

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang berpengaruh terhadap perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat, sebaliknya peningkatan taraf hidup masyarakat akan berdampak pada kondisi prasarana transportasi jalan raya. Sektor transportasi masyarakat darat dengan prasarana jalan raya merupakan bagian transportasi yang paling besar yang menerima pengaruh adanya peningkatan taraf hidup. Karena fungsi utama jalan raya adalah sebagai prasarana untuk pergerakan lalu lintas manusia dan barang secara aman, nyaman, cepat, dan ekonomis. Menuntut adanya jalan raya yang memenuhi persyaratan tertentu.

Di Indonesia banyak sekali ditemukan jalan-jalan rusak yang disebabkan oleh deformasi (perubahan bentuk) permanen dikarenakan adanya tekanan beban yang terlalu berat oleh muatan kendaraan yang melebihi kapasitas jalan tersebut dan tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan di jalan raya. Kerusakan jalan beraspal lainnya yaitu permukaan aspal yang tidak merata dan aliran pembuangan drainase yang tidak mengalir dengan baik. Akibatnya pada musim hujan terjadi genangan air di permukaan aspal yang tidak merata dan kurangnya daya serap aspal terhadap air.

Kerusakan konstruksi jalan raya umumnya sering terjadi pada lapisan permukaan jalan, yaitu pada lapisan *Aus* dan pada lapisan perkerasan (*binder course*). Kerusakan pada lapisan permukaan jalan lebih sering terjadi dibandingkan pada lapisan pondasi atau lapisan antara. Bentuk fisik kerusakan yang terjadi pada lapisan permukaan ialah retak, deformasi, alur roda, dan konstruksi yang berlubang. Sementara di Indonesia kerusakan konstruksi jalan itu diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu: lingkungan kelebihan, kapasitas, proses pengerjaan yang tidak bagus. Terutama juga karena sulitnya memprediksi perubahan cuaca dan faktor hujan yang menjadi kendala umum kerusakan pada jalan raya ini.

Aspal merupakan material pengikat yang digunakan pada perkerasan lentur. Salah satu mencegah terjadinya kerusakan jalan pada akibat muatan kendaraan dengan meningkatkan kualitas dan stabilitas perkerasan tersebut. Semakin banyak kendaraan yang melintasi jalan seharusnya pelayanan jalan juga harus semakin ditingkatkan. Di era globalisasi ini, sangat

diperlukan perkerasan jalan yang memiliki tekan yang tinggi. Banyak metode yang telah digunakan dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas jalan dan kualitas kuat tekan jalan. Salah satunya dengan melakukan substitusi pada agregat. Penggunaan bahan tambah (additive) menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas lapisan perkerasan yang baik.

Dewasa ini telah banyak juga ditemukan limbah dari material lokal yang ramah lingkungan untuk memodifikasi aspal terhadap serabut kelapa tersebut sehingga dapat melihat karakteristik marshall terhadap campuran aspal. Ini berarti bahwa penambahan serabut kelapa dalam campuran aspal kemungkinan berpotensi meningkatkan *Stabilitas* dan *Durabilitas*. Serabut kelapa mengandung unsur-unsur hara dari alam seperti : *kalsium (ca)*, *magnesium (mg)*, *natrium (na)* , *nitrogen (n)*, *fosfor (p)*, dan *kaliium (k)*. Melihat kondisi serabut kelapa yang mengandung karbon aktif dalam presentase tertentu kedalam aspal yang dapat meningkatkan karakter marshall tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini , masalah yang akan dilihat terkait dengan studi penelitian **PENGARUH PENAMBAHAN SERABUT KELAPA TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL** adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh penggunaan serabut kelapa sebagai bahan tambahan pada campuran aspal
2. penggunaan serabut kelapa dapat memberi pengaruh terhadap sifat marshall.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat begitu banyak nya bagian-bagian yang harus dilaksanakan pada pembangunan jalan, maka terlebih dahulu dibuat batasan-batasan masalah agar penelitian ini tetap sesuai dengan tujuannya dan tidak meluas , seperti berikut ini:

1. Metode yang digunakan adalah studi penelitian penambahan serabut kelapa terhadap karakteristik marshall pada campuran aspal.
2. Data yang digunakan didapat melalui penelitian di Laboratorium Universitas HKBP Nommensen Medan
3. Penelitian ini hanya meneliti sifat karakteristik Marshall, dengan membandingkan aspal normal dengan aspal campuran serabut kelapa.

4. Penelitian ini tidak melihat umur pemakaian.
5. Limbah yang digunakan tidak bermerek dan berwarna.
6. Penelitian ini tidak menghitung anggaran biaya yang diperlukan.
7. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 6%, 6,5 % ,7% .
8. Variasi kadar limbah yang digunakan adalah 2 %, 4%, 6% .
9. Penelitian ini hanya dilakukan di Laboratorium dan tidak melakukan percobaan di lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat maka diambil tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Di dalam penelitian akan dikaji sifat fisik serbuk kelapa sebagai bahan tambah dalam aspal.
2. Mengkaji penambahan serbuk kelapa terhadap karakteristik Marshall pada campuran aspal.
3. Target nilai Marshall yang akan digunakan adalah **800kg** untuk mencapai nilai stabilitas nya.
4. Untuk mengetahui persentase kandungan pada limbah serbuk kelapa dalam campuran aspal yang menghasilkan kekuatan optimum.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut ini :

1. Dapat digunakan sebagai referensi dalam penambahan material tambahan terhadap aspal.
2. Material tambahan ini ramah lingkungan karena mudah untuk didaur ulang.
3. Untuk mengetahui sejauh mana penggunaan limbah serbuk kelapa sebagai bahan tambah dalam meningkatkan kekuatan lapisan perkerasan jalan.
4. Dengan dilakukannya penelitian ini dapat menambah wawasan yang luas serta mengembangkan pola pikir untuk membuat inovasi baru tentang campuran aspal menggunakan limbah serbuk kelapa.

1.6 Sistematika penulisan

BAB I Pendahuluan

Bagian ini merupakan bab pendahuluan yang berisikan latar belakang , rumusan masalah , batasan masalah , tujuan , dan manfaat penelitian serta kerangka penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi uraian tentang pengertian jalan raya , aspal , agregat , serabut kelapa , dan rencana studi kasus yang akan dilaksanakan di Laboratorium

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini akan menguraikan apa dan bagaimana metode yang akan digunakan dalam studi kasus penambahan serbuk kelapa terhadap karakteristik marshall pada campuran aspal

BAB IV Analisa dan Pembahasan

Bab ini akan memaparkan hasil penelitian dan analisa tentang evaluasi penambahan serbuk kelapa terhadap karakteristik marshall pada campuran aspal tersebut

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab terakhir ini akan dirangkum kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini , dan saran yang diharapkan dapat dijadikan sebagai perbaikan selanjut nya.

BAB II

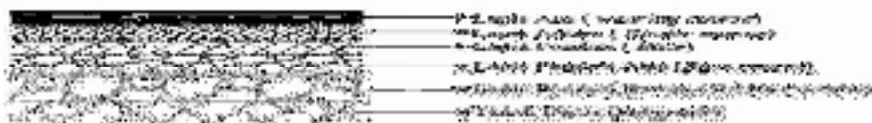
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan Jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah datar yang telah mendapatkan pemadatan yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas, kemudian menyebabkan beban, baik kearah horizontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*sub grade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diizinkan. Perkerasan jalan juga berfungsi untuk memberikan pelayanan yang baik kepada transportasi dan selama masa pelayannya diharapkan tidak terjadi kerusakan.

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi kekerasan jalan dibedakan menjadi :

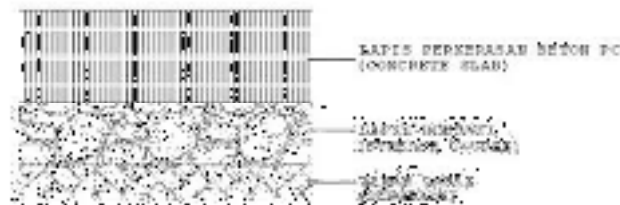
1. Kostruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan pengerasannya bersifat memikul dan meyebarakan lalu lintas ke tanah dasar. Struktur perkerasan jalan lentur dibuat secara berlapis dan terdiri atas lapisan permukaan (*Surface Course*), yaitu lapisan aus dan lapisan antara. Lapisan dibawahnya ialah lapisan Pondasi bawah (*subgrade*). Masing-



masing elemen lapisan diatas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu lintas. Tebal struktur perkerasan sangat tergantung pada kondisi atau daya dukung tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini

Gambar 2. 1Komponen perkerasan Jalan Lentur

2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Konstruksi perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 2 komponen perkerasan jalan kaku

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur . perkerasan komposit dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini



Gambar 2. 3 komponen perkerasan kaku

2.2 Bahan Penyusun Perkerasan Aspal

2.2.1 Aspal

Aspal (*bitumen*) adalah bahan Hidrokarbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan , tahan terhadap air, dan *viscoelastis*.

Aspal terbuat dari minyak mentah, melalui proses penyulingan atau dapat ditentukan dalam kandungan alam sebagai bagian dari komponen alam yang ditemukan bersama-sama material lain. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa-senyawa kompleks seperti *asphaltenese, resins, oils*. Aspal mempunyai sifat *visco –elastis* dan tergantung dari waktu pembebanan. Lapisan aspal dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut ini



Gambar 2. 4 Lapisan penyusun aspal

2.2.2 jenis aspal berdasarkan proses pembuatannya adalah sebagai berikut

Jenis aspal bermacam-macam, ada aspal dari alam, aspal buatan hasil distilasi hingga aspal yang dimodifikasi. Berikut ini adalah penjabaran dari masing-masing jenis aspal berikut :

Aspal Alam

Material aspal yang berasal dari alam didapat dari proses alami, baik dari gunung aspal maupun dari danau.

Aspal Batu

Aspal gunung juga sering disebut sebagai aspal batu di Indonesia, sumber daya alam aspal terbesar didapat dari pulau Buton yang gunung aspalnya dikenal dengan sebutan ASBUTON (Aspal Buton). Batuan aspal memiliki kandungan antara 12% hingga 35% aspal dari massa keseluruhan. Pemakaian aspal dari batuan harus mengalami proses ekstraksi yang kemudian dicampur dengan minyak pelunak.

Aspal Danau

Sedangkan di belahan dunia lain, aspal danau akan banyak ditemukan di pulau *Trinidad* dan *Venezuela* yang aspalnya memiliki campuran mineral, bitumen serta bahan organik lain. Angka penetrasi dari jenis aspal danau memiliki tingkat yang rendah dan titik leleh yang cukup

tinggi. Oleh sebab itu aspal danau akan dicampur dengan aspal keras agar mendapatkan tingkat penetrasi yang diinginkan.

A. Aspal Hasil Distilasi

Aspal buatan dari hasil distilasi merupakan proses penyulingan minyak mentah, Proses ini merupakan proses dimana terjadi nya pemisahan berbagai macam fraksi dari minyak mentah tersebut. Pada setiap tingkat temperatur tertentu dari proses distilasi akan dihasilkan berbagai macam produk berbasis minyak. Beberapa jenis aspal yang dihasilkan dari proses distilasi antara lain

1. Aspal Cair

Produksi jenis aspal cair didapat dari melarutkan aspal keras dengan pelarut berbasis minyak yang di dapat dari proses distilasi . Aspal cair dibedakan menjadi aspal cair cepat mantap (*rapid curing*) yang bahan pelarut nya cepat menguap. Aspal cair mantap sedang (*medium curing*) yang pelarut nya tidak begitu cepat menguap dan aspal cair lambat mantap (*slow curing*) yang bahan pelarut nya solar.

2. Aspal Keras

Merupakan hasil residu dari proses distilasi sederhana dari fraksi ringan yang terkandung dalam minyak bumi. Residu ini di hasilkan dari destilasi hampa pada suhu 480 °C atau bervariasi, tergantung dari sumber minyak mentah yang digunakan.

3. Aspal Emulsi

Aspal jenis ini dihasilkan dari proses emulsi aspal keras dimana proses tersebut merupakan proses pemisahan dan pendispersian partikel aspal keras didalam air yang sudah mengandung *emulsifier*. Jenis *emulsifier* yang digunakan akan mempengaruhi jenis dan kecepatan pengikatan aspal emulsi yang nanti nya akan dihasilkan. Hasil dari aspal emulsi tersebut terdapat tiga jenis antara lain : Aspal Emulsi non Ionik (bersifat netral) , aspal Emulsi Kationik (memiliki ion positif) , dan aspal Emulsi Anionik (memiliki ion negatif).

B. Aspal Modifikasi

Modifikasi bahan aspal didapat dengan mencampur aspal yang didapat dengan mencampur aspal keras dengan bahan tambahan.

Bahan campuran tambahan yang populer digunakan adalah polimer badala.

Aspal polimer ini di bedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. Aspal polimer plastomer penambahan bahan polimer pada aspal yang berfungsi untuk meningkatkan sifat fisik campuran aspal dan sifat *theology* nya. Jenis polimer plastometer yang banyak digunakan adalah EVA (*Ethylene Vinyle Acetate*) ,*polyethylene dan polypropylene*.

Aspal polimer elastomer, aspal jenis ini sering digunakan sebagai campuran aspal keras karena dapat memperbaiki sifat rheology aspal yang meliputi penetrasi , kekentalan , titik lembek , dan elastisitas aspal keras . Aspal polimer elastomer jenis SBS (*styrenebutadiene rubber*),SIS (*styrene isoprene styrene*), dan karet adalah yang umum digunakan sebagai pencampuran penambahan aspal keras. Penambahan tersebut harus melewati uji laboratorium karena jika berlebihan akan menimbulkan efek negatif pada aspal.

Tabel 2. 1 Ketentuan Untuk Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	60-70
Titik lembek (°C)	SNI 2434-2011	>48
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432-2011	>100
Titik nyala °C	SNI 2433-2011	>232
Berat Jenis	SNI 2441-2011	>1,0

2.3 Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal

Pemeriksaan penurunan berat aspal bertujuan untuk mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang dan untuk mengukur perubahan kinerja aspal akibat kehilangan berat. Untuk mengevaluasi hanya pada beberapa karakteristik aspal, seperti kehilangan berat dan penetrasi,daktilitas dan titik lembek setelah kehilangan berat,dimana cara tersebut dinamakan *Thin Film Over Test* (TFOT).

Besarnya nilai penurunan berat, selisih nilai penurunan berat,selisih nilai penetrasi sebelum dan sesudah pemanasan menunjukkan bahwa aspal tersebut peka terhadap cuaca dan

suhu. Pengujian kehilangan berat ini, umumnya tidak terpisah dengan evaluasi karakteristik aspal setelah kehilangan berat. Dalam evaluasi ini dilakukan perbandingan karakteristik aspal setelah kehilangan berat. Karakteristik yang dilihat adalah nilai penetrasi, titik lembek dan daktilitas. Untuk itu sangat di anjurkan dalam penyiapan sampel dilakukan 2 jenis sampel, yaitu kehilangan berat dan satu kelompok lainnya yang diuji TFOT sebagai yang telah kehilangan berat. Benda uji yang harus disiapkan adalah Aspal AC 60/70, sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah Termometer, Oven, pengatur suhu untuk memanasi sampai (180°C), pinggiang logam berdiameter 25 cm, cawan logam atau gelas berbentuk silinder, dan Neraca analitik.

Pengujian ini dilakukan dengan pengujian penetrasi (AASHTO T 49-89), titik lembek (SK SNI M-20-1990-F atau AASHTO T 53-89) dan daktilitas (SNI M-18-1990-F atau AASHTO T 51-81) dan laporkan hasilnya sebagai kondisi aspal kehilangan berat.

Berikut ini adalah contoh data hasil pengujian dan perhitungan kehilangan berat pada aspal :

Tabel 2. 2 Tabel kehilangan berat aspal

Uraian	Indeks	Contoh I	Contoh II	Satuan
Berat cawan + aspal		57,4	55,8	Gr
Berat Cawan kosong		7,4	7,9	gr
Berat aspal keras	A	50	50,2	Gr
Berat sebelum pemanasan	A	50	50,2	Gr
Berat sesudah pemanasan	B	49,9	50	gr
Berat endapan		0,1	0,2	Gr
Penurunan berat = $\frac{A-B}{A} \times 100 \%$		0,2	0,4	%
Rata-rata penurunan (%)		0,3		%

Sumber : WWW.ILMU TEKNIK SIPIL.COM

Dari hasil pengamatan penurunan berat di atas, didapatkan nilai rata-rata penurunan berat sebesar 0,3 % . Menurut SNI 06-2440-1991, syarat maksimum kehilangan berat untuk aspal penetrasi 60/70 adalah 0,8%. Sehingga aspal diatas memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran aspal.

2.4 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No.1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidrolis atau adukan.

Agregat yang digunakan untuk campuran aspal belum tentu dapat digunakan untuk beton, karena kebersihan agregat untuk beton semen dituntut lebih tinggi dan pasir alam yang digunakan umumnya haruslah pasir kasar (di lapangan disebut pasir cor), bukan pasir plesteran, atau pake urug).

Agregat / batuan dapat didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen agregat / batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95 % agregat berdasarkan presentase berat atau 75-85 % agregat berdasarkan presentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi atas dua fraksi, yaitu :

A. Agregat kasar

Agregat kasar (*coarse aggregate*) bisa juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan butiran nya berukuran antara 4,75mm-150mm. Ketentuan agregat kasar antara lain :

- Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang butiran nya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipih nya tidak melampaui 20% berat agregat seluruh nya.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya. Bila melampaui harus dicuci. Agregat tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali.

- Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji *rudeloff* dengan beban uji 20 ton.
- Kadar bagian yang lebih lemah jika di uji dengan gorsal batang tembaga maksimum 5%.
- Angka kelulusan (*Fineness Modulus*) untuk coarse agregat antara 6-7.5.

Jenis agregat kasar yang umum adalah :

1. Batu pecah alami , bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang di gali.
2. Kerikil alami : kerikil didapat dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3. Agregat kasar buatan , terutama berupa *slag* atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat agregat kasar yang di klasifikasikan disini missal nya baja pecah , barit , magnatit , dan limonit.

Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai	
Kekentalan bentuk Agregat terhadap Larutan	Natrium sulfat	SNI 3407-2008	Maks 12%	
	Magnesium Sulfat		Maks 18%	
Abrasi dengan mesin los angeles	Campuran AC modifikasi dan SMA	100 Putaran	SNI 2417-2008	Maks 6%
		500 Putaran		Maks 30%
	semua campuran aspal bergradasi lainnya	100 Putaran	SNI 2417-2008	Maks 8%
		200 Putaran		Maks 40%
Kekuatan agregat terhadap aspal		SNI 2439-2011	Min 95%	

	SMA	SNI 7619-2012	100/90
Butir pecah pada agregat Kasar	Lainnya		95/90
Partikel pipih dan lonjong	SMA	ASTM D4791	Maks 5%
	Lainnya	Perbandingan 1-5	Maks 10%
Material lolos ayakan no. 200		SNI ASTM C117- 2012	Maks 1%

B. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,38 mm). Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada tabel dibawah ini

Tabel 2. 4 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standard	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min 45%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Max 1%
Agregat lolos ayakan No.2	SNI ASTM C117: 2012	Max 10 %

Sumber : spesifikasi umum bina marga 2010 devisi 6 perkerasan aspal

C. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, bahan, pengisi (*Filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan mempunyai sifat Non Plastis.

Fungsi *filler* dalam campuran adalah :

1. Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
2. *Filler* dan aspal secara bersamaan akan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus untuk membentuk mortar.
3. Mengisi ruang antara agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

2.5 Lapisan Aspal Beton (LASTON)

Lapisan aspal beton (Laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu (Silvia Sukirman, 1992). Ciri-ciri yang dimiliki laston yaitu memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya sehingga aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Sesuai dengan fungsinya, Laston memiliki 3 macam campuran yaitu :

- a) Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-CW (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
- b) Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
- c) Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC – *Base (Asphalt Concrete – Base)*, dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Tabel 2. 5 ketentuan sifat-sifat Campuran Laston

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis aus	Lapis antara	Pondasi
Jumlah Tumbukan Perbidang		75		112
Rasio partikel lolos Ayakan 0,075 mm Dengan kadar aspal	Min	0,6		

Efektif	Maks	1,2		
Rongga dalam Campuran	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6
Stabilitas Marshall sisa (%) Setelah perendaman selama 24 jam , 60°C	Min	90		
Rongga dalam Campuran (%) pada padatan membal	Min	2		

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal

2.6 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali dan bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai yaitu aspal , semen, ataupun tanah liat .

Berdasarkan bahan ikat perkerasan jalan dikelompokkan atas :

1. Perkerasan lentur (*Flexible pavement*)

Adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifat nya lentur terutama pada saat panas. Aspal dan agregat ditebar di jalan pada suhu tinggi (sekitar 100°C). Perkerasan lentur menyebabkan beban lalu lintas ketanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan sebagai berikut:

- Lapisan permukaan
- Lapisan pondasi atas
- Lapisan pondasi bawah lapisan tanah dasar

Jenis perkerasan jalan raya ini bisa ditemukan dengan mudah diberbagai jalan di Indonesia. Jalan – jalan di pedesaan menggunakan jenis perkerasan ini umumnya jenis aspal yang digunakan di Indonesia adalah jenis aspal dengan penetrasi 60/70 atau dengan penetrasi 80/100. Jenis ini lebih cocok dengan iklim di Indonesia sedangkan untuk jalan di daerah beriklim dingin dengan volume lalu lintas rendah. Jenis aspal dengan penetrasi digunakan aspal dengan penetrasi tinggi 100/100.

Jenis perkerasan jalan raya dengan aspal ini memiliki sifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke bagian tanah dasar. Jika menggunakan jenis perkerasan ini, maka akan muncul *rutting* atau alur bekas roda saat terjadi pengulangan beban. Selain itu, pengaruh lainnya adalah terjadinya jalan yang bergelombang sebagai akibat penurunan tanah bagian dasar. Dibawah ini merupakan gambar dari lapisan perkerasan lentur



Gambar 2. 5 perkerasan lentur

sumber : Dinas pekerjaan umum dan penataan ruang

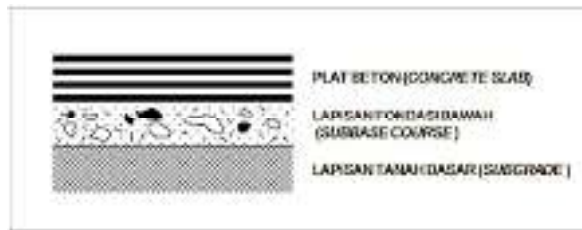
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal yang sifat nya kaku. Perkerasan kaku berupa plat beton dengan atau tanpa tulangan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalu lintas diteruskan keatas plat beton. Perkerasan kaku bisa dikelompokkan atas:

1. Perkerasan kaku semen yang terbuat dari beton semen baik yang bertulang ataupun tanpa tulangan.
2. Perkerasan kaku komposit yang terbuat dari komposit sehingga lebih kuat dari perkerasan semen. sehingga baik untuk digunakan pada landasan pesawat udara di bandara.

Konstruksi dengan menggunakan perkerasan kaku atau jalan beton biasa nyaditerapkan untuk jalan dengan beban lalu lintas yang tinggi seperti pada jalan tol. Konstruksi jalan dengan perkerasan kaku ini. Memiliki kelebihan yakni lebih tahan lama dan biaya perbaikan nya

terbilang lebih rendah. Tetapi memang para pengguna jalan merasa lebih nyaman menggunakan jalan beraspal dibandingkan dengan jalan beton ini.



Gambar 2. 6 perkerasan kaku

3. Jenis konstruksi komposit atau *Composit pavement*

Jenis konstruksi perkerasan jalan raya ini memadukan antara jenis konstruksi perkerasan kaku dan jenis konstruksi perkerasan lentur. Konstruksi perkerasan lentur diposisikan di atas konstruksi perkerasan kaku atau bisa juga sebaliknya dapat di lihat dalam gambar 2.4 ini



Gambar 2. 7 composite pavement

2.7 Karakteristik Marshall

Karakteristik campuran aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

2.7.1 Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah bebab yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai kelelahan plastis atau dengan arti yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atas nya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*). Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk,kualitas,tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat (*interal friction*) dan pengujian antar agregat (*interlocking*), daya lekat(*cohesion*), dan kadar aspal dalam campuran. Syarat nilai stabilitas adalah lebih dari 800 kg . Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$S = p \times q \quad (2.1)$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

Q = angka koreksi benda uji

2.7.2 Kelelahan (*Flow*)

Flow adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur kepadatan. Syarat nilai *flow* adalah minimal 3 mm. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*).

2.7.3 Kerapatan (*density*)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik. Nilai kerapatan (*density*) dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini

$$g = \frac{c}{f} \quad (2.2)$$

$$F = d - e \quad (2.3)$$

Keterangan :

g = Nilai *density* (gr/cc)

c = berat kering (sebelum direndam) (gr)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = berat benda uji dalam air (gr)

f = volume benda uji (cc)

2.7.4 VIM (*Vold In the Mix*)

Vold In The Mix (VIM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan , semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *pouroussyarat* dari nilai VIM adalah 3.5% -5% . Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan *bleeding*karena pada suhu yang tinggi viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Nilai VIM yang lebih dari 5% akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan , karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi .

Nilai VIM dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$VIM = 100 -i-j \quad (2.4)$$

$$B = \frac{a}{100+a} \times 100 \quad (2.5)$$

$$I = \frac{b \times g}{Bj.agregat} \quad (2.6)$$

$$J = \frac{(100-b \times g)}{Bj.Agregat} \quad (2.7)$$

Keterangan :

a = persentase aspal terhadap batuan

b = persentase aspal terhadap campuran

c = persen rongga terisi aspal

i,j = rumus substitusi

2.7.5 VFA (*Void Filled With Aspal*)

Void Filled With Asphalt (VFA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFA yang disyaratkan adalah minimal 63% . Nilai

ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal , nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal samapi batas tertentu ,dimakan rongga telah penuh .artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal , maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum .

Nilai VFA dapat diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$VFA = 100 \times \frac{i}{j} \quad (2.8)$$

$$b = \frac{a}{100+a} \times 10 \quad (2.9)$$

$$i = \frac{b \times g}{B.j \text{ agregat}} \quad (2.10)$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{B.j. \text{ agregat}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

a = persentase aspal terhadap batuan

b = persentase aspal terhadap campuran

c = persen rongga terisi aspal

i,j = rumus substitusi

2.7.6 VMA (*Void In Mineral Agregat*)

Void In Mineral Agregat (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan , yaitu jumlah dan temperature pemadatan , gradasi agregat , dan kadar aspal. nilai VMA ini berpengaruh sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastis campuran. dapat juga dikatakan bahwa nilai

VMA menentukan nilai stabilitas, fleksibilitas, dan durabilitas. nilai VMA yang disyaratkan adalah 14% .

2.7.7 *Marshall quotient (MQ)*

Marshall Quotient adalah hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* berarti campuran semakin kaku , sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai *Marshall Quotient* dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* yang disyaratkan adalah lebih besar dari 250kg/mm . Nilai *Marshall Quotient* dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami washboarding, rutting dan bleeding, sedangkan nilai *Marshall Quotient* yang tinggi mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak. Nilai dari *Marshall Quotient (MQ)* diperoleh dengan rumus dibawah ini :

$$MQ = \frac{S}{F} \quad (2.12)$$

Keterangan :

MQ = nilai *Marshall Quotient*(kg/mm)

S = nilai Stabilitas

F = nilai flow

Setelah dilakukan analisis dari pengujian Marshall, dan didapat nilai-nilai karakteristik Marshall, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang disyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran .

2.8 Pengujian Marshal

Berdasarkan data-data pengujian Marshall diatas dapat dilihat nilai KadarAspal Optimal dengan menggunakan beberapa bentuk grafik antara lain yaitu : Stabilitas,Flow,VIM,VMA,VFB,Marshall Quotient dan bulk density.

Berikut ini data hasil pengujian marshall:

a. *Kepadatan (Density)*

Kepadatan adalah berat campuran pada setiap volume. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan adalah gradasi agregat, kadar aspal, berat jenis agregat, kualitas penyusunannya dan proses pemadatan yang meliputi suhu dan jumlah tumbukannya. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran yang memiliki kepadatan rendah. Berikut ini adalah grafik mengenai kepadatan.

b. *VIM (void in mix)*

VIM merupakan rongga udara dalam campuran aspal. Rongga udara ini terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

c. *VMA*

Rongga diantara mineral agregat atau VMA adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif.

d. *VFA (void filled with asphalt)*

VFA adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFA yang disyaratkan minimal 65%.

e. *Pelelehan (flow)*

Flow adalah tingkat kelelehan campuran ketika diuji dalam keadaan suhu ekstrim yaitu 60⁰.

f. *Stabilitas*

Stabilitas merupakan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*.

g. *MQ (marshall quotient)*

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai marshall quotient menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Nilai dari MQ akan sangat berpengaruh terhadap kualitas aspal. Apabila nilai MQ terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung keras dan kaku sehingga aspal akan mudah retak. Sebaliknya bila nilai MQ terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.

2.9 Penentuan Agregat Proporsi Campuran

Untuk mendapatkan proporsi campuran didapat dengan dua metode, yaitu metode grafis dan metode analisis. Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan cara “*Trial and Error*” dengan bantuan *Microsoft Excel*. Metode “*Trial and Error*” ini adalah metode mencoba – coba

persentase setiap fraksi agregat agar gradasi campuran sesuai dengan batasan dari gradasi yang dipersyaratkan yaitu batas bawah dan batas atas pada setiap agregat.

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

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

Dari formula diatas maka data yang akan dimasukkan adalah data fraksi agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan *filler* untuk dicoba – coba. Kemudian dilihat nilai G (gradasi campuran), apakah berada pada batas bawah dan batas atas sesuai yang Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Setelah dilakukan metode “*Trial and Error*” maka diperoleh proporsi campuran sebagai berikut :

- a. Agregat Kasar = 20 %
- b. Agregat Sedang = 25 %
- c. Agregat Halus = 49 %
- d. *Filler* = 6 %

2.10 Serabut Kelapa (Limbah)

Serabut merupakan bagian *mesokarp* (selimut) yang berupa serat-serat kasar kelapa. Serabut biasa nya disebut sebagai limbah yang hanya ditumpuk dibawah tegakan tanaman kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering.Pemanfaatannya adalah untuk kayu bakar.Secara tradisional masyarakat telah mengolah serabut untuk dijadikan tali dan dianyam menjadi keset.*Keset adalah salah satu alat pembersih yang terdiri dari bagian serat atau serabut kaku dan biasanya terpasang atau terikat menjadi satu bagian tipis.*Padahal serabut memiliki nilai ekonomis cukup baik. Serabut kelapa jika diurai akan menghasilkan serat serabut (*cocofibre*) dan serbuk. Namun produk inti dari serabut adalah serat serabut. Dari produk *cocofibre* akan menghasilkan aneka macam derivasi produk yang manfaatnya sangat luar biasa. Sifat fisika-kimia dari serbuk kelapa ini dapat menahan kandungan air dan unsur kimia pupuk, serta dapat menetralkan keasaman tanah.

Serabut kelapa juga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel karena kandungan seratnya yang cukup tinggi, jumlahnya cukup banyak,dan harganya cukup murah sehingga dapat dimanfaatkan untuk menggantikan kayu sebagai bahan baku utama pembuatan papan partikel.

Penambahan limbah serbuk kelapa sebagai agregat kasar terhadap campuran aspal bertujuan untuk mencari alternatif bahan campuran aspal . Penambahan limbah serbuk kelapa terhadap campuran aspal meningkatkan nilai *modulus resilient* sebesar 12% (ODA , 2012). Aspal campuran tersebut digabung dengan agregat kasar, sedang dan halus untuk dijadikan sampel pengujian.

Serbuk kelapa yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kadar sebesar 0,5 % - 1,5 % dari total berat aspal dengan panjang 5 mm. Nanti nya serbuk kelapa tersebut akan direndam terlebih dahulu untuk membersihkan serbuk kelapa dari sekam atau debu yang menempel. Keringkan serbuk kelapa yang sudah kering dipotong 5 mm .Serbuk kelapa tersebut dicampurkan dengan agregat.

Limbah serbuk kelapa memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Kasar.

- b. Kandungan iklim tinggi.
- c. Penampang pada serabut kelapa membujur dan melintang.
- d. Ada banyak rongga pada serabut kelapa.
- e. Kurang dapat dipengaruhi oleh kondisi basah.
- f. Dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar.
- g. Dapat dijadikan serat sabut.

Serabut kelapa memiliki beberapa sifat fisik sebagai berikut :

- a. Berupa serat keras dengan tebal 3-5 cm
- b. Bagian tengah (Mesokarp)
- c. Serabut merupakan bagian terbesar ($\pm 35\%$) dari bobot buah kelapa.
- d. Serabut juga merupakan bagian terluar dan terbesar dari kelapa yang dapat di alih fungsi kan untuk beberapa hal seperti tali, keset,sapu,matras,bahan isian jok mobil,dan lain-lain.
- e. Serabut kelapa ini juga terdiri dari serat kasar dan halus dan tidak kaku
- f. Mutu seratnya di tentukan dari warna dan ketebalan .



Gambar 2. 8 Limbah serabut kelapa

2.11 Penelitian Terdahulu

1. Andhi L , Rudy H , Paravita S. Wulandari, Hary P. dari Universitas Kristen Petra melakukan *Jurnal Penelitian* dengan judul “ **Pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap stabilitas campuran aspal emulsi dingin** “

Di Indonesia penggunaan aspal emulsi sebagai bahan dasar aspal dalam perkerasan lentur masih sangat jarang dijumpai.Hal ini mengakibatkan sedikit nya penelitian tentang aspal emulsi.Untuk itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang aspal emulsi.Salah satu hasil alam yang berpotensi dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada aspal adalah serabut yang berasal dari buah kelapa.dalam penelitian ini , serabut kelapa dijadikan sebagai bahan tambahan pada campuran aspal emulsi dingin atau (CAED) . Serabut kelapa di potong dan dibersihkan terlebih

dahulu sebelum dicampurkan pada CAED . Kadar serabut kelapa yang dipakai berkisar antara 0,50% - 1,50% dari total berat aspal dengan panjang berkisar kurang lebih 5 mm. Pengujian awal dilakukan dengan pemeriksaan terhadap material yang akan dipakai dalam membuat benda uji. Pemeriksaan terhadap material dilakukan untuk mengetahui apakah material telah memenuhi spesifikasi apakah dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan benda uji. Pengujian marshall dilakukan pada CAED dengan serabut kelapa dan tanpa serabut kelapa pada umur 0 hari dan 7 hari. dari penelitian ini, didapatkan hasil bahwa kadar serabut kelapa optimum yang dapat ditambahkan pada CAED adalah sebesar 0,50 % dari total berat aspal pada umur 7 hari .

2. Roberto C, Sigit P. Hadiwardoyo dari Universitas Indonesia, Depok melakukan *Penelitian Jurnal pada tahun 2013* dengan judul “ **Pengaruh limbah serabut kelapa untuk ketahanan campuran aspal beton terhadap deformasi alur**”

Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan yang banyak dipakai di Indonesia. Salah satu kerusakan yang sering terjadi pada perkerasan lentur ialah kerusakan alur roda .Jenis deformasi ini berupa perubahan bentuk permukaan jalan akibat beban roda kendaraan yang melintasi permukaan perkerasan jalan tersebut.Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternative campuran beton aspal yang dapat mengurangi terjadinya deformasi tersebut.Limbah serabut kelapa ditambahkan pada aspal sehingga menjadi aspal berserat. bahan tambah ini berupa serat halus berukuran 0,5 mm – 1,25 mm dicampur dengan aspal pan 60/70 dengan persentase 0% ; 0,75 % dan 1,5% terhadap berat aspal. Aspal berserat ini kemudian dicampur dengan agregat menjadi campuran beton aspal AC-WC kemudian dilakukan pengujian dengan Wheel Tracking Machine pada suhu 30 °C , 45°C dan 60°C . Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan limbah serabut kelapa lebih tahan terhadap pengaruh suhu dibandingkan dengan campuran aspal beton tanpa serat. Hasil pengujian marshall dan Wheel Tracking Machine memperlihatkan terjadinya peningkatan stabilitas dan ketahanan terhadap nilai deformasi pada persentase limbah serabut kelapa 0.75 % .

3. Sofia I, Sigid P. Hadiwardoyo dari Universitas Indonesia , Depok melakukan *Jurnal penelitian* dengan judul “ **Penelitian efek limbah serabut kelapa pada modulus resilient aspal beton campuran panas** “

Semakin meningkat nya kebutuhan aspal sebagai bahan pembangunan jalan ,perlu ada nya upaya penghematan penggunaan aspal. Dalam penelitian ini dipertimbangkan penggunaan serat serabut kelapa sebagai bahan tambah pada aspal pan 60/70 yang di modifikasi .Serat serabut yang digunakan adalah bahan sisa yang tidak terpakai. Proses untuk menentukan kombinasi campuran antara serat dan serabut kelapa dengan , uji kekuatan Laston , AC-WC dalam penelitian ini meliputi : uji karakteristik agregat , uji karakteristik aspal , uji marshall , uji stabilitas sisa dan uji modulus resilient dengan alat UMATTA . Pengujian UMATTA terhadap dua jenis campuran yang di teliti pada temperatur 25 °C , 30 °C , 45°C , dan 60°C menunjukkan bahwa nilai modulus resilient menurun dengan peningkatan temperatur. Pada suhu pengujian 30°C campuran menggunakan aspal berserabut menghasilkan nilai modulus resilient (1743 , 15 MPa) yang lebih tinggi dibanding campuran menggunakan aspal pan 60/70 (826 , 24 MPa) . Nilai modulus resilient aspal berserabut memiliki nilai 2.11 kali lebih tinggi dibandingkan aspal pan 60/70.

4. Timmy C. Orlando dari universitas Mercu Buana , *melakukan penelitian skripsi dengan judul “ Pengaruh panjang serabut kelapa pada campuran Laston AC-WC dengan karakteristik Uji Marshall , Los Angeles Wheel Tracking “(tidak dicantumkan penjelasan mengenai penelitian tersebut karena di internet hanya di buat cover mengenai penelitian ini dan tanpa mencantumkan penjelasan lebih lanjut)*

5. Dedy W. dari Politeknik Negeri Sriwijaya , melakukan Jurnal Penelitian dengan judul “ **Pengaruh penggunaan serabut kelapa terhadap kuat tekan & keausan pada beton**

Beton merupakan suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat halus , agregat kasar , dengan atau tanpa bahan tambah. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan dalam bidang teknik sipil seperti pada bangunan jembatan , jalan , dan lain-lain .

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat tekan dan keausan beton.Serabut kelapa banyak terdapat diberbagai tempat di Indonesia dan mayoritas masih belum dikelolah dengan baik. Dalam penelitian ini , serabut kelapa mendapat perlakuan alkali NaOH 1,50 m terlebih dahulu untuk memperbaiki struktur serat agar melekat pada matriks nya. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kuat tekan dan keausan beton , dimakan benda uji yang digunakan berupa kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm dan bola berdiameter 8 cm . variasi serabut 0% , 0,25% , 0,5% , 0,75% dan 1%. Dimana

pengujian tekan dilakukan pada hari ke 7 , 14 , dan 28 , dan keausan pada hari ke 28 . dan mutu beton yang direncanakan adalah K-250 .

Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan serabut kelapa terhadap kuat tekan beton umur 28 hari , optimum yang di dapat pada penambahan serat serabut kelapa alkali treatment 1.50 m pada persentase 0,75% dengan kuat tekan 283 ,78 kg/cm^2 yakni terjadi peningkatan 1,07 % bila dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa serat (Beton Normal) sebesar 280,77 kg/cm^2 . Dan pada keausan beton pada umur 28 hari , optimum yang didapat pada persentase serabut 0,5% dengan persentase uji keausan sebesar 29,85%. Sedangkan beton tanpa serat (Beton Normal) sebesar 36,75 %

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan di laksanakan di Laboratorium Jalan Raya Universitas HKBP Nommensen Medan

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan (*sieve*)

Penggunaan alat saringan digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat.

2. Alat uji pemeriksaan aspal

Pemakaian alat ini digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain seperti uji penetrasi, uji titik lembek, uji kehilangan berat, uji berat jenis (piknometer,timbangan).

3. Alat uji pemeriksaan Agregat

Peralatan yang digunakan untuk pengujian agregat antara lain mesin los angeles (tes abrasi) , alat pengering yaitu oven , timbangan berat,alat uji berat jenis (piknometer,timbangan), saringan standar (terdiri dari ukuran $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{8}$ " , No.4, No.8, No.16, No. 30, No.50, No. 100, No.200).

4. Alat uji karakteristik campuran Agregat dan Aspal

Alat uji yang digunakan yaitu :

- a. Alat tekan Marshall
- b. Alat cetak benda uji
- c. Ejector untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan
- d. Bak perendam (water bath)
- e. Alat-alat penunjang yang meliputi penggorengan campuran , kompor pemanas , thermometer , sendok pengaduk , kain lap , timbangan , ember untuk merendam benda uji.

3.3 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini tersedia di Laboratorium Jalan Raya Universitas HKBP Nommensen Medan .
2. Aspal yang digunakan yaitu aspal keras penetrasi 60/70
3. Limbah Serabut kelapa yang sudah di bakar dan berubah menjadi serbuk

3.4 Pengolahan serbuk kelapa

Proses pengolahan limbah serbuk kelapa untuk campuran aspal sebagai berikut :

1. Pemilahan dan pembersihan limbah serabut kelapa
Pemilahan limbah serabut kelapa dilakukan untuk memisahkan serabut kelapa yang masih bagus,kuat,dan layak untuk digunakan.
2. Pemotongan limbah serabut kelapa
Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan alat pemotong atau dapat juga dipotong secara manual menggunakan parang dan dipotong sebesar 5mm.

3. Serabut yang sudah di potong tersebut kemudian di bakar dan berubah menjadi serbuk dan setelah itu di campurkan ke agregat dan aspal di aduk dan tercampur .
4. Hasil akhir
Hasil akhir dari pemotongan serabut kelapa harus sesuai dengan ketentuan ukuran yang dibutuhkan untuk pencampuran aspal.

Untuk mendapatkan limbah serabut kelapa, peneliti melakukan beberapa cara yaitu:

- Mengumpulkan limbah serabut kelapa yang berada di sekitar rumah atau bisa juga di cari di pasar tradisional.
- Bekerja sama dengan teman satu kelas untuk membantu mencari limbah serabut kelapa tersebut.
- Bekerjasama dengan pedagang khusus kelapa untuk menyisahkan serabut kelapa tersebut.

Adapun perlakuan limbah serabut kelapa yang digunakan sebagai campuran aspal yaitu:

1. Limbah serabut kelapa yang didapat dibersihkan, dipotong-potong sebesar 5 mm dan langsung digunakan sebagai bahan campuran aspal.
2. Limbah serabut kelapa yang didapat dibersihkan , dicuci, dikeringkan dengan oven terlebih dahulu lalu dipotong-potong sebesar 5 mm dan digunakan sebagai bahan campuran aspal

3.5 Jenis Data dan Sumber

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji yang di uji dilaboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan aspal dan agregat, digunakan data sekunder, dikarenakan penggunaan bahan dari sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini di kelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang), maupun hasil observasi dari suatu objek, kejadian atau hasil pengujian (benda). Dengan kata lain, membutuhkan pengumpulan data dengan cara menjawab pertanyaan riset (metode survei) atau penelitian benda (metode observasi). Kelebihan dari data primer ini adalah berdasarkan dengan apa yang dilihat dan di dengar langsung oleh peneliti sehingga unsure-unsur kebohongan dari sumber yang fenomenal dapat di hindari. Sedangkan Data sekunder yaitu sumber data penelitian yang di

peroleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak di publikasikan secara umum. Dengan kata lain, peneliti membutuhkan pengumpulan data dengan cara berkunjung ke perpustakaan, pusat kajian, pusat arsip atau membaca buku yang berhubungan dengan penelitiannya. Jadi dalam penelitian ini yang termasuk dalam data primer yaitu data- data, perhitungan, dan percobaan yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya UHN Medan karena merupakan hasil pengujian dengan pengerjaan sendiri . Sedangkan yang termasuk didalam data sekunder yaitu data-data, dan perhitungan yang di ambil dari sumber perusahaan penyedia material seperti aspal, agregat kasar, agregat halus, filler (abu batu), yang telah dilakukan pengujian oleh pihak perusahaan tersebut .

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian saya ini didapat dari data-data berupa data primer di dapat dari hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti sementara data sekunder bisa di dapat dari internet, Buku-buku ,dan jurnal-jurnal . adapun prosedur penelitian meliputi

1. Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap awal yang akan dilakukan dalam penelitian ini yang meliputi persiapan alat dan bahan yang akan digunakan .Sebelum melakukan penelitian, alat dan bahan diperiksa terlebih dahulu agar penelitian tersebut dapat berjalan lancar.

2. Pengujian Bahan

Pada tahap pengujian bahan akan dilakukan pengujian terhadap bahan yang akan digunakan untuk penelitian tersebut, bahan yang akan digunakan yaitu agregat , aspal , dan limbah serabut kelapa. Pengujian ini dilakukan agar bahan yang akan digunakan dapat memenuhi spesifikasi yang ada.

3. Perencanaan Campuran

Rencana campuran adalah analisa perhitungan komposisi campuran material agregat dari tiap nomor saringan, sehingga didapat komposisi campuran agregat yang diharapkan. Pemilihan gradasi agregat campuran sangat penting sekali bagi kinerja perkerasan jalan. Variasi aspal yang digunakan dalam campuran aspal yaitu 5%, 6%, 7% dari berat agregat. Untuk itu dalam pemilihan gradasi agregat campuran ini harus memenuhi persyaratan yang telah di tetapkan.

Berikut akan dipaparkan jumlah benda uji yang kan digunakan dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Benda uji yang digunakan dalam penelitian

Kadar Aspal (%)	Kadar serbuk kelapa	Jumlah Benda Uji
5	2	2
	4	2
	6	2
6	2	2
	4	2
	6	2
6,5	2	2
	4	2
	6	2
7	2	2
	4	2
	6	2
Jumlah		24

4. Pembuatan dan Pengujian Benda uji

a. Pembuatan Benda Uji

Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji :

1. Menimbang agregat sesuai dengan presentase agregat campuran yang telah dihitung, kemudian benda uji dibuat sebanyak dua buah pada masing-masing variasi kadar aspal dan perlakuan limbah . Total benda uji yang dibuat sebanyak 24 buah .
2. Memanaskan aspal untuk pencampuran , agar temperatur pencampuran agregat, aspal, dan limbah tetap maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga rata.
3. Waktu dipanaskan suhu campuran harus mencapai 150°C , campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan (*mold*) yang telah dibersihkan terlebih dahulu

dan dipanaskan sampai suhu antara (93.3°C – 148.9°C) dan diolesi dengan pelumas terlebih dahulu.

4. Campuran kemudian dirojok sebanyak 15 kali dibagian tepi cetakan , 10 kali di bagian dalam, lalu kemudian dipadatkan dengan scrap dan diletakkan diatas landasan pematat. Kemudian dilakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 75 kali dibagian sisi atas dan 75 kali dibagian sisi bawah *mold* dengan tinggi jatuh sebesar 45 cm.
5. Setelah proses pemadatan selesai, benda uji dikeluarkan dengan menggunakan alat *ejector* dan diberi kode atau label benda uji. Letakkan benda uji diatas permukaan rata dan halus dan biarkan selama ± 24 jam .

b. Pengujian Benda Uji

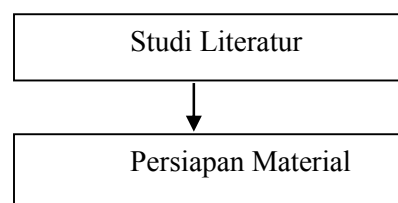
1. Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel,lalu ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dengan menggunakan jangka sorong dan timbang beratnya untuk mendapatkan berat benda uji.
2. Benda uji direndam dalam air selama ± 24 jam.kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan sehingga didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) kemudian ditimbang.
3. Pengujian Benda Uji dengan alat *Marshall Test* yaitu :
 - Benda uji direndamdalam bak perendam dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit.
 - Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepas setelah pengujian.
 - Pasang cetakan stabilitas beserta *dial flow* pada mesin tekan, letakkan benda uji yang telah direndam pada cetakan stabilitas,atur*dial* agar menunjukkan angka nol.
 - Atur sedemikian rupa sehingga piston berada tepat pada poros cetakan stabilitas.berikan pembebanan :
 - a. Tekan tompol UP untuk menekan
 - b. Setelah tombol OFF untu menghentikan tekanan,setelah mencapai kelelahan maksimum.
 - c. Catat nilai kelelahan maksimum

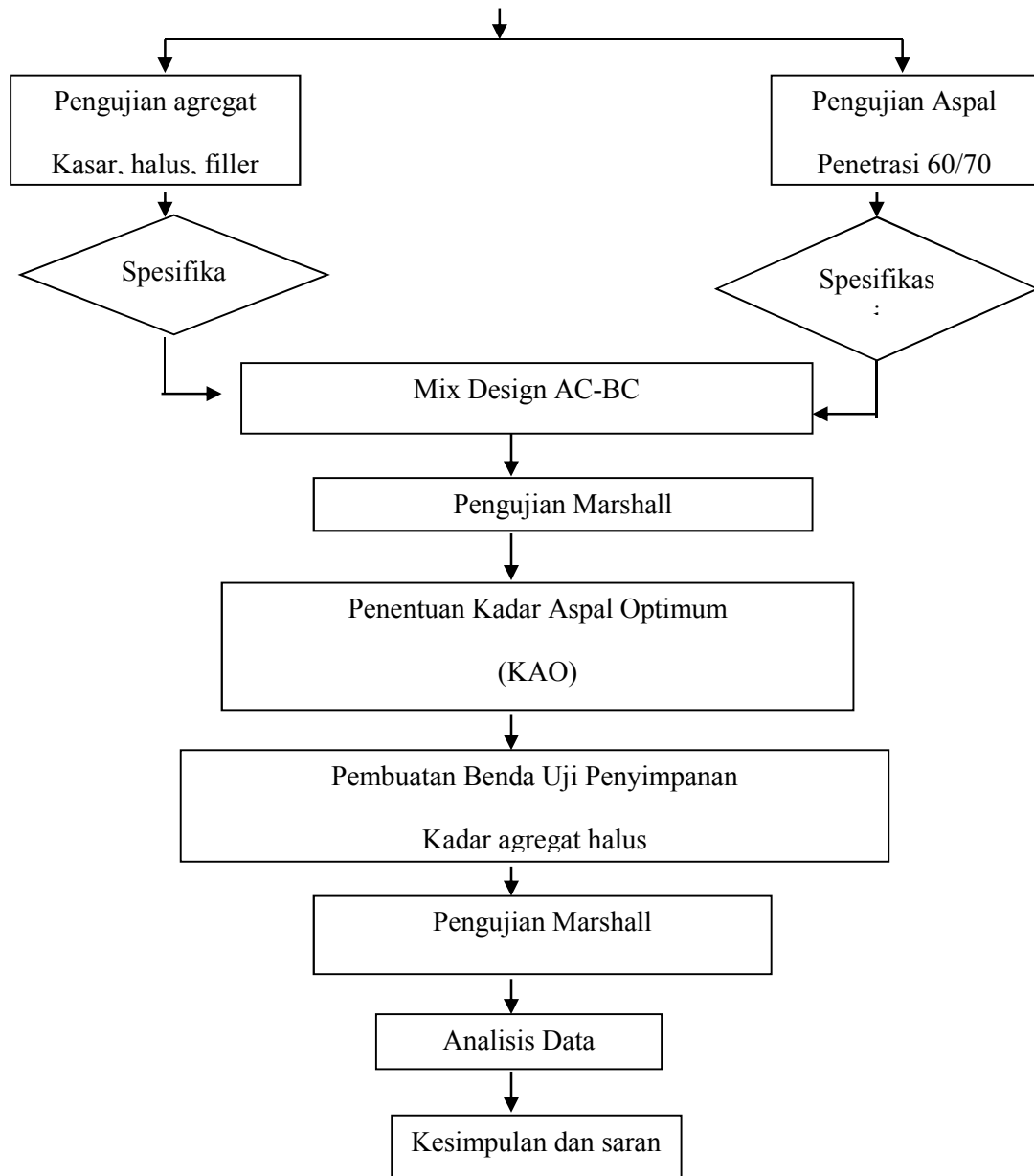
- Catat nilai kelelahan pada *proving ring* .
- Setelah pengujian selesai, turunkan dengan menekan tombol DOWN, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan
- Kode yang di gunakan sebagai penanda sampel yaitu *T* dan untuk aspal normal yaitu *B*

5. Menghitung Parameter Marshall

Setelah pengujian Marshall selesai serta nilai stabilitas dan flow didapat, selanjutnya menghitung parameter Marshall yaitu VIM, VMA, VFA dan *Marshall Quoient*.

4.7 Diagram alur penelitian





Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian