

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Aspal**

Aspal beton adalah suatu bahan yang terdiri 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 campuran dalam keadaan panas, maka sering disebut sebagai hot mix. Semua pekerjaan pencampuran hot mix dilakukan di pabrik pencampuran yang disebut sebagai asphalt mixing plant, **Sukirman (1999)**.

Aspal adalah cairan lengket, hitam, cairan yang sangat kental atau bentuk fraksi minyak bumi setengah padat. Prosedur seperti ini dapat ditemukan dalam deposit alam atau mungkin produk olahan, dan digolongkan sebagai tar. Penggunaan utama (70%) aspal adalah konstruksi jalan, dimana ia digunakan sebagai perekat atau pengikat yang dicampur dengan partikel agregat untuk membuat beton aspal. Kegunaan utama lainnya adalah untuk produk anti air bitumen, termasuk produksi kain felt dan untuk menyegel atap datar.

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap bersifat perekat (*cementious*) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagai besar bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil permurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi derivatnya (ASTM, 1994).

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 (2003)**.

Aspal merupakan proses lanjutan dari residu hasil destilasi minyak bumi. Bensin (gasoline), minyak tanah (kerosene) merupakan hasil destilasi pada temperatur yang berbeda-beda. Setiap minyak bumi menghasilkan residu yang terdiri dari bahan dasar aspal yang berbeda. Dapat dibedakan atas :

1. Bahan dasar aspal (asphaltic base crude oil).
2. Bahan dasar parafin (parafin base crude oil).
3. Bahan dasar campuran (mixed base crude oil).

Bahan dasar parafin kurang mengandung bitumen, demikian juga bahan dasar campuran dimana kandungan kadar aspalnya rendah. Untuk perkerasan jalan umum digunakan aspal yang diperoleh dari bahan dasar aspal, **Sukirman (1999)**.

Menurut **Wignall,dkk (2003)**, aspal dapat dibagi 2 (dua), yaitu aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam dapat berasal dari batuan pegunungan (*rock asphalt*) dan danau (*lake asphalt*). Aspal buatan didapat dari proses destilasi minyak bumi, dengan pemanasan dibawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi ringan, seperti gasoline (bensin), kerosene (minyak tanah) dan gas

oil. Hasil proses destilasi/penyulingan minyak tanah mentah menghasilkan 3 (tiga) macam aspal, yaitu :

1. Aspal keras/panas (asphalt cement, AC).
2. Aspal dingin/cair (cut back asphalt).
3. Aspal Emulasi (emulsion asphalt).

Penggunaan yang paling umum adalah jenis aspal keras (AC). Jenis aspal ini berbentuk padat pada temperatur 20° - 30° C. Pengelompokan semen aspal dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C atau berdasarkan kekentalannya, **Hardiyatmo (2015)**:

1. AC pen 40/50, yaitu semen aspal dengan penetrasi 40-50.
2. AC pen 60/70, yaitu semen aspal dengan penetrasi 60-70.
3. AC pen 80/100, yaitu semen aspal dengan penetrasi 80-100.
4. AC pen 120/150, yaitu yaitu semen aspal dengan penetrasi 120-150.
5. AC pen 200/300, yaitu yaitu semen aspal dengan penetrasi 200-300.

Pelaksanaan lapis campuran beraspal panas dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi lapisan konstruksi dibawahnya. Sebagai lapis permukaan, lapis campuran beraspal panas harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pengguna jasa pada pedoman (**SNI 03-1737-1989**).

Penetrasi adalah besarnya kedalaman jarum penetrasi dapat menembus lapisan aspal pada suhu 25°C dengan beban sebesar 100gram selama 5 detik.

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah AC pen 60/70 berarti jarum penetrasi dapat menembus lapisan aspal sedalam  $6-7 \text{ mm} = (60-70) \times 0,1 \text{ mm}$ .

#### **2.1.1.1. Tipe campuran aspal panas**

Menurut **Sukirman (2003)**, Jenis aspal beton campuran panas yang saat ini ada di Indonesia adalah :

##### **1. Lapisan Asphalt Beton (*Laston, Asphalt Concrete*)**

Laston adalah suatu lapisan permukaan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat bergradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas dan suhu tertentu **Sukirman (2003)**. Laston bersifat kedap air, mempunyai sturktural, awet, kadar aspal berkisar 4 – 7% terdapat berat campuran, dan dapat digunakan untuk lalulintas ringan, sedang sampai berat. Campuran ini memiliki tingkat kekuatan yang tinggi.

Lapisan aspal beton dibagi menjadi 3 macam campuran, yaitu laston lapis aus (AC-WC), laston lapis pemikat (AC-BC), dan laston lapis pondasi (AC-Base), dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, dan 37,5 mm. Lapis aspal beton biasanya digunakan untuk lapis permukaan, lapis perata dan lapis pemikat.

##### **2. Lapis Tipis Asphalt Beton (*Laston, HRS*)**

Laston atau Hot Rolled Sheets (HRS) yang bergradasi ini adalah campuran aspal dengan kadar aspal yang relatife tinggi dari pada jenis laston. Maksud dari penggunaan kadar aspal yang tinggi adalah agar perkerasan mempunyai fleksibitas tinggi, awet dan terhadap kelelehan. Ketiadaan ukuran agregat antara 2,36 mm dan ukuran 0,6 mm, menyebabkan campuran aspal yang

diproduksi cenderung menjadi jenis aspal bergradasi relatif halus, serta kadar aspal yang berlebihan. Campuran ini lebih tahan terhadap retak, tetapi mudah mengalami deformasi plastis yang berupa timbulnya alur (*rutting*) pada permukaan perkerasan, terutama akibat lalulintas berat.

*Laston* terdiri dari 2 macam, yaitu : *laston* lapis pondasi (*HRS-Base*) dan *laston* lapis permukaan (*HRS-Wearing course*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. *laston* lapis pondasi (*HRS-Base*) mempunyai gradasi yang lebih kasar dari pada *laston* lapis permukaan (*HRS-Wearing course*).

HRS termasuk kelompok jenis campuran HRA (*Hot Rolled Asphalt*) selain itu, terdapat pula *Asphalt Treated Base Levelling* (ATBL) untuk bahan perata sebelum HRS dihamparkan, dan *Asphalt Treated Base* (ATB) yang digunakan sebagai lapis pondasi atas.

### **3. *Split Mastic Asphalt* (SMA)**

Campuran aspal ini bergradasi terbuka dengan kandungan agregat kasar lebih 75%. Hal ini memungkinkan campuran aspal yang digunakan berkadar aspal tinggi. Pemakaian aspal tinggi ini menyebabkan adanya kegemukan (*bleeding*) dan kelelahan plastis yang tinggi. Campuran ini terbukti memiliki sifat oksidasi, temperatur tinggi dan cukup fleksibel. Kelemahannya adalah banyak ukuran agregat yang tidak digunakan dalam gradasi agregat SMA, selain juga kualitasnya harus dikontrol dengan baik.

#### 4. *Butonite Mastic Asphalt (BMA)*

BMA adalah suatu jenis bahan pengikat (*binder*) yang merupakan campuran antara pertikel asbuton mikro dengan bahan pelunak jenis *asphaltic base*. Asbuton mikro adalah aspal batu buton yang digiling, sehingga mempunyai ukuran butiran maksimum 1 mm. BMA dapat digunakan untuk bahan pengikat AC, HRS atau SMA **Hardiyatmo (2015)**.

#### 5. *Latasir (Sand Sheet)*

Lapis tipis aspal pasir (*latasir*) adalah lapis penutup yang terdiri dari aspal keras dan pasir alam yang bergradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan, pada suhu tertentu dengan tebal setelah padat 1-2 cm. *Latasir* ini berfungsi sebagai lapis penutup, lapis aus, dan dapat memberikan permukaan jalan yang rata dan halus. *Latasir* ini bersifat kedap air dan kenyal, tidak mempunyai sifat struktural, tahan terhadap keausan akibat lalu lintas dan pengaruh cuaca **Hardiyatmo (2015)**.

#### 2.1.1.2 Sifat-sifat perancangan campuran aspal panas

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap lelah (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*), **Sukirman (2003)**. Di bawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik aspal beton tersebut.

##### 1. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas lapisan pekerjaan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti

gelombang dan alur. Kebutuhan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi, **Sukirman (1999)**. Faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

1. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekerasan permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.
2. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal berasal dari daya letaknya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.

Agregat dengan gradasi baik, atau bergradasi rapat akan memberikan rongga antar butiran agregat (*voids in mineral aggregate*) yang kecil yang menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. *Void In Mineral Aggregate (VMA)* yang kecil yang mengakibatkan aspal yang dapat menyelimuti agregat terbatas dan menghasilkan film aspal yang tipis. Film aspal yang tipis mudah lepas yang mengakibatkan lapis tidak lagi kedap air.

Oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasaan menjadi rusak. Pemakaian aspal yang banyak mengakibatkan aspal tidak lagi dapat menyelimuti agregat dengan baik (karena VMA kecil) dan juga menghasilkan rongga antar campuran atau *Void In The Mix (VIM)* yang kecil. Adanya beban lalu lintas yang menambah pemadatan lapisan mengakibatkan lapisan aspal meleleh keluar yang disebut *bleending*, **Sukirman (1999)**.

## 2. Kelenturan (*Flexibility*)

Kelenturan atau fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume **Sukirman (1999)**. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang, diperoleh *VMA* yang besar.
2. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).
3. Penggunaan aspal cukup banyak sehingga diperoleh *VIM* yang kecil.

## 3. Daya Tahan atau Keawetan (*Durability*)

Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan) diperoleh lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat gesekan roda kendaraan, **Sukirman (1999)**. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah :

- a. *Voids In The Mix* (*VIM*) kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rabuh (getas).
- b. *Voids In Mineral Aggregate* (*VMA*) besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika *VMA* dan *VIM* kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya bleeding cukup besar, untuk mencapai *VMA* yang besar ini digunakan agregat bergradasi senjang.
- c. Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya bleeding menjadi besar.

#### **4. Tahan Terhadap Kelelahan (*Fatigue*)**

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan lapis aspal beton dalam menerima beban bertulang tanpa terjadinya kelelahan berupa alur (*rutting*) dan retak, **Sukirman (1999)**. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

#### **5. Mudah Dikerjakan (*Workability*)**

Kemudahan Pelaksanaan adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan, **Sukirman (1999)**. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat. Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Jalan yang melayani lalu lintas ringan seperti mobil penumpang sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi dari pada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi, **Sukirman (1999)**.

#### **6. Kekesatan Permukaan (*Skid Resistance*)**

*Skid resistance* adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik diwaktu hujan (basah) maupun diwaktu kering. Kekesatan ditanyakan dengan koefisien gesek antara permukaan

jalan dengan roda kendaraan, **Sukirman (1999)**. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh:

1. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
2. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi bleeding.
3. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

**4. Kedap Air (*Impermeable*)**

Kemampuan lapis aspal beton untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat, **Sukirman (1999)**.

**5. Hubungan-hubungan volume dalam campuran**

Kinerja campuran aspal panas sangat bergantung pada karakteristik volumetrik dan karakteristik marshall, yang terdiri dari parameter, parameter : stabilitas, rongga didalam agregat mineral (*Voids In The Mineral Aggregate*, VMA), rongga didalam campuran (*voids in the mix*, VITM), rongga terisi dengan aspal (*voids filled with asphalt*, VFWA), keelehan (*flow*), kepadatan (*density*) dan *marshall quotient* (MQ). Dalam campuran aspal agregat terdapat aspal yang terserap dalam agregat dan menempati volume total dari agregat.

a. Stabilitas *marshall*

Stabilitas *marshall* adalah suatu ketahanan suatu campuran menahan deformasi (*resitence off deformation*) akibat beban lalulintas. Stabilitas ditanyakan dalam kg atau kN (1 kN = 100 kg). stabilitas disyaratkan minimal 550 kg.

b. Kelelehan (*flow*)

Kelelehan (*flow*) adalah angka yang menunjukkan besarnya penurunan vertical pada benda uji, yang ditanyakan dalam mm atau 0,01. Kelehan (*flow*) dibatasi minimal 2.00 m.

c. *Marshall quotient*

Hasil bagi *Marshall* (*marshall quotient*) merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelehan (*flow*). Semakin tinggi MQ, maka akan semakin tinggi kekuatan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan.

d. Rongga terisi aspal (*voids in the mineral asphalt*)

Rongga terisi aspal (VFWA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

e. Rongga antar agregat (*voids in the agregate*)

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

f. Rongga udara (*voids in mix*)

Rongga udara dalam campuran (VIM) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

g. Kepadatan (*density*)

Kepadatan (*density*) adalah berat isi campuran yang menunjukkan suatu tingkat kerapatan campuran yang telah dipadatkan.

### 2.1.2 Agregat

Agregat yang merupakan bahan utama untuk struktur jalan, adalah sekumpulan butir-butir batu pecah dan pasir, atau mineral yang lain, baik dari hasil alam, maupun buatan. Lapis perkerasan mengandung 90-95% agregat berdasarkan persen berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persen volume. Agregat yang digunakan harus dalam keadaan bersih dalam kotoran, bahan-bahan organik atau bahan lain yang tidak dikehendaki, karena akan mengurangi kinerja campuran .

Agregat atau batuan didefinisikan secara umum 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. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain, **Sukirman (1999)**.

#### 2.1.2.1. Klasifikasi Agregat

Agregat adalah sekumpulan butiran-butiran pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik hasil alam maupun buatan (**SNI 03-1737-1989**). Sedangkan agregat beton adalah bahan berbutir seperti, kerikil, batu pecah, atau slag, yang digunakan sebagai salah satu komponen bahan campuran beton semen atau mortar **Kementrian PU (2010)**. Meningat bahwa agregat menepati 70-75 % dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama

(*durable*) dan ekonomis, **Nugraha dan Antoni (2007)**. Jenis agregat menurut diameter butirannya dibedakan menjadi fraksi-fraksi sebagai berikut:

### **1. Agregat Kasar**

Agregat kasar yaitu batuan yang tertahan pada saringan no. 8 (diameter 2,36 mm), agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, awet, bersudut, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya serta mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat *interlocking* yang baik dengan material yang lain. Agregat > 4,75 mm menurut ASTM atau > 2 mm AASHTO, **Sukirman (1999)**. Klasifikasi agregat kasar harus memenuhi persyaratan pada (**SNI 03-1737-1989**) yaitu :

- a. Keausan pada 500 peturan maksimum 40 %
- b. Kelekatan dengan aspal minimal 95%
- c. Jumlah berat butiran terhadap saringan No. 4 mempunyai paling sedikit dua bidang pecah (visual) minimum 50% (khusus untuk kerikil kecil)
- d. Indeks kepipihan/kelonjongan butir tertahan 9,5 mm atau 3/8" maksimum 25%
- e. Penyerapan air maksimum 3 %

### **2. Agregat Halus**

Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan, tetapi dominan berukuran agregat halus, **Sukirman (2003)**.

### 3. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) adalah material yang lolos saringan no.200 (diameter 0,075 mm). Dapat terdiri dari debu batu, kapur padam, semen *Protland*, atau bahan non-plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. Bahan pengisi ini mempunyai fungsi sebagai pengisi antar partikel agregat yang lebih kasar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahanan gesek serta penguncian antara butiran yang tinggi dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran.

#### 2.1.3 Zat additive

Zat additive merupakan material yang ditambahkan pada campuran. Kelebihan zat additive adalah dapat memperbaiki sifat aspal dalam meningkatkan penetrasi, daktilitas, dan menurunkan viskositas. Kelemahannya yaitu keberadaannya yang masih jarang digunakan di Indonesia sehingga harus mengimpor dari luar negeri seperti USA, Jepang. Oleh karena itu perlu dikembangkan material lain sebagai pengganti zat additive yang merupakan material impor, sehingga dapat ditemukan alternatif lain berdasarkan material lokal. Efek terhadap penghemat bahan aspal yaitu mengurangi persentase aspal yang digunakan dalam kisaran 20% dalam persentase berat aspal, **Handayani (2016)**.

#### 2.2 Penelitian terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Samsul Arif, dengan judul “ Alternatif Penggunaan Plastik *Polypropylene* Pada Campuran Aspal ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Civilla” ISSN : 2503-2399, Edisi : tahun

2018 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian ini digunakan jenis plastik PP (*Polypropylene*) sebagai alternatif campuran aspal karakteristik plastik PP (*Polypropylene*) adalah plastik jenis ini biasanya transparan tetapi tidak jernih atau berwarna, keras tetapi fleksibel, kuat, permukaan berkilau, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140°C. Dari hasil penelitian nilai stabilitas terendah yaitu pada laston normal sebesar 1136 kg, tapi nilai tersebut masih memenuhi spesifikasi Bina Marga > 800kg, kelelahan (*flow*) terendah yaitu pada laston normal sebesar 3,62 nilai tersebut masih memenuhi ketentuan dari bina marga > 3.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Zainudin Abdillah dan Dwi Kartikasari, dengan judul “ Substitusi Filler Pada Campuran Aspal Dengan Fly Ash dan Serbuk Batu Bata” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Civilla” ISSN : 2503-2399, Edisi : tahun 2018 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dalam penelitian tersebut, peneliti melakukan eksperimen dan akan dilihat pengaruhnya dari penggantian *filler fly ash* batu bara dan serbuk batu bata pada *asphalt concrete – wearing course*. Pada pengujian stabilitas benda uji dengan 100% *fly ash* mengalami *blending*. Meskipun nilai stabilitasnya rendah tapi masih memenuhi spesifikasi bina marga. Sifat *fly ash* yang liicn membuat bahan filler tersebut mengalami *blending/keruntuhan*. Nilai *marshall questient* MQ pada benda uji 100% serbuk batu bata merah tidak memenuhi spesifikasi bina marga yaitu kurang dari 250 kg/mm. Metode penelitian dilakukan di

Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Widyastuti Dwi Pratiwi dan Sugeng Dwi Hartantyo, dengan judul “ Pengaruh Kekuatan Campuran Aspal Panas Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989 Akibat Penamabahan Serat Eceng Gondok” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Civilla” ISSN : 2503-2399 Edisi : tahun 2019. Dalam penelitian tersebut penelitian ini untuk mengetahui secara umum proses pencampuran dan hasil pengujian Marshall Test pada Laston Tipe IV dengan menggunakan bahan tambah berupa serat eceng gondok yang dibuat secara sederhana. Bahwa proses pencampuran laston tipe VI dengan bahan tambah serat eceng gondok meliputi: tahap persiapan alat dan bahan, serat eceng gondok yang dibuat secara sederhana, pembuatan serat eceng gondok secara sederhana, pemeriksaan bahan susun, pembuatan job mix formula, dan tahap pencampuran laston tipe IV hingga menjadi benda uji (briket). Penambahan variasi ideal serat eceng gondok pada Laston tipe IV dilakukan pada prosentase 0,02% - 0,06%. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode eksperimen untuk mendapatkkn penambahan kadar serat eceng gondok terbaik dengan pembuatan uji Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989 yang dilakukan di Laboratorium Universitas Islam lamongan.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo dan Beni Hermanto, dengan judul “Pengaruh Penggunaan Krikil Mantup Sebagai Bahan Perkerasan Jalan (Ac-Wc)” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “UKaRsT” ISSN : 2579-4620, Edisi : tahun 2019 Program studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan krikil mantup sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran Laston type V SNI 03 – 1737 – 1989 dapat disimpulkan sebagai berikut :Setelah melalui proses pengolahan yang benar Krikil Mantup sampai menjadi agregat kasar, krikil mantup dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran aspal panas campuran Laston Tipe V SNI 03-1737-1989. *Subtitusi* variasi krikil mantup 0%, 25%, 50%, 100% dari berat agregat kasar pada penelitian ini menunjukkan nilai Marshall *Properties* yang paling ideal dihitung dengan menggunakan persamaan model regresi dengan indeks determinasi paling tinggi dimana pada persamaan model tersebut didapatkan nilai indeks determinasi ( $R^2$ ) = 1 untuk *Marshall properties* yang paling tinggi adalah substitusi krikil mantup 100% dengan parameter marshall yang meliputi : *Stability* 979,03kg, *VIM* 97,71%, *VMA* 18,68%, *VFWA* 78,21%, *Flow* 3,13 mm, *Marshall Question* 316,46%. Dari hasil tersebut substitusi Krikil Mantup dengan kadar 100% memenuhi kriteria dalam standar nasional indonesia.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Triyoso Widiyanto dan Dwi Kartikasari, dengan judul “Pengaruh Campuran Serat Eceng Gondok Pada Laston Tipe Ii Spesifiksasi Sni 03-1737-1989 Terhadap Nilai-Nilai Marshall” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “CIVILLA” ISSN : 2503-2399, Edisi : tahun 2019 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Cara pengolahan eceng gondok menjadi serat selulosa dilakukan dengan sederhana berikut hal hal yang harus dilakukan memisahkan batang

dengan daun dan akar setelah itu dicuci untuk membersihkan dari lumpur, setelah bersih batang dipotong-potong agar bisa dihaluskan dengan blender, setelah halus serat dijemur sampai kering. Hasil pengaruh penambahan Serat Eceng Gondok pada Laston Tipe II Spesifikasi SNI 03-1737-1989 ditinjau terhadap nilai-nilai *Marshall* didapat hasil *Marshall Stability* mengalami kenaikan, kenaikan tertinggi pada penambahan serat eceng gondok 0,7% = 837kg, *Void In The Mix* mengalami kenaikan, kenaikan tertinggi pada penambahan serat eceng gondok 0,7% = 4,16%, *Void In Mineral Aggregate* mengalami kenaikan, kenaikan tertinggi pada penambahan serat eceng gondok 0,7% = 16,68 %, *Void Filled With Asphalt* mengalami penurunan, terendah pada penambahan serat eceng gondok 0,7% = 71,89 % *Flow* mengalami penurunan, penurunan terendah pada penambahan serat eceng gondok 0,7% = 3,53 mm, *Marshall Quotient* mengalami kenaikan, kenaikan tertinggi penambahan serat eceng gondok 0,7% = 236,93 kg/mm.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo dan Rasio Hepiyanto, dengan judul “Studi Bahan Tambah Serat Eceng Gondok Pada Laston Tipe Xi Terhadap Indeks Marshall Test Menggunakan Kerikil Mantup” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “UKaRsT” ISSN : 2579-4620, Edisi : tahun 2018 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Laston adalah campuran agregat kasar, agregat halus, dan pengisi dengan pengikat di bawah suhu 145- 155oC dengan komposisi sedang dipelajari dan diatur oleh spesifikasi teknis. Laston sendiri biasa digunakan di Indonesia dengan gradasi kontinu yang digunakan untuk beban lalu lintas

yang berat. Eceng gondok adalah gulma air yang setelah tumbuh dan berkembang, ia memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi, yaitu sekitar 60%. Untuk itu, dilakukan penelitian untuk menambahkan bahan campuran aspal panas yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil campuran. Bahan yang dipilih adalah eceng gondok air alami. Metode yang digunakan adalah coba-coba dengan mengacu pada SNI 03-1737-1989. Variasi yang digunakan adalah 3%, 5%, dan 7% dari berat aspal, tingkat aspal yang digunakan adalah 5,61%. Hasil penelitian ini adalah evaluasi Marshall dimana skor terbesar yang diperoleh untuk stabilitas adalah 1325 kg, Aliran adalah 3,73 mm, Quotient Marshall adalah 401,02 kg / mm, VMA adalah 66,30%, VFWA adalah 19,25%, dan skor VIM adalah 54,35%. Dengan hasil ini, campuran aspal tidak dapat digunakan karena hasil VMA, VFWA, dan VIM belum sesuai dengan spesifikasi SNI 03-1737-1989.

7. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Kartikasari dan Samsul Arif, dengan judul “Alternatif Penggunaan Serat Eceng Gondok Untuk Meningkatkan *Index Properties Of Marshall* Pada Campuran Laston Tipe I Sni 03-1737-1989” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “UKaRsT” ISSN : 2579-4620, Edisi : tahun 2018 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Namun, perkerasan lentur memiliki banyak kelemahan, seperti kerusakan awal pada permukaan jalan setelah beberapa waktu berlalu lalang sehingga jalan tidak dapat mencapai usia yang direncanakan. Untuk alasan ini, penelitian dilakukan untuk menambahkan campuran aspal panas yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas campuran,

bahan yang dipilih adalah eceng gondok air alami. Metode yang digunakan adalah coba-coba dengan referensi SNI 03-1737-1989. Variasi yang digunakan adalah 3%, 5%, dan 7% dari berat aspal, tingkat aspal yang digunakan adalah 4,48%. Dari 3 variasi campuran yang digunakan pada Tipe I Asphalt Concrete Layer, diperoleh hasil bahwa kandungan serat eceng gondok yang memiliki skor terbaik dan memenuhi spesifikasi SNI 03-1737-1989 adalah persentase 7% yang diperoleh. dari data perhitungan menggunakan grafik dan model regresi di mana Marshall Stability adalah 889,73 Kg, VFWA (rongga diisi dengan aspal) sama dengan 65,97%, VIM (rongga dalam campuran) sama dengan 1,757%, VMA (rongga dalam agregat mineral) sama dengan hingga 20,30%, kepadatan 2,420 gr / cc, Aliran 3,37 mm, dan Marshall Quotient dari 265,80 Kg / mm.

8. Penelitian yang dilakukan oleh Heru Prasetyo dan Samsul Arif, dengan judul “Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Sistem *Hot Rolled Sheet Bc* Spesifikasi Seksi-6 : 2010 Bina Marga” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Civilla” ISSN : 2503-2399, Edisi : tahun 2018 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Dari Hasil pemeriksaan dan analisis karakteristik Marshall dimana nilai terbesar diperoleh untuk Stabilitas 1601 kg, *Flow* 4,60 mm, *Quotient Marshall* 375,44 kg/mm , VMA 20,45 %.VFWA 86,79 %, dan nilai VIM 4,19 %. Hasil ini menunjukkan bahwa serat selulosa dapat meningkatkan mutu aspal dan dapat digunakan dalam campuran Aspal HRS-BC. Berdasarkan hasil *Marshall Properties* dari 5 variasi yang digunakan diperoleh Kadar Serat Selulosa Eceng Gondok

optimum yang terbaik adalah 3% dari kadar Aspal 7,19 % dan telah sesuai pada spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 Untuk mengetahui lebih banyak fungsi dari serat selulosa sebaiknya dilakukan penelitian lebih mendetail terhadap karakteristik campuran lainnya disamping nilai-nilai Marshall Properties-nya, atau jika dipandang perlu dapat pula diterapkan pada sistem aspal panas yang lain.

9. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Kartikasari dan Sugeng Dwi Hartantyo, dengan judul “Penggantian Filler Dengan Fly Ash Dan Serbuk Batu Bata Pada Campuran Aspal (Ac-Wc)” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “UKaRsT” ISSN : 2579-4620, Edisi : tahun 2017 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan Aspal concrete-wearing course sebagai lapis aus dalam lapisan perkerasan jalan raya, Merupakan lapisan teratas dalam perkerasan lentur. Pada penelitian ini akan di bahas mengenai penggunaan filler semen Portland sebagai acuan untuk membandingkan pengantian filler dengan fly ash dan serbuk batu bata dengan variasi 100% fly ash, 100% serbuk batu bata dan 50% fly ash: 50% serbuk batu bata untuk mengetahui nilai stabilitas, flow, densitas, dan marshall questient. Langkah pertama adalah dengan melakukan pengujian agregat, aspal dan material filler yang akan digunakan, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan kadar aspal yang telah ditentukan. Setelah didapatkan kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi filler yang berbeda, dilakukan tes marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas flow dan marshall questient. Dalam penelitian ini didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 5,5 % untuk masing-masing

benda uji. Hasil penelitian ini campuran dengan kualitas baik menggunakan filler 100% semen Portland nilai stabilitas sebesar 1112,19 kg dan yang paling rendah menggunakan filler 100% fly ash dengan hasil 866,19 tetapi hasilnya masih memenuhi spesifikasi bina marga. sedangkan nilai MQ dengan filler 100% serbuk batu bata di bawah spesifikasi bina marga yaitu sebesar 213. sehingga dapat disimpulkan bahwa filler yang bagus untuk campuran asphalt concrete wearing course adalah dengan semen Portland.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Kartikasari dan Samsul Arif, dengan judul “ Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakter Marshall ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “google scholar” ISSN : 2085-4218, Edisi : tahun 2018 Program studi Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) saat ini tengah mengembangkan pemanfaat limbah plastik sebagai campur sampah yang ada. Jenis limbah di Indonesia tahun 2019 diperkirakan mencapai 9,52 juta ton atau 14% dari total sampah yang ada. Jenis limbah plastik yang digunakan dalam penelitian adalah PE (Polyethylene terephthalate, LDPE (Low Density Polyethylene) dan PP (Polypropylene). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah plastic pada campuran laston (AC-WC) terhadap karakteristik marshall, dengan komposisi tambahan limbah plastik 0%, 2%, dan 4%. Karakteristik marshall yang ditinjau adalah VIM (Void In Mix), VFWA (Void Filled With Asphalt), stabilitas, Flow (Kelehan plastik), Marshall Quotient, dan Density

(Kepadatan). Dari hasil pengujian diketahui campuran laston AC-WC dengan penambahan limbah plastik PE (Polyethylene terephthalate), LDPE (Low Density Polyethylene) dan PP (Polypropylene) dapat meningkatkan stabilitas sekitar 36% dari campur normal, sehingga ketahanan laston lebih baik. Selain itu pengaruh penambahan limbah plastik juga berpengaruh terhadap nilai kekelahan plastis, semakin besar penambahan semakin besar komposisi penambahan plastik, semakin tinggi juga nilai kekakuan laston.

11. Penelitian yang dilakukan oleh Bagas Septyan Fauzy, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni, dengan judul “Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Asphalt Course (AC-BC) Terhadap Properties Marshall Durabilitas Dan Workabilitas” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Google Scholar”, ISSN 1412-9612, Edisi : Tahun2019, Progam Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Dalam penelitian tersebut penelitian ini untuk mengetahui upaya yang dilakukan dengan cara memodifikasi aspal dengan penambahan kantong plastic sebagai zat additive dengan harapan meningkatkan kualitas jalan terutama untuk Marshall Properties, Durabilitas dan Workabilitas. Penelitian ini dilakukan di laboratarium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,42%, presentase additive yang digunakan untuk mencari nilai KPO dengan variasi 0%, 2%, 5%, dan 9%. Lama perendaman pengujian Durabilitas selam 0 hari, 3 hari, 7 hari, dan 14 hari,dengan kadar kepayauan 0%, 40%, 80% dan 100%. Pengujian Workabilitas sebagai pembanding kepadatan antara tanpa dan

dengan menggunakan additive. Pengaruh penggunaan kantong plastic sebagai additive pada campuran AC-BC (Asphalt Concrete – Bindeer Crouse) dengan penambahan dari 0% menjadi 9% mengakibatkan meningkatnya nilai stabilitas, *flow*, VMA dan VIM. Penurunan terjadi pada nilai VFWA, MQ dan Densitas, sehingga didapatkan nilai kadar plastic optimum (KPO) sebesar 4,5% dari berat aspal. Penambahan additive sesuai KPO terhadap aspek durabilitas menyebabkan naiknya nilai durabilitas pada campuran, sedangkan penambahan presentase kadar kapayauan mengakibatkan penurunan nilai durabilitas pada campuran. Pengaruh additive menyebabkan nilai Workabilitas meningkat sampai pada batas maksimal 6,5%.

12. Penelitian yang dilakukan oleh George Stefen Muaya Oscar.H.Kaseke, Mecky.R.E.Manoppo “Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Sipil Statis Vol.3 No.8 Agustus 2015 (562-570)” Progam Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Dalam penelitian tersebut penelitian ini yang berada di pesisir pantai berpotensi digenangi oleh air laut. Kadar garam adalah salah satu yang membedakanya dengan air tawar. Garam-garamman yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%) natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (!%), dan sisanya (< 1%), berkarbonat, bromidw, asam borak, strotium, dan florida. Jadi rata-rata dalam 1 liter air laut terdapat 3,5% kadar garam.
13. Penelitian yang dilakukan oleh Moch. Ervianto, Fadillawaty Saleh, Hakas Prayuda, “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah

Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Additive (Bestmittel)” yang telah diterbitkan dalam jurnal “SINERGI Vol.20, No.3, (199-206), Oktober 2016” ISSN: 1410-2331, Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul Yogyakarta 55183. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui berapa jumlah proporsi yang sesuai dalam penambahan zat additive (bestmittel) dan fly ash pada beton mutu tinggi. Penambahan bahan zat additive (bestmittel) pada beton mutu tinggi berbahan dasar fly ash mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin besar fly ash yang digunakan maka makin besar nilai kuat tekan, tetapi akan menurun kuat tekannya jika terlalu banyak penggunaan fly ash yang ditujukan sebagai pengganti semen. Hasil kuat tekan beton dengan penambahan fly ash dan zat additive (Betsmittel) 5%; 7,5%; dan 10% sebesar 35,95 MPa; dan 40,45 MPa.

14. Penelitian yang dilakukan oleh Misbah, Neneng Sari, “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Sungai Tuak (Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi) Dalam Campuran Aspal Panas Agregat (AC-WC)” Dengan Pengujian Marshall. Yang telah diterbitkan dalam jurnal, “Vol. 20 No.1 Februari 2018” ISSN : 1693-752X, e-ISSN : 2581-091X, Dosen Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut Teknologi Padang, Alumni Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Instiut Teknologi Padang, Perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi perkerasan jalan diarahkan pada usaha pemanfaatan material setempat dan sesuai dengan kondisi daerah dimana konstruksi perkerasan akan dilaksanakan. Untuk itu perlu suatu metode yang bisa

dijadikan pedoman untuk mengetahui kualitas agregat kasar yang akan digunakan, seperti seperti agregat Suangai Tuak, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi, Salah satu metode adalah analisa “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Sungai Tuak, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi dalam campuran aspal panas agregat AC-WC dengan pengujian Marshall” didapatkan bahwa dengan memakai agregat kasar dari Sungai Tuak, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi mengakibatkan hampir semua nilai properties Marshall memenuhi spesifikasi campuran. Maka penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa agregat kasar Sungai Tuak, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi dapat digunakan dalam campuran AC-WC.

15. Penelitian ini dilakukan oleh Suprayitno, Sri wiwoho Mudjanarko, Koespiadi, dan Arthur Daniel Limantara, “Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course)” yang telah diterbitkan dalam jurnal “Volome 8 Nomor 2, Desember 2019” P-ISSN : 2303-2693, E-ISSN : 2581-2939, Megister Teknik Sipil, Universitas Narotama, Surabaya, Jawa Timur. Jalan dengan perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai pengikat agregat sehingga banyak diminati daripada perkerasan kaku. Infrastruktur jalan membutuhkan pemeliharaan bersifat berkelanjutan. Penggunaan kemasan plastik tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. HDPE adalah polietilena berdensitas tinggi. Berdasarkan masalah jumlah sampah plastik bekas yang ada sekarang, penelitian ini diperlukan untuk mengetahui seberapa baik perkerasan

menggunakan penggunaan jenis plastik HDPE sebagai limbah plastik campuran. Setelah menguji di laboratorium dan menganalisanya sesuai dengan Spesifikasi Umum Jalan Raya untuk komposisi normal tanpa campuran plastik 0%, kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan diperkirakan tingkat aspal antara 5.6% - 6%. Dari hasil penelitian dengan 4 komposisi berbeda diperoleh komposisi konten aspal optimal campuran plastik HDPE 0%, 4%, 8% dan 12% yang memenuhi VIM dan Stabilitas diperoleh campuran plastik HDPE 8% optimal dengan kadar aspal optimal 4.45%.

16. Penelitian ini dilakukan oleh Kevin Doan Panjaitan, Tan Lie Ing, “Penggunaan Genting Keramik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dan Abu Tebang Sebagai Pengisi Pada Laston AC-BC” yang telah diterbitkan dalam jurnal “Jurnal Teknik Sipil, Volume 13 Nomor 2, Oktober 2017 : 95-206” Alumni, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha, Dosen Tetap, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH. No. 65 Bandung 40164. Penggunaan limbah menjadi salah satu pokok bahasan para ahli untuk mengurangi jumlah material alam yang digunakan serta memanfaatkan limbah sebagai bahan daur ulang.
17. Penelitian ini dilakukan oleh I Made Agus Ariawan, “Variasi Agregat Pipih Sebagai Agregat Kasar Terhadap Karakteristik Lapisan Aspal Beton (Laston)”, yang telah diterbitkan dalam jurnal “Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 15, No. 1, Januari 2011” Dosen Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas

Udayana. Laston merupakan campuran antara agregat yang bergradasi menerus dan aspal sebagai bahan pengikat. Berdasarkan bentuknya, agregat yang digunakan dikelompokkan sebagai agregat berbentuk bulat, kubus, lonjong, pipih dan tak beraturan. Bentuk agregat pipih kurang baik digunakan sebagai bahan laston, karena sifat mudah patah sehingga dapat mempengaruhi gradasi agregat dan interlockingnya lemah.

18. Penelitian ini dilakukan oleh Ari Widayanti, Dkk, “Analisis Pemanfaatan Zat Additive pada Reclaimed Asphalt Pavement untuk Lapisan Beton Aspal “, yang telah diterbitkan dalam jurnal “Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas – Vol. 4, No. 1, Januari 2020” Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Penambahan bahan zat Additive mampu memperbaiki sifat RAP terutama dari sisi kelemahan aspal RAP pada lapisan aspal beton. Tujuan studi ini adalah memperoleh hasil analisis terhadap sifat fisik an kimia zat additive untuk memperbaharui sifat aspal RAP pada lapisan aspal beton. Metode yang digunakan adalah studi literatur dari peneliti terdahulu dan analisis zat additive terhadap parameter pengujian aspal. Hasil yang diperoleh adalah pemanfaatan zat additive berpengaruh terhadap nilai penetrasi, daktilitas, viskositas aspal. Penambahan zat additive pada RAP dapat meningkatkan nilai penetrasi aspal RAP dan meningkatkan kinerja campuran aspal beton. Zat additive NR aman dan layak digunakan untuk additive pada perkerasan jalan dengan RAP.
19. Penelitian ini dilakukan oleh Anas Tahir, “Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang

Batu Bara”, yang telah diterbitkan dalam jurnal “Jurnal SMARTek, Vol. 7, No. 4, Nopember 2009: 256-278”, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu. Penelitian ini mencoba menggunakan bahan pengisi filler abu terbang batu yang diharapkan menambah daya tahan lapis perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca dan beban lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada campuran beton aspal dengan menggunakan filler abu terbang batu bara. Dengan demikian akan terlihat pemanfaatan filler abu terbang batu bara pada konstruksi beton aspal dengan variasi kadar filler 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8% terhadap total campuran Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan filler abu terbang batu bara akan mempengaruhi karakteristik campuran beton aspal. Semakin banyak filler abu terbang batu bara yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat.

20. Penelitian ini dilakukan oleh Ahmad Refi, “Efek Pemakaian Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Aspal Panas (AC-BC) Dengan Pengujian Marshall” yang telah diterbitkan oleh jurnal “Jurnal Teknik Sipil ITP, Vol. 2 No. 1 Januari 2015” ISSN : 2354-84-52, Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang. Pasir laut sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar, namun secara kualitas masih perlu diteliti lebih lanjut terhadap struktur perkerasan jalan khususnya pada campuran panas aspal agregat lapisan AC-BC. Oleh karena itu perlu diteliti pemakaian pasir laut

tersebut dan membandingkannya dengan pasir sungai dengan komposisi yang sama terhadap hasil karakteristik Marshall yang dihasilkan. Pasir laut yang digunakan bersumber dari pantai Air Tawar. Dari hasil penelitian diperoleh, agregat halus pasir sungai dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 kadar aspal optimum yang dihasilkan : 7,5 %, dengan Parameter Marshall yang meliputi : nilai Density (gr/cc) : 2,251, VMA(%) : 20,621 > 15, VFWA (%) : 73,418 > 65, VITM (%) : 5,482 > 3, Flow (mm) : 5,600 > 2, Stabilitas (Kg): 1214,642 > 800 dan Marshall Quotien (Kg/mm) : 218,621 > 200. Agregat halus pasir laut dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 kadar aspal optimum yang dihasilkan : 6,25 %, dengan parameter Marshall yang meliputi : nilai Density (gr/cc) : 2,293, VMA(%) : 17,828 > 15, VFWA (%) : 67,773 > 65, VITM (%) : 5,766 > 3, Flow (mm) : 5,517 > 2, Stabilitas (Kg): 1484,128 > 800 dan Marshall Quotien (Kg/mm) : 270,388 > 200. Setelah membandingkan nilai karakteristik Marshall antara kedua jenis agregat tersebut menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dan ternyata berada dalam range spesifikasi yang disyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa pasir laut yang bersumber dari pantai Air Tawar dapat dipakai sebagai bahan alternatif pengganti pasir sungai pada campuran panas aspal agregat (AC-BC).

### 2.3 Posisi Penelitian

**Tabel 2.1** : Persamaan, Perbedaan, & Posisi Strategis Penelitian

Verifikasi	Teori Utama	Metode Penelitian	Capaian Yang Dihasilkan	Novelty (Kebaruan)
Persamaan	<b>Teori utama :</b> <b>Analisis</b> <b>Penambahan Zat</b>	Eksperimen : ervianto, 2016; fauzy, 2019;	Kebanyakan hanya menguji kuat tekan aspal	Penelitian terdahulu secara umum hanya

	<b>Aditif, Bahan Perkerasan Jalan</b> ervianto, 2016; fauzy, 2019; widayanti, 2020	widayanti, 2020		membahas tentang uji kuat tekan aspal dengan berbagai bahan penambah/filler
Perbedaan	<b>Teori utama : Analisis Penambahan Zat Aditif, Bahan Perkerasan Jalan</b> ervianto, 2016; fauzy, 2019; widayanti, 2020	Eksperimen : ervianto, 2016; fauzy, 2019; widayanti, 2020	Penelitian ini melihat pula penambahan zat aditif pada campuran aspal	Penelitian ini mencoba untuk membuat prediksi kekuatan, dan ketahanan pada penambahan zat aditif variasi temperatur pemadatan pada campuran aspal
Posisi Penelitian	Terdapat perbedaan yang cukup nyata terhadap teori utama dan teori pendukung yang digunakan dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu	Metode penelitian ini menggunakan eksperimen uji coba laboratorium untuk mengetahui kondisi pemadatan aspal	Penelitian ini berusaha untuk mendapatkan suatu penelitian apakah aspal dan zat aditif mampu menambah pemadatan aaspal tersebut	Menemukan rumusan yang mampu memberikan suatu hasil temperature pemadatan aspal