# ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN BERASPAL PANAS LASTON (LAPISAN ASPAL BETON) *AC-WC*

[1]Vini Sajow, [2] Dr. Djubir R E Kembuan, M.Pd, [3] Ir. Prylita Rombot, ST, MT
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Manado
[1]*Email; sajowvini2002@gmail.com* [2] *Email; kembuaneddy@gmail.com* [3]*Email; Prylitarombot@gmail.com*

## ABSTRAK

Laston sebagai lapis aus WC (*wearing course*) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan merupakan lapisan kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm. Gradasi yang diinginkan diperoleh dengan cara menggabungkan antara agregat kasar dan agregat halus serta *filler*. Hasil dari gabungan gradasi ini harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik campuran beraspal dengan menggunakan alat *marshall* dan mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) dari *quarry* Kema dengan jenis campuran aspal AC–WC menggunakan perencanaan campuran metode Bina Marga. Penelitian ini menggunakan metode dan jenis penelitian eksperimen dengan cara coba-coba karena akan dilakukan pengujian di laboratorium dengan melakukan penelitian campuran beraspal dengan benda uji briket dan dibuat lima variasi kadar aspal. Hasil pengujian presentase campuran normal, yaitu BP 10 – 20 = 19,698%, BP 5 - 10 = 30,954%, AB = 42,210%, dan pc = 0,938%. Penelitian briket aspal terbagi atas 5 variasi kadar aspal yaitu, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Kadar aspal optimum = 6.500%, density = 5% – 7%, stability = 5% – 7%, flow = 5,1% – 7%, marshall quotient = 5% – 7%, VIM = 6,35% – 7%, VMA = 5% – 7%, dan VFB = 6,1% – 7%.

**Kata Kunci:** Laston AC-WC, marshall test, Agregat, kadar aspal optimum.

## *ABSTRACT*

*Laston as a WC (wearing course) is a pavement layer that is in direct contact with vehicle tires, is waterproof, weather-resistant, and has the required roughness with a minimum nominal thickness of 4 cm. The desired gradation is obtained by combining coarse aggregates, fine aggregates, and filler. The result of this combined gradation must meet the specified standards. This study aims to determine the characteristics of asphalt mixtures using the Marshall apparatus and to obtain the optimum asphalt content (OAC) from the Kema quarry with AC–WC asphalt mixture type using the Bina Marga mixture design method. This research uses experimental research methods by trial and error because laboratory testing will be conducted by studying asphalt mixtures with briquette test specimens and creating five variations of asphalt content. The results of the normal mixture percentage test are BP 10 – 20 = 19.698%, BP 5 - 10 = 30.954%, AB = 42.210%, and pc = 0.938%. The asphalt briquette study is divided into 5 variations of asphalt content, namely 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%. Optimum asphalt content = 6.500%, density = 5% – 7%, stability = 5% – 7%, flow = 5.1% – 7%, Marshall quotient = 5% – 7%, VIM = 6.35% – 7%, VMA = 5% – 7%, and VFB = 6.1% – 7%.*

***Keywords:*** *AC-WC asphalt, Marshall test, Aggregate, optimum asphalt content.*

## 1. PENDAHULUAN

Laston sebagai lapis aus WC (Wearing Course) adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan dengan tebal nominal minimum 4 cm. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya berupa muatan kendaraan (Gaya Vertikal), gaya rem (Horizontal) dan pukulan Roda kendaraan (Getaran). Penggunaan *AC-WC* yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya.

1.1 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan masalah maka difokuskan untuk membahas

1. Material agregat yang digunakan diambil dari Quarry Kema, Minahasa Utara. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.
2. Spesifikasi yang digunakan adalah Bina Marga Tahun 2018

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil karakteristik dari pengujian campuran laston AC- WC dengan menggunakan alat Marshall?
2. Bagaimana hasil Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik campuran aspal dengan menggunakan alat *Marshall*.
2. Mendapatkan hasil kadar aspal optimum (KAO) dengan meggunakan *quarry* kema sebagai campuran

1.4 Manfaat Masalah

1. Memberikan gambaran tentang tahapan dan hasil Campuran beraspal panas Laston AC-WC.
2. Sebagai bahan referensi penelitian lain untuk dikembangkan guna bermanfaat bagi dunia kerja maupun pendidikan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Laston Lapisan Aus *(AC-WC)*

Laston sebagai lapisan aus (*AC – WC / Asphalt Concrete – Wearing Course*) merupakan bagian terluar dari perkerasan yang secara langsung menanggung beban lalu lintas serta terpapar kondisi lingkungan. Oleh karena itu, perencanaan campuran beton aspal AC – WC harus dilakukan dengan cermat sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Lapisan ini harus memiliki sifat kedap air, tahan terhadap perubahan cuaca, serta memiliki stabilitas tinggi agar dapat memberikan kinerja optimal dan daya tahan yang maksimal. (Helmi Rinaldi 2012). Kombinasi agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi *(filler)* menciptakan ikatan saling mengunci antar partikel, sementara aspal berfungsi sebagai perekat yang mengurangi rongga dalam campuran. Hal ini membuat Laston menjadi lapisan yang kaku dengan tingkat stabilitas tinggi, mampu menahan beban lalu lintas dan faktor lingkungan. Laston terdiri dari tiga jenis, yaitu Laston Lapis Aus (AC – WC) yang berfungsi sebagai lapisan permukaan, Laston Lapis Permukaan Antara (AC – BC) menjadi peralihan antara lapisan atas / bawah, dan Laston Lapis Pondasi (AC – Base) sebagai pondasi structural perkerasan jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

2.2 Aspal

Aspal adalah material konstruksi fleksibel yang berfungsi sebagai pengikat agregat dan terdiri dari senyawa hidrokarbon. Umumnya, aspal berasal dari hasil destilasi minyak bumi (aspal minyak) atau bahan alami (aspal alam).

Meskipun hanya berkontribusi sekitar 4 – 10 % dari total berat campuran, aspal memiliki peran krusial dalam perkerasan jalan dan relatif lebih mahal dibandingkan komponen lainnya. Secara umum, aspal terbagi menjadi tiga jenis utama:

1. Aspal Alami

Aspal ini terbentuk secara alami dan ditemukan di alam, seperti di gunung aspal atau danau. Salah satu contoh aspal alam yang terkenal di Indonesia adalah Asbuton (Aspal Pulau Buton), yang ditemukan di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton berbentuk batuan yang mengandung aspal dengan kadar bitumen bervariasi.

2. Aspal Buatan

Aspal buatan diperoleh dari residu hasil destilasi minyak bumi, seperti *Asphaltic Base Crude Oil, Paraffin Base Crude Oil*, dan *Mixed Base Crude Oil.* Minyak bumi dengan kandungan aspal tinggi, seperti *Asphalt Base Crude Oil,* umumnya digunakan untuk perkerasan jalan. Berdasarkan bentuk dan cara penggunaannya, aspal buatan terbagi menjadi beberapa jenis:

a) Aspal Keras (*Asphalt Concrete / AC*)
Aspal ini berbentuk padat atau semi-padat pada suhu ruang dan harus dipanaskan sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Berdasarkan tingkat penetrasinya, aspal keras dikategorikan sebagai berikut:
   - AC pen 40 / 50 (penetrasi 40 – 50)
   - AC pen 60 / 70 (penetrasi 60 – 70)
   - AC pen 85 / 100 (penetrasi 85 – 100)
   - AC pen 120 / 150 (penetrasi 120 – 150)
   - AC pen 200 / 300 (penetrasi 200 – 300) Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bersuhu tinggi dengan lalu lintas padat, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi lebih cocok untuk daerah bersuhu rendah dengan lalu lintas ringan. AC pen 60 / 70 merupakan standar yang digunakan di Indonesia.

b) Aspal Cair (Cutback Asphalt)
Aspal ini berbentuk cair pada suhu ruang karena dicampur dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Berdasarkan tingkat penguapannya, aspal cair terbagi menjadi:
   - RC (*Rapid Curing Cutback*): Mengandung bensin sebagai pencair dan memiliki laju penguapan tercepat.
   - MC (*Medium Curing Cutback*): Menggunakan minyak tanah / kerosene sebagai pencair.
   - SC (*Slow Curing Cutback*): Menggunakan solar/minyak diesel dan memiliki laju penguapan paling lambat

c) Aspal Emulsi (*Emulsified Asphalt*)
Aspal ini merupakan campuran aspal, air, dan bahan pengemulsi, sehingga memiliki viskositas lebih rendah dibandingkan aspal cair.

3. Aspal Modifikasi

Aspal ini dibuat dengan mencampurkan aspal keras dengan bahan tambahan tertentu, seperti polimer plastomer dan elastomer, untuk meningkatkan kualitasnya. Aspal modifikasi memiliki beberapa keunggulan, di antaranya:

a) Memberikan sifat khusus, seperti fleksibilitas lebih tinggi atau ketahanan terhadap air.
b) Mempermudah penghamparan dan pemadatan dengan mengurangi viskositas pada suhu aplikasi.
c) Meningkatkan stabilitas dan daya tahan campuran aspal terhadap beban lalu lintas.

2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang terbentuk dari disintegrasi alami batuan atau hasil proses pemecahan batu secara mekanis. Sebagai salah satu bahan utama dalam beton, agregat memiliki peran yang sangat penting, meskipun sering dianggap sebagai bahan pengisi. Sekitar 70% – 75% volume beton terdiri dari agregat, sehingga karakteristik agregat sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis beton. Oleh karena itu, pemilihan agregat menjadi bagian krusial dalam proses pembuatan beton.

Menurut Tri Maryoko (2015) Agregat diklasifikasikan menjadi agregat halus dan agregat kasar, yang dapat diperoleh dari sumber alami maupun buatan. Mengingat agregat menyusun sebagian besar volume beton, sifat mekanis beton sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat yang digunakan. Salah satu faktor penting dalam pemilihan agregat adalah gradasi, yaitu distribusi ukuran butiran dalam campuran. Untuk beton konstruksi umum, gradasi normal agregat kasar berkisar antara 4,75 mm hingga 75 mm. Agar beton mencapai kekuatan tekan optimal, komposisi agregat kasar ideal mendekati standar minimum, berukuran antara 0,5 cm hingga 2,5 cm.Agregat dibedakan menjadi beberapa fraksi, yaitu:

1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam campuran Laston adalah agregat yang tertahan pada saringan No. 8 atau memiliki ukuran butir lebih dari 2,36 mm. Dalam campuran ini, agregat kasar terdiri dari batu pecah dan kerikil, yang selanjutnya akan diuji sesuai dengan spesifikasi SNI 03 – 1968 – 1990. Agar memenuhi standar kualitas, agregat kasar harus bebas dari kotoran, memiliki kekuatan yang baik, dalam kondisi kering, serta memiliki tekstur permukaan yang kasar dan bersudut. Tekstur ini berfungsi untuk meningkatkan daya interlocking antar material, sehingga memperkuat ikatan dalam campuran. Spesifikasi lengkap agregat kasar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

| Sifat-sifat | | | Metode Pengujian | Persyaratan |
|---|---|---|---|---|
| Kekekalan bentukan agregat terhadap larutan | | Natrium sulfat | SNI 3407:2008 | Maks 12% |
| | | Magnesium sufat | | Maks 18% |
| Abrasi dengan mesin Los Angeles | Campuran AC modifikasi dan SMA | 100 | SNI 2417 : 2008 | Maks 6% |
| | | 500 | | Maks 30% |
| | Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya | 100 | | Maks 8% |
| | | 500 | | Maks 40% |
| Kekekalan bentuk agregat terhadap aspal | | | SNI 2439 :2011 | Maks 95% |
| Butiran Pecah pada Agregat Kasar | | SMA | SNI7619 : 2012 | 100/90 *) |
| | | Lainnya | | 95/90* *) |
| Pertikel Pipih dan Lonjong | | SMA | SNI 8287 :2016, Perbandingan 1:5 | Maks 5% |
| | | lainnya | | Maks 10% |
| Material lolos ayakan No.200 | | | SNI ASTM C117:2012 | Maks 1% |

*Sumber :Spesifikasi Bina Marga 2018*

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam campuran Laston memiliki ukuran butir lebih dari 0,075 mm dan kurang dari 2,36 mm. Dalam campuran ini, agregat halus terdiri dari pasir dan batu pecah, yang akan diuji sesuai dengan spesifikasi SNI 03 – 1968 – 1990. Agar memenuhi standar kualitas, agregat halus harus bersih, keras, tidak mengandung bahan organik, serta memiliki butiran yang kasar atau tajam. Agregat halus berperan penting dalam meningkatkan stabilitas campuran dan mengurangi deformasi permanen, serta

berfungsi sebagai pengisi rongga udara yang tidak dapat diisi oleh agregat kasar. Spesifikasi lengkap agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Agregat Halus

| Sifat - sifat | | Metode Pengujian | Persyaratan |
|---|---|---|---|
| Nilai setara pasir | | SNI 03-4428-1997 | Min 60% |
| *Methylene* *(1)Blue Value* | (MB):fraksi 0/2 mm | ASTM C837 -09 - 2019 | ≤ 2 |
| | ($MB_F$): fraksi 0/0,125mm | | ≤ 10 |
| Uji kadar rongga tampa pemadatan | | SNI 03 -6877 - 2002 | Min 45 % |
| Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam Agregat | | SNI 03 – 4141 – 1996 | Maks 1% |
| Agregat lolos ayakan No.200 | | SNI ASTM C117 : 2012 | Maks 10 % |

*Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018*

2.4 Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah campuran agregat yang terdiri dari berbagai ukuran butir, yang ditentukan melalui analisis saringan. Dalam proses ini, agregat yang telah bergradasi harus melewati satu set saringan untuk menentukan persentase berat agregat yang lolos atau tertahan dibandingkan dengan total beratnya. Gradasi agregat memiliki peran penting dalam campuran, karena memengaruhi jumlah rongga dalam campuran (yang nantinya akan diisi oleh aspal), *workability* (kemudahan pengerjaan), serta stabilitas campuran. Gradasi yang tepat dapat meningkatkan kepadatan, daya tahan, dan kualitas perkerasan aspal. Menurut Indira Ginting (2017) gradasi agregat merupakan susunan butiran agregat berdasarkan ukuran, yang memiliki peran penting dalam menentukan stabilitas perkerasan jalan. Gradasi ini berpengaruh terhadap volume rongga *(voids)* dalam campuran, kemudahan pengerjaan *(workability)*, serta stabilitas campuran aspal. Secara umum, gradasi agregat dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama:

a) Gradasi Senjang (Gap-Graded Aggregate)

Gradasi senjang adalah campuran agregat yang tidak memiliki distribusi ukuran butir yang merata, di mana satu atau lebih fraksi ukuran tertentu hilang atau sangat sedikit jumlahnya. Salah satu contoh umum dari gradasi ini adalah gradasi celah (gap-graded), yang sering digunakan dalam lapisan perkerasan lentur. Gradasi senjang menghasilkan lapisan perkerasan dengan kualitas yang berada di antara gradasi menerus dan seragam, dengan tingkat stabilitas dan fleksibilitas yangbergantung pada komposisi agregatnya.

b) Gradasi Seragam (Uniform-Graded Aggregate)

Gradasi seragam terjadi ketika butiran agregat dalam campuran memiliki ukuran yang hampir sama. Campuran aspal dengan gradasi ini cenderung memiliki kelenturan yang baik, tetapi stabilitasnya lebih rendah dibandingkan dengan gradasi menerus. Hal ini terjadi karena kurangnya variasi ukuran butiran menyebabkan kurangnya interlocking (saling mengunci) antar partikel, sehingga campura menjadi lebih rentan terhadap deformasi.

c) Gradasi Menerus (Well-Graded Aggregate)

Gradasi menerus adalah gradasi di mana butiran agregat tersebar merata dalam rentang ukuran

tertentu, sehingga menghasilkan campuran yang kompak dan stabil. Jenis gradasi ini sering disebut gradasi rapat, karena memiliki jumlah pori yang sedikit, mudah dipadatkan, serta memiliki stabilitas tinggi. Tingkat stabilitas yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh ukuran butir agregat terbesar dalam campuran. Agregat jenis ini dibedakan menjadi 2, yaitu:

- Agregat bergradasi kasar, dimana agregat bergradasi rapat yang didominasi oleh agregat ukuran butir kasar.
- Agregat bergradasi halus, dimana agregat bergradasi rapat yang didominasi oleh agregat ukuran butir halus.

2.5 Bahan pengisi (filler)

Bahan pengisi (filler) adalah material yang lolos saringan No. 200 atau memiliki ukuran butiran kurang dari 0,075 mm. Filler dapat berupa debu batu kapur, semen Portland, fly ash, atau abu batu, yang berfungsi mengisi ruang di antara agregat halus dan kasar, sehingga meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran. Filler yang digunakan harus kering dan bebas dari kotoran organik. Selain itu, filler berperan dalam memodifikasi berat jenis campuran dan mengurangi kadar aspal yang diperlukan. Namun, penggunaannya harus seimbang, karena kadar filler yang berlebihan dapat membuat campuran menjadi getas dan mudah retak, sedangkan kadar filler yang terlalu sedikit dapat menyebabkan campuran menjadi lunak dan kurang stabil.

Jenis – jenis filler (AASHTHO M303 – 89 (2014):

a) Debu Batu Kapur
b) Debu Kapur Padam
c) Debu Kapur Magnesium
d) Dolomit
e) Semen (Khusus Aspal Pen.60.70)
f) Fly Ash tipe C dan F

Komposisi Filler dalam Campuran

a) 1 – 2 % untuk jenis Filler Semen
b) 1 – 3 % untuk Jenis Filler Lainnya
c) Khusus Campuran SMA tidak boleh menggunakan Filler

Ketentuan Filler

a) Kering
b) Bebas dari Gumpalan
c) Lolos ayakan no. 200

2.6 Keausan Agregat dengan Mesin Los Angels (Abrasi)

Mesin *Los Angeles* adalah alat yang digunakan untuk menguji tingkat keausan atau abrasi dari agregat kasar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana agregat kasar mampu menahan gesekan dan benturan, yang dinilai dari besarnya kehancuran agregat setelah

proses pengujian. Nilai abrasi ditentukan dengan cara menyaring agregat yang telah diuji menggunakan ayakan No.12 (berukuran 1,70 mm). Sebelum pengujian abrasi dilakukan, terlebih dahulu wajib dilaksanakan analisis saringan (gradasi) untuk menentukan distribusi ukuran agregat. Hasil analisis ini akan mengelompokkan agregat ke dalam jenis A, B, C, atau D, yang selanjutnya menjadi dasar untuk menentukan jumlah bola baja yang harus digunakan dalam pengujian. Pengujian keausan material menggunakan mesin *Los Angeles* dilakukan dengan cara memutar silinder mesin sebanyak 500 atau 1000 kali putaran, dengan kecepatan rotasi antara 30 hingga 33 rpm. Berdasarkan manual pemeriksaan bahan jalan PB-0206-76, agregat yang diuji harus memenuhi percsyaratan dengan nilai abrasi maksimum 40% pada pengujian sebanyak 500 putaran. Nilai ini menunjukkan batas toleransi kerusakan agregat agar tetap layak digunakan dalam konstruksi jalan.

2.7 Perencanaan Campuran

Kadar aspal optimum untuk campuran Laston biasanya berkisar antara 4,5% hingga 6,5% dari total berat campuran. Untuk memastikan kandungan kadar aspal optimum, penentuannya dilakukan melalui uji Marshall dengan lima variasi kadar aspal, masing-masing tiga spesimen, sehingga dibutuhkan minimal 15 spesimen. Setiap spesimen menggunakan sekitar 1200 gram agregat, sehingga total kebutuhan agregat sekitar 18 sampai 23 kg dan aspal sekitar 3 sampai 5 kg, tergantung efisiensi dan kemungkinan kegagalan sampel. Berikut adalah rumus – rumus perhitungan perencanaan campuran.

1. Perhitungan *Bulk Specific* Agregat (GSB)

$$GSB = \frac{Wkering}{Wdalam\ air - Wterendam}$$

Wkering = Berat agregat kering
Wdalam air = Berat agregrat SSD
Wterendam = Berat agregat dalam air

2. Perhitungan *Efective Specific Gravity* Agregat (GSE)

$$GSE = \frac{Wagg}{Wasp}$$
$$(Wagg + Wasp) - Gb$$

Wagg = Berat agregat dalam campuran
Wasp = Berat aspal dalam campuran
Gb = *Specific gravity asphalt* (bitumen)

3. Perhitungan *Bulk Gravity* Campuran (GMB)

$$GMB = \frac{Wkering}{Wkering - Wdalam\ air}$$

4. Perhitungan *Bulk Gravity* Campuran (GMB)

$$GMM = \frac{Wcampuran\ kering}{Vcamppuran\ teoritis}$$

5. Volume Benda Uji (V)

$$V = \frac{Wkering}{Gmb \times Y\ air}$$

6. Perhitungan Berat Isi Benda Uji

$$Berat\ isi = \frac{Berat\ Kering}{Volume\ benda\ uji}$$

7. Perhitungan Total Rongga dalam Campuran (VIM)

$$VIM(\%) = (Gmm - Gmb) \times 100Gmm$$

8. Perhitungan Total Rongga dalam Agregat (VMA)

$$VMA(\%) = (1 - \frac{Gmb}{Gsb} \times Pagg) \times 100$$

9. Perhitungan Total Rongga terisi agregat (VFB)

$$VFB(\%) = (\frac{VMA - VIM}{VMA}) \times 100$$

2.8 Marshall Test

Pengujian Marshall dilakukan sesuai dengan prosedur Bina Marga dan bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran aspal, khususnya dalam hal stabilitas (daya tahan) dan kelelehan plastis *(flow).* Pengujian ini sangat penting untuk menilai kemampuan campuran dalam menahan beban lalu lintas dan deformasi akibat suhu serta tekanan Hubungan sebanding antara nilai

stabilitas dan flow. Artinya, semakin tinggi nilai stabilitas, maka umumnya nilai flow juga akan meningkat, dan sebaliknya. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran aspal mampu menahan beban kendaraan secara efektif. Begitu pula, nilai flow yang sesuai menandakan bahwa campuran cukup lentur untuk menghindari keretakan akibat deformasi.

Secara umum, tujuan utama dari pengujian Marshall adalah untuk mengukur ketahanan campuran aspal dan agregat terhadap beban dan deformasi plastis, guna memastikan kualitas campuran sesuai standar teknis yang dibutuhkan dalam konstruksi jalan. Tujuan proses persiapan benda uji, hingga sampai pemeriksaan dengan alat marshall agar memperoleh data - data sebagai berikut:

1. Stabilitas *(Stability)*

   Merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen, seperti gelombang, alur (rutting), atau bleeding. Nilai stabilitas mencerminkan kekuatan campuran aspal terhadap beban berulang dan dipengaruhi oleh kohesi atau penetrasi aspal, kadar aspal, gesekan internal antar agregat, serta kemampuan saling mengunci (interlocking) antar partikel. Selain itu, bentuk dan tekstur permukaan agregat, serta gradasi ukuran partikel, juga berperan penting dalam menentukan tingkat stabilitas campuran.

2. Kelehan *(Flow)*

   Merupakan deformasi vertikal yang terjadi pada lapis perkerasan sejak awal pembebanan hingga stabilitas mulai menurun, yang menunjukkan seberapa besar lapisan mengalami perubahan bentuk akibat beban. Nilai flow dinyatakan dalam milimeter atau 0,01 inci, dan dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, serta jumlah dan suhu saat pemadatan.

3. *Marshall Quotient*

   Merupakan perbandingan antara stabilitas dengan kelelehan plastis (flow) yang mencerminkan tingkat kekakuan campuran. Nilai MQ yang tinggi menunjukkan campuran yang kaku, yaitu stabilitas tinggi dengan flow rendah. Sebaliknya, nilai MQ yang rendah menandakan campuran cenderung plastis akibat stabilitas rendah dan flow yang tinggi.

4. *Void In Mix* (VIM)

   Disebut juga rongga dalam campuran adalah persentase rongga udara yang terdapat dalam campuran aspal. Nilai VIM ditentukan oleh komposisi dan distribusi partikel agregat, serta keseragaman bentuk agregat dalam campuran.

5. *Void Mineral Aggregat* (VMA) Disebut juga rongga antara partikel agregat dalam campuran aspal yang telah dipadatkan, termasuk volume aspal efektif. Nilai ini dinyatakan

dalam persen terhadap total volume campuran.

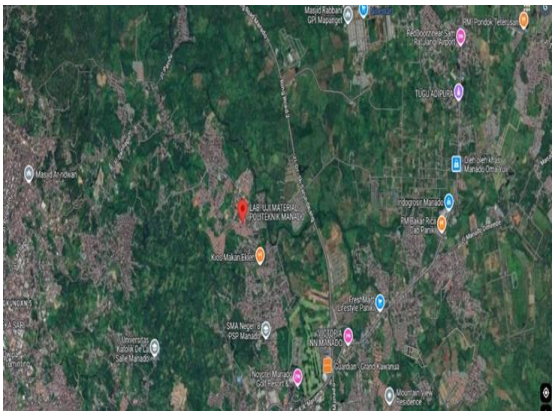
6. *Void Filled Bitument* (VFB)

   Disebut juga rongga terisi aspal adalah persentase volume rongga antar agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Nilai VFB dihitung setelah proses pemadatan dan dinyatakan sebagai persen dari VMA. VFB sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadatan (jumlah dan suhu), serta daya serap agregat.

## 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian dilakukan di Labolatorium uji material Politenik Negeri Manado, lokasi pengambilan sempel uji terletak Desa Waleo, Kec. Kema, Kab. Minahasa Utara, Sulawesi Utara dengan waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Oktober – Desember 2025



*Gambar 1. LOKASI PENGUJIAN LABORATORIUM UJI*

*Gambar 2. LOKASI QUARRY KEMA*

3.2 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data didapatkan dari pengujian terdahulu yang dilakukan pada Laboratorium Politeknik Negeri Manado yang mengikuti acuan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 revisi 2.

3.3 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini ada 2, yaitu:

1. Data Primer adalah data yang didapat dari hasil pengujian di laboratorium
2. Data sekunder merupakan data yang didapat berdasarkan spesifikasi yang berasal dari berbagai instansi dan artikel ilmiah yang berkaitan dengan penelitian ini

3.4 Metode dan Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian Kuantitatif yang menggunakan metode eksperimental laboratorium. Penelitian eksperimental laboratorium adalah jenis penelitan yang dilakukan dalam lingkungan laboratorium dengan kondisi yang dikendalikan secara ketat. Jenis penelitian yang dilakukan yaitu mengenai tentang :

1. Pengujian Agregat Kasar
   a. Analisa saringan agregat kasar (Gradasi). SNI 03-1968-1990.
   b. Abrasi dengan mesin Los Angeles.
   c. Berat isi. SNI 1973:2008
   d. Berat jenis dan penyerapan. SNI 03-1969-1990
2. Pengujian Agregat Halus.

a. Analisa saringan agregat halus (Gradasi)
b. Berat isi
c. Berat jenis dan penyerapan

3. Perencanaan Campuran Aspal Sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018
4. Pengujian Marshall Test
   Pengujian ini berdasarkan pada pedoman perencanaan campuran aspal menurut American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1998), SNI dan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.Untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) harus dengan cara melakukan pengujian Marshall Test, maka diperlukan kurang lebih 5 variasi kadar aspal yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%,7%.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian yang dilakukan di Laborstorium Uji Material Politeknik Negeri Manado. Hasil dari pengujian terdiri dari pengujian agregat, Marshall dan Variasi Kadar Aspal Optimum 5%, 5,5,%, 6%,6,5%, 7% untuk campuran Laston AC-WC yang mengacu pada pedoman campuran aspal menurut American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO, 1998), Standar National Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Data dan hasil pengujian tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar untuk di analisa.

a. Perencanaan Campuran
   Campuran ini disebut sebagai desain awal atau Job Mix Design, yang bertujuan untuk mendapatkan susunan bahan yang sesuai standar. Dalam prosesnya, dilakukan analisa saringan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran agregat, lalu disusun proporsi campuran agar masuk dalam zona gradasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi Bina Marga. Hasil dari perhitungan ini menjadi dasar untuk menentukan (Pb) dan membuat benda uji di bawah ini melihatkan hasil gradasi dari Quarry Kema Perencanaan campuran dilakukan untuk menentukan komposisi agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal yang sesuai dengan spesifikasi Laston AC-WC. Tahapan ini sangat penting agar campuran aspal yang dihasilkan memiliki stabilitas, fleksibilitas, serta daya tahan terhadap lalu lintas dan cuaca sesuai dengan standar teknis. Dalam penelitian ini, digunakan agregat Quarry Kema, yang kemudian diuji dengan metode Marshall. Langkah pertama dalam perencanaan campuran adalah menentukan proporsi masing-masing fraksi agregat yang digunakan. Material agregat dibagi menjadi beberapa fraksi, yaitu agregat kasar (10-20 mm dan 5-10 mm), agregat halus (0–5 mm), serta abu batu sebagai filler. Komposisi awal fraksi agregat diatur agar mendekati batas atas dan bawah gradasi sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Selanjutnya, dilakukan pencampuran material dengan kadar yang berbeda (5%–7%) untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO).

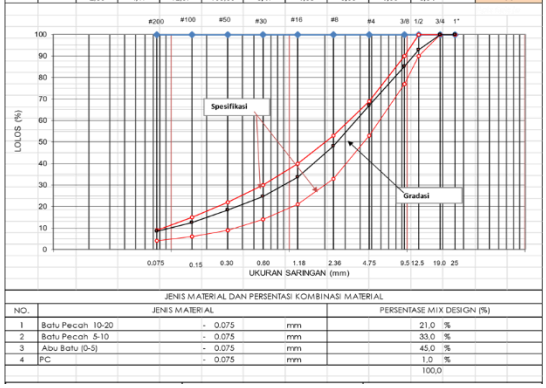
*Tabel 3. Hasil Pengujian Kombinasi Gradasi Agregat*

**KOMBINASI GRADASI AGGREGATE**

AASHTO T.27 - 74

Jenis Sample : BP — Tgl Uji : 23 October 2025
Quarry : ex Lansot Kema — Dikerjakan Vini Sajow

| SIEVE NO. | SIZE mm | 1 10-20 | 2 5-10 | 3 0-5 | 4 PC | MODIFIKASI / MIX DESIGN 10-20 | 5-10 | 0-5 | PC | HASIL KOMBINASI | SPESIFIKASI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1" | 25,4 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 21,00 | 33,00 | 45,00 | 1,00 | 100,00 | 100 |
| 3/4" | 19,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 21,00 | 33,00 | 45,00 | 1,00 | 100,00 | 100 |
| 1/2" | 12,50 | 66,39 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 13,94 | 33,00 | 45,00 | 1,00 | 92,94 | 90-100 |
| 3/8" | 9,50 | 29,24 | 99,87 | 100,00 | 100,00 | 6,14 | 32,96 | 45,00 | 1,00 | 85,10 | 77-90 |
| #4 | 4,75 | 4,92 | 62,50 | 98,58 | 100,00 | 1,03 | 20,62 | 44,36 | 1,00 | 67,02 | 53-69 |
| #8 | 2,36 | 3,49 | 30,64 | 80,70 | 100,00 | 0,73 | 10,11 | 36,31 | 1,00 | 48,16 | 33-53 |
| #16 | 1,18 | 2,97 | 18,84 | 57,09 | 100,00 | 0,62 | 6,22 | 25,69 | 1,00 | 33,53 | 21-40 |
| #30 | 0,600 | 2,77 | 13,88 | 41,32 | 100,00 | 0,58 | 4,58 | 18,59 | 1,00 | 24,76 | 14-30 |
| #50 | 0,300 | 2,62 | 10,80 | 29,49 | 100,00 | 0,55 | 3,56 | 13,27 | 1,00 | 18,39 | 9-22 |
| #100 | 0,150 | 2,46 | 8,67 | 18,15 | 100,00 | 0,52 | 2,86 | 8,17 | 1,00 | 12,55 | 6-15 |
| #200 | 0,075 | 2,36 | 4,19 | 12,39 | 100,00 | 0,49 | 1,38 | 5,66 | 1,00 | 8,54 | 4-9 |




JENIS MATERIAL DAN PERSENTASI KOMBINASI MATERIAL

| NO. | JENIS MATERIAL | | | | PERSENTASE MIX DESIGN (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Batu Pecah 10-20 | - | 0,075 | mm | 21,0 % |
| 2 | Batu Pecah 5-10 | - | 0,075 | mm | 33,0 % |
| 3 | Abu Batu (0-5) | - | 0,075 | mm | 45,0 % |
| 4 | PC | - | 0,075 | mm | 1,0 % |
| | | | | | 100,0 |

b. Menentukan Kadar Aspal Rencana (Pb)

Berdasarkan hasil kombinasi campuran agregat yang telah memenuhi syarat spesifikasi dan dapat dilihat dalam tabel 4. maka selanjutnya yaitu tahap menentukan kadar aspal rencana dapat ditentukam dengan rumus berikut:

Pb = 0.035 (%CA) + 0.045 (%FA)+ 0.18 (%FF) + K

Keterangan :

Pb = Kadar aspal rencana awal, adalah % terhadap berat campuran

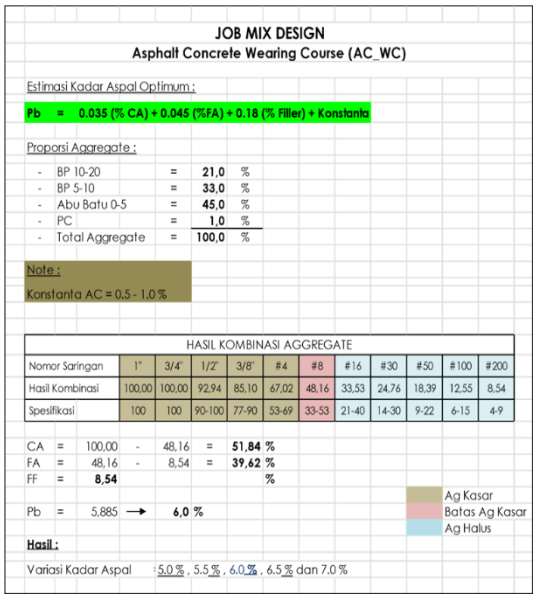
Ca = Agregat kasar adalah % terhadap agregat tertahan saringan No.8

Fa = Agregat halus, adalah % terhadap agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No. 200

FF = Bahan pengisi, % agregat minimal 75% lolos No. 200

K = Konstanta yang diambil adalah 1.0

Tabel 4. Hasil Estimasi Kadar Aspal Optimum Ex Lansot Kema



JOB MIX DESIGN
Asphalt Concrete Wearing Course (AC_WC)

Estimasi Kadar Aspal Optimum :

Pb = 0.035 (% CA) + 0.045 (%FA) + 0.18 (% Filler) + Konstanta

Proporsi Aggregate :

| | | | |
|---|---|---|---|
| - BP 10-20 | = | 21,0 | % |
| - BP 5-10 | = | 33,0 | % |
| - Abu Batu 0-5 | = | 45,0 | % |
| - PC | = | 1,0 | % |
| - Total Aggregate | = | 100,0 | % |

Note :
Konstanta AC = 0,5 - 1,0 %

HASIL KOMBINASI AGGREGATE

| Nomor Saringan | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | #4 | #8 | #16 | #30 | #50 | #100 | #200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hasil Kombinasi | 100,00 | 100,00 | 92,94 | 85,10 | 67,02 | 48,16 | 33,53 | 24,76 | 18,39 | 12,55 | 8,54 |
| Spesifikasi | 100 | 100 | 90-100 | 77-90 | 53-69 | 33-53 | 21-40 | 14-30 | 9-22 | 6-15 | 4-9 |

CA = 100,00 - 48,16 = 51,84 %
FA = 48,16 - 8,54 = 39,62 %
FF = 8,54 %

Pb = 5,885 → 6,0 %

Ag Kasar
Batas Ag Kasar
Ag Halus

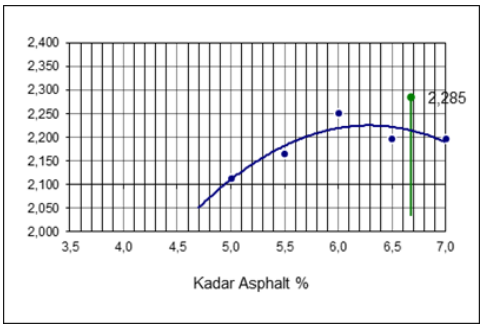
Hasil :
Variasi Kadar Aspal 5,0 % , 5,5 % , 6,0 % , 6,5 % dan 7,0 %

Berdasarkan tabel diatas hasil dari perhitungan yang dilakukan estimasi KAO didapat sebesar 6%, jika 6% dijadikan titik tengah untuk 5 kadar aspal, maka variasi kadar aspal menjadi 5%, 5,5%, 6%, 6,5% 7%.

c. Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall

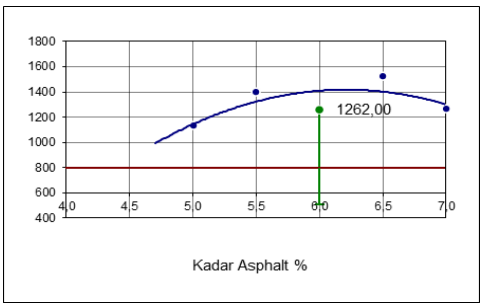
Pengujian Marshall Test dilakukan sesuai dengan prosedur Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran dan menentukan ketahanan atau stabilitas campuran dan menentukan ketahanan atau stabilitas campuran aspal terhadap kelelehan plastis *flow*. Hubungan antara ketahanan stabilitas dan kelelehan plastisitas *flow* adalah berbanding lurus, jika semakin besar stabilitas maka akan semakin besar flownya, dan begitu juga sebaliknya. Maka jika stabilitasnya semakin besar, aspal akan sangat mampu untuk menahan beban dari kendaraan, begitu juga sebaliknya. Dan juga jika flow akan semakin tinggi maka aspal akan semakin mampu menahan beban. Dalam pengujian ini kita dapat melihat nilai-nilai parameter *Marshall* seperti nilai VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Flow dan MQ yang memenuhi syarat pada spesifikasi yang telah ditentukan yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Dan setelah hasil pengamatan, pada pengujian *marshall* maka akan dibuat pada grafik hubungan antara presentase kadar aspal dengan presentase rongga yang terisi aspal (VFB), rongga di dalam campuran (VMA), kelelehan *(flow)*, stabilitas, dan perbandingan antara stabilitas dan kelelehan (MQ). Sebelum mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) yang dapat dilihat hasil grafik Marshall test dibawah ini, dengan spesifikasi yang sudah ditentukan.

1. Density
   Nilai *Density* yang memenuhi syarat Spesifikasi adalah seluruh variasi kadar aspal yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



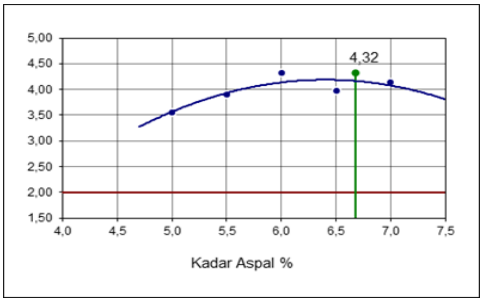

*Gambar 1. Grafik Density*

2. Stabilitas
   Nilai Stability yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 min 800, adalah variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%,6,5%, 7% dan dapat dilihat pada grafik dibawah ini:




*Gambar 2. Grafik Stabilitas*

3. Flow
   Nilai flow yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 min 2-4, dan untuk nilai flow semua memennuhi syarat spesifikasi yaitu kadar aspal 5%, 5,5%, 6%,6,5%, 7% yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

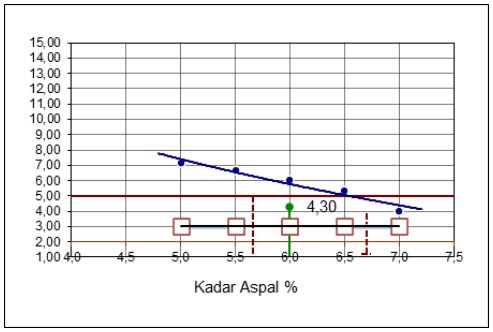



*Gambar 3. Grafik Flow*

4. Marshall Quotient
   Nilai *Marshall Quotient* yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 min, 250, dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

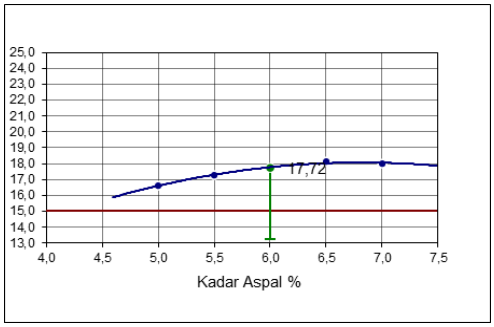
*Gambar 4. Grafik Nilai* Marshall Quotient

5. Vim
   Nilai Rongga udara di dalam campuran (VIM) yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 min, 3 – 5.0 dan untuk nilai VIM yang memenuhi sayarat spesifikasi yaitu terdapat pada variasi kadar aspal 5.10% - 6.0% dapat dilihat pada grafik dibawah ini.




*Gambar 5. Grafik Nilai* VIM

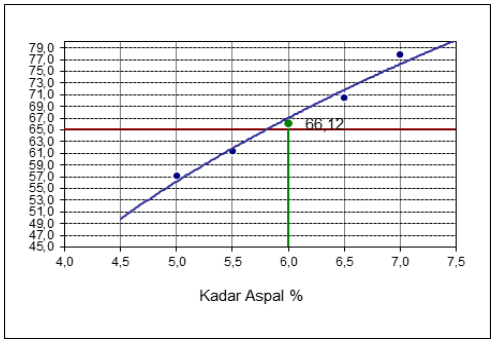
6. Vma
   Nilai Rongga udara agregat (VMA) yang disyaratkan pada spesifikassi Bina Marga Tahun 2018 min 15, dan utuk nilai VMA seluruh variasi kadar aspal memenuhi syarat Spesifikasi yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.




*Gambar 6. Grafik Nilai* VMA

7. Vfb

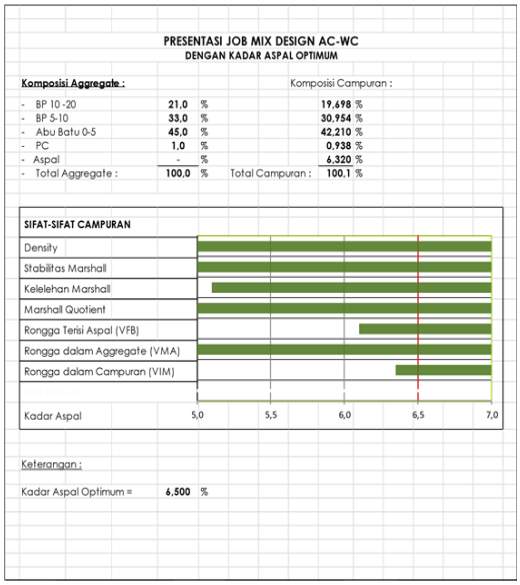
Nilai Rongga terisi aspal (VFB) yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 min 65 dan untuk nilai VFB yang memennuhi syarat Spesifikasi terdapat pada kadar aspal 5% sampai 7%, dapat dilihat pada grafik dibawah ini.




*Gambar 7. Grafik Nilai* VFB

Berdasarkan data-data grafik nilai *Density, Stabilitas, Flow,* *Marshall* Quotient, VIM, VMA, dan VFB untuk mencari kadar aspal optimum dari seluruh rangkaian diatas, dapat dilihat pada tabel komposisi agregat dan sifat-sifat campuran di bawah ini:

Tabel 6 Komposisi Agregat Dan Sifat-sifat Campuran




## 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan komposisi campuran AC-WC yaitu batu pecah 10 - 20 mm 21%, batu pecah 5-10 mm 33%, abu batu 0-5 mm 45%, PC 1% dan kadar aspal optimum (KAO) yang didapatkan yaitu 6,500%.
2. Berikut ini adalah karakteristik campuran AC-WC yang memehuhi spesifikasi pengujian menggunakan alat *Marshall*

a. Density yang di dapatkan dalam pengujian ini sesuai spesifikasi adalah 5,0% sampai 7,0%
b. *Stability* yang di dapatkan dalam pengujian ini sesuai spesifikasi adalah 5,0% sampai 7,0%
c. Flow yang di dapatkan dalam pengujian ini sesusai spesifikasi adalah 5,1 % sampai 7%
d. Marshall Quotient yang di dapatkan dalam pengujian ini sesusai spesifikasi adalah 5,0% sampai 7,0%
e. VIM yang di dapatkan dalam pengujian ini sesuai spesifikasi adalah 6,35% sampai 7%

Berdasarkan hasil parameter di atas maka material dari Quarry Kema layak digunakan untuk campuran Laston AC-

WC karena memiliki sifat fisik dan mekanis yang sesuai dengan standar Bina Marga Tahun 2018 Revisi 2.

5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar lebih meningkatkan ketelitian dalam setiap pengujian material, mulai dari pengujian abrasi, gradasi, berat jenis, berat isi sampai pada pengujian marshall sehingga akan mendapatkan hasil yang maksimal. Karena pengujianpengujian ini akan sangat mempengaruhi hasil akhir yang di dapat.

## DAFTAR PUSTAKA


Auryn Syahada 2024, Lutfia Aula 2024 Analisa *Asphalt Wearing Course* (AC–WC) Modifikasi Dengan Bahan Tambah *Fly Ash* (Subsitusi Abu Batu) Dan Tanah (Subsitusi Pasir), Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung.

C. Yutomo 2019, Analisis Perbandingan Filler Semen Dengan Filler Abu Ampas Tebu Pada Campuran Aspal Ac – Wc Terhadap Karakteristik Marshall

Dewi Sri Raya Putri 2024, Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc Dengan Menggunakan Cangkang Telur Ayam Negeri Sebagai Bahan Pengganti *Filler,* Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah.

Helmi Rinaldi 2012, Perkerasan Campuran Aspal AC – WC Dengan Material Lokal, Vol 1, No. 6

Indira Ginting 2017, Evaluasi Gradasi Agregat Pada Campuran AC – WC

Syafitri Irwansyah 2022, Pengaruh Temperatur Pada Campuran Aspal Menggunakan Teori Fractal, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pedoman Spesifikasi Teknis Campuran Beraspal Dengan Asbuton, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum, No. 10/SE/M/2013

SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Analisis Agregat Halus dan Kasar.

SNI 03-1969-1990, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat.

SNI 03-4142-1996, Metode Pengujian Tentang Analisis Ayakan Agregat.

SNI 06-2489-1991, Pengujian Campuran Berspal Dengan Alat Marshall.

SNI 1969:2016, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

SNI 1970:2016, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.

SNI 1973-2008, Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat.

SNI 2417:2008, Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles.

SNI 2441:2011, Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras.

SNI ASTM C117:2012, Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus Daringan 75 µM (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian (ASTM C117-2004, IDT).

SNI ASTM C136:2012, Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (ASTM C 136-06, IDT).

Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018, revisi 2 Seksi 6.3, Campuran Beraspal Panas

Sukirman, S., 1999, *Pengaruh Suhu Pemadatan Terhadap Workabilitas Perkerasan Beton Aspal Lapis Aus – Infrastruktur* Vol. 5 No. 2.


AC – WC Dengan Parameter Marshall-Test, Skripsi, Jurusan

Teknik Sipil, Program Studi S1 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong.

Tri Maryoko 2015, Analisis Uji Kuat Tekan Beton Terhadap Gradasi Pasir Pada Beberapa Segman Sungai Klawing, Skripsi, Fakultas Teknik, Program Studi S1 Konstruksi Jalan dan Jembatan, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Yoga Prasetyo 2024, Analisis Pengaruh Temperatur Agregat Pada Laston (Ac – Wc) Menggunakan Aspal Karet Alam Padat/Akap) Terhadap Sifat-Sifat Laston Modifikasi (Ac – Wcmod) Dan Laston Karet Alam (Ac – Wc), Skripsi,

Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah.