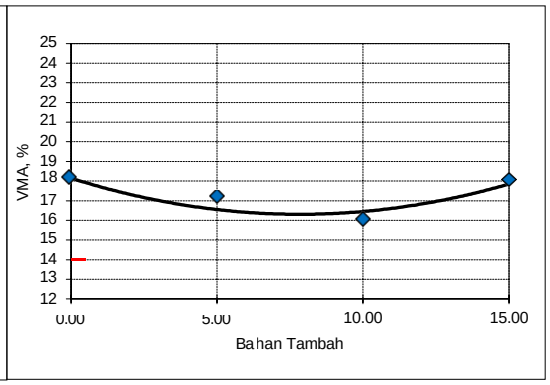
Kadar aspal	kepadatan	VMA %	VFB %	VIM %	Stabilitas	Kelelehan	Marshall question
0%	2,270	18	77	4,0	1161,2	3,3	356,9
5%	2,299	17	83	2,8	985,7	4,4	244,9
10%	2,319	16	88	2,0	900,1	4,7	201,9
15%	2,271	18	78	4,0	876,7	4,7	195,9

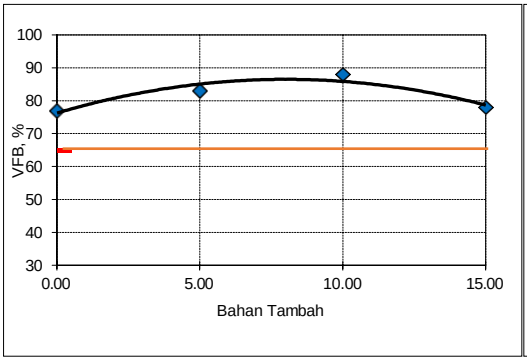
Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

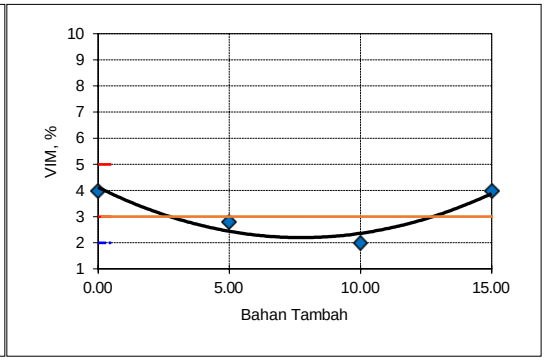
	GRAFIK MARSHALL	KONTRAKTOR
		PT. PEBANA ADI SARANA

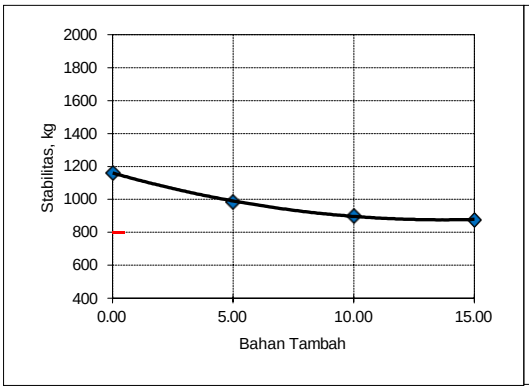
1. Paket Pekerjaan : : Laston Lapis Antara
2. Jenis Contoh Uji (AC - BC)
3. Metode uji : SNI 06-2489-1991

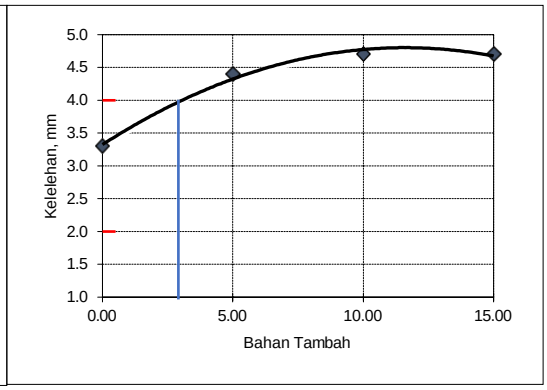


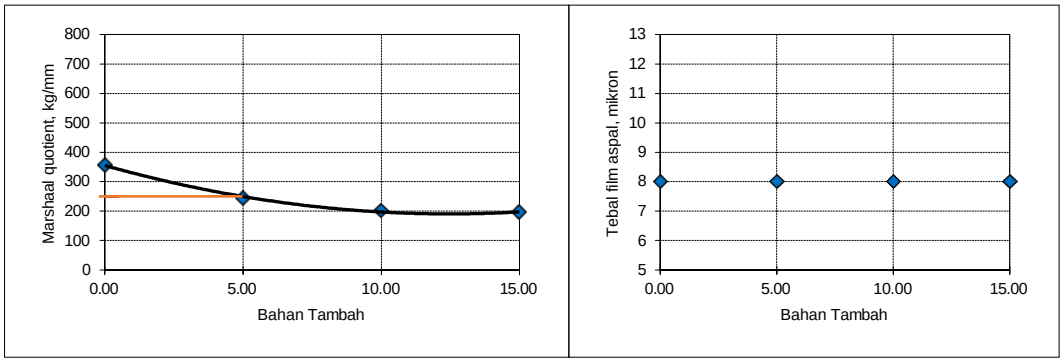


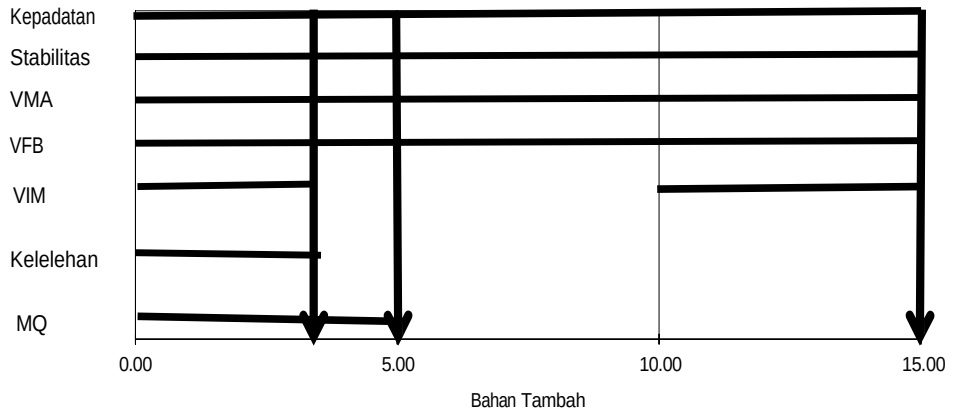












Gambar 4.2 bahan tambah optimum dari 4 variasi aspal

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Pebana Adi Sarana

4.2 Hasil Analisis Data dan Pembahasan

Setelah dilaksanakan pengujian marshall sampel AC-BC dengan tambahan karet ban dalam bekas kendaraan, dengan 4 variasi bahan tambah. Didapatkan ada beberapa nilai pengujian belum memenuhi spesifikasi umum 2018 Direktorat Jendral Bina Marga.

Berikut adalah hasil dari penambahan limbah karet ban dalam bekas kendaraan berdasarkan penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Penambahan limbah karet ban dalam bekas kendaraan sangat berpengaruh dalam perubahan nilai marshal, setiap penambahan karet ban dalam bekas kendaraan semua nilai pengujian mengalami perubahan. Pada presentase penambahan bahan tambah 5% yang tidak memenuhi persyaratan hanya kelelehan dan VIM, nilai kelelehan yang sesuai dengan spesifikasi umum adalah 2-4 mm, namun dari hasil pengujian mengalami kenaikan yaitu 4,4 mm, sedangkan nilai yang sesuai spesifikasi umum pada VIM yaitu 3-5%, namun dari hasil pengujian mengalami penurunan yaitu 2,8%. Pada presentase 10% juga terdapat beberapa nilai-nilai yang tidak masuk dalam spesifikasi umum yaitu yang pertama VIM, nilai yang sesuai spesifikasi adalah 3-5% sedangkan pada hasil penelitian yaitu 2,0%, yang kedua adalah kelelehan, spesifikasi umum 2-4 mm pada hasil pengujian didapat kenaikan nilai yaitu 4,7, kemudian nilai MQ yaitu 201,9 dari hasil pengujian juga tidak memenuhi syarat karena nilai yang sesuai spesifikasi yaitu min 250kg/mm. Penambahan bahan tambah pada presentase 15% yang tidak memenuhi persyaratan yaitu kelelehan nilai spesifikasi umumnya adalah min 2-4 mm sedangkan hasil pengujian mendapatka hasil 4,7, kemudian perubahan pada nilai MQ pada hasil penlitian didapatkan hasil 195,9, sedangkan nilai spesifikasi yang sesuai yaitu min 250 kg/mm.
2. Penambahan kadar bahan tambah karet ban dalam bekas kendaraan pada campuran aspal (AC-BC) mempengaruhi nilai karakteristik marshal, dimana penambahan paling efektif adalah pada presentase kurang dari 5% yaitu 3,5%.
3. Berdasarkan persyaratan bina marga terdapat beberapa sampel yang tidak memenuhi syarat terutama pada nilai VIM, kelelehan, dan MQ dikarenakan

kelebihan penambahan nilai presentase pada bahan tambah, hal ini menunjukan adanya hubungan positif antara penambahan karet ban dalam bekas kendaraan terhadap kharakteristik marshall.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setiap penambahan bahan tambah karet ban dalam bekas kendaraan semua nilai pengujian mengalami perubahan. Pada presentase penambahan bahan tambah 5% yang tidak termasuk dalam spesifikasi hanya kelelehan dan VIM, niali kelelehan mengalami kenaikan menjadi 4,4 mm, dan pada VIM mendapatkan hasil penurunan menjadi 2,8%, pada presentase 10% nilai VIM juga tidak sesuai dengan spesifikasi umum karena mengalami penurunan menjadi 2,0%, pada kelelehan mengalami kenaikan menjadi menjadi 4,4 mm, kemudian MQ mengalami penurunan nilai menjadi 201,9 kg/mm dan pada presentase 15% nilai kelelehan mengalami kenaikan menjadi 4,7 mm dan MQ mengalami penurunan menjadi 195,9 kg/mm.
2. Pada penambahan bahan tambah karet ban dalam bekas kendaraan menghasilkan presentase yang paling efektif dan memenuhi spesifikasi umum berupa kepadatan, stabilitas, VMA,VIM,VFB, kelelehan dan MQ yaitu pada presentase 3,5%.
3. Terdapat beberapa sampel yang tidak sesuai dengan persyaratan bina marga hal ini dikarenakan karena banyaknya jumlah presentase bahan tambah yang digunakan, serta tidak efektifnya pada saat melakukan penumbukan.

5.2 Saran

Penelitian ini membutuhkan saran-saran agar lebih baik, antara lain sebagai berikut:

1. Pertimbangkan penggunaan bahan tambah karet ban dalam bekas kendaraan dengan hati-hati, mungkin diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mengidentifikasikan presentase optimal yang memenuhi persyaratan.
2. Pertimbangkan untuk melakukan variasi pengujian dengan parameter yang lebih detail, seperti perubahan presentase di antara 3,5% dan 5%, untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang dampak bahan tambah
3. Perlu kiranya pada saat penumbukan dilakukan dengan hati-hati agar tidak ada agregat yang tumpah dan pengulangan pada hitungan, supaya mendapatkan nilai VIM yang sesui dengan spesifikasi umum.

DAFTAR PUSTAKA

Fauzi satyagraha (2018), Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Dalam Bekas Kendaraan Dan Filler Limbah Karbit Pada Laston (AC-BC) Terhadap Nilai Marshall. Jurnal Ilmiah Universitas Negeri Yogyakarta. https://eprints.uny.ac.id/62644/

Darma Pambudi (2015). Pengaruh Kinerja Penambahan Karet Ban Bekas Sebagai Substitusi Pengganti Campuran Beraspal Daur Ulang Pada Lapis Permukaan Atas. Jurnal Ilmiah Politeknik Negeri Sriwijaya. https://media.neliti.com/media/publications/159352-ID-pengaruh-kinerja-penambahan-karet-ban-be.pdf

Sugiyono (2006), variabel penelitian, bandung.

Hardiyatmo H.C 2007 pemeliharaan Jalan Raya Gadjah mada University press yogyakarta

SNI-06-2489-1991, Metode pengujian campuran aspal dengan alat marshall, Dinas pekerjaan umum 2018

SNI-03-1968-1990 Metode pengujian untuk analisis agregat halus dan kasar . Dinas pekerjaan umum provinsi Bengkulu.

Direktorat Jendral Bina Marga 2018, Spesifikasi Jalan dan Jembatan 2018 (Revisi 2), Kementrian PU, Provinsi Bengkulu

Tim Penyusun , 2022. Pedoman penulisan Tugas Akhir, Bengkulu, Politeknik Raflesia.

LAMPIRAN

Pengambilan Gregat di AMP

Agregat Batu 1-2

Agregat Batu 0,5-1

Abu Batu

Proses Pemanasan Aspal

Pencampuran Aspal Panas

Pencampuran Kadar Bahan Tambah

Perendaman 12 Sampel

Proses Penumbukan

Perendaman 24 jam

Proses timbang dalam air

Alat Saringan Gradasi

Watterbath

Pengujian dengan alat Marshall