

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

Beton adalah suatu hasil pencampuran dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan, yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat disebut kasar apabila ukurannya melebihi 5 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya disintergrasi beton. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir, ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 sampai no.100 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, dan bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standart analisis saringan dari ASTM (Amerika Society of Testing Materials) (Nawy, 1990).

Semen merupakan pengisi pori-pori antara butiran-butiran agregat halus dan agregat kasar juga berfungsi sebagai perekat dalam proses pengerasan, sehingga butiran agregat saling terikat dengan kuat dan padat. Didalam campuran beton air mempunyai fungsi sebagai pelancar campuran agregat dan semen agar memudahkan pengadukan dan pencetakan. Pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan (Murdock, 1986). Beton

Yang banyak digunakan saat ini adalah beton normal. Beton normal adalah beton yang terdiri dari berat 2200 hingga 2500 kg / m³ (Susilorini, et al, 2009) menggunakan agregat alami yang terurai atau tanpa rusak dan mereka yang tidak menggunakan bahan tambahan (campuran).

Penambahan bahan tambahan akan memengaruhi kemudahan kerja dan tanpa harus mengurangi tingkat kekuatan yang kuat, tekan rencana tersebut. Beton yang menggunakan lebih banyak bahan biasanya dapat dipadatkan sehingga rongga udara dapat dihilangkan / dikurangi, selain beton bisa lebih homogen, konsisten dan stabil selama itu dilakukan dan dapat diberi label tanpa segregasi / pemisahan butiran utama / pemisahan bahan dan dapat mengalir ke cetakan di sekitar penguatan.

2.1.1 Sifat-Sifat Beton

Dalam konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat beton, dikarenakan sifat-sifat tersebut ditinjau dari kegunaan dari beton tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat-sifat beton antara lain adalah perbandingan campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan, dan cara merawat beton. Beberapa sifat umum yang dimiliki oleh beton adalah:

1. Kemudahan Pengerjaan (Kelecekan/ *Workability*)

Tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) berkaitan serta dengan tingkat kelecekan (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan beton, maka makin mudah untuk dikerjakan. Untuk mengukur tingkat kelecekan adukan beton, maka dilakukan pengujian slump (*slump test*) menggunakan alat Kerucut Abrahams. Nilai *slump* pada umumnya akan meningkat sebanding dengan kadar Air yang

dalam campuran beton segar dan sama dengan terbalik dengan kekuatan pers beton. Beton dari nilai musim gugur <15 mm mungkin tidak cukup plastik dan beton dengan nilai musim gugur > 230 mm mungkin tidak cukup konsisten (SNI 1972: 2008, 2008).

Menurut Bahar (2005), berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kesegaran / penanganan beton segar adalah:

SEBUAH. Jumlah air yang digunakan. Lebih banyak air, beton menjadi lebih mudah dilakukan.

b. Peredupan campuran global dan agregat halus.

vs. Bentuk butiran agregat dan tekstur permukaan agregat bulat.

. Ukuran kerikil maksimum digunakan.

2. Pemisahan kerikil (pemisahan)

Pada dasarnya, pemisahan adalah proses penurunan brutal di bagian bawah beton segar, atau agregat terpisah kasar karena macam malang dan pemadatan.

SEBUAH. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan segregasi lain dari Antarata adalah: campuran kekurangan air atau kelebihan air.

b. Kurangnya agregat yang baik.

vs. Ukuran keseluruhan lebih dari 25 mm.

3. Pemisahan air (perdarahan)

Pendarahan adalah acara pemisahan air yang lebih tinggi untuk permukaan setelah pemadatan. Peningkatan air disertai dengan butiran semen dan pasir, yang kemudian membuat lapisan yang disebut kisi. Lapisan ini akan menjadi

penghalang penyelamatan antara beton di bawah ini dan lapisan beton (Firdausia, 2018).

Peristiwa-peristiwa ini sering terjadi dalam campuran terlalu banyak air, di mana beton yang memiliki kadar air yang terlalu tinggi akan membuat konkret. Air yang naik ini membawa biji-bijian dan pasir halus. Pendarahan sering terjadi setelah pencetakan beton dipegang dengan permukaan beton penuh air.

2.1.2 Kuat Tekan Beton

Beton yang dirancang harus memenuhi persyaratan kuat tekan rata-rata berdasarkan data deviasi standar hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari. Persyaratan kuat tekan didasarkan pada hasil uji kuat tekan. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban terhadap luas penampang beton (Susilorini dkk, 2009). Menurut Susilorini dan Suwarno (2009) faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain :

1. Faktor Air Semen dan Kepadatan Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton diusulkan oleh Duff Abram, 1919 dalam (Susilorini dan Suwarno, 2009) sebagai berikut

$$f^c = \frac{A}{B^{1.5x}}$$

dimana :

f^c : Kuat tekan beton (MPa)

X : f.a.s

A,B : Konstanta

Dari rumus diatas, dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai faktor air semen maka akan semakin tinggi kuat tekan betonnya.

2. Umur Beton Kuat tekan beton bertambah seiring dengan bertambahnya umur beton. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, Semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.
3. Jumlah Semen Jika nilai slump sama (nilai faktor air semen berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jika nilai slump sama dan jumlah air juga hampir sama maka mempengaruhi penambahan semen hal ini berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan betonnya.
4. Sifat Agregat Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus dan kasar berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Sedangkan ukuran maksimum agregat akan mempengaruhi kuat tekan betonnya.

2.1.3 Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton adalah kombinasi dari komposisi bahan konstituennya. Pada dasarnya, desain campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan proporsi campuran bahan yang optimal dengan daya maksimum. Kriteria dasar untuk desain beton adalah kekuatan pers dan manufaktur.

2.1.4 Bahan Penyusun Beton

Beton memiliki bentuk yang dapat padat dan keras. Berikut adalah bahan-bahan yang dipakai untuk menyusun beton, yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen Portland atau semen Portland pozzolan, berupa semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai tambahan. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di samping itu semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10% sajadari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu di pelajari maupun dikontrol secara ilmiah sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

2. Agregat

Menurut SK SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton. Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi :

- a. Agregat halus diameter 0,063-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi pasir halus (diameter 0,063-1 mm) dan pasir kasar (diameter 1-5 mm).
- b. Agregat kasar diameter > 5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm disebut kerikil. Untuk mencapai kekuatan beton yang baik perlu diperhatikan kepadatannya dan kekerasan massa agregat, karena pada umumnya semakin padat dan keras suatu agregat dapat menambah tinggi kekuatan dan durabilitasnya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat

pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Sehingga bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung lumpur. Diameter atau material organik ini adalah kurang dari 0,063 mm. Bila banyaknya lumpur atau material organik ini dikandung dalam agregat lebih besar dari 1% berat kering, agregat tersebut harus dicuci

3. Air

Air adalah elemen penting dari campuran konkret yang memainkan peran penting dalam reaksi dengan semen dan mendukung tapak kekuatan semen. Tujuan utama dari penggunaan air adalah dengan membuat hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran beton keras setelah menghabiskan beberapa saat. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan, kondisi ini sesuai dengan (Subakti, 1995) adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, juga zat organik dan bahan-bahan yang dapat merusak bahan yang lainnya.
- b. Air yang digunakan tidak boleh mengandung sejumlah ion klorida.
- c. Air yang digunakan adalah air tawar yang dapat diminum.

4. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu additive dan admixture. Bahan Tambah (Additive) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah additive yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah bleeding, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah additive yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan additive dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Keuntungan menggunakan aditif adalah (Mulono T, 2003) untuk meningkatkan penanganan beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya kerja beton, meningkatkan keberlanjutan serangan sulfat, meningkatkan usia beton dan pengurangan depresiasi. Penambahan material (campuran) adalah bahan atau bahan di samping air, semen dan agregat ditambahkan ke beton selama agitasi. Campuran digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton. Tujuan penggunaan penundaan dalam beton segar adalah untuk meningkatkan penanganan beton, untuk mengatur faktor air semen dalam beton segar, menyesuaikan waktu pengadukan beton, meningkatkan resistensi beton keras, meningkatkan kedap air Properti beton keras dan meningkatkan sifat tahan lama dari beton keras, termasuk -zat kimia dan zat tahan gesekan. Syarat dan Ketentuan

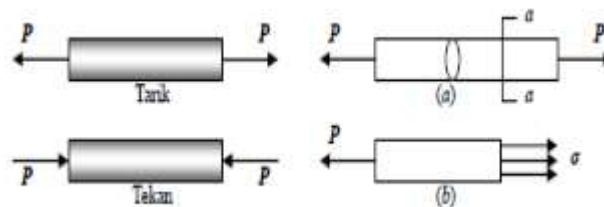
Kualitas Material Tambahkan campuran sesuai dengan ASTM C 494-81 "Spesifikasi standar untuk pencampuran kimia untuk beton". Jenis definisi dan jenis bahan kimia yang ditambahkan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tipe A, Water Reducing Admixture. Adalah bahan tambah yang bersifat mengurangi jumlah air pencampuran beton untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu.
2. Tipe B, Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi yang menghambat pengikatan beton.
3. Tipe C, Accelerating Admixture. Adalah bahan tambahan berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D, Water Reducing And Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.
5. Tipe E, Water Reducing And Accelerating Admixture. Adalah bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton.
6. Tipe F, Water Reducing And High Range Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%.
7. Tipe G, Water Reducing, High Range and Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang

diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12% atau lebih dan juga menghambat pengikatan beton.

2.1.5 Tegangan Pada Beton

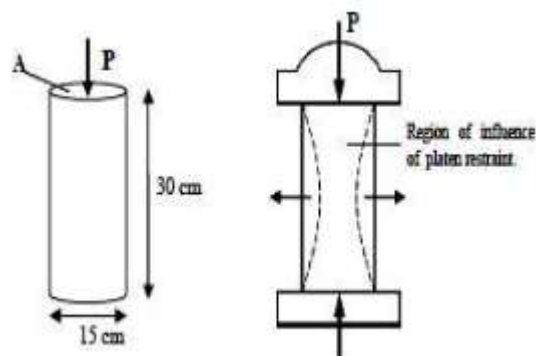
Ketegangan didefinisikan sebagai penahanan pada gaya luar. Intensitas gaya adalah bahwa gaya unit secara luas disebut tegangan dan memperhitungkan notasi " σ " (Sigma). P-Style P yang beroperasi tegak lurus (normal) di bagian penampang aktris A-A adalah distribusi gaya yang dihasilkan yang beroperasi pada bagian cross-sectional dalam arah normal.



Gambar 2.1.5 Tegangan normal (normal stress) pada batang

Sumber : Jurnal Teknik Sipil. Muhammad H. (2014).

Dengan mengansumsikan bahwa tegangan terbagi terbagi rata di seluruh penampang, dapat dilihat bahwa resultannya harus sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang (A)



Gambar 2.1.6 Arah tegangan normal (normal stress) dan pola retak pada silinder

Sumber : Jurnal Teknik Sipil. Muhammad H. (2014).

Dengan demikian didapatkan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

dimana :

A : Luas penampang (cm²)

P : Beban maksimum (kg)

σ : Kuat Tekan (kg/cm²)

2.2 Bahan Gilsonite

Gilsonite adalah mineral hidrokarbon alami yang bingung dan sangat rapuh. Ini adalah bentuk telapak tangan lebih dari 99% dan konten aster sangat rendah bervariasi dari 0,65% hingga 1%. Gilsonite tidak mengandung racun yang dapat menyebabkan kesehatan manusia. Titik leburnya relatif tinggi, sekitar 175%. Sementara titik api Gilsonite telah mencapai suhu 315%, indikasi Gilsonite tidak akan mudah terbakar dalam campuran panas kadar asfalgen gilsonites adalah yang tertinggi sebagai bahan aditif lainnya, seperti asinidad (17,4%), pink (67,1 %) dan SDA (35,9%). Nitrogengensponite level adalah 3,2% tertinggi, jika dibagi dengan bahan aditif lainnya dengan kadar nitrogen, seperti Teenidad (1,01%), pink (0,80%) dan SDA (1,10%). Dengan Gilsonite seperti itu, itu harus dapat meningkatkan cengkeraman dengan agregat dan mengurangi masakan air.

Kesamaan sifat antara Gilsonite dan aspal menunjukkan bahwa Bahwagilsonite memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan kemajuan untuk tujuan

meningkatkan kualitas sifat fisik dan kimia dari aspal. Jadi jika dia ingin bekerja lebih baik maka

Metode harus diadakan dalam meningkatkan kualitas aspal. Dengan komposisi kimia yang dikandungnya harus dapat memprediksi ini (American Gilsonite Company, 2004).

2.2.1 Komposisi Kimia Aspal Modifikasi Gilsonite

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat digunakannya gilsonite pada bahan aspal telah dilakukan suatu pengujian terhadap komposisi kimia yang ada. Dengan persentase penambahan gilsonite 6% hingga 9% dari berat aspal yang telah diteliti perubahan kadar.

asphaltene, malthene, oils dan kadar nitrogen suatu campuran gilsonite dengan aspal jenis pen 60/70 maupun 80/100. Kenaikan tertinggi kadar asphaltene dan malthene mencapai 25% terjadi pada aspal pen 80/100, sedangkan pada aspal pen 60/70 kenaikan tertinggi kadar asphaltene mencapai 22% dan kenaikan malthenya sebesar 19%. Kenaikan kadar asphaltene tersebut mempengaruhi wujud aspal menjadi lebih padat, karena bila ditinjau dari segi komposisi molekulnya, asphaltene merupakan bagian dari aspal yang memiliki berat terbesar. Kadar asphaltene yang tinggi bila dicampur dengan aspal cement maka gilsonite akan berfungsi sebagai penguat (*reinforce*). Sedangkan kenaikan kadar malthene menjadikan adhesi dan kekenyalan aspal menjadi lebih baik, sehingga kekhawatiran akibat pengaruh buruk oksidasi terutama pada suhu tinggi dapat direduksi seoptimal mungkin.

Pada pemeriksaan kadar oils terdapat hal yang identik pada kedua jenis aspal, yakni menunjukkan penurunan nilai dengan kecenderungan fluktuasi meninggi pada persen penambahan gilsonit terbesar. Ini mengandung pengertian bahwa aspal hasil modifikasi cenderung lebih kental dibandingkan dengan aspal minyak murni. Untuk pemeriksaan kadar nitrogen terlihat adanya kenaikan nilai walaupun pada penelitian ini kecenderungan tersebut hanya terjadi pada proses penambahan gilsonite 8% dan 9%. Dengan ditambahkan unsur nitrogen dalam bahan aspal dimungkinkan adanya peningkatan fungsi aspal yakni menambah daya lekat aspal yang berpengaruh terhadap kualitas ikatan antara agregat dalam campuran (Lexmana, 1996).

2.3 Hasil Penelitian Terdahulu

1. Dari hasil penelitian Nizar Ramadhan pada April 2014 yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya didapat pada standar gradasi British memenuhi spesifikasi *Marshall* AAPA. Untuk meningkatkan karakteristik *Marshall* penelitian ini digunakan zat *additive Gilsonite* dengan kadar 6% - 10% dari berat Kadar Aspal Optimum yang di dapat. Setelah penambahan zat *additive Gilsonite* nilai stabilitas pada campuran Aspal Porus mengalami peningkatan yang signifikan pada semua suhu perendaman Waterbath 55°C-75°C, namun nilai VIM pada campuran Aspal Porus mengalami penurunan hingga tidak memenuhi syarat spesifikasi. Hal ini dikarenakan zat *additive Gilsonite* tidak tercampur seluruhnya dengan aspal pada suhu pencampuran 160°C sehingga fungsi zat *additive Gilsonite* berubah menjadi filler pada campuran.

Untuk membuktikan hal ini maka dilakukan pembuatan benda uji dengan perlakuan suhu pencampuran *Gilsonite* dengan aspal pada suhu 200°C. Perlakuan suhu pencampuran ini menunjukkan peningkatan yang signifikan pada karakteristik *Marshall* Aspal Porus.

2. Dari hasil penelitian Edy Hidayat di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dilaksanakan mulai 21 Mei 2018 sampai dengan 12 Mei 2019, tentang perilaku bahan additive *gilsonite* terhadap campuran laston, menunjukkan bahwa penggunaan *Gilsonite* yang optimal, pada campuran dengan kadar aspal 6,3% 6,7%. Hal ini dikarenakan nilai stabilitas yang tinggi, campuran bergilsonite pada kadar aspal tersebut mengalami kenaikan angka stabilitas antara 47,7% sampai dengan 60% dari pada campuran yang Konvensional (tidak ditambah additive *Gilsonite*) dan hampir tidak berpengaruh pada perendaman selama 24 Jam.
3. Dari hasil penelitian Yosef Putuhenayang dilakukan pada juli 2016 di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, di Universitas Kristen Krida Wacana. Diperoleh kadar *gilsonite resin* optimum berdasarkan hasil uji tiap parameter *Marshall* yang memenuhi persyaratan, yaitu untuk berat jenis *bulk* adalah kadar 0-12%, VMA 0-12%, VFA 0-12%, stabilitas 0-12%, dan kelelahan 0-12%. Dari hasil pengujian tersebut, pemakaian *gilsonite resin* pada campuran beton aspal akan menurunkan nilai berat jenis *bulk* campuran aspal, menaikkan nilai VIM dan VMA, menurunkan nilai VFA, menaikkan nilai stabilitas, dan menurunkan kelelahan dari beton aspal. Kadar *gilsonite resin* 8% menghasilkan nilai stabilitas tertinggi, yaitu 1.902,85 kg.

Terjadi peningkatan sebesar 22,06% dari nilai stabilitas jika tidak menggunakan *gilsonite resin*.

4. Hasil dari penelitian Harizkhan Utama Putra yang dilakukan pada April 2014 di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Andalas Padang ini menunjukkan bahwa penggunaan aspal ditambah 6% *Gilsonite* sebagai pengikat berdasarkan batasan spesifikasi Lapisan Tipis Aspal Beton Lapis Aus mempunyai nilai Parameter Marshall yang tinggi dari nilai Parameter Marshall campuran pembandingan, dibandingkan dengan variasi lainnya. Sehingga campuran dengan penambahan *Gilsonite* sebanyak 6% dapat diusulkan sebagai campuran hot mix pada perkerasan lentur jalan raya.
5. Hasil dari penelitian Bangun Prawira yang dilakukan pada April 2014 di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Brawijaya Malang. Hasil yang didapat dari penelitian adalah komposisi agregat kasar optimum yaitu 0/100 (Batu pecah/limbah beton) dengan KAO 7,5%. Hasil tersebut didapat dari membandingkan tiga metode yaitu metode Grafik Pita, 3D dan Kontur. Dan kemudian didapatkan kadar *gilsonite* optimum 9% pada pengujian tahap kedua. Dengan penambahan *Gilsonite HMA Modifier Grade*, mampu membuat nilai VIM pada campuran aspal porus yang menggunakan limbah beton sebagai agregat kasar menjadi memenuhi syarat yang ditentukan yaitu antara 18-25%. Hal tersebut disebabkan karena penetrasi aspal menurun akibat penambahan *Gilsonite*. Penambahan *Gilsonite* tersebut juga meningkatkan nilai stabilitas campuran. Limbah beton sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal porus

juga memberikan pengaruh yang signifikan pada nilai stabilitas, dilihat dari komposisi optimum yang didapat adalah campuran dengan 100% limbah beton sebagai agregat kasar. Namun pada campuran tanpa menggunakan tambahan Gilsonite, VIM yang dihasilkan masih belum mampu memenuhi syarat standar dikarenakan dengan menggunakan aspal pen 60/70, aspal cenderung meresap pada agregat dan mengisi rongga antar agregat pada campuran.

6. Hasil dari penelitian Wayan Dharmayasayang dilakukan pada tahun 2002 di PT. Hutama Prima. Bahwa penambahan aspal alam luar (Gilsonitte) sebanyak 7% berat kedalaman aspal dapat meningkatkan ketahanan aspal terhadap pengaruh suhu dan ageing index. Kinerja campuran dapat lebih meningkatkan dikarenakan adanya peningkatan terhadap, nilai stabilitas Marshall yaitu dari 1625 kg menjadi 1850 kg demikian juga pengujian ketahanan alur dengan alat wheel tracking machine (WTM) nilai stabilitas dinamis campuran meningkat dari 995 lintasan/menit menjadi 1792 lintas/menit. Selain dapat meningkatkan stabilitas dinamis campuran, modulus kekakuan campuran meningkat pula yaitu dari 2928 Mpa menjadi 5362 Mpa. Peningkatan nilai stabilitas marshall, stabilitas dinamis, dan modulus kekakuan campuran selain dipengaruhi oleh bahan tambah aspal alam produk luar, juga sangat dipengaruhi oleh gradasi campuran agregat.
7. Hasil penelitian Rachmad Basuki yang dilakukan pada tahun 2007 di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, ITS. Kualitas Aspal Prima 55 menunjukkan bahwa sifat-sifat fisik aspal : penetrasi, titik nyala dan

titik lembek tidak memenuhi spesifikasi aspal multigrade, kecuali berat jenis dan daktilitas. Penambahan Gilsonite Resin dalam penelitian ini menjadikan kualitas Aspal Prima 55 dapat memenuhi spesifikasi aspal multigrade, sehingga kualitas perkerasan Hot Mix jenis HRS B, AC dan ATB yang menggunakan aspal prima 55 dapat ditingkatkan.

8. Hasil penelitian Joko Wardoyo yang dilakukan pada tahun 2000 di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Diponegoro. Terdapat hasil campuran lapis permukaan ACWCI ukuran agregat maksimum 19 mm dengan metode kepadatan mutlak. Variasi penambahan gilsonite adalah 0%, 2%, 4%, 6%, 8% terhadap total kadar aspal dengan variasi temperatur 20° C, 40° C, 60° C. Hasil uji Marshall digunakan untuk menganalisis modulus kekakuan campuran metode Brown dan Bruton (1984). Untuk membuktikan pengaruh gilsonite terhadap ACWCI dilakukan pendekatan statistik dengan uji korelasi dan regresi tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian percobaan Marshall pada kadar optimum 5,9% terhadap total campuran, penambahan 0%, 2%, 4%, 6%, 8% gilsonite mengakibatkan kenaikan density hingga 2,390 grain/cc pada 8% kadar gilsonite. Nilai $1/AI$ mengalami penurunan dan terendah adalah 2,74% pada 8% gilsonite. VMA mengalami penurunan terendah 14,32%, mengalami kenaikan tertinggi 80,86%, stabilitas tertinggi 1922,40 kg, flow mengalami penurunan terendah 2,04 mm, Marshall Quotient mengalami kenaikan tertinggi 875 kg per mm. Terjadi peningkatan rasio modulus kekakuan dengan penambahan 2%, 4%, 6%, 8% gilsonite terhadap 0% gilsonite pada temperatur

20°C adalah 0,998; 1,199; 1,306; 1,556; dan pada temperatur 40° C adalah 1,202; 1,729; 2,305; 3,148. Untuk temperatur 60° C nilai modulus kekakuan tidak dapat dihasilkan oleh metode Brown dan Brunton (1984) karena campuran sudah tidak berada dalam kondisi elastis. Tingkat signifikansi koefisien korelasi satu sisi dari segi probabilitas untuk temperatur = - 0,000 , gilsonite = 0,005 berarti mempunyai hubungan dan bersifat nyata. Untuk $f(\text{hitung}) = 248,495 > f(\text{tabel}) = 3,905$ tingkat signifikansi $0,00 < 0,05$ menandakan bahwa gilsonite dan temperatur bersama-sama memberikan pengaruh terhadap modulus kekakuan. Sehingga bahan tambah gilsonite dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja campuran ACWCI dan cocok untuk lalu lintas berat dan iklim panas. Perlu diperhatikan jumlah gilsonite yang dipergunakan agar ACWCI masih tetap dalam kondisi fleksibel.

9. Hasil penelitian Muhammad Rizal yang dilakukan pada tahun 2019 di laboratorium Universitas Mataram, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Mataram. Berdasarkan penelitian di dapatkan Hasil analisa sifat volumetrik dan mekanis untuk pengujian Marshall Immersion Dari hasil penelitian Muhammad Rizal terlihat bahwa semua sifat volumetrik pada campuran dengan aspal pen 60/70 maupun campuran dengan variasi aspal modifikasi gilsonite 1-3% memenuhi spesifikasi. Selanjutnya hasil pemeriksaan sifat mekanis campuran terlihat bahwa nilai stabilitas pada campuran dengan aspal pen 60/70 maupun campuran dengan variasi aspal modifikasi gilsonite 1-3% mengalami penurunan jika dibandingkan dengan hasil pengujian Marshall perendaman 30 menit. Walaupun demikian, nilainya masih memenuhi

persyaratan minimum. Sementara itu nilai flow pada campuran dengan aspal modifikasi gilsonite 3% melampaui persyaratan maksimum. Untuk nilai Marshall Quotient, semua variasi campuran masih memenuhi spesifikasi dari Bina Marga. Perbandingan nilai flow antara campuran yang direndam 30 menit dengan campuran yang direndam 24 jam pada suhu 60 o C dapat dilihat pada Kadar Gilsonite dalam Aspal Modifikasi (%) 30 menit 24 jam. Pada diagram perbandingan nilai flow perendaman 30 menit dengan 24 jam pada variasi kadar gilsonite dalam aspal modifikasi Perbandingan nilai stabilitas antara campuran yang direndam 30 menit dengan campuran yang direndam 24 jam pada suhu 60 o C dapat dilihat pada gambar Kadar Gilsonite dalam Aspal Modifikasi (%) Gambar 8. Diagram perbandingan nilai stabilitas perendaman 30 menit dengan 24 jam pada variasi kadar gilsonite dalam aspal modifikasi Dari gambar 8 dapat dibuat tabel yang menunjukkan indeks kekuatan sisa dari masing-masing variasi kadar Gilsonite dalam aspal modifikasi. Tabel 13. Indeks kekuatan sisa 30 menit 24 jam Dari hal tersebut terlihat bahwa IKS tertinggi terdapat pada campuran dengan kadar gilsonite dalam aspal modifikasi sebesar 1% dengan nilai stabilitas sisa 2493,88 kg. Sementara itu campuran yang menggunakan aspal murni memiliki nilai stabilitas sisa sebesar 2177,71 kg. Penggunaan aspal yang telah dimodifikasi dengan gilsonite 1% dapat menaikkan indeks kekuatan sisa campuran, sedangkan pada campuran dengan kadar gilsonite dalam aspal modifikasi 2% dan 3% terjadi penurunan indeks kekuatan sisa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan gilsonite yang semakin banyak tidak lantas memberikan dampak

yang baik bagi campuran. Sehingga untuk dapat menghasilkan campuran dengan kinerja terbaik, perlu ditambahkan gilsonite sebanyak 1% pada aspal pen 60/70.

10. Hasil penelitian Aliffiyan Prakasayang dilakukan pada tahun 2018 di Laboratorium, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Negeri Malang. Hasil pada penelitian ini menunjukkan; (1) karakteristik bahan penyusun campuran aspal porus yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, aspal pen 60/70, telah memenuhi standar dengan KAO sebesar 5%; (2) pengaruh penambahan Gilsonite pada aspal penetrasi 60/70 dalam campuran aspal porus mampu meningkatkan nilai stabilitas sebab Gilsonite memperkuat ikatan antara aspal dan agregat, sehingga campuran dapat menerima beban. Namun penambahan dari Gilsonite itu sendiri dapat menutupi pori di dalam campuran sehingga nilai VIM menurun dan campuran menjadi lebih padat, hal ini mengakibatkan nilai koefisien permeabilitas menurun. Semakin bertambahnya kadar Gilsonite yang diiringi dengan bertambahnya kandungan aspal yang semakin banyak membuat ikatan campuran menjadi lebih baik dan ketahanan benda uji bertambah hal ini terlihat dari pengujian Cantabro Loss dimana nilai Cantabro Loss menurun, begitu juga nilai dari pengujian drain down semakin menurun.
11. Hasil penelitian Aditya Putra yang dilakukan pada tahun 2018 di Laboratorium, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Negeri Malang. Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dan diperoleh nilai KAO

sebesar 5%. Kemudian dibuat benda uji berdasarkan nilai KAO dengan variasi kadar gilsonite 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%. Pencampuran gilsonite untuk pembuatan benda uji dengan cara mencairkan gilsonite terlebih dahulu lalu dicampurkan ke dalam aspal panas. Selanjutnya dibuat benda uji untuk pengujian Marshall, Cantabro Loss, Permeabilitas, dan Binder Drain Down dengan masing-masing 15 benda uji setiap pengujian. Hasil penelitian ini menunjukkan: (1) Bahan yang digunakan untuk aspal porus telah memenuhi spesifikasi dari RSNI 2 tahun 2012 untuk agregat dan aspal, serta SNI 03-4142-1999 untuk filler. (2) Ditinjau dari variasi kadar gilsonite, nilai stabilitas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kadar gilsonite, sebaliknya nilai flow dan VIM cenderung menurun. Nilai stabilitas, VIM, dan flow pada semua kadar memenuhi spesifikasi UNHSC. Nilai Cantabro Loss cenderung menurun seiring dengan peningkatan kadar gilsonite, hanya kadar gilsonite 9% dan 12% yang memenuhi spesifikasi UNHSC. Nilai Permeabilitas cenderung menurun seiring dengan bertambahnya kadar gilsonite, nilai Permeabilitas pada semua kadar memenuhi spesifikasi UNHSC. Nilai Binder Drain Down cenderung menurun seiring dengan peningkatan kadar gilsonite, nilai Binder Drain Down pada semua kadar memenuhi spesifikasi UNHSC.

12. Hasil penelitian Andriyas Susanto yang dilakukan pada tahun 2016 di Laboratorium, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah sebesar 5,433%, nilai proporsi campuran agregat kasar optimum antara limbah

beton dengan batu pecah adalah 100% batu pecah dan 0% limbah beton dengan kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,433%, pemakaian limbah beton sebagai agregat kasar dan limbah marmer sebagai agregat halus serta filler pada aspal porus standar Australia mempengaruhi nilai VIM dan Stabilitas, penambahan Gilsonite pada aspal porus standar Australia mempengaruhi nilai karakteristik Marshall VIM, Stabilitas, Flow dan MQ hasil analisis statistik, penambahan Gilsonite berpengaruh signifikan terhadap nilai koefisien permeabilitas perkerasan Aspal Porus, nilai kadar Gilsonite optimum yang didapatkan pada campuran aspal porus adalah sebesar 9% (optimum) adalah sebesar 0,127 cm/det. Hasil tersebut memenuhi syarat standar Australia > 0,1 cm/det.

13. Hasil penelitian Hendi Bowoputro yang dilakukan pada tahun 2016 di Laboratorium, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang. Berdasarkan Pada penelitian ini Perlakuan yang digunakan yaitu dengan membuat campuran aspal perkerasan dengan variasi persentase proporsi agregat kasar 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80, 0/100 (batu pecah/limbah beton) menggunakan aspal pen 60/70. Kemudian campuran dicampur dan dipadatkan pada suhu 140 - 160⁰ sesuai standar Bina Marga untuk campuran aspal panas. Setelah itu ditumbuk pada masing-masing sisi atas dan bawah sebanyak 50 kali. Pengujian selanjutnya adalah uji *Falling Head* sesuai ASTM untuk mengetahui tingkat permeabilitas campuran aspal dan uji *Marshall* dengan metode sesuai dengan standar Bina Marga. Setelah didapat KAO, maka dilakukan pembuatan benda uji tahap kedua dengan variasi bahan

tambahan Gilsonite sebesar 8%, 9%, dan 10% dari berat aspal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah KAO dari masing-masing komposisi limbah beton sebagai agregat kasar pada campuran aspal porus. Kemudian dipilih KAO dengan mempertimbangkan hasil karakteristik *Marshall* yang terbaik menggunakan metode grafik pita dan 3D. Dari kedua metode tersebut didapatkan hasil campuran optimum dengan menggunakan komposisi 0/100 (batu pecah/limbah beton) dengan KAO 5,433%. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji tahap dua dengan penambahan Gilsonite dengan menggunakan komposisi campuran agregat kasar maksimum dan KAO yang telah didapat. Dari pengujian tahap kedua didapatkan hasil kadar Gilsonite optimum sebesar 9% dari berat aspal. Dengan penambahan Gilsonite HMA *Modifier Grade*, mampu mempengaruhi peningkatan nilai VIM sebesar 4,417% dan nilai stabilitas sebesar 16,863%. Hasil tersebut memenuhi standar Australia sebagai acuan nilai karakteristik *Marshall* aspal porus pada penelitian ini. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan standar gradasi lain atau penambahan zat *additive* lainnya untuk memperoleh spesifikasi yang lebih baik.

14. Hasil penelitian Ludfi Djakfar yang dilakukan pada tahun 2016 di kawasan jalan Mojokerto Jawa Timur, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Gilsonite maupun Lateks meningkatkan stabilitas campuran. Campuran beras palporus dengan aditif Gilsonite sebesar 9% dapat menghasilkan stabilitas campuran sampai dengan 900kg. Hal ini menunjukkan

peningkatan yang cukup signifikan, yaitu dari sekitar 500kg ke 900kg. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penambahan Gilsonite menjadikan campuran beras palporus yang tadinya hanya untuk lalu lintas ringan, dapat diaplikasikan pada jalan dengan lalu lintas sedang, seperti jalan kabupaten/kota. Fenomena ini juga dapat dilihat dari nilai flow campuran.

15. Hasil penelitian Sayekti yang dilakukan pada tahun 2016 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang. Berdasarkan Pada penelitian ini yang digunakan yaitu dengan membuat campuran aspal perkerasan dengan variasi prosentase proporsi agregat kasar 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80, 0/100 (batu pecah/limbah beton) menggunakan aspal pen 60/70. Kemudian campuran dicampur dan dipadatkan pada suhu 140 - 1600 sesuai standar Bina Marga untuk campuran aspal panas. Setelah itu ditumbuk pada masing-masing sisi atas dan bawah sebanyak 50 kali. Pengujian selanjutnya adalah uji Falling Head sesuai ASTM untuk mengetahui tingkat permeabilitas campuran aspal dan uji Marshall dengan metode sesuai dengan standar Bina Marga. Setelah didapat KAO, maka dilakukan pembuatan benda uji tahap kedua dengan variasi bahan tambah Gilsonite HMA Modifier Grade sebesar 8%, 9%, dan 10% dari berat aspal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah KAO dari masing-masing komposisi limbah beton sebagai agregat kasar pada campuran aspal porus. Kemudian dipilih KAO dengan mempertimbangkan hasil karakteristik Marshall yang terbaik menggunakan metode grafik pita dan 3D. Dari kedua metode tersebut didapatkan hasil campuran optimum dengan menggunakan komposisi 0/100 (batu

pecah/limbah beton) dengan KAO 5,433%. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji tahap dua dengan penambahan Gilsonite dengan menggunakan komposisi campuran agregat kasar maksimum dan KAO yang telah didapat. Dari pengujian tahap kedua didapatkan hasil kadar Gilsonite optimum sebesar 9% dari berat aspal. Dengan penambahan Gilsonite HMA Modifier Grade, mampu mempengaruhi peningkatan nilai VIM sebesar 4,417% dan nilai stabilitas sebesar 16,863%. Hasil tersebut memenuhi standar Australia sebagai acuan nilai karakteristik Marshall aspal porous pada penelitian ini. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan standar gradasi lain atau penambahan zat additive lainnya untuk memperoleh spesifikasi yang lebih baik.

16. Hasil penelitian Riza Safira L yang dilakukan pada tahun 2019 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Kristen Maranatha Bandung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gilsonite terhadap aspal penetrasi 60 akan meningkatkan penetrasi, suhu campuran dan suhu pemadatan. Pada campuran beraspal panas penambahan gilsonite sebesar 8% dari kadar aspal optimum, dapat meningkatkan secara nyata (*significant*) nilai stabilitas marshall, marshall quotient dan indeks perendaman. Untuk nilai VMA dan VIM penambahan gilsonite pada campuran beraspal panas tidak memberikan perubahan yang nyata.
17. Hasil penelitian Bettega Prasetya yang dilakukan pada tahun 2018 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Negeri Malang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen variasi kadar aspal 5%, 5,5%,

6%, 6,5%, dan 7% untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Tahap selanjutnya adalah membuat benda uji dengan KAO dan penambahan gilsonite dengan berbagai variasi yaitu 0%, 4%, 8%, 12%, dan 16%. Pembuatan benda uji masing-masing kadar gilsonite sebanyak tiga benda uji. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) karakteristik bahan penyusun campuran AC-WC yang meliputi agregat, aspal penetrasi 60/70, dan fillertelah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan; (2) penambahan gilsonite cenderung meningkatkan nilai stabilitas 0-16%, MQ 0-16%, dan VFA 0-16% sedangkan nilai flow, VIM, dan VMA cenderung turun; dan (3) Penambahan gilsonite juga memberikan perbedaan yang signifikan dengan nilai alfa.

18. Hasil penelitian Chandrayang dilakukan pada tahun 2003 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Kristen Petra. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada kontrol tegangan, pola pembebanan sinusoidal pada frekuensi 10 Hz dan metoda pengujian 4 (empat) titik pembebanan. Bahan aditif yang dipakai adalah Gilsonite dengan kandungan 7% terhadap berat aspal. Pengujian kelelahan dilakukan pada kandungan aspal optimum gradasi tipe XI - Bina Marga dan berlangsung pada suhu ruang. Parameter kelelahan yang digunakan dalam evaluasi adalah umur kelelahan, defleksi maksimum, defleksi total, regangan tarik awal dan modulus kekakuan lentur pada kondisi elastis. Pengujian dilakukan terhadap beton aspal yang tidak mengandung Gilsonite (NG) dan yang mengandung Gilsonite (G). Hasil pengujian menunjukkan bahwa bertambahnya tingkat tegangan menyebabkan berkurangnya umur kelelahan baik pada beton aspal yang tidak mengandung

Gilsonite maupun yang mengandung Gilsonite. Rasio Efektivitas umur kelelahan beton aspal yang mengandung Gilsonite mempunyai nilai antara 189% hingga 636%. Hal ini menunjukkan bahwa beton aspal yang mengandung Gilsonite lebih efektif. Untuk beton aspal G, defleksi total menurun dengan bertambahnya tingkat tegangan tetapi defleksi maksimum bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa Gilsonite berperan dalam meningkatkan kekakuan benda uji. Peningkatan tegangan mengakibatkan meningkatnya regangan tarik awal pada beton aspal G dan NG. Pada beton aspal G terlihat slope dari kurva regresi menunjukkan semakin tinggi tegangannya maka semakin tinggi pula regangannya tetapi peningkatan regangan tarik awal lebih kecil dibandingkan dengan beton aspal NG. Hal ini disebabkan karena Gilsonite berperan dalam meningkatkan kekakuan benda uji. Berdasarkan hasil analisis regresi, nilai Modulus Kekakuan untuk beton aspal Non Gilsonite adalah 82,291 MPa sedangkan untuk beton aspal yang mengandung Gilsonite adalah 220,68 MPa. Hal ini membuktikan bahwa bahan aditif Gilsonite akan meningkatkan kekakuan benda uji.

19. Hasil penelitian Shazna Dinda Yuskiyani Putriyang dilakukan pada tahun 2018 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil dari pengujian kualitas dari campuran dengan menggunakan Gilsonite Resin didapatkan bahwa pada kadar 8% memiliki tingkat stabilitas yang paling tinggi yaitu 1274,6 Kg, sedangkan flow dengan nilai 2,70 mm, nilai Marshall Quotient dengan nilai 472,092 kg/mm, nilai. Stabilitas dan flow untuk semua

kadar gilsonite memenuhi Spesifikasi yang ditentukan, namun untuk hasil dari VIM dan VMA menurun seiring dengan meningkatnya kadar Gilsonite Resin yang ditambahkan. Untuk nilai VIM yaitu 15,12 dan nilai VFB sebesar 77,20 secara menyeluruh pada semua kadar Gilsonite Resin yang ditambahkan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Spesifikasi Departement Pekerjaan Umum Tahun 2018.

20. Hasil penelitian Fatma dan Amelia Makmur yang dilakukan pada tahun 2013 di laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Bina Nusantara. pada penelitian ini melakukan pembuatan aspal dengan menambahkan material tambahan dari tiga material, yaitu asphaltites dengan produknya Gilsonite Resin, polimer (Polystyrene dan LDPE). Gilsonite Resin adalah hasil galian yang menyerupai aspal dan merupakan mineral hidrokarbon yang terdapat dalam kondisi murni serta memiliki kandungan resin yang memberikan sifat adhesi dari aspal, yang biasanya merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Pada dasarnya hasil galian bahan ini mempunyai kandungan asphaltene yang tinggi (70,9%), maltene (27%) dan minyak (2%). Untuk kandungan nitrogen Gilsonite juga mempunyai kadar yang lebih tinggi dibanding bahan lainnya yaitu sebesar 3,2%. Sedangkan pemanfaatan polimer yang digunakan adalah jenis Polystyrene (PS) dan Low Density Poly Ethilen (LDPE). Keuntungannya penambahan Polystyrene (PS) ke dalam aspal menurut Mashuri (2010) aspal cenderung akan menurunkan nilai penetrasi aspal yang berarti aspal menjadi lebih keras dan disamping itu Polystyrene juga memiliki kekuatan tarik

sehingga dapat bekerja sebagai serat yang dapat meningkatkan kemampuan kekuatan khususnya elastisitas aspal. Demikian juga menurut penelitian terdahulu Tjitjik Wasiah Suroso (2008,) suatu cara untuk meningkatkan titik lembek aspal adalah dengan menambahkan plastik mutu rendah jenis Low Density Polietilen (LDPE). Titik lembek lebih tinggi bertujuan agar memiliki ketahanan terhadap temperatur, sehingga perkerasan tersebut akan tahan terhadap repetisi beban berat. Namun, dengan demikian dalam penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai stabilitas dari masing-masing variasi campuran yakni, campuran A (aspal Pen 60/70, Gilsonite resin, Polystyrene), campuran B (aspal Pen 60/70, Gilsonite resin, LDPE) dan campuran C (aspal Pen 60/70, Gilsonite resin, Polystyrene, LDPE) serta melakukan perendaman pada suhu 60°C selama 1 jam, 24 jam dan 72 jam untuk mengetahui bagaimana kestabilan nilai stabilitas dari hasil parameter uji Marshall tersebut.

2.4 Penulisan Posisi Penelitian

Penelitian ini bersesuaian dengan metode penelitian Nizar Ramadhan, 2014; Edi Hidayat, 2019; Yosef Putuhena, 2016 dan Harizkhan Utama Putra, 2014. Namun sangat berbeda dengan teori dasar dengan penelitian yang digunakan dalam penelitian Bangun Prawira, 2014; Wayan Dharmayasa, 2002; dalam hal penelitian ini menggunakan parameter Marshall yang memenuhi syarat dalam hal tautan dasar yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Marshall*. Berdasarkan Angka *Marshall* hasil merupakan indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan, yang dinyatakan dalam

kg/mm. Untuk jenis lapis perkerasan Lataston (Lapisan Tipis AspalBeton), MQ yang diisyaratkan untuk campuran ini adalah 250 kg/mm.

Dalam sisi penggunaan kadar penelitian, maka terdapat perbedaan kadar penelitian yang digunakan dalam penelitian Bangun Prawira, 2014; Wayan Dharmayasa, 2002; basuki 2007; kadar yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan aspal agregat 7% Gilsonite sebagai bahan kuat tekan batas spesifikasi Lapisan Tipis Aspal Beton Lapis mempunyai nilai Parameter Marshall yang tinggi dari nilai Parameter Marshall campuran pembanding, dibandingkan dengan variasi lainnya. Sehingga campuran Gilsonite sebanyak 5% dapat diusulkan sebagai campuran kuat teka pada perkerasan beton.

Tabel. 2.1 Penulisan Posisi Penelitian

| Verifikasi | Teori Utama | Metode Penelitian | Capaian Yang Dihasilkan | Novelty (Kebaruan) |
|-------------------|---|---|---|--|
| Persamaan | Teori Utama : Penggunaan bahan gilsonitte untuk meningkatkan kuat tekan beton Nizar Ramadhan, 2014; Edi Hidayat, 2019; Yosef Putuhena, 2016 dan Harizkhan Utama Putra, 2014 | Survey : Edi Hidayat, 2019; Yosef Putuhena, 2016 dan Harizkhan Utama Putra, 2014 Eksperimen : Nizar Ramadhan, 2014 | Setelah penambahan zat <i>additive Gilsonite</i> nilai stabilitas pada campuran Aspal mengalami peningkatan yang signifikan pada semua suhu perendaman. | Penelitian ini mencoba untuk memberikan usulan pada penggunaan agregat gilsonitte |
| Perbedaan | Teori Utama : Penggunaan bahan gilsonitte untuk meningkatkan kuat tekan beton Bangun Prawira, 2014; Wayan Dharmayasa, 2002; Rachmad basuki 2007 | Survey : Bangun Prawira, 2014; Rachmad basuki 2007 Eksperimen : Wayan Dharmayasa, 2002 | Dapat meningkatkan stabilitas, dinamis campuran, dan kekuatan campuran meningkat. | Penelitian ini mencoba untuk membuat prediksi kekuatan, ketahanan dan stabilitas pada beton. |
| 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 menggabungkan model survey dan eksperimen serta menggunakan uji coba laboratorium untuk mengetahui kuat tekan pada beton. | Penelitian ini berusaha untuk membuat prediksi kekuatan, ketahanan dan stabilitas pada beton. | Membuat prediksi kekuatan, ketahanan dan stabilitas dengan umur rencana dan kondisi kuat tekan pada beton. |

Sumber : Jurnal Teknik Sipil. .Nizar R (2014).