

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air.

Jalan mempunyai peranan yang penting dalam bidang sosial, ekonomi. Sehingga keadaan jalan dan jaringan-jaringan jalan bisa dijadikan barometer tentang tingginya kebudayaan dan kemajuan ekonomi suatu bangsa. Mengingat kondisi sarana jalan yang ada saat ini banyak kerusakan baik yang diakibatkan oleh faktor alam maupun faktor manusia dalam hal ini kendaraan, sehingga perlu diadakan perbaikan dan peningkatan guna memenuhi kebutuhan lalu lintas yang lebih tinggi.

Dalam berbagai kasus yang terjadi, banyak konstruksi jalan yang mengalami masa kerusakan dalam masa pelayanan tertentu, padahal tujuan akhir adalah tersedianya jalan dengan standar baik sesuai dengan fungsinya. Untuk mencapai tujuan ini, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan umur pelayanan adalah dengan meningkatkan fungsi aspal sebagai bahan pengikat. Dalam hal ini dilakukan percobaan dengan menggunakan limbah karet ban yang tidak terpakai.

Limbah ban merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar dan merupakan material yang tidak dapat diuraikan oleh organisme jadi sifatnya permanen. Jika dibakar akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang menghasilkan Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.

Salah satu sifat positif yang didapatkan dari limbah karet adalah sifatnya yang tahan air, memiliki sifat fleksibilitas dan lentur yang baik serta dapat meredam getaran.

Banyak penelitian yang dilakukan terhadap aspal agar mendapatkan campuran yang memiliki viskositas yang baik dan daya tahan lama.

Dari beberapa hal diatas,penulis berinisiatif untuk membuat tugas akhir dengan judul *“Pengaruh Penambahan limbah Karet Ban Dalam Bekas Kendaraan terhadap Karakteristik Marshall pada Campuran Beton Aspal”*.

1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas,maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yaitu :

1. Adanya kualitas aspal jalan yang rendah dan kendaraan bermotor yang semakin padat membuat jalan menjadi berumur pendek.
2. Meningkatkan kebutuhan masyarakat akan kualitas perkerasan jalan yang memiliki nilai viskositas baik.
3. Adanya ban karet bekas yang tidak bermanfaat dan berlimpah.

1.3 Batasan Masalah

Guna mempermudah pembahasan penulisan maka penulis memberikan batasan-batasan masalah dalam penulisan ini,diantaranya yaitu:

1. Penelitian dilakukan dilaboratorium jalan raya Universitas HKBP Nommensen
2. Agregat yang digunakan agregat kasar yang lolos ayakan 1,5, 1, 0,75, 0,37, no 4, dan no 8 serta agragat halus yang lolos ayakan no 16, 30, 50, 100, dan 200.
3. Kadar tambahan limbah ban dalam bekas kendaraan yang digunakan adalah 0%, 2%, 3%, dan 4% dari berat total campuran.
4. Kandungan kimia dari limbah ban akan diperoleh melalui pengujian dilabotorium PTKI dan Laboratorium kimia FMIPA USU.
5. Dan tidak memperhitungkan faktor ekonomis dari penggunaan limbah ban karet.

1.4 Rumusan masalah

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh limbah karet ban dalam kendaraan pada campuran beton aspal.Dalam tugas akhir ini akan dijelaskan permasalahan yaitu

pengaruh dari persentase bahan tambah limbah karet ban dalam bekas kendaraan yaitu sebesar 0%, 2%, 3%, dan 4% pada campuran beton aspal terhadap karakteristik marshall. Selain itu akan dibahas mengenai perbandingan antara beton aspal normal dengan beton aspal yang menggunakan limbah karet ban bekas kendaraan.

1.5 Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dari bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan pada campuran beton aspal terhadap karakteristik marshall.
2. Mengetahui persentase limbah yang menghasilkan kadar aspal optimum dan nilai marshall.
3. Memperoleh hasil dari pengujian marshall dengan bahan karet ban dalam kendaraan yang dibandingkan dengan persyaratan Bina marga 2018.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara teoritis
 - a. Diharapkan dapat memberikan masukan ilmu pengetahuan baru yang sesuai dengan bidang teknik sipil khususnya yang berkaitan dengan materi perkerasan jalan dengan penambahan bahan limbah ban dalam bekas kendaraan.
 - b. Diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan perkerasan jalan.
2. Secara Praktis
 - a. Dengan adanya penelitian ini, maka hasil yang didapatkan bisa menjadi masukan atau solusi untuk menyelesaikan permasalahan ataupun solusi sebagai pemanfaatan kembali limbah karet ban dalam bekas kendaraan yang sebelumnya belum maksimal dimanfaatkan.
 - b. Manfaat terakhir adalah hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan kebutuhan akan inovasi peningkatan kualitas perkerasan jalan menggunakan bahan-bahan alternatif khususnya.

1.7 Sistematis Penulisan

Untuk mempermudah penulisan tugas akhir, saya uraikan dalam sistematik penulisan yang dibagi dalam 5 (lima) pokok pembahasan berturut turut sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pendahuluan ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai latar belakang mengenai pemilihan judul tugas akhir, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, rumusan masalah, penyajian data, serta sistematika penulisan yang menguraikan secara singkat komposisi bab yang ada pada penulisan serta penetapan lokasi studi.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan teori secara singkat dan gambaran umum mengenai karakteristik beton aspal serta material pembuatannya, dan karakteristik limbah karet ban bekas kendaraan yang digunakan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menyajikan bahasan mengenai tahapan, pengumpulan data, bahan penelitian, lokasi penelitian, dan pengujian yang dilakukan.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab simpulan dan saran yang berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran-saran.

1.8 Penelitian Terdahulu

1. PENGARUH LIMBAH KARET BAN SEBAGAI CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL, Sulfah Anjarwati Abstrak Kinerja campuran agregat aspal pada konstruksi jenis perkerasan jalan Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) kelas B dicoba untuk ditingkatkan dengan cara memodifikasi bahan ganti campuran aspal menggunakan karet ban bekas sehingga diharapkan pada penelitian ini bisa mengurangi kepekaan aspal terhadap temperatur dan keelastisannya. Penelitian dilakukan dengan membandingkan beberapa campuran aspal yang menggunakan beberapa variasi kadar karet pada aspal (0%, 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%) dengan acuan kadar aspal optimum rencana (Pb) yaitu 7,68 % pada kondisi standar (2 x 50) tumbukan. Hasil uji karakteristik Marshall dari 6 variasi sampel didapatkan hasil terbaik pada kadar ban bekas 3% dengan nilai VIM 4,242%, nilai VMA 23,92%, nilai VFA 80,62%, nilai rerata Stabilitas Marshall 1094,33 kg, nilai rerata Kelelehan (Flow) 2,82 mm, dan nilai rerata Marshall Quotient (MQ) 388,13 kg/mm.
2. Tugas akhir thesis university of technology Yogyakarta Salah satu usaha mengurangi kerusakan jalan akibat beban yang berlebih (overloading) adalah menaikkan mutu campuran beraspal melalui peningkatan mutu aspal. Untuk meningkatkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambahkan bahan aditif seperti limbah ban bekas. Penelitian tentang penggunaan limbah ban bekas 100 mesh sebagai bahan tambah dalam pembuatan benda uji marshall inibertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan nilai karakteristik marshall properties dari kadar aspal optimum (KAO) antara aspal pen 60/70 murni dan aspal pen 60/70 dengan penambahan limbah karet padat ban luar bekas 100 mesh sertamengurangi dampak yang ditimbulkan oleh limbah karet ban yang selama ini mencemari lingkungan. Penelitian dilakukan untuk campuran panas jenis laston AC-WC (Asphalt Concrete–Wearing Course) dengan marshall test yang terdiri dari uji stabilitas, uji kelelehan (flow), VMA (Void in the Mineral Aggregate), VFA (Voids Filled with Asphalt), VIM (Void In Mix) dan Marshall Quotient (QM). Teknik pencampuran ban dengan aspal pen 60/70 dilakukan dengan cara memotong karet ban luar bekas tersebut dengan ukuran sebesar 0,15 mm, kemudian dicampurkan pada saat memasak aspal dengan suhu maksimal 200°C agar aspal tersebut tidak rusak. Pengujian dilakukan pada campuran aspal dengan variasi penambahan karet ban bekas sebanyak 6%, 8%, dan 10%

dari berat total kadar aspal optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas, marshall quotient, VFA semakin kecil. Sedangkan nilai flow, VIM, dan VMA semakin besar. Penambahan limbah ban bekas dapat mengurangi penggunaan aspal dalam campuran laston.

3. Harry Patmadjaja Penelitian ini dilakukan karena semakin pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia sehingga dibutuhkan campuran aspal yang ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED), agregat bergradasi rapat tipe IV, fly ash sebagai Filler dan serbuk ban bekas sebagai pengganti agregat halus lolos ayakan no 8. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran serbuk ban bekas terhadap karakteristik campuran aspal emulsi dingin dengan filler fly ash. Penelitian ini menggunakan kadar aspal 8% dan fly ash sebesar 2% dari berat agregat dengan variasi ukuran ban bekas mesh 20, 40, dan 60 dari berat agregat halus lolos ayakan no 8. Dari hasil pengujian ini didapatkan ukuran serbuk ban bekas berpengaruh terhadap parameter marshall.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapis Aspal Beton (AC-BC)

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan tanpa bahan tambahan. Lapisan aspal beton merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi menerus dan cocok untuk jalan yang banyak dilalui kendaraan berat.

Aspal konvensional, karet memiliki kelebihan yaitu viskositas yang lebih tinggi dan lebih tahan lama dan mempunyai permukaan yang lebih elastis. Adapun tujuan dari bahan tambah adalah untuk dapat mengurangi biaya pemeliharaan, meningkatkan umur perkerasan, serta mengurangi tingkat kebisingan.

2.2 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:

a. 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:

Tabel 2.1 .Ketentuan pengujian agregat kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan Bentuk agregat terhadap larutan			SNI 3407:2008	Maks.12
Abrasi dengan mesin los angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2018	Maks.6
		500 putaran		Maks.30
	Campuran aspal Bergradasi lain	100 putaran		Maks.8
		500 putaran		Maks.40
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min.95
Butir pecah pada agregat kasar			SNI 7619:2012	95/90
Partikel pipih dan lonjong			ASTM D4791	Maks.10

Material lolos ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks.2
------------------------------	------------------	--------

(Sumber:Spesifikasi umum bina marga 2010 divisi 6 perkerasan aspal 6.3.2)

b.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 15 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):

Tabel 2. 2.Ketentuan pengujian agregat halus

Pengujian	Standar	Nilai (%)
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60
Angularitas dengan uji kadar	SNI 03-6877-200	Min 45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Min 1
Agregat lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Min 10

(Sumber:Spesifikasi umum bina Marga 2010 divisi 6 perkerasan aspal tabel 6.3.2)

2.Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada hermometer ruang berbentuk padat sampai agak padat.Jika dipanaskan sampai suatu 8hermometer 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.

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.

a. Aspal alam

Aspal alam adalah aspal yang diperoleh karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui retak-retak kulit bumi. Setelah minyak menguap, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui.

b. Aspal Buatan

Aspal buatan adalah aspal yang diperoleh dari hasil penyulingan bahan-bahan seperti minyak dan batu bara. Contoh dari aspal buatan adalah aspal minyak dan tar. Aspal minyak adalah aspal yang diambil dari proses penyulingan minyak bumi.

2.3 Pengujian Aspal dan Agregat

a. Pengujian Aspal

meliputi pengujian penetrasi, pengujian titik lembek, pengujian titik nyala dan bakar, serta pengujian berat jenis aspal. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI.

Tabel 2. 3. Acuan Pengujian Aspal

No	Jenis pengujian	Acuan	Persyaratan		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	50	-	Mm
2	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	53	-	⁰ C
3	Titik Nyala Dan titik bakar	SNI 06-2433-1991	232	-	⁰ C
4	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1,0	-	gr/cc

a. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air.

Tabel 2. 4. Acuan Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan	Satuan
----	-----------------	-------	-------------	--------

			Min	Max	
1	Analisis saringan	SNI 03-1968-1990	-	-	
2	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	2,5	-	gr/cc
3	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	-	3	%

b. Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air.

Tabel 2. 5. Acuan Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Acuan	Persyaratan		Satuan
			Min	Max	
1	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	2,5	-	gr/cc
2	Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	-	3	%

3. Perencanaan Campuran

Urutan proses atau dapat disebut tahapan dalam menentukan campuran benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan kadar bahan tambah limbah karet ban dalam kendaraan roda dua masing-masing benda uji yaitu sebanyak 0%, 2%, 3% dan 4% dari berat total campuran.
- b. Menentukan kadar filler limbah karbit masing-masing benda uji sebanyak 5% dari berat total agregat sesuai dengan acuan penelitian yang digunakan (AASHTO T-89-81)
- c. Menentukan kadar aspal masing-masing benda uji yaitu sebesar 6% dari berat total campuran sesuai dengan acuan penelitian.
- d. Menentukan jenis gradasi agregat gabungan untuk campuran, yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi agregat gabungan jenis AC-BC dan memakai batas tengah dari tiap-tiap prosentase lolos saringan.
- e. Menghitung kebutuhan berat bahan untuk masing-masing benda uji sesuai dengan variasi yang sudah direncanakan.

2.4 Gradasi Agregat

Fannisa H. dan Wahyudi 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 diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dengan urutan sesuai penomoran yang ada. Berikut adalah ukuran butir agregat menurut AASHTO T27-88 atau SNI 03-1968-2002

Tabel 2. 6. Ukuran butir agregat

Ukuran	Bukaan (%)	Ukuran	Bukaan(mm)
4 inch	100	3/8 inch	9,5
3 ½ inch	90	No.4	4,75
3 inch	75	No.8	2,36
2 ½ inch	63	No.16	1,18
2 inch	50	No.30	0,6
1 ½ inch	37,5	No.50	0,3
1 inch	25	No.100	0,15
¾ inch	19	No.200	0,075
½ inch	12,5		

(Sumber: Perkerasan Lentur Jalan Raya, Sukirman S.2010)

Gradasi agregat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. Gradasi Buruk (poorly graded)

Gradasi buruk adalah campuran yang tidak memenuhi kategori gradasi seragam dan rapat. Gradasi ini biasanya dipakai untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah, dimana berupa campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali (Sukirman, 1999). Saodang (2005) menjelaskan, gradasi yang jelek mengakibatkan kepadatan rendah dan stabilitas kecil karena kondisi kontak butir agregat buruk.

2. Gradasi Seragam (uniform graded)

Sukirman (1999), gradasi seragam adalah gradasi dengan agregat yang mempunyai ukuran hampir sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam dari komposisi butiran akan menghasilkan suatu kepadatan yang bervariasi akibat kontak butir sebagian, sedang stabilitas tergantung pada sifat penyekatan (confined), (Saodang, 2005).

3. Gradasi Rapat (dense graded)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga disebut gradasi menerus atau 19 bergradasi baik (well graded) (Prameswari, 2016).

Spesifikasi untuk pencampuran beton aspal yang dikeluarkan oleh Bina Marga sesuai dengan ayakan dan jenis dari laston ditentukan berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 2. 7 Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Laston (AC)		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-
1 ½ "	37,5	-	-	100
1"	25	-	100	90-100
¾ "	19	100	90-100	76-90
½ "	12,5	90-100	75-90	60-78
3/8 "	9,5	77-90	66-82	52-71
No.4	4,75	53-69	46-64	35-54
No.8	2,36	33-53	30-49	23-41
No.15	1,18	21-40	18-38	13-30

No.30	0,6	14-30	12-28	10-22
No.50	0,3	9-22	7-20	6-15
No.100	0,15	6-15	5-13	4-10
No.200	0.075	4-9	4-8	3-7

(Sumber:Spesifikasi Umum Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal Tabel 6.3.2)

2.5 Bahan Limbah Ban Dalam Bekas Kendaraan Bermotor

1. Pengertian

Ban adalah material komposit, biasanya dari karet alam / karet 13hermome 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 sintesis 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 13hermome 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, 13hermo, sulfur, akselerator, 13hermomet, antioksidan, dan tekstil. (Spelman, 1998).Tabel 8. Kandungan Ban (Kanury, 1982).

Tabel 2. 8.Kandungan Ban (Kanury,1982)

<i>Properties</i>	<i>Value</i>
<i>Density (g/m³)</i>	<i>1.1</i>
<i>Conducitivity (W/Mk)</i>	<i>0.35</i>
<i>Specific heat (J/kgK)</i>	<i>1417</i>
<i>Pyrolysis temperature</i>	<i>635</i>

Pada proses produksinya, ada 3 jenis karet sintetis yang saat ini digunakan pada ban yaitu :

a. Styrene

Merupakan karet sintetis yang sangat mahal dikalangan produsen ban. Biasanya dikenal dengan Styrene Butyl Rubber (SBR).

b. Polybutadiene

Merupakan karet sintetis tambahan yang mulai digunakan pada ban standar. Karet sintetis jenis ini adalah kemampuannya yang menahan penyerapan panas berlebihan dari sebuah ban.

c. Halobutyl Rubber

Karet sintetis yang sering digunakan untuk ban-ban tubless. Unsur halogen yang terkandung didalamnya saling mengikat dengan unsur ban sintetis standar lainnya. Karet sintetis ini menggantikan peran ban dalam (Suloff, 2013).

3. Karakteristik Ban Dalam Bekas Kendaraan

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

2.6 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 14hermomet 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 kelelahan 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 menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (ruting).
2. Kelelahan 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 15hermom 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 indikator dari durabilitas.

Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan untuk mencari nilai dari parameter-parameter marshall:

- a. Berat jenis bulk dari total agregat

Setiap masing-masing fraksi dari agregat (agregat kasar, agregat halus dan filler) mempunyai nilai berat jenis bulk sendiri-sendiri. Berikut adalah rumus untuk mencari berat jenis bulk dari total agregat:

$$Gsb_{total} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gsb_1} + \frac{P_2}{Gsb_2} + \frac{P_3}{Gsb_3} + \dots + \frac{P_n}{Gsb_n}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Gsb_{total} : Berat jenis bulk agregat gabungan, (gr/cc)

P_1, P_2, P_3 : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)

Gsb_1, Gsb_2, Gsb_3 : Berat jenis bulk masing-masing agregat, (gr/cc)

- b. Berat jenis semu dari total agregat

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai dari berat jenis semu dari total agregat:

$$Gsa_{total} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gsa_1} + \frac{P_2}{Gsa_2} + \frac{P_3}{Gsa_3} + \dots + \frac{P_n}{Gsa_n}} \quad (2.2)$$

Keterangan :

Gsa_{total} : Berat jenis semu agregat gabungan, (gr/cc)

P_1, P_2, P_3 : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)

Gsa1, Gsa2, Gsa3 : Berat jenis semu dari masing-masing agregat, (gr/cc)

c. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif total agregat dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Gse = \frac{Gsb + Gsa}{2} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Gse : Berat jenis efektif total agregat, (gr/cc)

Gsb : Berat jenis bulk agregat, (gr/cc)

Gsa:Berat jenis semu agregat (gr/cc)

d. Berat jenis Campuran

Berat jenis maksimum campuran diperlukan untuk mencari atau menghitung kadar rongga udara dalam campuran. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mencari nilai dari berat jenis maksimum campuran:

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Gmm : Berat jenis maksimum campuran (gr/cc)

Pmm : Persentase berat total campuran (=100)

Ps : Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran, (%)

Pb : Persentase kadar aspal terhadap berat total campuran, (%)

Gse : Berat jenis efektif, (gr/cc) Gb : Berat jenis aspal, (gr/cc)

e. Berat jenis bulk campuran padat

Berat jenis bulk campuran padat dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Gmb = \frac{Wa}{V_{bulk}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Gmb : Berat jenis campuran setelah dipadatkan, (gr/cc)

V_{bulk} : Volume campuran setelah pemadatan, (cc)

W_a: Berat di udara, (gr)

f. Kepadatan (density)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Nilai kepadatan dihitung dengan rumus berikut ini:

$$Gmb = \frac{Wm}{(Wmsd - Wmpw)} \quad (2.6)$$

Keterangan :

W_m : Berat benda uji setelah dipadatkan, (gr)

W_{mssd} : Berat benda uji ssd setelah dipadatkan, (gr)

W_{mpw} : Berat benda uji dalam air setelah dipadatkan, (gr)

g. VIM (Void in the mix)

VIM merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Syarat nilai VIM adalah sekitar 3% - 5% sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010. Nilai VIM dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$VIM = \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \times 100 \quad (2.7)$$

VIM: Rongga udara pada campuran, (%)

G_{mm} : Berat jenis campuran maksimum setelah pemadatan, (gr/cc)

G_{mb} : Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

h. VMA (Void In Mineral Agregate)

VMA adalah kadar persentase ruang rongga diantara partikel agregat pada benda uji, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Nilai VMA yang disyaratkan adalah minimal 14 % sesuai dengan persyaratan Bina Marga 2010. VMA dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$VIM = \frac{100(Gsb - Gmb) + Gmb \cdot Ps}{Gsb} \quad (2.8)$$

Keterangan :

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, (%)

Gmb: Berat jenis bulk campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

Gsb: Berat 18herm bulk dari total agregat, (gr/cc)

Ps : Persentase kadar agregat terhadap berat total campuran (%)

i. VFA (Void Filled With Asphalt)

VFA merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFA yang disyaratkan adalah minimal 65%. Nilai VFA dapat dihitung dengan rumus seperti berikut:

$$VIM = \frac{(VMA - VIM)}{VMA} \times 100 \quad (2.9)$$

Keterangan :

VFA : Persentase rongga udara yang terisi aspal, (%)

VMA : Persentase rongga udara pada mineral agregat, (%)

VIM: Persentase rongga udara pada campuran, (%)

j. Kelelehan (Flow)

Flow adalah tingkat kelelehan campuran ketika diuji dalam keadaan suhu ekstrim yaitu 60 °C. Dikarenakan tidak tersedianya alat flowmeter di laboratoium, maka nilai flow didapat dari hasil mengurangi rata-rata diameter awal benda uji sebelum pengujian dengan rata-rata diameter benda uji setelah pengujian.

k. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian dengan alat marshall. Selanjutnya dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi tebal benda uji. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai stabilitas:

$$S = p \times q \quad (2.10)$$

Keterangan :

S : Nilai stabilitas (kg)

P : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

Q : Angka koreksi tebal benda uji

1. Marshall Quotient (MQ)

Marshall quotient adalah hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Nilai marshall quotient yang disyaratkan adalah lebih besar dari 250 kg/mm sesuai dengan persyaratan Bina Marga 2010. Nilai dari marshall quotient diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$MQ = S / F \quad (2.11)$$

Keterangan :

MQ : Nilai marshall quotient, (kg/mm)

S : Nilai stabilitas, (kg)

F : Nilai flow, (mm)

2.7 Perhitungan Proporsi Campuran

$$G = \left(\frac{A}{100} (n X1) + \frac{B}{100} (n X2) + \frac{C}{100} (n X3) + \frac{D}{100} (n X3) \right)$$

Dimana :

G = Gradasi campuran (%)

A = Fraksi agregat kasar (%)

B = Fraksi agregat sedang (%)

C = Fraksi agregat halus (%)

D = *Filler* (%)

X1 = Kumulatif persen lolos agregat kasar

X2 = Kumulatif persen lolos agregat sedang

X3 = Kumulatif persen lolos agregat halus

n = Nilai yang akan dicoba – coba

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas HKBP Nommensen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah ban dalam bekas kendaraan terhadap karakteristik aspal dengan menggunakan pengujian marshall. Penelitian ini dibuat benda uji sebanyak 36 benda uji, dimana benda uji yang menggunakan bahan tambah limbah ban dalam bekas kendaraan 0% 2 %, 3 %, dan 4 % masing masing dibuat sebanyak 2 benda uji. Sedangkan benda uji yang tidak diberi limbah ban dalam bekas kendaraan juga dibuat sebanyak 2 benda uji.

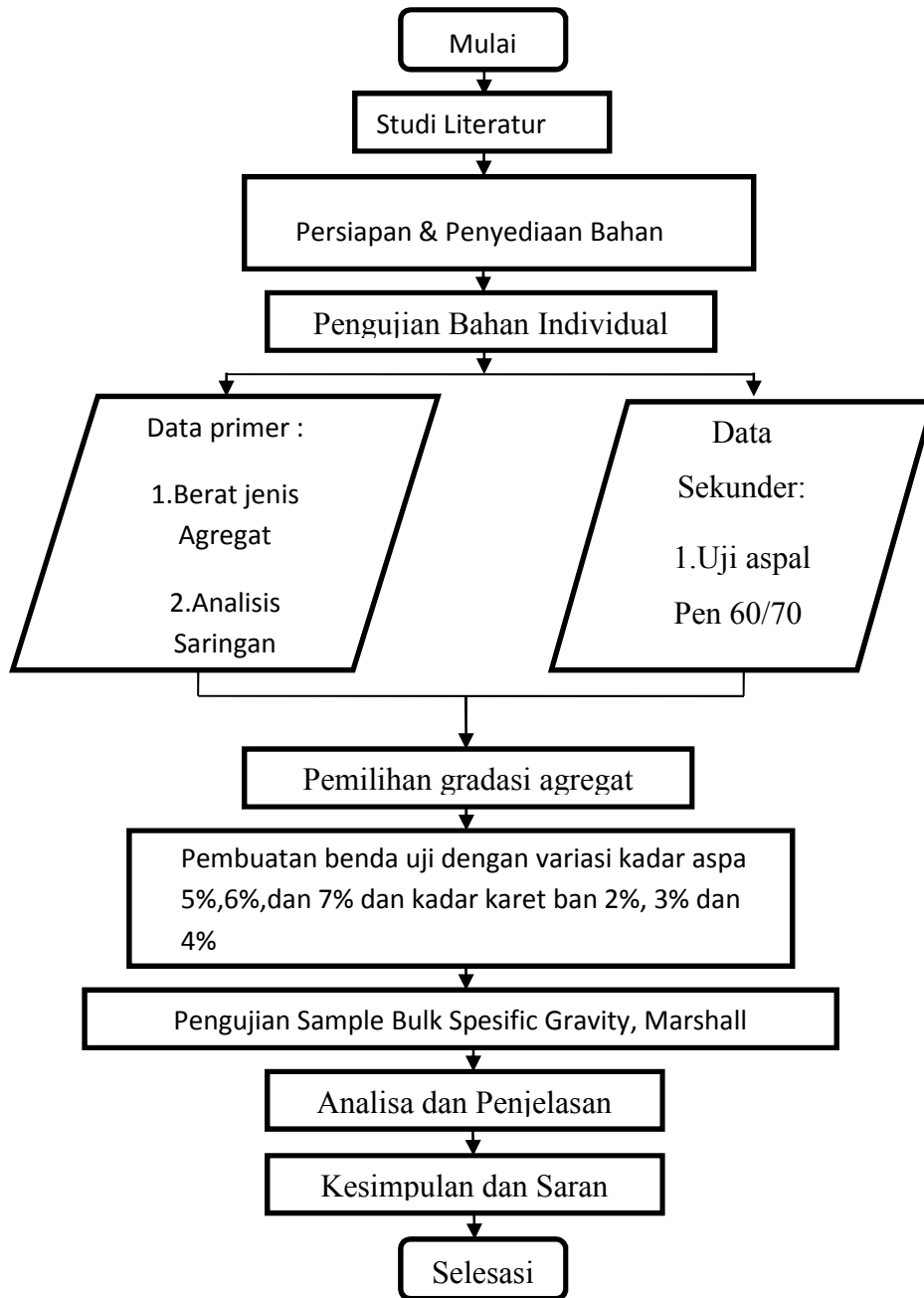
Proses penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pengujian aspal yaitu untuk mengetahui nilai dari penetrasi aspal dan pengujian kehilangan berat. Selanjutnya dilakukan pengujian agregat halus yang lolos saringan 16, 30, 50, 100, dan 200. Serta pengujian agregat kasar yang lolos ayakan 1,5; 1; 0,75; 0,37; no 4, dan no 8. Pengujian ini meliputi analisa saringan, berat jenis, dan penyerapan air pada agregat. Pengujian terakhir yang dilakukan pada proses ini adalah pengujian terhadap campuran aspal menggunakan marshall test. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai dari:

Tabel 3. 1. Jenis Nilai Pengujian

No	Jenis Pengujian
1	Kepadatan (<i>density</i>)
2	VIM (<i>Void in the mix</i>)

3	VMA (<i>Volid In Mineral Agregat</i>)
4	VFA (<i>Volid Filled With Asphalt</i>)
5	Pelelehan (<i>flow</i>)
6	Stabilitas
7	MQ (<i>Marshall quotient</i>)

3.2 Diagram alur penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat Pengujian Aspal

Alat penelitian adalah semua benda yang digunakan untuk menunjang dalam pelaksanaan proses penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Alat yang digunakan dalam pengujian aspal meliputi satu set alat pengujian penetrasi dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Medan.

1. Alat-alat Pengujian Penetrasi Aspal

a. Penetrometer

Penetrometer adalah alat yang digunakan dalam pengujian penetrasi aspal. Pada alat ini terdapat jarum yang digunakan untuk menusuk aspal padat untuk mengukur nilai penetrasinya. Untuk menguji nilai penetrasi aspal, tombol pada sebelah atas jarum ditekan agar jarum dapat turun. Nilai penetrasi aspal akan ditunjukkan oleh jarum penunjuk angka pada arloji penetrasi bagian atas. Penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum kedalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat. Berat pemegang jarum $47,5 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Berat total pemegang jarum beserta jarum $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$. Pemegang jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat. Penetrometer harus dilengkapi dengan waterpass untuk memastikan posisi jarum tegak (90°) ke permukaan. Berat beban $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ dan $100 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan (RSNI 06-2456-1991).

b. Jarum penetrasi

Jarum penetrasi harus terbuat dari stainless steel dan dari bahan yang kuat, Grade 440-C atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Jarum standar memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 inch). Diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm. Ujung jarum berupa kerucut terpancung dengan sudut antara $8,7^\circ$ dan $9,7^\circ$. Ujung jarum harus terletak satu garis dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm. Diameter ujung keucut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jarum. Ujung jarum harus runcing, tajam dan halus. Panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm hingga 55 mm (1,97

inch hingga 2,17 inch). Berat jarum harus 2,50 gram \pm 0,05 gram. Jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut di atas disertai dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang (RSNI 06-2456-1991)

c. Cawan

Cawan berfungsi sebagai wadah aspal padat. Cawan ini berbentuk setengah tabung yang berbahan aluminium.

d. Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Dalam pengujian ini, termometer digunakan untuk mengukur suhu aspal padat yang akan diuji penetrasinya.

e. Baskom

Baskom mangkuk seng berfungsi sebagai wadah air es yang digunakan untuk menurunkan suhu aspal.

f. Kain lap

Kain lap dibutuhkan dalam praktikum ini, yaitu untuk membersihkan cawan, termometer dan meja yang terkena aspal yang menempel maupun air yang tumpah.

g. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu ketika proses penetrasi.

2. Alat pengujian Agregat

a. Satu set alat pengujian analisa saringan

1) Satu set saringan

Satu set saringan adalah saringan dengan ukuran 37,5 mm (3"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (3/4"); 12,5 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); 4,75 mm (No. 4); 2,36 mm (No. 8); 1,18 mm (No. 16); 0,600 mm (No. 30); 0,300 mm (No. 50); 0,150 mm (No. 100); 0,075 mm (No. 200). Semua saringan disusun secara berurutan mulai dari yang terkecil di posisi paling bawah sampai ukuran terbesar di posisi paling atas.

b. Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan

Satu set alat pengujian berat jenis dan penyerapan berupa oven, timbangan, piring seng, alat uji SSD (Saturated Surface Dry) dan gelas ukur.

3. Alat pembuat benda uji

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji meliputi cetakan benda uji (mould), pengeluar benda uji, penumbuk 44 benda uji beserta landasan penumbukan, kompor listrik, thermometer, bak pencampur bahan, piring, kertas penyaring, spatula dan sarung tangan.

a. Mould

Mould atau alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 7,62 cm. Mould yang digunakan berjumlah 2 buah dan berfungsi sebagai cetakan benda uji.



Gambar 3.2 Mould

b. Alat penumbuk benda uji beserta landasan penumbukan

Alat penumbuk benda uji mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm. Dalam penumbukan benda uji juga dilengkapi dengan landasan pematat yang terdiri dari pelat baja berbentuk persegi dengan ukuran 20,32 x 20,32 cm dan tebal sekitar 3 cm.

c. Alat pengeluar benda uji

Alat pengeluar benda uji berfungsi untuk mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan yang sudah dipadatkan.



Gambar 3.3 Pematat

d. Bak pengaduk (Hooper)

Bak pengaduk ini terbuat dari logam seng berbentuk balok dengan ukuran kira-kira panjang 30 cm, lebar 20 cm dan kedalaman sekitar 10-15 cm. Bak ini berfungsi sebagai wadah untuk memanasi dan mencampur bahan-bahan campuran benda uji secara keseluruhan seperti aspal dan agregat hingga mencapai suhu maksimum



Gambar 3.4 Hooper

e. Alat pengujian benda uji dengan metode marshall

Alat untuk melakukan pengujian marshall terhadap benda uji meliputi alat marshall test, bak perendam, thermometer, kompor listrik, sarung tangan dan lain-lain.

f. Marshall test lengkap dengan kepala penekan dan cincin penguji.



Gambar 3. 5 Marshall test

3.4 Bahan Penelitian

Bahan dalam suatu pengujian dibedakan menjadi dua, yakni bahan yang akan diuji dan bahan penunjang sebagai bahan yang menunjang proses pengujian. Bahan pengujian dalam praktikum ini adalah aspal, sedangkan bahan penunjangnya yaitu agregat halus, agregat kasar, limbah ban dalam bekas, dan minyak tanah.

1. Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Pertamina.



2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sungai.



Gambar 3.6 Agregat kasar

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini .



Gambar 3.7 Agregat halus

4. Limbah ban dalam bekas kendaraan

Limbah ban dalam bekas kendaraan yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Medan Helvetia. Ban bekas kendaraan dipotong dengan ukuran 1,5mm x 1,5 mm.



5. Minyak Tanah

Minyak tanah berfungsi sebagai pembersih alat-alat yang terkena

d. Menentukan jenis gradasi agregat gabungan untuk campuran, yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi agregat gabungan jenis AC-BC dan memakai batas tengah dari tiap-tiap prosentase lolos saringan.

e. Menghitung kebutuhan berat bahan untuk masing-masing benda uji sesuai dengan variasi yang sudah direncanakan.

3.6 Pembuatan Kode Sampel (Aspal Normal dan Penambahan Limbah Karet Ban dalam bekas Kendaraan)

Pada penelitian ini ditetapkan jumlah sampel untuk masing-masing kadar aspal sebanyak 2 buah, sehingga banyak sampel yang dibuat untuk mendapatkan kadar aspal optimumnya sebanyak $12 \times 2 = 24$ buah. Agar tidak terjadi keliru maka setiap sampel diberi tanda sebagai berikut :

1. Kadar aspal 5,0% diberi tanda (kode): 5.D-1 dan 5.D-2
2. Kadar aspal 6,0% diberi tanda (kode): 6.D-1 dan 6.D-2
3. Kadar aspal 7,0% diberi tanda (kode): 7.D-1 dan 7.D-2

Setelah benda uji dibuat dari setiap persentase aspal yang telah ditemukan, maka dilakukan pengambilan data berat kering, SDD dan berat dalam air serta pengujian Marshall Test. Dari data yang diperoleh dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh kadar aspal optimal.