

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan yang melalui berbagai hasil penelitian terdahulu merupakan hal yang sangat diperlukan dan dapat dijadikan sebagai pembanding dan tolak ukur serta memudahkan penulis dalam menyusun penelitian ini. Tinjauan dalam pustaka harus mengemukakan hasil.

Penelitian lain yang relevan dalam pendekatan permasalahan penelitian: teori, konsep, analisa, kesimpulan, kelemahan dan keunggulan pendekatan yang dilakukan orang lain. Peneliti harus belajar dari peneliti lain, untuk menghindari duplikasi dan pengulangan peneliti atau kesalahan yang sama seperti yang dibuat oleh peneliti terdahulu.

Penelitian terdahulu ini dipakai sebagai acuan, referensi penulis, memperkaya teori yang digunakan, dan memudahkan penulis dalam membuat penelitian ini. Penulis telah menganalisis penelitian terdahulu yang berkaitan dengan bahasan dalam penelitian ini. Studi-studi tersebut antara lain sebagai berikut :

***PEMANFAATAN LIMBAH PERKERASAN ASPAL (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT) SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT 5-10 PADA CAMPURAN HRS-BASE (HOT ROLLED SHEET-BASE) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL.*** . (Setiawan et al., 2020) penggunaan aspal sebagai bahan perkerasan jalan raya juga mempunyai dampak negatif, salah satu dampak negatifnya adalah dengan adanya limbah aspal (Reclaimed Asphalt Pavement) limbah aspal dihasilkan dari hasil pemeliharaan, perbaikan dan rekonstruksi jalan. Benda uji yang disiapkan mulai dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75%, 100% dengan hasil uji Marshall menunjukkan bahwa kadar seluruh variasi campuran memenuhi spesifikasi bina marga 2018 divisi 6, KAO agregat normal mempunyai nilai 6,43 %. Dikarnakan mulai variasi 0 % sampai dengan 100 % memenuhi untuk nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, VFA, MQ, dan Berat Volume.

Hasil dari karakteristik Marshall 1027,89 kg, flow 3,73 mm, 4,22%, 17,30%, 75,60%, 275,77kg/mm dan berat Volume 2,282 gr/cm<sup>3</sup>.

***KAJIAN PARAMETER MARSHALL DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH KARET BAN-DALAM KENDARAAN SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN LAPIS AUS PERMUKAAN ASPAL BETON( AC-WC ).***

(Akhbar et al., 2019) Penelitian ini menggunakan limbah karet ban dalam sebagai bahan tambahan pada campuran lapisan beton aspal (AC-WC). Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara aspal beton yang menggunakan limbah karet ban dalam terhadap nilai parameter marshall. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang menguji parameter marshall pada 5 variasi kadar ekstra limbah karet ban dalam, yaitu 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%, dengan 5 sampel benda uji untuk masing-masing varian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kadar karet inner tube terbaik diperoleh pada level 1% dengan nilai stabilitas 804.556 kg, nilai leleh (flow) 3,0 mm, nilai Marshall Quotient (MQ) 271.333 kg / mm, Voin pada Mineral Aggregates (VMA) nilai 19,131%, Void Filled with Asphalt (VFA) nilai 73,826% dan Void in the Mix (VIM) 4,463%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa karet ban dalam dapat digunakan sebagai bahan aditif pada campuran lapisan beton aspal (AC-WC).

***KARAKTERISTIK UJI MARSHALL CAMPURAN ASBUTON LAWELE BITUMEN RENDAH MENGGUNAKAN MODIFILER ASPAL LAWELE.***

(Qamar & Agus, 2022) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai marshall test pada campuran Asbuton Tipe Lawele Bitumen Rendah Menggunakan Modifier Aspal Lawele dengan metode campur panas hampar panas. Dalam penelitian ini penentuan komposisi agregat dilakukan dengan cara trial and error. Digunakan modifier aspal lawele dengan perbandingan 70:30. Lawele Bitumen rendah adalah 25 % dan total bitumen dalam campuran sebesar 5.5%, 6.0%, 6.5%. Dibuat perkerasan dengan metode campur panas hampar panas masing-masing 5 sampel. Pengujian marshall test dilakukan setelah melewati proses pemanasan sampai suhu

150°C sebelum penghamparan. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa nilai marshall test pada variasi total bitumen 6.0% lebih baik dari pada variasi kadar 5.5% dan 6.5%. Dalam pengujian ini didapat nilai Marshall Quotient (MQ) terendah terdapat pada variasi 5.5% yaitu sebesar 458.19 kg/mm, nilai tertinggi terdapat pada variasi 6.5% yaitu sebesar 538.94 kg/mm. dan pada variasi 6% sebesar 520.61 kg/mm. Nilai Marshall Quotient (MQ) pada variasi 5.5%, 6% dan 6.5% memenuhi spesifikasi yaitu  $\geq 250$  kg/mm. nilai stabilitas terendah adalah variasi 5.5% yaitu sebesar 1131 kg. Nilai stabilitas tertinggi adalah 6.5% yaitu sebesar 1946 kg. sedangkan nilai stabilitas variasi 6% adalah 1549 Kg dari ketiga variasi di atas memenuhi spesifikasi yaitu  $\geq 800$  kg. Nilai flow terendah adalah variasi 5.5% yaitu sebesar 2.89 mm, sedangkan flow tertinggi adalah variasi 6.5% sebesar 3.94% mm. Pada penelitian ini semua campuran memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 yaitu antara 2 – 4 mm. nilai density terendah adalah variasi 5.5% yaitu sebesar 2.06 gr/cm<sup>3</sup>, variasi 6.0% sebesar 2.12 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan density tertinggi adalah variasi 6.5% yaitu sebesar 2.13 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai rongga dalam campuran (VIM) pada variasi 5.5% sebesar 10.38%, variasi 6.0% sebesar 7.43% dan pada variasi 6.5% sebesar 6.16 dari ketiga variasi tersebut tidak ada yang memenuhi spesifikasi yaitu 3-5%. Nilai rongga dalam agregat (VMA) pada 5.5% sebesar 19.11%, variasi 6.0% sebesar 17.43% dan Pada variasi 6.5% sebesar 17.28 Nilai (VMA) pada variasi 5.5%, 6% dan 6.5% memenuhi spesifikasi yaitu  $\geq 15\%$ . Nilai VFB terendah pada variasi 5.5% yaitu sebesar 46.00%, variasi 6.0% 57.89% dan pada variasi 6.5% sebesar 64.75%. Nilai (VFA) pada variasi 5.5%, 6% dan 6.5% tidak ada yang memenuhi spesifikasi yaitu  $\geq 65\%$ .

## **2.2 Perbandingan Studi Terdahulu**

Perbedaan antara studi sebelumnya yang telah dibahas diatas dengan studi yang akan dilakukan penyusun harus jelas dan transparan agar terhindar dariplagiasi. Perbandingan antara perbedaan dan kesamaan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Terdahulu

No.	Nama Peneliti dan Judul Penelitian	Kesamaan	Perbedaan
1.	(Setiawan Teguh , 2023 ) Pemanfaatan Limbah Perkerasan Aspal (Reclaimed Asphalt Pavement) Sebagai Bahan Peganti Agregat 5 - 10 Pada Campuran HRS-BASE(Hot Rolled Sheet-Base) Terhadap Karakteristik Marshall.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan metode kuantitatif</li> <li>• Melakukan penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi ITN Malang</li> <li>• Limbah yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan yang digunakan pada penelitian</li> <li>• Lapisan yang Digunakan</li> </ul>
2.	(Herry Takbir Akbar, Winoto Hadi, Daryati ,2019 ) Kajian Parameter Marshall Dengan Menggunakan Limbah Karet Ban-Dalam Kendaraan Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Lapis Aus Permukaan Aspal Beton ( AC – WC).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan metode kuantitatif</li> <li>• Lapisan yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokasi penelitian</li> <li>• Limbah yang digunakan</li> </ul>
3.	( L.M Siamsul Qamar, Irzal Agus 2022 ) Karakteristik Uji Marshall Campuran Asbuton Lawele Bitumen Rendah Menggunakan Modifier Aspal Lawele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan metode kuantitatif</li> <li>• Campuran yang digunakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lapisan yang digunakan</li> <li>• Limbah yang digunakan</li> <li>• Lokasi penelitian</li> </ul>

Berdasarkan studi terdahulu yang terlampir diatas, terdapat persamaan pada penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan diteliti saat ini yakni sama- sama memanfaatkan limbah sebagai bahan campuran AC – WC. Metode yang digunakanpun hampir sama dengan penelitian terdahulu lainnya. Namun yang membedakan dalam penelitian ini dengan penelitian – penelitian lainnya yaitu menggunakan aspal normal untuk membandingkan dengan limbah aspal pada campuran AC – WC. Maka studi ini akan membahas studi perbandingan antara agregat aspal dan agregat normal pada campuran AC – WC berdasarkan karakteristik marshall menggunakan Asbuton murni (PG 70). Dalam penelitian ini pedoman yang digunakan berdasarkan Bina Marga tahun 2018 tentang spesifikasi umum untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan.

## **2.3 Bahan Perkerasan Jalan**

Bahan penyusun perkerasan lentur terdiri dari aspal, agregat dan filler, bahan-bahan tersebut harus memenuhi persyaratan/spesifikasi yang telah di tetapkan Bina Marga 2018.

### **2.3.1 Aspal**

Secara umum aspal adalah material perekat berwarna hitam atau coklattu (Sukirman, 2016, Hal. 1). Berikut jenis-jenis aspal:

1. Aspal alam adalah aspal yang berasal langsung dari alam tanpa melewati serangkaian proses pengolahan yang rumit. Aspal alam yang berbentuk batuan bisa diperoleh di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Aspal alam yang bersifat plastis bisa ditemukan di Danau Pitch, Republik Trinidad. Sedangkan aspal yang memiliki wujud berada di sekitar perairan segitiga Bermuda. Berbeda dengan segitiga Bermuda yang mengandung aspal murni, kandungan aspal yang terdapat di Pulau Buton dan Danau Pitch tidak murni dan tercampur dengan mineral yang lain.
2. Aspal buatan adalah aspal yang terbuat dari minyak bumi yang diproses dengan Metode tertentu Yang relatif rumit. proses pembuatan aspal biasa dilaksanakan di l industri khusus pembuatan aspal. Biasanya ada jenis aspal

buatan yang sering digunakan di Indonesia antara lain:

- ASPAL KERAS adalah aspal yang mempunyai tingkat Kekerasan yang tinggi. Penetrasi dari aspal Keras berkisar antara 60-80. Aspal keras ini biasanya digunakan untuk Campuran hotmix perkerasan jalan aspal.
- ASPAL CAIR adalah aspal yang berbentuk cair. Aspal cair ini juga berfungsi sebagai bahan perkerasan jalan meliputi lapis resap pengikat (primecoat) dengan aspal tipe MC-30, MC-70 atau MC-250. Selain itu juga digunakan untuk lapis pengikat (tack coat) dengan tipe RC-70 atau RC-250.
- ASPAL EMULSI adalah aspal yang berbentuk keras yang di dispersikan ke dalam air atau aspal cair yang dikeraskan memakai bahan pengemulsi. Hasil dari proses tersebut adalah mengandung muatan listrik positif (kationik), listrik negatif (anionik), serta tidak bermuatan listrik (nonionik). Kelebihan aspal emulsi dari aspal yang lain adalah mudah digunakan, memiliki daya ikat yang baik dan tahan terhadap cuaca.

### **2.3.2 Agregat**

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan (SNI 03-1737- 1989). Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan 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. Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan adalah:

1. Gradasi
2. Kebersihan
3. Kekerasan
4. Ketahanan Agregat
5. Bentuk butir
6. Tekstur Permukaan
7. Porositas
8. Kemampuan untuk meyerap air
9. Berat jenis, dan
10. Daya kelekatan terhadap aspal
11. Kekekalan

### **2.3.3 Filler**

Filler pada campuran perkerasan jalan adalah bahan berbutir halus yang berfungsi sebagai butiran pengisi rongga diantara partikel agregat kasar, sedang dan halus dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas. Filler ini didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,075 mm) dapat berupa debu batu kapur, debu dolomit, atau semen.

## **2.4 Jenis-Jenis Agregat**

Agregat dapat berupa material atau batuan, berdasarkan proses pengolahannya di bagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Agregat Alam terbentuk melalui proses alam dan degradasi serta dapat di pergunakan sebagaimana bentuknya di alam dengan sedikit proses pengolahan, agregat ini secara geologis dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorphic.
2. Agregat kasar, sedang dan halus melalui proses pengolahan, di gunung-gunung atau di bukit-bukit dan sungai sering ditemui agregat yang masih terbentuk dan berukuran besar sehingga di perlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai agregat pada konstruksi jalan, contoh pengolahannya dipecah atau dihancurkan.

3. Agregat buatan, agregat yang merupakan mineral pengisi/filler (partikel dengan ukuran <0,075 mm) di peroleh dari hasil pabrik semen atau pabrik pemecah batu.

## 2.5 Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan merupakan campuran dari berbagai diameter agregat yang membentuk susunan campuran tertentu gradasi agregat ini di peroleh dari hasil Analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakan paling atas dan yang paling halus terletak paling bawah (Sukirman, 2016, Hal.28). Gradasi agregat merupakan salah satu faktor penentu kinerja perkerasan tersebut.

Setiap jenis perkerasan jalan memiliki gradasi agregat tertentu sesuai dengan spesifikasi material perkerasan jalan atau yang di tetapkan oleh badan yang berwenang. Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam proporsi tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu.

Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal AC-WC

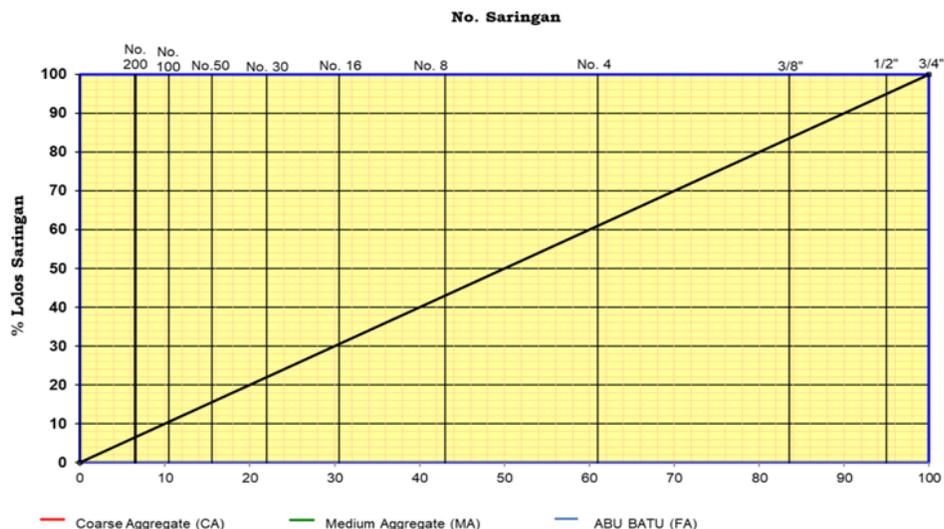
Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lastoston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5								100
1"	25			100				100	90 - 100
¾"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
½"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
¾"	9,5	70 - 95	50 - 80	25 - 60	75 - 85	65 - 90	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4	4,75	30 - 50	20 - 35	20 - 28			53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8	2,36	20 - 30	16 - 24	16 - 24	50 - 72	35 - 55	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16	1,18	14 - 21					21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: (Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi Jalan dan Jembatan, Hal.6-39)

## 2.6 Diagram Diagonal Komposisi Agregat Campuran Aspal AC-WC

Secara grafis merancang proporsi campuran untuk 3 fraksi agregat dilakukan dengan menggunakan metode *rothluchs*, langkah-langkah merancang proporsi campuran untuk 3 fraksi agregat adalah sebagai berikut:

1. Buatlah 4 persegi Panjang dengan berukuran 10x20 cm, atau ukuran lain dengan perbandingan 1:2.
2. Sumbu datar digunakan menunjukkan ukuran ayakan, sumbu tegak digunakan untuk menunjukkan persen lolos ayakan.
3. Garis diagonal dari 4 persegi Panjang menjadi garis gradasi rencana dari spesifikasi agregat campuran yang diinginkan.
4. Berdasarkan persen lolos setiap ukuran ayakan dari gradasi rencana ditentukan garis-garis yang menunjukkan lokasi setiap ukuran ayakan. Jadi skala untuk sumbu horizontal ditentukan berdasarkan persen lolos gradasi rencana.
5. Gambarkanlah garis gradasi dari masing-masing fraksi agregat yang akan dicampur. Mengetahui agregat yang diminta bisa dilihat pada gambar 2.1



**Gambar 2. 1** Diagram Diagonal Agregat Aspal AC-WC

Sumber: (Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi Jalan dan Jembatan,

Hal 6-39)

## 2.7 Campuran Beraspal

Aspal sebagai pengikat (*binder*) adalah material alami yang berwarna hitamkecoklatan, jika aspal di panaskan pada suhu tertentu maka aspal dapat mencair dan dapat dicampurkan dengan agregat, sifat-sifat dasar aspal yang di perlukan dalam campuran beraspal setelah di gelar di lokasi penghamparan adalah:

### 1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan terhadap beban lalu lintas yang diterima tanpa adanya perubahan bentuk, misalnya seperti gelombang pada aspal.

### 2. Durabilitas

Durabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk mempertahankan sifat dan fungsinya selama masa pelayanan, kerusakan lapis perkerasan biasanya terjadi akibat beban lalu lintas, gesekan roda kendaraan dan cuaca.

### 3. Fleksibilitas

Fleksibilitas (kelenturan) merupakan kemampuan perkerasan lapis untuk mengikuti deformasi terhadap beban lalu lintas yang terus menerus tanpa adanya retak dan perubahan volume.

### 4. Kedap Air

Musuh utama perkerasan lapis pada aspal adalah air, untuk memperoleh lapisan yang kedap air dalam campuran di perlukan kadar aspal yang cukup tinggi, sehingga dapat menahan tegangan akibat tekanan air dan beban kendaraan yang melewatinya.

### 5. Kekesatan

Kekesatan adalah kondisi tahan gesek pada permukaan jalan terhadap roda kendaraan sehingga pengemudi tidak mudah selip atau tergelincir baik kondisi jalan basah ataupun kering.

## 2.8 Lapisan Aspal Beton

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material – material pembentuk beton aspal dicampur di instansi pencampuran pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan menggunakan alat. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan hotmix. (Sukirman,2003:75). Laston adalah lapis campuran terdiri atas lapis aus (AC-WC), lapis antara (AC-BC), lapis pondasi (AC-Base) dan ukuran masing-masing campuran adalah AC-WC 19 mm, AC-BC 25,4 mm dan AC-Base 36,5 mm (Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Divisi 6;30).

Berikut toleransi tebal untuk lapisan campuran laston:

1. Lapis aus atau AC-WC tidak kurang dari 3,0 mm
2. Lapis antara atau AC-BC tidak kurang dari 4,0 mm
3. Lapis pondasi atau AC-Base tidak kurang dari 5,0 mm

Berdasarkan Spesifikasi Umum Divisi 6 Bina Marga tahun 2018; 31, tebal minimum campuran beraspal sebagai berikut :

1. Lapis aus atau AC – WC adalah 4,0 mm
2. Lapis antara atau AC – BC adalah 6,0 mm
3. Lapis pondasi atau AC – Base adalah 7 mm.

Tabel 2. 3 Nominal Campuran Beraspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
<i>Stone Matrix Asphalt</i> Tipis		SMA Tipis	3,0
<i>Stone Matrix Asphalt</i> - Halus		SMA-Halus	4,0
<i>Stone Matrix Asphalt</i> - Kasar		SMA-Kasar	5,0
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Fondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Fondasi	AC-Base	7,5

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Jalan; 6-31)

Sedangkan sifat – sifat dari laston sendiri ialah:

1. Kedap air
2. Tahan terhadap keausan akibat lalu lintas
3. Mempunyai nilai struktural
4. Mempunyai stabilitas yang tinggi
5. Peka terhadap penyimpangan perencanaan pelaksanaan

Tabel 2. 4 Ketentuan sifat – sifat campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(3)</sup>
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) <sup>(4)</sup>	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800 <sup>(3)</sup>
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks	4		6 <sup>(3)</sup>
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(5)</sup>	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(6)</sup>	Min.	2		

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Jalan; 6-45)

## 2.9 Limbah Aspal (Reclaymed Asphalt Pavement)

Limbah aspal (Reclaimed Asphalt Pavement) adalah limbah aspal yang didapat dari pengerukan perkerasan jalan, Limbah Aspal (Reclaimed Asphalt Pavement) sendiri jarang di dimanfaatkan dan menumpuk di suatu tempat yang mengganggu lingkungan sekitarnya.



Gambar 2. 2 Limbah Aspal (Reclaimed Asphalt Pavement)

Sumber :Dokumentasi

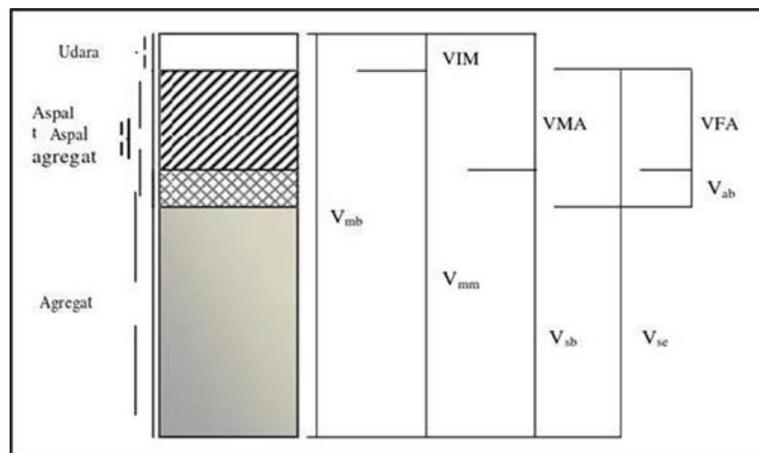
## 2.10 Pemeriksaan

### 2.10.1 Pemeriksaan Bahan Campuran

Campuran material perkerasan jalan sangat menentukan kualitas pada lapisan perkerasan aspal, material perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan tertentu yang di terapkan oleh peraturan-peraturan seperti yang di tetapkan oleh Bina Marga 2018 revisi 2 seperti berat jenis, kadar penyerapan, kepipihan, dan lain-lain

Banyak agregat yang dibutuhkan dalam percampuran perkerasan pada umumnya berkisar antara 90%-95% dari berat total campuran atau 75%-85% dari volume campuran. Maka juga harus dilakukan pengujian terhadap campuran aspal dan areggat untuk memperoleh perbandingan dan karakteristik yang di kehendaki bagi campuran tersebut.

Skema campuran aspal beton yang telah dipadatkan digambarkan sebagaimana gambar 2.3 dibawah.



**Gambar 2. 3 Skema Campuran Aspal Beton Yang Telah di Padatkan**

*Sumber: Silvia Sukirman 2016, Hal 82. Beton Aspal Campuran Panas*

VMA = Volume rongga dalam agregat mineral

Vmb = Volume contoh padat

Vmm = Volume tidak ada rongga udara dalam campuran

Va = Volume rongga udara

Vab = Volume aspal yang terabsorpsi kedalam agregat dari beton aspal

VIM = Volume pori beton aspal yang terisi oleh beton aspal

Vsb = Volume agregat, adalah volume bulk dari agregat (volume bagian massif + pori yang ada didalam masing).

Vse = Volume agregat, adalah volume efektif dari volume yang tidak terisi aspal didalam masing

VFA = Volume pori beton yang terisi oleh aspal

$$\%Rongga = \left(\frac{va}{vmb} \times 100\%\right)$$

$$\%Vma = \left(\frac{vb+va}{vmb} \times 100\%\right)$$

$$\text{Density} = \left(\frac{wb+wr}{vmb}\right) \times Vw$$

$$\text{VIM} = \left(100 \times \frac{Gmm+Gmb}{Gmm}\right)$$

$$\text{VFA} = \left(100 \times \frac{VMA-VIM}{VMA}\right)$$

Rongga pada agregat mineral (VMA) dinyatakan sebagai persendari total volume rongga dalam benda uji. Merupakan volume rongga dalam campuran yang tidak terisi agregat dan aspal yang terserap air. Rongga pada campuran, Va atau sering disebut VIM, juga dinyatakan sebagai persen dari total volume benda uji, merupakan volume pada campuran yang tidak terisi agregat.

## 2.11 Analisis Data

### 2.11.1 Uji Validitas

Setelah data penelitian diperoleh maka data-data tersebut selanjutnya akan diuji validitasnya dengan menggunakan metode interval kepercayaan. Dengan menggunakan metode interval kepercayaan diharapkan data-data tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini confidence interval 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah 5%, sedangkan sisanya 95% adalah data-data yang dapat dipercaya, data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut tidak dapat digunakan, sehingga data-data yang tidak

memenuhi syarat yang diuji secara statistik.

Tingkat probabilitas yang diinginkan pada penelitian ini adalah 95% Interval keyakinan (confidence interval), dan 95 = tingkat keyakinan(confidence level).

Sehingga probabilitas :  $P(-c \leq \mu \leq +c) = 0,95$

$$S = \sqrt{\sum^n (Xi - \bar{x})^2}$$

$$P = 1/2(1+0,005) = 0,975$$

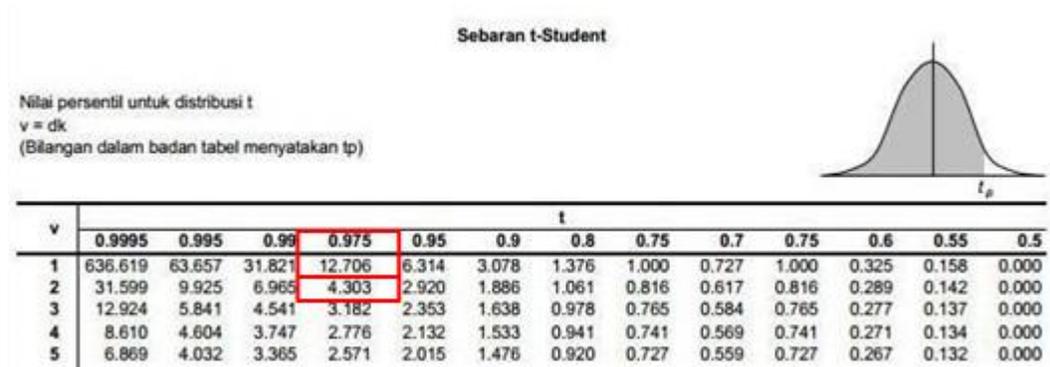
Derajat bebas pada penelitian ini adalah 2, karna jumlah benda uji padamasing-masing variasi adalah 3.  $DK = 3-1$

X = Nilai Rata - rata SP

S = Standar Daviasi atau Penyimpangan

Maka, nilai interval kepercayaan atau confidenceinterval (CI) untuk menentukan validitas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$CI = (0,975s/\sqrt{n} < u < x + (t_{0,975} \frac{s}{\sqrt{n}})$$



**Gambar 2. 4 t-Student**

### 2.11.2 Uji Regresi

Uji regresi nonlinier yaitu bentuk analisa regresi dimana pengamatan dimodelkan oleh fungsi yang merupakan kombinasi nonlinier dari parameter model dan tergantung pada suatu atau lebih variable independent. Data dilengkapi dengan metode perkiraan yang berurutan.

Pada penelitian ini digunakan metode fungsi kuadrat sebagai regresi dengan bentuk persamaan :

$$Y = a + bX + cX^2$$

Dengan persamaan perhitungan sebagai berikut:

$$\sum Y = na + b\sum X + c\sum X^2$$

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2 + c\sum X^3$$

$$\sum X^2Y = a\sum X^2 + b\sum X^3 + c\sum X^4$$

### 2.11.3 Uji Korelasi

Uji korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y) atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen atau variabel bebas dalam hal ini adalah variasi persentase aspal dan variasi persentase agregat dengan variabel dependen atau variabel terikat yakni hasil marshall test dan kadar aspal optimum, Menurut Umar (2002:314) nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai +1, yang kriteria pemanfaatannya dijelaskan sebagai berikut:1.

- Jika, nilai  $r > 0$ , artinya telah terjadi hubungan yang linear positif, yaitu makin besar nilai variabel X makin besar pula nilai variabel Y atau makin kecil nilai variabel X makin kecil pula nilai variabel Y.2.
- Jika, nilai  $r < 0$ , artinya telah terjadi hubungan yang linier negatif, yaitu makin besar nilai variabel X makin kecil nilai variabel Y atau makin kecil nilai variabel X maka makin besar pula nilai variabel Y .3.
- Jika, nilai  $r = 0$ , artinya tidak ada hubungan sama sekali antara variabel X dan variabel Y.4.
- Jika, nilai  $r = 1$  atau  $r = -1$ , maka dapat dikatakan telah terjadi hubungan linier sempurna, berupa garis lurus, sedangkan untuk  $r$  yang makin mengarah ke angka 0 (nol) maka garis makin tidak lurus.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$n$  = Banyaknya pasangan data X dan Y  
 $\sum x$  = Total jumlah dari variabel X  
 $\sum y$  = Total jumlah dari variabel Y  
 $\sum x^2$  = Kuadrat dari total variabel X  
 $\sum y^2$  = Kuadrat dari total variabel Y  
 $\sum xy$  = Hasil perkalian dari total variabel X dan Y

#### 2.11.4 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi pada penelitian dicari karna sebagai ukuran untuk mengetahui kesesuaian atau ketepatan antara nilai dugaan atau garis regresi dengan data sampel. Apabila nilai koefisien korelasi sudah diketahui, maka untuk mendapatkan koefisien determinasi dapat di peroleh dengan mengkuadratkannya. Koefisien determasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kd = r^2 \times 100\%$$

Keterangan :

$Kd$  = Koefisien Determinasi

$r^2$  = Koefisien Korelasi

#### 2.11.5 Uji Hipotesis

Uji hipotesis (F) atau uji Anova yaitu bertujuan untuk membandingkan nilai yang didapat dari hasil uji-F diantaranya yang didapat adalah Fhitung dan Ftabel. Dari uji-F tersebut yang akan menentukan  $H_0$  dan  $H_a$  akan diterima atau ditolak. uji F adalah uji yang mengukur besarnya perbedaan variance antara kedua atau beberapa kelompok. Sedangkan Uji T adalah uji yang mengukur perbedaan dua atau beberapa Mean antar kelompok. Adapun kriteria penetapan penerimaan dan penolakan hipotesis adalah sebagai berikut:

1. H0 diterima jika nilai – Ftabel < Fhitung

2. H0 ditolak jika nilai – Fhitung < Ftabel

Nilai F dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} F_{\text{tabel}} &= \\ &= \text{DK antar perlakuan} \\ &= \text{Jumlah perlakuan} \\ &= \text{DK Dalam perlakuan} \\ &= \text{Jumlah Observasi/sampel pembentuk regresi – perlakuan} \end{aligned}$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{KT (\text{Antar Perlakuan})}{KT (\text{Kekeliruan})}$$

Dasar pengambilan keputusan adalah:

Fhitung > Ftabel: H0 ditolak artinya ada perbedaan dari beberapa variasi.

Fhitung > Ftabel: H0 diterima artinya tidak adanya perbedaan variasinya

**Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05**

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15

**Gambar 2. 5 Untuk Menentukan Ftabel**