

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Menurut SNI 03 – 1737 – 1989, lapis aspal beton (*laston*) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan lapis aspal beton (*laston*) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya melindungi konstruksi dibawahnya. Menurut batas – batas gradasi menerus agregat campuran, pembagian tipe laston dibagi menjadi sebelas tipe pembagian. Ciri lainnya adalah memiliki rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relative kaku. (Menurut Bina Marga Departemen pekerjaan umum 2010) sesuai fungsi laston (AC).

Jadi menurut penulis Aspal merupakan suatu bahan perekat antara agregat kasar dan agregat halus yang tahan dengan air, stabilitas tinggi dan digunakan sebagai bahan konstruksi jalan. Laston memiliki tiga fungsi sebagai lapisan aus (AC-WC), laston sebagai lapisan antara (AC-BC) dan laston sebagai lapisan pondasi (AC-BC). Konstruksi lapisan lentur terdiri dari beberapa lapis, dimana lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan berbeda-beda dimana semakin ke bawah akan semakin kecil.

2.1.1 Aspal

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

Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan pengikat (binder) antara butiran agregat agar terbentuk material yang padat, sehingga dapat memberikan kekuatan dan ketahanan campuran dalam mendukung beban kendaraan. Pengikat adalah suatu deskripsi untuk adhesif atau lem yang digunakan dalam perkerasan aspal. Pengikat cair didefinisikan sebagai pengikat ter (tar) dan aspal (Hardiyatmo, H,C.2015).

Sedangkan material aspal tersebut berwarna coklat tua hingga hitam dan bersifat melekat, berbentuk padat atau semi padat yang didapat dari alam dengan penyulingan minyak aspal dibuat dari minyak mentah (crude oil) dan secara umum berasal dari sisa hewan laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh dan pecahan batu. Setelah berjuta tahun material organisasi dan lumpur terakumulasi dalam lapisan-lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan menjadi atau terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar hydrocarbon. Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah tersebut, namun aspal ditemukan sebagai bahan alam.

Aspal keras dengan penetrasi rendah digunakan di daerah dengan temperatur panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen penetrasi tinggi digunakan untuk daerah dengan temperatur dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Aspal untuk lapis beton harus memenuhi beberapa syarat sebagaimana tercantum tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 persyaratan aspal keras penetrasi 60/70

No	Jenis pengujian	Metode pengujian	Persyaratan pen 60/70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06- 2456- 1991	60 – 79
2	Titik lembek (°C)	SNI 06- 2434- 1991	48 – 58
3	Titik Nyala (°C)	SNI 06- 2433- 1991	MIN. 200
4	Dektilitas pada 25°C (cm)	SNI 06- 2432- 1991	MIN. 100
5	Berat jenis	SNI 06- 2444- 1991	MIN.1,0

Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan

Fungsi aspal pada material perkerasan adalah bahan pengikat material agregat, dan bahan pengisi rongga butir antar agregat dan pori-pori yang ada di dalam butiran agregat tersebut. Untuk dapat memenuhi kedua fungsi tersebut, agregat haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik. Sehingga aspal tersebut memiliki daya tahan yang tinggi terhadap pengaruh cuaca, beban dan pengaruh eksternal lainnya.

Penggunaan aspal dalam perkerasan lentur melalui percampuran aspal dengan sebelum dihamparkan atau prahampar (aspal beton) atau aspal disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat-agregat yang

lebih halus atau pascahampar (perkerasan penetrasi makadam atau pelabuhan). Pada proses prahampar, aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir dan meresap ke dalam pori masing-masing butir. Sementara pada proses pascahampar, aspal akan meresap ke dalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya. Fungsi utama adalah menghasilkan lapisan perkerasan bagian atas yang kedap air dan tidak mengikat agregat sampai ke bagian bawah.

Dalam campuran perkerasan, konten aspal dan agregat menentukan besar rongga udara yang berperan penting dalam durabilitas. Permeabilitas yang tinggi terhadap udara kan memicu terjadinya pengetasan pada aspal akibat proses oksidasi dan menyebabkan retak/crak. Sedangkan permeabilitas air menyebabkan perlepasan bitumen dari butiran agregat. Rongga udara juga harus dijaga agar tidak terlalu rendah karena dapat mengakibatkan terjadinya alur (*rutting*). Rendahnya rongga udara dapat disebabkan oleh kadar aspal diatas batas optimum. Kadar aspal yang terlalu rendah dapat menyebabkan pelepasan butiran agregat (Waddah S. A., 1998).

Rongga udara berperan sangat penting dalam kinerja campuran perkerasan. Sehingga penentuan rongga udara merupakan komponen yang diutamakan dalam perancangan campuran agar tidak ada karakteristik yang tidak bernilai optimum (Sukirman, 2003).

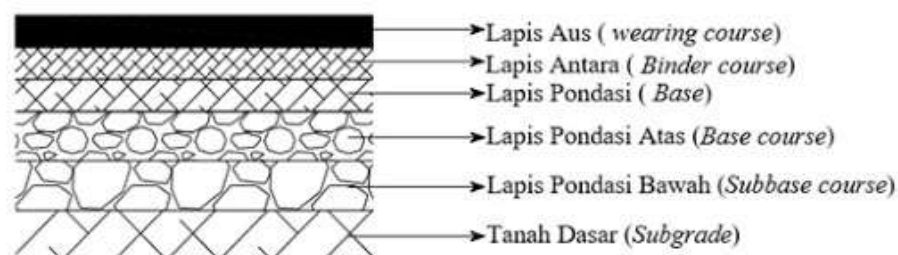
2.1.1.1. Lapisan aspal beton

Lapisan aspal beton adalah lapisan kostruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*)

dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas dan suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhi persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan.

Pembuatan lapisan aspal beton (Laston) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 2018).

Sebagai lapis permukaan lapis aspal beton harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi. Ciri lainnya adalah memiliki sedikit rongga dalam struktural agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku (menurut binamarga departemen pekerjaan umum 2010).



Gambar 2.1
Konstruksi

<https://bit.ly/2UMQZ3Q> diunduh pada tanggal 29 november 2020 pukul 22.11 wib

2.1.1.1.a. Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Asphalt Concrete – wearing course (AC-WC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan fungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, AC-WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan AC-WC mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya (Sukirman, 2003).

2.1.1.1.b. Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)

Lapisan ini merupakan lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus (wearing crouse) dan diatas lapisan pondasi (base crouse). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan bawahnya yaitu base dan sub grade (tanah dasar). Karakteristik yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas (Sukirman, 2003).

2.1.1.1.c. Asphalt Concrete – Base (AC-Base)

Laston atas atau lapisan pondasi atas (AC – base) adalah suatu lapisan pada kostruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, 1999). Lapisan ini terletak dibawah lapisan pengikat (AC-BC), perkerasan tersebut tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebarkan melalui roda kendaraan. Lapis pondasi (AC-Base) berfungsi untuk memberi dukungan lapis

permukaan, mengarungi renggangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban kostruksi jalan di bawahnya (sub grade).

2.1.1.2. Karakteristik campuran aspal

Secara umum tujuan dari perancangan campuran aspal panas adalah untuk menentukan kombinasi aspal dan agregat yang akan memberikan kinerja perkerasan dalam jangka waktu yang lama dari setiap bagian struktur perkerasan. Perancangan campuran agregat aspal menyangkut pengembangan prosedur laboratorium untuk menyusun susunan agregat yang akan digunakan dalam campuran aspal panas. Prosedur tersebut termasuk menentukan campuran agregat yang cocok agar menghasilkan gradasi agregat yang baik, dan memilih tipe dan jumlah aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat dari agregat. Dengan perancangan campuran aspal yang baik, maka dapat diharapkan perkerasan akan mampu melayani dengan baik variasi pembebanan dan kondisi lingkungan dalam waktu jangka panjang (Asphalt institute MS-2, 1997).

Menurut Asphalt institute MS-22 (2001) perancangan campuran beraspal untuk lapis perkerasan harus memenuhi sifat-sifat sebagai berikut :

2.1.1.2.a. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah campuran beraspal dalam melawan deformasi plastis atau perubahan bentuk permanen akibat beban lalu lintas. Stabilitas ditentukan oleh tahanan gesek atau derajat penguncian yang dapat dikembangkan oleh partikel agregat, dan kohesi yang dapat dikembangkan oleh semen aspal. Stabilitas akan maksimal, jika agregat mempunyai permukaan kasar/tidak

beraturan, dan volume aspal yang cukup, sehingga adhesi dengan permukaan agregat dapat disebarakan dengan merata.

2.1.1.2.b. Kelenturan (*flexibility*)

Kelenturan (*flexibility*) maksudnya adalah campuran aspal harus mampu mengakomodasi lendutan permanen dalam batas-batas tertentu dengan tanpa mengalami retak-retak. Untuk mendapat kelenturan yang tinggi, maka dapat digunakan agregat yang bergradasi terbuka atau gradasi senjang. Aspal yang digunakan harus lunak (penetrasi tinggi), atau digunakan kadar aspal relatif tinggi sejauh dalam batas-batas masih belum terjadi kegemukan (*bleeding*).

2.1.1.2.c. Daya Tahan atau Keawetan (*Durability*)

Daya tahan atau keawetan (*durability*), maksudnya adalah daya tahan suatu lapis perkerasan terhadap keausan (*disintegrasi*) akibat beban lalu lintas dan pengaruh perubahan cuaca, dengan tanpa mengalami pelepasan film aspal dari butiran agregat. Perubahan cuaca dapat mengakibatkan penebaran aspal, yang antara lain meliputi oksidasi dan penguapan fraksi ringan aspal. Faktor-faktor yang dapat meningkatkan durabilitas campuran agregat aspal adalah kadar aspal tinggi, gradasi agregat rapat, pemadatan sempurna, campuran agregat aspal kedap air, serta bantuan penyusunan lapis perkerasan harus cukup keras.

2.1.1.2.d. Tahan Terhadap Kelelahan (*Fatigue*)

Tahan terhadap kelelahan (*fatigue*) adalah ketahanan campuran aspal dalam menahan lenturan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang berulang-ulang, sehingga campuran tidak cepat mengalami retak.

2.1.1.2.e. Mudah dikerjakan (*Workability*)

Kemudahan dikerjakan (*Workability*), maksudnya campuran aspal harus mudah dikerjakan dalam pelaksanaan dilapangan. Termasuk penghamparan dan pematatannya.

2.1.1.2.f. Kekesatan Permukaan (*Skid Resistance*)

Kekesatan Permukaan (*Skid Resistance*) Maksudnya lapisan permukaan aspal harus mempunyai kekesatan yang cukup tinggi, sehingga menjamin keselamatan pemakai jalan, terutama bila dalam kondisi basah. Untuk meningkatkan kekesatan, maka kadar berbentuk kubus dan persen agregat kasar cukup.

2.1.1.2.g. Kedap Air (*Impermeable*)

Kedap air (*impermeable*) maksudnya kedapnya campuran beraspal terhadap masuknya air dan udara. Hal ini diperlukan untuk mencegah lolosnya air dan kontak aspal langsung dengan udara. Air dan udara akan mempercepat proses penuaan aspal. Selain itu, juga dapat menyebabkan pengelupasan lapis film aspal yang berada dipermukaan agregat.

2.1.1.3. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai fokasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan

persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Agregat adalah suatu kombinasi dari pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran beton aspal. Proporsi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) didasarkan kepada spesifikasi dan gradasi yang tersedia. Berdasarkan ukuran butirannya agregat dapat dibedakan agregat halus dan bahan pengisi (*filler*). Batasan dari masing-masing agregat inisering berbeda, sesuai institusi yang menentukannya.

2.1.1.3.a. Agregat kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecahan batu dan mempunyai ukuran butiran antara 5-40 mm. Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butiran-butiran lebih besar dari saringan-saringan no 88 (2,36 mm) (spesifikasi bina marga, 2010). Kerikil dalam penggunaannya harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (spesifikasi bina marga 2010):

1. Butir-butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca seperti sinar matahari dan hujan.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya.
3. Tidak boleh menggunakan zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlahnya tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

Fungsi agregat kasar yaitu tertahan pada saringan no. 8 (2,366 mm), agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, awet, bersudut, bebas dari kotoran lempung dan material yang lain. Agregat kasar pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada (spesifikasi binamarga, 2010).

2.1.1.3.b. Agregat halus

Menurut SNI 02-6820-2002 Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Menurut (Nevil, 1997) agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5 mm, sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pemecahan batu yang dihasilkan oleh pemecah batu. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus dicuci.

Fraksi agregat halus yaitu, agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari saringan no. 8 (2,36 mm), agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian (*intelocking*) antar butiran, agregat halus juga mengisi ruang antar butir. Bahan ini dapat terdiri dari butir-butiran batu pecah atau pasir

alam atau campuran dari keduanya. Agregat halus pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan (SNI 03-6821-2002).

2.1.1.3.c. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang digunakan dalam penilitan ini adalah semen. Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalanda bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus mengandung bahan yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya (SNI 03-6821-2002)

Fungsi bahan pengisi (*filler*) adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Apabila campuran agregat kasar dan halus masih belum masuk dalam spesifikasi yang telah ditentukan, maka pada campuran Laston perlu ditambah sengan *filler*. Sebagai *filler* dapat dibuganakan debu batu kapur, debu *dolomite* atau semen portland. Filler yang baik adalah yang tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dalam keadaan kering (kadar air maks 1%) (SNI 03-6821-2002).

2.1.2 Tanaman Tebu

Tanaman tebu tergolong tanaman perdu dengan nama latin (*saccharum officinarum*). Tanaman tebu tumbuh didaerah tropika dan sub tropika. Kondisi tanah yang baik bagi tanaman tebu adalah yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah, selain itu akar tanaman tebu sangat sensitif terhadap kekurangan udara dalam tanah, sehingga pengairan dan drainase harus sangat diperhatikan. Batang tanaman tebu berdiri lurus dan beruas-ruas yang dibatasi dengan buku-buku. Pada setiap buku terdapat mata tunas. Batang tanaman tebu berasal dari

mata tunas yang berbeda dibawah tanah yang tumbuh keluar dan berkembang membentuk rumpun. Akar tanaman tebu termasuk akar serabut tidak panjang yang tumbuh dari cincin tunas anakan. Pada fase pertumbuhan batang, berbentuk pula akar dibagian yang lebih atas akibat pemberian tanah sebagai tempat tumbuh. Daun tebu berbentuk busur panah seperti pita, berseling kanan dan kiri, berpelapah seperti daun jagung dan tidak bertangkai. Tulang daun sejajar ditengah berkeluk. Tepi daun kadang-kadang bergelombang serta berbuku keras. Buah tebu seperti padi, memiliki satu biji dengan besar lembaga $\frac{1}{3}$ panjang biji. Biji tebu dapat ditanam dikebun percobaan untuk mendapatkan jenis baru hasil persilangan yang lebih unggul (<https://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/?p=18621>).

Tebu (bahasa inggris : Sugar cane) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula dan vetsin. Tanaman ini hanya dapat tumbuh didaerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (<https://tester-kadar-air.com/tanaman-tebu/>).

Adapun sistematika ilmiah tanaman tebu menurut Syakir dan Indrawanto (2010) sebagai berikut :

- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Monocotyledone*
- Ordo : *Graminales*
- Famili : *Graminae*

- Genus : *Saccharum*
- Species : *Saccharum officinarum*

Kandungan sukrosa didalam tanaman tebu sebesar 8-15% dari bobot batang tebu. Batang tebu mengandung serat dan kulit batang sebesar 12,5% dan nira sebesar 82,5%, yang terdiri dari gula, mineral, dan bahan-bahan non gula lainnya, (Gountara & Wijandi, 1985). Menurut Soerjadi (1979), komposisi batang tebu terdiri dari monosakarida 0,5%-1,5%, sukrosa 11%-19%, zat organik abu 0,5%-1,5%, sabut (selulosa, pentosan) 11%-19%, asam organik 0,15%, bahan lain lilin, zat warna, ikatan N, air 65%-75%.

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum Officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pemurnian gula sehingga diproses hasil samping sejumlah besar produk limbah beserta yang dikenal sebagai ampas tebu (*Bagasse*). Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur 3 Be yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya lebih sedikit dari hasil gilingan kedua. Pada penggilingan seterusnya hingga penggilingan

kelima ditambahkan susu kapur 3Be dengan volume yang berbeda-beda tergantung sedikit banyak nira yang masih dapat dihasilkan.

Budidaya tanaman tebu, yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan gula, mengalami peningkatan yang sangat pesat disebabkan oleh kebutuhan gula yang meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, pendapatan dan gaya hidup masyarakat. Peningkatan produksi gula berdampak pada peningkatan produksi ampas tebu. Ampas tebu merupakan limbah dari tanaman tebu yang sudah dilakukan penggilingan untuk proses pembuatan gula (Rokham dkk, 2014). Ampas tebu merupakan salah satu potensi serat alam dengan jumlah yang melimpah yaitu sekitar 30% dari berat tanaman tebu tersebut (purnawan dkk, 2012).

Ampas tebu atau lazimnya disebut bagas, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Kebutuhan energi dipabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari giliran akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30% berat tebu dengan kadar air sebesar 50%. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*hydrogen*) 6,5%, O (*oxygen*) 44% dan abu (Ash) 2,5 %. Kelebihan ampas (*bagasse*) tebu dapat membawa masalah bagi pabrik gula, ampas bersifat bulky (*meruah*) sehingga untuk menyimpannya perlu area yang luas. Ampas mudah terbakar karena didalamnya terkandung air, gula, serat dan mikroba, sehingga bila tertumpuk akan terfermentasi dan melepaskan panas. Terjadinya khusus kebakaran ampas di beberapa pabrik gula diduga akibat proses tersebut. Ampas tebu selain dijadikan sebagai bahan bakar ketel di beberapa

pabrik gula mencoba mengatasi kelebihan ampas dengan membakarnya secara berlebihan (*Inefisien*). (<https://warstek.com/ampastebu/>).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Abdillah, M Z dan Kartikasari, D (2018)

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 penilitan 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.

2.2.2 Pratiwi, W D dan Hartantyo, S D (2019)

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 Penambahan 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.

2.2.3 Arif, S (2018)

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 berkilin, 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*) terndah yaitu pasa lston normal sebesar 3,62 nilai tersebut masih memenuhi ketenntuan dari bina marga > 3.

2.2.4 Kartikasari, D dan Arif, S (2018)

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.

2.2.5 Kartikasari, D dan Hartantyo, S D (2017)

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 quotient. 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 quotient. 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.

2.2.6 Prasetyo, H dan Arif, S (2018)

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.

2.2.7 Kartikasari, D dan arif, S (2018)

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.

2.2.8 Hartantyo, S D dan Hepiyanto, R (2018)

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.

2.2.9 Widiyanto, T dan Kartikasari, D (2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Triyoso Widiyanto dan Dwi Kartikasari, dengan judul “Pengaruh Campuran Serat Eceng Gondok Pada Laston Tipe Ii Spesifikasi 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 Aggrerate* 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.

2.2.10 Hartantyo, S D dan Hermanto, B (2019)

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 subtitusi 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 subtitusi Krikil Mantup dengan kadar 100% memenuhi kriteria dalam standar nasional indonesia.

2.2.11 Miswar, M (2017)

Penelitian yang dilakukan oleh Miswar, dengan judul “ Analisa Pemanfaatan Abu Tebu Sebagai Filler Pada Lapisan Tipis Aspal Pasir ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Portal” ISSN : 2085-7454, Edisi : tahun 2010 Program studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan lapisan tipis pasir aspal pasir (latasir) menggunakan agregat alam dari Sungai Krueng Tingkeum dengan campuran abu ampas tebu sebagai filler pengganti. Pengujian awal dilakukan terhadap variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5% 7%, dengan masing-masing 3 benda uji pada setiap variasi untuk mendapatkan kadar aspal optimum yang didapatkan dengan 2×75 tumbuhkan dan buat lagi 3 benda uji untuk mendapatkan stabilitas Marshall. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang menghasilkan density sebesar $2,307 \text{ gr/cm}^3$ dengan stabilitas 563,342 kg. dari hasil penelitian tersebut, maka agregat dari Krueng Tingkem tidak dapat digunakan untuk lalu lintas berat, karena nilai stabilitasnya lebih kecil dari persyaratan lalu lintas berat yaitu $> 750 \text{ kg}$.

2.2.12 Yudo, H dan Jatmiko S (2008)

Penelitian yang dilakukan Hartono Yudo dan Sukanto Jatmiko dengan judul “ Analisa Teknik Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Google Scholar”, Edisi : tahun 2008 Program studi Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro. Serat ampas tebu (baggase) merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan dipabrik-pabrik pengeolahan

gula tebu di Indonesia. Serat ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi selain merupakan hasil limbah pabrik gula tebu, serat ini juga mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (biodegradability) sehingga nantinya dengan pemanfaatan di atas maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa teknis berupa kekuatan tarik dan impak dari komposit berpenguat serat ampas tebu (bagasse) dengan perlakuan pola anyaman variasi arah serat sudut arah serat sudut searah 0° dan bersilangan 45° . Sebagai penguat matrik resin polyester. Dari hasil pengujian specimen dilakukan analisa kekuatan mekanis kemudian dibandingkan dengan nilai kekuatan mekanis yang disyaratkan/diizinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) sebagai tolak ukur standar ujinya. Pengujian komposit berpenguat serat ampas tebu membandingkan arah serat sudut 0° dan 45° , perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 44% matrik polyester dan 55% serat ampas tebu, dengan metode hand lay up, hasil pengujian didapat harga kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah serat sudut searah 0° . Hasil pengujian menunjukkan memenuhi standart kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari komposit berpenguat serat ampas tebu belum dapat serat sudut searah 0° kekuatan tariknya sebesar $1,69 \text{ kg/mm}^2$ dan modulus elastisitasnya sebesar $115,85 \text{ kg/mm}^2$, untuk arah serat sudut bersilangan 45° kekuatan tariknya sebesar $1,34 \text{ kg/mm}^2$ dan modulus elastisitasnya sebesar $108,40 \text{ kg/mm}^2$.

2.2.13 Alamsyah, A A (2017)

Penelitian yang dilakukan Alik Ansyori Alamsyah, dengan judul “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash Of Sugar Cane) Sebagai Bahan

Pengisi (Filler) dengan Variasi Tumbukan Pada Campuran ASpal Panas ATB (Asphalt Treatd Base) ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Google Scholar” ISSN : 2527-6042, Edisi : tahun 2017 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan Abu Ampas tebu sebagai bahan pengisi (filler) dengan variasi tumbukan terhadap nilai karakteristik campuran aspal beon. Filler yang digunakan adalah Abu Ampas Tebu dari PT. Rajawali 1 unit PG. Kreet Baru, Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang. Karakteristik campuran meliputi nilai Stabilitas, Marshall Quotient, Film Thickness dan Air Void. Pengujian karakteristik karakteristik agregat, filler dan aspal dilakukan sebelum membuat benda uji Marshall guna mengetahui apakah material tersebut telah memenuhi syarat atau tidak sebagai material campuran beraspal. Percobaan pertama dilakukan untuk menganalisis karakteristik campuran, sekaligus penentuan kadar aspal optimum. Prcobaan kedua dilakukan denga memanfaatkan penambahan 9% abu ampas tebu sebagai bahan pengisi (filler) dengan variasi pemadatan 50, 57, 100, 125, 150 tumbukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai uji karakteristik abu ampas tebu dengan variasi tumbukan memenuhi syarat jika digunakan sebagai bahan campuran aspal beton setelah diuji menggunakan alat marshall. Secara umum dengan penambahan abu ampas tebu 9% dan beberapa variasi tumbukan didapatkan jumlah tumbukan yang paling optimal 75 tumbukan dengan nilai stabilitas tertinggi pada penambahan abu ampas tebu 9% dengan nilai stabilitas (1217,80 kg), marshall quotient (4,71 kN/mm), film thickness (8,52) dan volume air void (4,41%).

2.2.14 Samodera, S A B, Poernomo, Y C S, Ridwan, A, & Candra, A. I. (2019)

Penelitian yang dilakukan Satria Arung Bangun Samodera dkk, dengan judul “ Penelitian Penambahan Serbuk bata Merah dan Pasir Brantas Pada Aspal Beton ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Google Scholar” ISSN : 2621-7686, Edisi : tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas kadiri. Aspal beton merupakan campuran agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu tinggi (panas) dengan komposisi yang diatur. Penelitian ini menggunakan tiga jenis sampel penambahan serbuk batu merah pada aspal beton dengan campuran 5%, 10%, dan 20%. Hasil pengujian masing-masing mengalami penurunan dengan penambahan serbuk batu bata merah yaitu antara lain 5% sebesar 289,992 kg, 10% sebesar 2248,882 kg, 20% sebesar 1574,782, dan menghasilkan volume rongga udara terhadap campuran (VIM) dengan kadar 5%, 10%, 20% yaitu antara lain 8,481%, 9,444%, 8,334% dan menghasilkan volume pori antara butir agregat (VMA) dengan kadar 5%, 10%, 20% yaitu antara lain 22,575%, 23,390%, 22,450% dan menghasilkan volume pori agregat yang terisi aspal (VFB) dengan kadar 5%, 10%, 20% yaitu antara lain 62,575%, 59,903%, 62,897% dan menghasilkan marshall quotient (MQ) dengan kadar 5% sebesar 942 kg/mm, 10% sebesar 632 kg/mm dan 20% sebesar 378%. Untuk mencapai kadar optimum maka campuran serbuk batu merah pada aspal beton bekisar antara < 5%.

2.2.15 Widayanti, A., Soemitro, R A A., Ekaputri, J J, & Suprayitno, H. (2020)

Penelitian yang dilakukan Ari Widayanti dkk, dengan judul “ Analisi Pemanfaatan Zat Aditif pada Reclaimed Asphalt Pavement untuk Beton Aspal ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas” ISSN : 2615-1839, Edisi : tahun 2020 Departemen Teknik Sipil, Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya. Insfrastukur dan fasilitas transportasi merupakan hal-hal yang sangat diperlukan untuk menunjang aktivitas masyarakat, pembangunan dan pengembangan wilayah. Manajemen asset infrastruktur dan fasilitas tranSPORTasi perlu dikelola dengan baik. Dalam rangka penghemat sumberdaya alam, maka pemanfaatan RAP sebagai hasil pengerukan sebagai perkerasan jalan sangat diperlukan. RAP merupakan material sisa, sehingga terdapat kelemahan yang dapat mempengaruhi kinerja teknisnya. Oleh karena itu memerlukan penambahan material lain untuk dapat memperbaiki sifat material RAP. Penambahan zat aditif mampu memperbaiki sifat RAP terutama dari sisi kelemahan aspal RAP pada lapisan aspal beton. Tujuan studi ini adalah memperoleh hasil analisis terhadap sifat fisik dan kimia zat aditif untuk memperbaharui sifat aspal RAP pada lapisan aspal beton. Metode yang digunakan adalah studi literature dari peneliti terdahulu dan analisis zat aditif terhadap parameter pengujian aspal. Hasil yang diperoleh adalah pemanfaatan zat aditif berpengaruh terhadap nilai penetrasi, daktilitas, viskositas aspal. Penambahan zat aditif pada RAP dapat meningkatkan nilai penetrasi aspal RAP dan mengurangi

viskositas, sehingga mengurangi gentas pada aspal RAP dan meningkatkan kinerja campuran aspal beton. Zat aditif NR aman dan layak digunakan untu aditif pada perkerasan jalan dengan RAP.

2.2.16 Tahir, A. (2009)

Penelitian yang dilakukan Anas Tahir , dengan judul “ Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “jurnal SMARTek” ISSN : 256-278, Edisi : tahun 2009 Jurusan Teknik Universitas Tadulako. Penelitian ini mencoba menggunakan bahan pengisi filler abu terbang batu bara yang diharapkan menambah daya tahan lapis perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan besar nilai karakteristik marshall pada campuran beton aspal dengan menggunakan filler abu terbang batu bara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil, 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. Pada kadar filler abu terbang batu bara 4%, niali stabilitas yang didapatkan sebesar 1518.124 kg, pada saat kadar filler abu terbang batu bara ditambahkan sampai pada 8%, niali stabilitas meningkat menjadi 1640.499 kg. nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Dengan

peningkatan rata-rata sebesar 14,87% dari kadar filler abu terbang batu bara 4% sampai 8% menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Pada saat campuran menggunakan variasi kadar filler abu terbang batu bara sebesar 4%, memiliki nilai durabilitas sebesar 91.433%, setelah divariasikan dengan kadar filler abu terbang batu bara sampai pada 8%, nilai durabilitas meningkat menjadi 95703%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 2,02%.

2.2.17 Refi, A. (2017)

Penelitian yang dilakukan Anas Tahir, dengan judul “ Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara ” yang telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah “jurnal SMARTek” ISSN : 256-278, Edisi : tahun 2009 Jurusan Teknik Universitas Tadulako. Penelitian ini mencoba menggunakan bahan pengisi filler abu terbang batu bara yang diharapkan menambah daya tahan lapis perkerasan beton aspal terhadap kerusakan yang disebabkan besar nilai karakteristik marshall pada campuran beton aspal dengan menggunakan filler abu terbang batu bara. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil, 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. Pada kadar filler abu

terbang batu bara 4%, nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1518.124 kg, pada saat kadar filler abu terbang batu bara ditambahkan sampai pada 8%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1640.499 kg. nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Dengan peningkatan rata-rata sebesar 14,87% dari kadar filler abu terbang batu bara 4% sampai 8% menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar filler abu terbang batu bara. Pada saat campuran menggunakan variasi kadar filler abu terbang batu bara sebesar 4%, memiliki nilai durabilitas sebesar 91.433%, setelah divariasikan dengan kadar filler abu terbang batu bara sampai pada 8%, nilai durabilitas meningkat menjadi 95703%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 2,02%.

2.2.18 Misbah, M., & Sari, N. (2018)

Penelitian yang dilakukan oleh Misbah, Neneng Sari (2018) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, dengan judul “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasarsungai Tuak (Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi) Dalam campuran aspal Panas Agregat (Ac-Wc)” telah diterbitkan oleh jurnal “Momentum” Vol. 20 No.1 Februari 2018 ISSN : 1693-752X, e-ISSN : 2581-091X Dengan Pengujian Marshal Pembangunan jalan di daerah Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi mengalami peningkatan yang pesat dan dirasakan semakin penting untuk menunjang peningkatan perekonomian, informasi, sosial, budaya dan ketahanan nasional, sehingga pembangunan jalan dilaksanakan pada masa sekarang dihadapkan pada penyempurnaan kualitas dan penghematan biaya. Perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi perkerasan jalan diarahkan

pada usaha pemanfaatan material setempat dan disesuaikan dengan kondisi daerah dimana konstruksi perkerasan akan dilaksanakan. Untuk itu perlu suatu metoda yang bisa dijadikan pedoman untuk mengetahui kualitas agregat kasar yang akan digunakan, seperti agregat dari Sungai 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. Dari hasil penelitian “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 dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa agregat kasar Sungai Tuak, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi dapat digunakan dalam campuran AC-WC.

2.2.19 Muaya, G. S., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. (2015)

Penelitian yang dilakukan oleh George Stefen Muaya Oscar.H.Kaseke, Mecky.R.E.Manoppo (2015) Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan judul “ *Pengaruh Terendahnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall* ” telah diterbitkan oleh Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.8 Agustus 2015 (562-570) ISSN: 2337-6732, Perkerasan jalan yang berada di pesisir pantai berpotensi digenangi oleh air laut. Kadar garam adalah salah satu yang membedakannya dengan air tawar. Garam-garaman yang terdapat dalam air laut adalah klorida

(55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (!%), dan sisanya (< 1%) bikarbonat, bromide, asam borak, strontium, dan florida. Jadi, rata-rata dalam 1 liter air laut terdapat 3,5% kadar garam. Berdasarkan SNI 2010 Revisi 2 Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, nilai Marshall Test untuk lapis aspal beton AC-WC adalah minimal 800 kg untuk stabilitas dan minimal 3 mm untuk kelelahan plastisnya., jadi untuk Marshall Quotientnya minimal 250 kg/mm. Penelitian ini menggunakan material batu pecah yang berasal dari daerah Lolak, Kotamobagu. Penelitian ini bersifat kajian dilaboratorium, dimulai dengan pemeriksaan sifat-sifat fisik terhadap material batu pecah, agregat kasar, agregat sedang, dan abu batu. Kemudian dilakukan perhitungan kadar aspal perkiraan dan didapatkan sebesar 5,8% yang kemudian divariasikan mulai 3,8%, 4,8%, 5,8%, 6,8%, 7,8% untuk mendapatkan nilai kadar aspal terbaik dari pengujian Marshall. Nilai kadar aspal terbaik digunakan untuk pembuatan benda uji yang akan digunakan untuk perendaman air laut dengan durasi perendaman 24 jam dan 48 jam, variasi suhu perendaman 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, dan variasi kadar garam 3,5% (air laut), yang kemudian ditambahkan garam dapur sebesar 0,5% per 1 liter air laut yang menjadi 4,0% dan 4,5%. Kemudian akan dibandingkan dengan perendaman air tawar yang variasi durasi dan suhu yang sama dengan perendaman air laut. Hasil yang di dapatkan dari pengujian Marshall dapat disimpulkan bahwa air laut lebih merusak dibandingkan air tawar dengan perbandingan nilai stabilitas yang mencapai 6,59% untuk durasi 24 jam dan 29,90% untuk durasi 48 jam. Pada nilai kelelahan plastisnya terjadi peningkatan dari 6,16 mm pada perendaman air tawar menjadi 7,24 mm pada

perendaman air laut. Nilai Marshall Quotientnya mengalami penurunan 8,88% - 20,06% untuk durasi 24 jam dan 14,10% - 41,39% untuk durasi 48 jam.

2.2.20 Sumiati, S., & Sukarman, S. (2014)

Penelitian yang dilakukan oleh Sumiati, Sukarman, dengan judul “Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC) “ yang telah diterbitkan oleh PILAR Jurnal Teknik Sipil, Volume 10, No. 1, Maret 2014, ISSN: 1907-6975, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Polsri Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang, Gradasi agregat dapat dikatakan sangat mempengaruhi pada campuran beraspal karena gradasi agregat berfungsi memberikan kekuatan yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci (interlocking) dari masing-masing partikel agregat kasar. Berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan (2010), campuran agregat Laston (AC-BC) dapat bergradasi kasar dan halus, sedangkan menurut Sukirman, 2003, kurva Fuller adalah kurva dengan gradasi agregat di mana kondisi campuran memiliki kepadatan maksimum dengan rongga diantara mineral agregat (VMA) yang minimum. Oleh sebab itu peneliti mencoba untuk meneliti seberapa besar pengaruh agregat bergradasi kasar, bergradasi halus, dan agregat bergradasi yang mengikuti lengkung fuller pada campuran aspal beton (ACBC), dengan membuat benda uji untuk pengujian Marshall dengan kombinasi aspal bervariasi dari: 4,5%; 5%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0% dengan masing-masing 3 benda uji sehingga total benda uji untuk masing-masing kombinasi sebanyak 18 buah dan dibuat dengan 75 X 2 tumbukan. Kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai karakteristik yang disyaratkan

Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan, 2010, sehingga data dapat dianalisa. Dari pengujian diperoleh nilai MQ terbesar terdapat pada agregat bergradasi fuller MQ 740 kg/mm, sedangkan agregat bergradasi halus nilai MQ 700 kg/mm dan agregat bergradasi kasar didapat MQ sebesar 360 kg/mm. Nilai Marshall Quotient yang rendah, mengidentifikasikan bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk). Nilai VMA campuran agregat bergradasi kasar 15,4%; campuran agregat bergradasi fuller 14,1% dan campuran agregat bergradasi halus 14,0%. Jadi dapat disimpulkan bahwa agregat bergradasi halus dan bergradasi fuller mempunyai kepadatan maksimum dengan rongga diantara mineral agregat (VMA) yang minimum/durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan agregat bergradasi kasar.