

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Aspal

Aspal ialah bahan hidrokarbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan viskoelastis. Aspal sering juga disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan lapis perkerasan. Aspal berasal dari alam atau dari pengolahan minyak bumi.

Aspal atau bitumen adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen, dan klor. Aspal sebagai bahan pengikat dalam perkerasan lentur mempunyai sifat viskoelastis. Aspal tampak padat pada suhu ruang padahal adalah cairan yang sangat kental. Aspal merupakan bahan yang sangat kompleks, dan secara kimia belum dikarakterisasi dengan baik. Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh, dan tak jenuh, alifatik, dan aromatic yang mempunyai atom karbon sampai 150 per molekul.

2.1.1 Bahan Susun Lapis Perkerasan Lentur Jalan Raya

Pada perkerasan jalan raya, terbagi atas tiga perkerasan yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan gabungan dari kedua perkerasan tersebut. Perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal dibagian *surface* sedangkan perkerasan kaku menggunakan lapisan beton. Agar jalan memiliki daya dukung yang tinggi, maka lapisan pondasi jalan tersebut diperkuat dengan penambahan material-material yang memiliki kualitas yang baik dan kuat. Ada tiga lapis pondasi yang

termasuk susunan lapis perkerasan lentur jalan raya yaitu lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, dan lapis permukaan.

2.1.1.1 Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) adalah lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah:

- a. Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan kelapis tanah dasar. Lapis ini harus cukup stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20%, serta *Indeks Plastis* sama atau lebih kecil dari 10%.
- b. Efisiensi penggunaan material yang relative murah, agar lapis diatasnya dapat dikurangi tebalnya.
- c. Lapis peresap, agar air tanah tidak berkumpul dipondasi.
- d. Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.
- e. Lapisan filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik kelapisan pondasi.

2.1.1.2 Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas (*Base Course*) adalah lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan.

Fungsi dari lapis pondasi atas adalah :

- a. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis bawahnya.
- b. Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah.
- c. Bantalan atau perletakkan lapis permukaan.

2.1.1.3 Lapis permukaan

Lapis permukaan (*wearing course*) merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan, yang berfungsi sebagai berikut:

- a. Lapis penahan beban vertikal dari kendaraan, oleh karena itu lapisan harus memiliki stabilitas yang tinggi selama pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapis bawahnya yang berakibat rusaknya struktur perkerasan jalan.
- c. Lapis aus (*wearing course*) karena menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan yang mengerem .

2.2 Campuran Aspal Panas

Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas.

Menurut Bambang Irianto (1988) dan Silvia Sukirman (1993), aspal beton adalah suatu bahan yang terdiri dari campuran antara batuan (agregat kasar dan agregat halus) dengan bahan ikat aspal yang mempunyai persyaratan tertentu, dimana kedua material sebelum dicampur secara homogen, harus dipanaskan

terlebih dahulu. Karena dicampur dalam keadaan panas, maka sering disebut sebagai *hot mix*.

Di Indonesia jenis campuran aspal panas yang lazim digunakan antara lain : Aspal Beton (Laston), *Hot Rolled Sheet* (HRS), dan *Split Mastic Asphalt* (SMA). Konstruksi jalan terdiri dari beberapa lapis, antara lain: *Subgrade*, *Sub Base Course*, *Base Course*, dan *Surface*. Aspal beton yang dipergunakan untuk lapis perkerasan jalan juga terdiri dari beberapa jenis, yaitu: lapis pondasi, lapis aus satu, dan lapis aus dua. Untuk mendapatkan mutu aspal beton yang baik, dalam proses perencanaan campuran harus memperhatikan karakteristik campuran aspal beton, yang meliputi : *Stabilitas*, *Durabilitas*, *Fleksibilitas*.

2.2.1 Tipe Campuran Aspal

Tipe campuran aspal terdiri dari 3 macam yaitu:

a. Lapis aspal beton

Lapis Aspal Beton (Laston) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Laston menggunakan agregat kasar berupa agregat pecah, dimana berdasarkan bentuknya dapat dikelompokkan atas : bentuk bulat, kubus, lonjong, pipih dan tak beraturan. Bentuk agregat lonjong kurang baik jika dipergunakan berlebihan karena mudah pecah. Oleh karena itu, ASTM D-4791-95 membatasi indeks lonjong (*elongated index*) dalam campuran Laston maksimum sebesar 10% terhadap agregat kasar.

Pembuatan Lapis Aspal Beton (laston) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya. Sebagai lapis permukaan, Lapis Aspal Beton harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, SKBI – 2.4.26.1987).

b. *Lapis Hot Rolled Asphalt*

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. *Hot Rolled Asphalt* mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar dan mampu menyerap aspal cukup tinggi yaitu 6% sampai 13% tanpa terjadi *bleeding*, sehingga lapis keras tersebut mempunyai *durabilitas* dan *fleksibilitas* yang tinggi (Intihan, 2004).

Campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA) mengacu pada persyaratan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga pada Divisi-6 tahun 2010 tentang campuran beraspal panas yaitu tes *Marshall*.

c. *Lapis Stone Matrix Asphalt*

Split Mastic Asphalt (SMA) didefinisikan sebagai suatu campuran dengan gradasi timpang mempunyai kandungan agregat kasar yang cukup tinggi, dengan demikian meningkatkan kontak antar butiran batu dengan batu (*stone to stone*

contact) di dalam campuran, sehingga dapat memberikan jaringan penyaluran beban roda dengan *efisien*.

Istilah campuran SMA di Amerika dikenal dengan singkatan *Stone Matrix Asphalt*, sedangkan di Eropa adalah *Stone Mastic Asphalt*. Jenis campuran SMA pada kedua negara banyak diaplikasikan karena memiliki ketahanan terhadap deformasi (*rutting*) serta memiliki beberapa keuntungan bagi pengguna jalan, yaitu diantaranya mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi serta mengeliminasi kebisingan.

Kelebihan *Split Mastic Asphalt* (SMA) adalah :

1. Mempunyai permukaan yang kesat dan homogen, sehingga *friction* lebih tinggi dan aman, terutama untuk lalu lintas luar kota yang mempunyai kecepatan relatif tinggi.
2. Dengan bahan tambahan serat ijuk akan lebih tahan terhadap *bleeding*, dan tahan terhadap pembebanan dengan lalu lintas yang cukup berat.
3. Akibat kadar aspal yang lebih tinggi maka akan lebih tahan terhadap sinar *ultraviolet* atau oksidasi, sehingga umur rencana diharapkan lebih lama.
4. Lebih menguntungkan untuk diterapkan di Indonesia, karena muatan lalu lintas pada umumnya cenderung tidak terukur atau tidak terkendali muatannya.

2.2.2 Unsur Penyusun Campuran Aspal Panas

Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari beberapa unsur penyusun seperti aspal, agregat kasar, agregat halus

dan bahan tambah yang dicampurkan dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas.

A. Aspal/Bitumen

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *asphathenes*, *resins*, dan *oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat (*Kerbs and Walker, 1971*). Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Menurut Sukirman (1999) aspal sering digunakan sebagai material perkerasan jalan karena berfungsi sebagai :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Aspal yang digunakan dalam campuran beraspal Laston (AC-WC) adalah aspal keras / *asphalt cement* penetrasi 60/70 yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal dalam campuran Laston merupakan perbandingan antara persentase berat aspal terhadap berat total campuran agregat, yang mana besaran persentase tersebut akan ditentukan dari hasil perhitungan pada benda uji pemeriksaan kadar aspal optimum (KAO). Kadar aspal yang semakin tinggi akan mempengaruhi kemampuan aspal untuk saling mengikat antar butir agregat dan mengurangi

kadar rongga dalam campuran, tetapi apabila kadar aspal terlalu tinggi maka akan terjadi *bleeding* dimana material campuran lapisan perkerasan beraspal akan terpompa keluar atau lepas akibat beban lalu lintas (Sukirman S,2003).

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

Fungsi aspal dalam campuran agregat aspal adalah sebagai bahan pengikat yang bersifat elastis dengan tingkat *viscositas* yang tinggi selama masa layan dan berfungsi sebagai pelumas pada saat penghamparan di lapangan sehingga mudah untuk dipadatkan.

Ada 4 jenis campuran asbuton (campuran aspal bitumen dengan bahan material lain), yaitu :

1. NACAS (*Non Aggregated Cold Asbuton Sheet*) yang dikenal juga dengan LATASBUM (Lapisan Atas Aspal Buton Murni) yaitu campuran perkerasan yang bahan agregatnya semuanya berasal dari batuan asli asbuton. Pada pemakaiannya nanti, NACAS dicampur dengan pemanasan.
2. NAHAS (*Non Aggregated Hot Asbuton Sheet*), yang merupakan campuran yang bahan dasarnya sebagian besar dari asbuton dan pencampuran dilakukan dengan pemanasan.

3. ACAS (*Aggregated Cold Asbuton Sheet*), yang didapatkan dengan menambahkan agregat kerikil dan pasir kepada bahan asbuton. Acas juga dikenal sebagai LASBUTAG atau Lapisan Asbuton Agregat.
4. AHAS (*Aggregated Hot Asbuton Sheet*), hal ini seperti acas, hanya pencampuran dilakukan dengan penambahan panas.

B. Agregat Kasar / Krikil

Menurut Bina Marga :

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan.
- b. Fraksi agregat kasar harus batu pecah atau kerikil pecah dan harus disiapkan dalam ukuran nominal. Ukuran maksimum (*maximum size*) agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum (*nominal maximum size*). Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10 %.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 2,36 mm dengan bidang pecah satu atau lebih.
- d. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke Unit Pencampur Aspal melalui pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*)

sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Pembatasan lolos $200 \leq 1\%$ pada ayakan kering karena agregat kasar yang dilekati lumpur tidak dapat dipisahkan pada waktu pengeringan sehingga tidak dapat dilekati aspal.

C. Agregat Halus / Pasir

Menurut SNI 03-1737-1989, agregat halus ialah agregat yang lolos saringan No. 8 atau 2,38 mm. Agregat halus harus terdiri dari pasir alam atau pasir buatan atau pasir terak atau gabungan dari pada bahan-bahan tersebut. Agregat halus harus bersih, kering, kuat, bebas dari gumpalan - gumpalan lempung dan bahan-bahan lain yang mengganggu serta terdiri dari butir-butir yang bersudut tajam dan mempunyai permukaan yang kasar. Agregat halus yang berasal dari batu kapur pecah hanya boleh digunakan apabila dicampur dengan pasir alam dalam perbandingan yang sama kecuali apabila pengalaman telah menunjukkan bukti bahwa bahan tersebut tidak mudah licin oleh lalu lintas.

Menurut Bina Marga, agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 4 (= 4,75 mm).

Agregat halus dapat berupa pasir, batu pecah atau kombinasi dari keduanya. Agregat halus adalah material yang pada prinsipnya lewat saringan 2,36 mm dan tertahan pada saringan 75 (mm) atau saringan No.200

Fungsi agregat halus adalah sebagai berikut :

- a. Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan juga untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
- b. Semakin kasar tekstur permukaan agregat halus akan menambah *stabilitas* campuran dan menambah kekasaran permukaan.
- c. Agregat halus pada ayakan no 8 sampai ayakan no 30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan pada permukaan aspal.
- d. Agregat halus pada ayakan no 30 sampai ayakan no 200 penting untuk menaikkan kadar aspal, akibatnya campuran akan lebih awet (Darta Suhendra, 2013).

D. Bahan Tambah / Admixture

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan aspal selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan.

Semakin berkembangnya zaman, banyak dilakukan percobaan-percobaan dalam campuran aspal panas dengan menambahkan bahan tambahan untuk meningkatkan mutu perkerasan. Studi kepustakaan tentang penambahan bahan tambahan memberikan pengaruh terhadap karakteristik masing - masing jenis campuran aspal panas.

Pada penelitian kali ini, penulis mencoba menggunakan bahan pengisi (*filler*) serat ijuk yang diharapkan mampu menambah daya tahan lapis perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca dan beban lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kekuatan campuran aspal beton dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) serat ijuk. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan penambahan serat ijuk akan mempengaruhi karakteristik beton aspal apabila ditinjau dari nilai-nilai stabilitas, *flow*, *durability*, *workability*, *water resistant*, dan *skid resistance*.

E. Standart Klasifikasi Bahan Additive

Adapun presentase yang ditambahkan dalam pembuatan campuran Laston Tipe VI harus ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium, karena penambahan bahan *additive* yang berlebihan dapat memberikan pengaruh yang negatif. Pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk menambahkan serat ijuk dengan variasi campuran 0,1%, 0,3%, dan 0,5% dari total berat aspal.

2.3 Job Mix Formula Campuran Aspal Panas

Job Mix Formula (JMF) merupakan hasil rancangan campuran yang dilakukan dilaboratorium, dikoreksi atas hasil pekerjaan di instalasi pencampuran, percobaan penghamparan dan pemadatan dilapangan (Sukirman, S., 2003).

Untuk keperluan perencanaan campuran beraspal panas di laboratorium diperlukan contoh agregat, *filler* (bila perlu) yang cukup untuk pengujian. Mutu agregat harus baik sehingga kalau di campur dengan aspal dan kemudian dipadatkan dapat menghasilkan mutu campuran yang baik. Persyaratan agregat tergantung dari jenis campuran yang diinginkan.

2.3.1 Marshall Properties

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui

beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan keelehan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai *stabilitas*, dan *flowmeter* untuk mengukur keelehan plastis atau *flow*. Benda uji *Marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).

Secara garis besar pengujian *Marshall* meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis *bulk* dari benda uji, pemeriksaan nilai *stabilitas* dan *flow*, dan perhitungan sifat *volumetric* benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Jumlah benda uji yang disiapkan.
2. Persiapan agregat yang akan digunakan.
3. Penentuan temperatur pencampuran dan pematatan.
4. Persiapan campuran aspal beton.
5. Pematatan benda uji.
6. Persiapan untuk pengujian *Marshall*.

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui nilai *stabilitas* dan keelehan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau *briket* beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran tertentu, sesuai spesifikasi campuran.

Metode *Marshall* dikembangkan untuk rancangan campuran aspal beton. Sebelum membuat briket campuran aspal beton maka perkiraan kadar aspal optimum dicari dengan menggunakan rumus pendekatan. Setelah menentukan proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia, selanjutnya menentukan kadar aspal total dalam campuran. Kadar aspal total dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Setelah diketahui estimasi kadar aspalnya maka dapat dibuat benda uji.

2.4 Proses Pembuatan Benda Uji

2.4.1 Tahap Pembuatan Serat Ijuk

Adapun tahapan-tahapan pembuatan serat ijuk agar dapat digunakan sebagai serat selulosa untuk campuran laston khususnya Laston tipe VI meliputi : pengambilan potongan serat ijuk, kemudian dipotong kecil-kecil dibawa ke laboratorium untuk dibuat bahan tambah campuran pembuatan aspal.

Proses selanjutnya ialah proses pengeringan, dalam tahapan ini ada dua cara yang dapat digunakan yaitu dikeringkan menggunakan mesin oven, atau bisa dikeringkan secara manual dengan menggunakan bantuan sinar matahari.

Apabila serat ijuk telah kering, potongan serat ijuk kecil-kecil dikumpulkan dalam satu wadah yang nantinya akan ditimbang dan dicampurkan ke dalam bahan tambah aspal.

2.4.2 Tahap Pembuatan Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji (*briket*) sebelumnya kita harus melakukan perhitungan terlebih dahulu agar mengetahui berapa banyak campuran tiap agregat yang dibutuhkan untuk 1 buah briket dalam Laston Tipe VI SNI 03-1737-1989, agar lebih mudah peneliti menggunakan bantuan *Microsoft Excel 2013* dan telah peneliti lampirkan dalam lembar lampiran laporan ini. Setelah hasil perhitungan telah diketahui maka timbang tiap agregat sesuai dengan hasil yang ada.

Apabila semua agregat telah ditimbang sesuai nomor saringan, campur semuanya menjadi satu antara agregat kasar dan agregat halus, kemudian masak dalam wajan hingga suhu 100°C , masukkan serat ijuk sesuai dengan varian yang telah ditentukan, dan tambahkan aspal sesuai dengan perhitungan, kemudian masak kembali hingga semua bahan tercampur rata dengan aspal.

Apabila semua bahan telah tercampur rata dengan aspal cair, maka masukkan campuran aspal kedalam cetakan. Setelah campuran aspal masuk kedalam cetakan tumbuk benda uji (*briket*) sebanyak 75 kali, kemudian balik *briket* dan tumbuk lagi sebanyak 75 kali. Hal ini dimaksudkan agar campuran aspal menjadi padat, setelah agak dingin lepas benda uji (*briket*) dari cetakan menggunakan alat *ejector*, benda uji (*briket*) siap di rendam dan diuji.

2.5 Proses Pengujian Benda Uji

2.5.1 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Agar mengetahui berat jenis dari agregat kasar, maka perlu dilakukan pengujian berat jenis agregat kasar. Adapun tahapan-tahapan pelaksanaannya

ialah pertama-tama benda uji di cuci untuk menghilangkan debu yang melekat pada permukaan agregat dan benda uji siap untuk dioven pada suhu 15°C sampai pada berat tetap kurang lebih hingga 24 jam. Setelah dioven keluarkan benda uji dan dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).

Tahapan kedua benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama \pm 24 jam. Setelah itu keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu. Timbang benda uji permukaan jenuh.

Tahapan yang terakhir letakkan benda uji dalam keranjang, goyangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya dalam air (Ba).

2.5.2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Proses pengujian berat jenis agregat halus meliputi yang pertama benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai mencapai berat yang tetap. Yang dimaksudkan berat tetap adalah keadaan benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%. Didinginkan dalam suhu ruang, kemudian direndam dalam air selama (24 ± 4) jam.

Membuang air perendam dengan hati – hati supaya tidak ada butiran yang hilang, lalu menebarkan agregat dan mengeringkan di udara panas dengan cara membalikkan benda uji. Pengeringan dilakukan sampai mencapai kering permukaan jenuh.

Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan cara memasukkan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tersetak.

Setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, 500 gram benda uji dimasukkan kedalam *piknometer*. Masukkan air suling dengan cara hati-hati, jaga agar jangan sampai terlihat gelembung udara didalamnya. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas. Timbang *piknometer* yang berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).

Benda uji dikeluarkan, dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C sampai mencapai berat tetap, kemudian didinginkan. Setelah benda uji dingin kemudian ditimbang (Bk) Menentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan standar 25°C (B).

2.5.3 Pengujian Penetrasi Aspal

Benda uji diletakkan dalam tempat air yang kecil dan tempat air tersebut dimasukkan dalam bak perendam yang bersuhu $(25 \pm 0,1)^\circ\text{C}$. didiamkan dalam bak tersebut selama 1-1,5 jam untuk benda yang kecil dan 1,5-2 jam untuk benda uji besar.

Pemegang jarum diperiksa agar jarum dapat dipasang dengan baik dan jarum penetrasi dibersihkan, kemudian jarum tersebut dikeringkan dengan lap bersih dan dipasang pada pemegang jarum. Pemberat 50 gram diletakkan di atas jarum untuk memperoleh beban $(100 \pm 0,01)$ gram.

Tempat air dipindahkan dari bak perendam ke bawah alat penetrasi. Jarum diturunkan perlahan-lahan sehingga menyentuh permukaan benda uji kemudian angka 0 di arloji *penetrometer* diatur sehingga jarum penunjuk berhimpit. Pemegang jarum dilepaskan dan stopwatch secara bersama dijalankan selama jangka waktu ($5 \pm 0,1$) detik.

Arloji *penetrometer* diputar dan dibaca angka penetrasi yang berhimpit dengan jarum penunjuk angka dibulatkan hingga 0,1 mm terdekat. Jarum dilepaskan dari pemegangnya dan disiapkan untuk tes penetrasi berikutnya. Bacalah harga putaran jarum penetrasi selama waktu tersebut. Satu divisi pada pembacaan putaran jam adalah sama dengan 0,1 mm. jadi kalau harga penetrasi aspal tersebut adalah 65, artinya selama 5 detik jarum tersebut bergerak menembus $65 \times 0,1 \text{ mm} = 6,5 \text{ mm}$.

2.5.4 Pengujian Titik Lembek Aspal

Pasang dan atur kedua cincin di atas tempat duduknya, letakkan pengarah bola di atasnya kemudian masukkan semua peralatan tersebut kedalam bejana gelas. Bejana kemudian diisi air suling dengan suhu (5 ± 1) °C hingga tinggi permukaan air berkisar 101,6 sampai 108 mm. letakkan thermometer yang sesuai dengan pekerjaan ini diantara kedua benda uji ($\pm 12,7 \text{ mm}$ dari setiap cincin). Periksa dan atur jarak antara permukaan plat dasar dengan benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.

Letakkan bola-bola baja bersuhu 5°C diatas dan ditengah permukaan masing-masing benda uji dengan menggunakan penjepit dan memasang kembali pengarah bola.

Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C per menit. Kecepatan pemanasan ini tidak boleh diambil dari kecepatan pemanasan rata-rata dari akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit pertama, perbedaan kecepatan pemanasan $\leq 0,5^\circ\text{C}$.

2.5.5 Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar

Letakkan cawan diatas pelat pemanas dan diatur sumber pemanas hingga terletak dibawah titik tengah cawan. Letakkan nyala penguji dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan. Tempatkan *thermometer* tegak lurus didalam benda uji dengan jarak 6,4 mm diatas dasar cawan dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik poros nyala penguji, kemudian diatur hingga poros *thermometer* terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.

Nyalakan sumber pemanas dan atur pemanasan sehingga kenaikan suhu 15°C per menit hingga benda uji mencapai suhu 56°C di bawah titik nyala perkiraan. Atur kecepatan pemanasan 5°C - 6°C per menit pada suhu 50°C dan 28°C di bawah titik nyala perkiraan.

Nyala penguji dinyalakan dan diatur agar diameter nyala penguji 3,2 sampai 4,8 mm. Putar nyala penguji hingga melalui permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam selang waktu 1 detik, ulangi pekerjaan setiap kenaikan 2°C. Lanjutkan pekerjaan tadi sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji, dibaca suhu pada *thermometer* dan dicatat. Lanjutkan pekerjaan ini sampai terlihat nyala yang agak lama (5 detik) diatas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada *thermometer* dan catat.

2.5.6 Pengujian Marshall Test

Setelah benda uji selesai dibuat dan telah direndam selama 24 jam maka perlu dilakukan pengujian agar dapat diketahui berapa nilai ketahanan (*stabilitas*) campuran aspal dengan agregat terhadap kelelahan plastis (*flow*).

Adapun cara pengujiannya ialah ambil benda uji (*briket*) dalam rendaman, keringkan *briket* dengan kain hingga mencapai nilai SSD kemudian timbang berapa beratnya, dan jangan lupa timbang pula agregat waktu berada didalam air. Setelah itu masukkan *briket* kedalam bak perendam (*waterbath*) pada suhu 20⁰C selama 30 menit, hal ini dilakukan agar dapat diketahui seberapa kekuatan aspal apabila diletakkan dalam kondisi dingin maupun panas.

Sebelum melakukan pengujian, batang penuntun (*guide rod*) dan permukaan dalam *test head* dibersihkan dan dilumasi, sehingga batang penekan dapat meluncur dengan cepat dan bebas. Segmen dipasang diatas benda uji dan keseluruhannya diletakkan dalam mesin penguji. Arloji kelelahan (*flow meter*) dipasang pada kedudukannya, selama selubung tangki arloji dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan (*breaking head*). Selubung tangki arloji ditekan selama pembebanan berlangsung. Kedudukan arloji tekan diatur pada angka nol. Kemudian diberikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai. Waktu tidak boleh melebihi 30 menit.

2.6 Hasil Penelitian Terdahulu

2.6.1 Penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Perkerasan Asphalt Concrete - Wearing Coarse (AC-WC) Untuk Mengurangi Keretakan Akibat Gempa” Oleh Zikri Fathoni (2013)
Program Studi Teknik Sipil Universitas Andalas.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat perkerasan aspal yang tahan retak dengan menambahkan serat ijuk sebagai bahan penguat . Jenis perkerasan aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Asphalt Concrete - Wearig Course (AC-WC) . Pengujiannya dengan menggunakan metode marshall. Sampel untuk pengujian terdiri dari sempel campuran perkerasan aspal biasa, sampel dengan variasi ukuran dan panjang yang sama, sampel dengan variasi panjang ijuk dengan kadar yang sama. Sampel dengan variasi kadar ijuk diambil 1% - 5% ijuk dengan panjang 2 cm, didapat dengan kadar optimum 3%. Penelitian dengan melakukan variasi panjang ijuk 1,3,5,7,9 cm dengan kadar 3%, didapatkan panjang optimum 3 cm.

2.6.2 Penelitian yang berjudul “Studi Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal Porous Liquid Asbuton” Oleh Nur Ali (2013)
Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanudin.

Aspal porous merupakan campuran beraspal yang didominasi agregat kasar untuk mendapatkan pori yang besar agar berfungsi sebagai drainase . Serat ijuk merupakan serat lokal alami yang murah,kuat,tahan cuaca dan tahan terhadap pelapukan . Aplikasi penambahan serat ijuk pada campuran aspal porous dengan liquid Asbuton sebagai pengikat diharapkan mampu memberikan kontribusi

kekuatan yang dapat meningkatkan kinerja campuran sekaligus mengurangi kelemahan aspal porous. Bahan pengikat yang digunakan penelitian ini adalah 100% liquid Asbuton sebagai substitusi aspal minyak dengan kadar 8,5% dari berat total campuran dan menggunakan standar gradasi Australia (kadar optimum) dengan 6 variasi penambahan kadar ijuk dari 0% sampai 5% dimana interval penambahannya 1% terhadap berat aspal.

2.6.3 Penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin” Oleh Harry Zentino (2011) Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk terhadap stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED). CAED adalah campuran antara agregat bergradasi menerus dan aspal emulsi sebagai bahan pengikat. Aspal emulsi adalah aspal berbentuk cair yang dihasilkan dengan mendispersikan aspal keras kedalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga diperoleh partikel aspal yang bermuatan listrik positif atau negative atau tidak bermuatan listrik. Stabilitas CAED dengan serat ijuk umur curing 0 hari meningkat pada kadar ijuk 0,1% - 0,3% lalu mengalami penurunan pada kadar ijuk 0,4%.

2.6.4 Penelitian yang berjudul “Pengembangan Campuran SMA (Split Mastic Asphalt) Menggunakan Bahan RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) Dan Ijuk” Oleh Ahmad Rif’an (2016) Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proporsi RAP dan pengaruh penggunaan ijuk terhadap kinerja Split Mastic Asphalt (SMA). Sampel menggunakan variasi RAP 0%, 50%, 100% dari total agregat kasar, dan ijuk 0%, 0,2%, dan 0,4% sebagai bahan tambah. Berdasarkan hasil penelitian dengan fraksi agregat kasar sebanyak 70%, agregat halus 19,5%, dan filler 10,5% Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh sebesar 7,25%.

2.6.5 Penelitian yang berjudul “ *Pengaruh Penggunaan Serat Ijuk Sebagai Bahan Penambah Serat Selulosa Pada Campuran Split Mastic Asphalt (SMA)*” Oleh Fadzil Noor Hasibuan (2019) Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penelitian ini mencoba menggunakan serat ijuk sebagai bahan tambah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada campuran aspal dengan menggunakan serat ijuk sebagai bahan tambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat ijuk akan mempengaruhi karakteristik campuran aspal

2.6.6 Penelitian yang berjudul “ *Penelitian Penambahan Bahan Serbuk Dolomite Dan Pasir Brantas Pada Campuran Aspal Beton* “ Oleh Faisal Abdul Yusuf, Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil 2 (2),214-223, 2019

Pada penelitian ini, campuran aspal beton diberi bahan tambahan serbuk dolomite sebagai campuran pada filler semen portland untuk meminimalisir harga semen portland yang semakin mahal dan pasir brantas sebagai agregat halus untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh serbuk dolomit dan pasir

berantas pada campuran aspal beton dengan penambahan kadar 5%, 10%, dan 15%.

2.6.7 Penelitian yang berjudul “ *Penelitian Penambahan Bahan Limbah Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Meritjan Pada Campuran Aspal Beton* “

Oleh Nanda Ade Kurniawan, Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil 2 (1), 96-105, 2019

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan limbah tetes tebu sebagai bahan campuran pada aspal beton dan mengetahui berapa presentase campuran limbah tetes tebu pada aspal beton agar mencapai titik optimum. Dari hasil perhitungan penambahan tetes tebu pada campuran aspal beton dengan kadar 5%, 10%, dan 15% menghasilkan Marshall Quotient (MQ) yaitu antara lain 395 kg/mm, 293 kg/mm, dan 817 kg/mm.

2.6.8 Penelitian yang berjudul “ *Karakteristik Fungsional Dan Sifat Fisis Aspal Akibat Penambahan Silika Sekam Padi* “

Oleh Siti Isma, Fakultas

Matematis dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2019

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fungsional dan sifat fisis aspal akibat penambahan silika sekam padi. Aspal penetrasi 60/70 dipadukan dengan silika yang bersumber dari sekam padi hasil ekstraksi dengan metode sol gel menggunakan larutan NaOH 1,5% dan larutan HN03 10%. Perbandingan massa aspal dan silika dioven pada suhu 110° C selama 4 jam.

2.6.9 Penelitian yang berjudul “ *Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70* “

Oleh Leni Arlia, Jurnal Teknik Sipil 1 (3), 657-666, 2018

Aspal porus memiliki stabilitas yang rendah namun memiliki permeabilitas tinggi yang disebabkan oleh banyaknya rongga dalam campuran. Untuk itu perlu ditambahkan material lain untuk meningkatkan nilai stabilitas pada campuran perkerasan. Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah gondorukem. Gondorukem merupakan hasil destilasi/penyulingan getah dari pohon pinus merkusi yang berwarna yang berbentuk padat berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus dengan substitusi gondorukem kedalam aspal penetrasi 60/70. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi terbuka dengan kadar aspal 4%, 5%, dan 6% tanpa variasi penggunaan gondorukem.

2.6.10 Penelitian yang berjudul “ *Penelitian Campuran Aspal Beton Menggunakan Pasir Vulkanik Gunung Kelud Dengan Limbah Botol Plastik* “ Oleh Cici Sri Isma Evrilyana, Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil 1 (2), 270-280, 2018

Penggunaan campuran limbah botol plastik pada aspal beton sebagai material tambahan perkerasan jalan salah satu alternative yang digunakan untuk mendapatkan kualitas lapis perkerasan yang baik. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat-sifat karakteristik aspal dengan campuran limbah botol plastik. Hasil penelitian penambahan limbah botol plastik sebesar 2%, 3%, dan 5% dapat disimpulkan dengan penambahan plastik sebesar 2% belum dapat memenuhi spesifikasi, namun dengan penambahan limbah botol plastik 3%-5% dapat memenuhi syarat spesifikasi campuran laston (AC-BC)

2.6.11 Penelitian yang berjudul “ *Penambahan serat enceng gondok pada campuran laston AC – WC spesifikasi seksi 6 – 2010 bina marga terhadap indeks uji marshall* “ Oleh Dana dwi achmad, 2018

Hasil marshall test terbaik dari 5 variasi campuran yang didapatkan pada penambahan serat enceng gondok terhadap laston AC – WC spesifikasi seksi 6 – 2010 bina marga adalah 5% dengan nilai marshall stability sebesar 809,753 Kg, flow sebesar 4,433 mm, VMA sebesar 13,05 % , VFWA sebesar 69,097 % VIM sebesar 1,460%, density sebesar 2,332 gr/cc, dan marshall quotient 186,14 kg/mm.

2.6.12 Penelitian yang berjudul “ *Alternative penggunaan agregat halus batu kapur mantup dalam campuran aspal panas AC – WC* “ Oleh M. Deny irawan budianto, 2019

Kesimpulan penelitian ini adalah penambahan variasi campuran batu kapur halus sebesar 25%, 50%, 75% dari berat agregat halus pada penelitian ini menunjukkan nilai stabilitas marshall (marshall stability) tertinggi sebesar 33,07 % pada campuran 75%, kelelahan plastis (flow) tertinggi sebesar 3,57% pada campuran 50%, rongga dalam campuran (void in the mix) yang masuk dalam spesifikasi angka tertinggi sebesar 7,49% pada campuran 0%, rongga terisi aspal (void filled with asphalt) kenaikan tertinggi sebesar 85,22% pada campuran 75%, rongga dalam agregat (void in mineral aggregate) menurun sebesar 16,11 % pada campuran 75%, serta marshall quotient meningkat sebesar 29,63% pada campuran 75%.

2.6.13 Penelitian yang berjudul “ *Studi bahan tambahan serat enceng gondok pada campuran laston tipe XI 03-1737-1989 terhadap indeks marshall test dengan menggunakan bahan agregat kasar mantup* ” Oleh Farid kawabib hamzah, 2018

Hasil akhir penelitian ini adalah dengan evaluasi marshall dimana nilai terbesar diperoleh untuk stabilitas 1325 kg, flow 3,73 mm , quotient marshall 401,02 kg/mm, VMA 66,30 %. VFWA 19,25%, dan nilai VIM 54,35%. Dengan hasil ini maka campuran aspal tidak bisa digunakan karena pada hasil VMA ,VFWA dan VIM belum sesuai pada spesifikasi SNI 03-1737-1989.

2.6.14 Penelitian yang berjudul “ *Uji properties marshall campuran aspal panas laston tipe x SNI 03-1737-1989 dengan penambahan serat enceng gondok* ” Oleh Dewi eka wahyuni, 2018

Dari hasil marshall test yang dilakukan, didapatkan data marshall stability, flow, void in mineral agregat, void in the mix, void filled with asphalt , density dan marshall quotient. Dari data tersebut didapatkan kesimpulan bahwa penambahan serat enceng gondok paling ideal untuk campuran laston tipe X dan yang memenuhi nilai spesifikasi adalah antara 5%.

2.6.15 Penelitian yang berjudul “ *Penggantian filler dengan fly ash dan serbuk batu bata pada campuran asphalt concrete – wearing course (AC – WC* ” Oleh Mohammad zainudin abdillah, 2017

Hasil penelitian ini campuran kualitas baik menggunakan filler 100% semen Portland nilai stabilitas sebesar 112,19 kg danyang paling rendah menggunakan filler 100% fly ash akan tetapi hasilnya masih memenuhi

spesifikasi bina marga. Sedangkan nilai MQ dengan filler 100% serbuk batu bata dibawah spesifikasi bina marga yaitu sebesar 213. Sehingga dapat disimpulkan bahwa filler yang bagus untuk campuran asphalt concrete wearing course adalah dengan semen Portland.

2.6.16 Penelitian yang berjudul “ *Pengaruh penggunaan serat eceng gondok sebagai bahan pengganti serat selulosa pada campuran laston tipe IX SNI-03-1737-1989* ” Oleh Nonok eko santoso,2018

Hasil penelitian tersebut adalah penambahan serat selulosa eceng gondok pada campuranlaston tipe IX berpengaruh terhadap nilai stabilitas marshal sehingga naik sebesar 4,60% pada presentase tertinggi 0,52% kadar eceng gondok, kelelahan plastis (flow) mengalami penurunan tertinggi pada kadar 0,6% kadar eceng gondok sebesar -15,39%, rongga terisi dalam campuran (void in the mix) mengalami kenaikan sebesar 6,25% pada kadar 0,5 % kadar eceng gondok, rongga terisi aspal (void filled with asphalt) menurun sebesar -2,01% pada kadar eceng gondok 0,48%, rongga dalam agregat (void in mineral aggregate) meningkat sebesar 1,55% pada nilai 0,52% kadar eceng gondok, dan density menurun sebesar 0,31% pada presentase 0,4 kadar eceng gondok ,serta marshall quotient meningkat sebesar 24,27% pada kadar 0,6% kadar eceng gondok.

2.6.17 Penelitian yang berjudul “ *Kajian pengaruh serat eceng gondok pada campuran HRS – WC spesifikasi seksi – 6 : 2010 bina marga* ” Oleh Nuruddin, 2018

Hasil marshall test terbaik didapatkan pada penambahan serat eceng gondok 2% dimana marshall stability yang didapatkan yaitu sebesar 1502,450 kg,

flow sebesar 4,60 mm, VMA (rongga diantara agregat) sebesar 18,10%, VIM (ruang rongga diantara agregat) sebesar 3,549%, VFWA (rongga terisi aspal) sebesar 61,737%, density sebesar 2,224 gr/cc, dan MQ (marshall quotient) sebesar 327,175 kg/mm.

2.6.18 Penelitian yang berjudul “ *Alternative serat eceng gondok sebagai bahan tambahan pada campuran laston tipe VII SNI 03-1737-1989 untuk meningkatkan kinerja campuran* ” Oleh Mohammad shodiq, 2018

Dari hasil penelitian diperoleh nilai stabilitas marshall tertinggi sebesar 3,94% pada campuran 1,3% , kelelahan plastis (flow) tertinggi sebesar 1,87% pada campuran 0,7% , rongga dalam campuran (void in the mix) meningkat sebesar 16,98% pada campuran 1,1% , rongga terisi aspal (void filled with asphalt)kenaikan tertinggi sebesar 0,83% pada campuran 0,7%, rongga dalam agregat (void in the mineral aggregate) meningkat sebesar 4,37% pada campuran 1,5% serta marshall quotient meningkat sebesar 29% pada campuran 1,3%.

2.6.19 Penelitian yang berjudul “ *Alternative penggunaan pasir laut paciran sebagai bahan susun campuran aspal panas (AC – WC)* ” Oleh Indra setia wiguna, 2019

Dalam penelitian ini menunjukkan nilai marshall properties yang paling ideal dihitung dengan menggunakan persamaan model regresi dengan indeks determinasi paling tinggi dimana pada pada persamaan model tersebut didapatkan nilai indeks determinasi (R^2) = 1 untuk marshall properties yang paling tinggi adalah substitusi pasir laut 30% dengan parameter marshall yang meliputi : stability 1029,27 kg , VIM 5,07 ,VMA 16,35%, VFWA 81,36%, flow 2,98 mm,

marshall question 343,85%. Dari hasil tersebut substitusi pasir laut dengan kadar 30% memenuhi kriteria dalam standar nasional Indonesia.

2.6.20 Penelitian yang berjudul “ Pemanfaatan serat eceng gondok sebagai campuran dalam laston tipe VI SNI 03-1737-1989 ditinjau terhadap marshall properties ” Oleh Intan ayu permatasari, 2018

Proses pembuatan benda uji Laston tipe VI diawali dengan pembuatan serat eceng gondok secara sederhana, perhitungan rancangan campuran kerja (Job Mix Formula) yang mengacu pada standart, tahap pemeriksaan bahan susun Laston tipe VI (meliputi pengujian agregat kasar, pengujian agregat halus, pengujian bahan aspal) dan dilanjutkan dengan pencampuran bahan susun beserta serat eceng gondok (meliputi penimbangan agregat, penggorengan agregat dengan aspal cair yang ditambahkan dengan serat eceng gondok, pencetakan benda uji dalam air, dan pengujian benda uji dengan alat *marshall test*). Dari hasil pengujian dan perhitungan dengan menggunakan perhitungan regresi dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan serat eceng gondok dapat dilakukan pada Laston Tipe VI. Untuk penambahan serat eceng gondok terbaik pada campuran Laston Tipe VI dilakukan penambahan dengan variasi 0,3%-0,36%.

2.7 Posisi Penelitian

Perbedaan dalam penelitian ini yang dilakukan sekarang dengan penelitian terdahulu hampir sama, hanya saja penelitian ini penulis menggunakan Serat Ijuk sebagai campuran aspal concrete dengan variasi 0,1%, 0,3% dan 0,5% dari berat aspal yang ditinjau terhadap *Marshall Properties*