

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang menggunakan Zeolit dan Kinang Jingkion sebagai bahan dalam campuran aspal panas adalah sebagai berikut:

1. Hermon Frederik Tambunan dan Febi Pitriani, 2019, Analisis Karakteristik Marshall Pada Laston AC-BC Dengan Penggunaan Bahan Zeolit Sebagai *Filler*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besarkah pengaruh penggunaan bahan zeolit terhadap karakteristik parameter Marshall pada lapis *Asphaltic Concrete Binder Course* (AC-BC). Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah karakteristik *Marshall* suhu 160°C menggunakan *filler* semen sebesar 6% pada KAO 5,25% nilai stabilitas sebesar 1370 kg dan nilai *flow* sebesar 4,34 mm, hasil karakteristik *Marshall* suhu 160°C menggunakan *filler* zeolit sebesar 6% pada KAO 6,25% nilai stabilitas sebesar 1585 kg dan nilai *flow* sebesar 3,9 mm sedangkan pada suhu 135°C menggunakan *filler* zeolit sebesar 6% pada KAO 6,35% nilai stabilitas sebesar 1180 kg dan nilai *flow* sebesar 3,6 mm.
2. Sartan Nento, dkk, 2021, Analisis Karakteristik Marshall Campuran AC-WC Menggunakan *Filler* Abu Batu Zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar aspal optimum pada campuran aspal AC-WC dengan menggunakan *filler* abu batu zeolit. Penelitian ini menggunakan *filler* abu batu zeolit dengan variasi 0%, 20%, 60%, 80% dan 100% dengan kadar aspal 5,5%. Hasil yang didapatkan bahwa semua variasi 0%, 20%, 60%, 80% dan 100% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Kadar penambahan variasi *filler* abu batu zeolit paling optimum pada campuran kadar 100% *filler* dari berat total campuran.
3. Alfian Saleh dan Latif Budi Suparma, 2015, Perancangan Laboratorium Pada Campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) Dengan Menggunakan Aspal PEN 60/70 Dan Zeolit Alam Sebagai *Filler*. Penelitian ini bertujuan

untuk memanfaatkan zeolit sebagai *filler* pada campuran perkerasan jalan raya khususnya campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC), mengingat ketersediaan zeolit di Indonesia sangat melimpah dan biaya untuk mendapatkannya lebih murah daripada debu batu. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa campuran AC-BC yang menggunakan zeolit alam pada variasi 2 (75% debu batu + 25% zeolit alam) dan variasi 3 (50% debu batu + 50% zeolit alam) merupakan komposisi yang optimum dalam menggunakan zeolit alam sebagai *filler*.

4. Latif Budi Suparma, dkk, 2014, *Zeolit Alam Sebagai Filler Pada Campuran Laston (AC) Dengan Aspal Pen 60/70 Dan Asbuton (Bna) Blend 75:25*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, mencari campuran yang terbaik dengan menggunakan zeolit. Pengujian dilakukan dengan metode Marshall. Pada penelitian ini menggunakan variasi zeolit alam dalam campuran, sebesar 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Hasil yang didapat pada penelitian ini adalah bahwa zeolit alam dapat digunakan sebagai pengganti debu batu pada *filler* dalam campuran perkerasan laston (AC), dengan persentase zeolit alam optimal antara 25 % pada aspal PEN 60/70 dan 50 % pada Asbuton Blend 75:25. Campuran laston (AC) dengan menggunakan zeolit alam memiliki nilai menahan beban (stabilitas), durabilitas, dan fleksibilitas lebih baik dari campuran dengan abu batu.
5. Yan Ukago, 2022, *Smart Road Kinang Jingkion (King Kion) Menembus Isolasi di Kabupaten Yalimo*. Penelitian ini bertujuan untuk Memanfaatkan material lokal Kinang Jingkion sebagai bahan konstruksi non aspal di Kabupaten *Yalimo*; Mengefisiinsikan anggaran daerah Kabupaten *Yalimo* dalam pembangunan jalan perdesaan dengan menggunakan bahan material lokal Kinang Jingkion; Membuat konstruksi jalan sesuai kebutuhan masyarakat perdesaan di Kabupaten *Yalimo* yang mulus, kuat awet dan murah. Hasil dari penelitian adalah : Aspal Yalimo, bukan sebuah produk olahan tapi material langsung dari alam bernama Kinang Yingkion yang sifatnya berfungsi sebagai penutup lapis atas jalan (material non aspal); Kinang Jingkion banyak jenisnya, perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang

gradasi campuran yang cocok, uji ketahanan material terhadap efek fisika dan kimia di laboratorium terakreditasi; Biaya per meter persegi untuk Produk jalan dengan material lokal Kinang Jingkion di Kabupaten yalimo adalah 250-500 ribu rupiah sedangkan jalan yang sama dengan aspal industri Rp 1.7-2 jt; Jika pemakaian materil ini diproduksi dalam jumlah besar maka direkomendasikan untuk analisa dampak lingkungan akibat pengambilan material di luar kendali.

## **2.2 State of The Art**

Pada penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Pada penelitian sebelumnya serbuk zeolit sebagai *filler* digunakan pada campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) dan *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) sedangkan pada penelitian ini serbuk Zeolit digunakan pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC). Disamping itu itu juga penelitian ini menggunakan Kinang Jingkion sebagai *filler* pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC) yang pada penelitian sebelumnya memanfaatkan seluruh material Kinang Jingkion hasil alam tanpa ada *treatment* kusus dan langsung dipadatkan sebagai lapis penutup jalan.

## **2.3 Lapis Tipis Aspal Beton (HRS)**

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS Fondasi (*HRS-Base*) dan HRS Lapis Aus (*HRS Wearing Course*, *HRS-WC*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. *HRS-Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada *HRS-WC*. Berdasarkan Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam Spesifikasi dengan kunci utama yaitu gradasi yang benar-benar senjang Pada *Hot Rolled Sheet* (HRS) hanya terdapat sedikit agregat berukuran sedang (2,3 mm – 10 mm), dan terdiri dari pasir, *filler*, dan aspal. *Hot Roller Sheet* (HRS) terdiri

dari *Hot Rolled Sheet Wearing Course* (HRS-WC), yaitu HRS lapis permukaan dan *Hot Rolled Sheet Base* (HRS-Base), yaitu HRS lapis pondasi.

## **2.4 Bahan Campuran Lapis Tipis Aspal Beton HRS**

### **2.4.1 Aspal**

Aspal adalah sistem koloidal yang rumit dari material *hydrocarbon* yang terbuat dari *Asphaltenes*, resin dan *oil*. Material aspal berwarna coklat tua sampai hitam dan bersifat melekat, berbentuk padat atau semi padat yang didapat dari alam dengan penyulingan minyak (Kreb & Walker, 1971).

### **2.4.2 Agregat**

Agregat adalah partikel-partikel butiran mineral yang digunakan dengan kombinasi berbagai jenis bahan perekat membentuk masa beton atau sebagai bahan dasar jalan, *backfill*, dan lainnya (Atkins, 1997).

Agregat tidak boleh digunakan sebelum diuji terlebih dahulu. Untuk penyerapan air oleh agregat maksimum 3% untuk campuran lapis tipis aspal betan (HRS) dan lapis aspal beton (AC). Agregat terdiri dari jenis yaitu agregat kasar dan agregat halus. Untuk berat jenis agregat kasar dan halus tidak boleh berbeda lebih dari 0,2% (Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga).

#### **2.4.2.1 Agregat Kasar**

Ketentuan agregat kasar Berdasarkan Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga adalah sebagai berikut :

1. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.1.

2. Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	SNI 3407: 2008	Maks. 1,2%
	Magnesium Sulfat		Maks. 1,8%
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 Putaran	Maks. 6%
		500 Putaran	Maks. 30%
	Semua Jenis Campuran beraspal bergradasi lainnya	100 Putaran	Maks. 8%
		500 Putaran	Maks. 40%
Kelekatan Agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah Pada Agregat	SMA	SNI 7619: 2012	100/90%
	Lainnya		95/90%
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	SNI 8287: 2016	Maks. 5%
	Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117: 2012	Maks. 1%

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020

Tabel 2.2 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampang Dingin Untuk Campuran Beraspal

Jenis Campuran	Ukuran nominal agregat kasar penampang dingin ( <i>cold bin</i> ) minimum yang diperlukan (mm)			
	5 - 8	8 - 11	11 - 16	16 - 22
<i>Stone Matrix Asphalt</i> - Tipis	Ya	Ya		
<i>Stone Matrix Asphalt</i> - Halus	Ya	Ya	Ya	
<i>Stone Matrix Asphalt</i> - Kasar	Ya	Ya	Ya	Ya
Lataston Lapis Aus	Ya	Ya		
Lataston Lapis Fondasi	Ya	Ya		
Laston Lapis Aus	Ya	Ya		
Laston Lapis Antara	Ya	Ya	Ya	
Laston Lapis Aus	Ya	Ya	Ya	

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020

### 2.4.2.2 Agregat Halus

Menurut Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm). Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu seperti yang di persyaratkan pada Tabel 2.3.

Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan harus memperhatikan persyaratan sebagai berikut:

1. Bahan baku untuk agregat halus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan ke dalam mesin pemecah batu, atau
2. Digunakan *scalping screen* dengan proses berikut ini :
  - a. Fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan;
  - b. Agregat yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang di antara *primary crusher* dan *secondary crusher*;
  - c. Material tertahan *vibro scalping screen* akan dipecah oleh *secondary crusher*, hasil pengayakannya dapat digunakan sebagai agregat halus;
  - d. Material lolos *vibro scalping screen* hanya boleh digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.
3. Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar rongga Tanpa Pematatan	SNI 03-6877-2022	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 Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020

## **2.5 Bahan Pengisi *Filler***

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen.60-70.

Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 mikron) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya.

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat kecuali SMA. Khusus untuk SMA tidak boleh menggunakan semen.

## **2.6 Gradasi Agregat Gabungan**

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.4. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.4. Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm).

Tabel 2.4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1/2"	37,5								100
1"	25			100				100	90-100
3/4 "	19		100	90-100	100	100	100	90-100	76-90
1/2 "	12,5	100	90-100	50-88	90-100	90-100	90-100	75-90	60-78
3/8 "	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	20-38			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	0,60	12-18			35-60	15-35	14-30	12-28	10-22
No. 50	0,30	10-15					9-22	7-20	6-15
No. 100	0,15						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 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020

## 2.7 Campuran Aspal

Campuran beraspal dapat terdiri dari agregat, bahan pengisi, bahan aditif, bahan tambah atau stabilizer untuk SMA dan aspal. Persentase aspal yang aktual ditambahkan ke dalam campuran ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium dan lapangan sebagaimana tertuang dalam Rencana Campuran Kerja (JMF) dengan memperhatikan penyerapan agregat yang digunakan.

## 2.8 Pengujian Campuran Lataston

Pengujian yang diperlukan meliputi analisa ayakan, berat jenis, penyerapan air dan semua jenis pengujian lainnya sebagaimana yang disyaratkan untuk semua agregat yang digunakan. Pengujian pada campuran beraspal Lataston akan meliputi penentuan Berat Jenis Maksimum campuran beraspal (SNI 03-6893-2002), pengujian sifat-sifat Marshall (SNI 06-2489-1991), Kepadatan Membal (*Refusal Density*) campuran rancangan (BS EN 12697-32:2003) untuk Lataston (HRS),

pengujian VIM, pengujian VMA (lihat Tabel 2.5) sesuai dengan AASHTO R46-08 (2012) dan Drain down (AASHTO T305-14) untuk Stone Matrix Asphalt (SMA).

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston Beraspal

Sifat – Sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Fondasi
Kadar Aspal Efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0	
	Maks	5,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	17	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (Kg)	Min	600	
Marshall Quetient (Kg/mm)	Min	250	
Stabilita Marshall Sisa (%) setelah	Min	90	

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020

### 2.8.1 Marshall Test

Pemeriksaan terhadap campuran dilakukan dengan *Marshall Test* yang bertujuan untuk menentukan ketahanan (*stability*) dan kelelahan (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Prosedur percobaan *Marshall Test* yang dilakukan mengikuti SNI 06-2489-1991. Stabilitas benda uji adalah kemampuan maksimum benda uji yang dihasilkan pada suhu 60°C dan diuji dengan alat tertentu. Nilai *flow* adalah pergerakan total atau regangan yang terjadi dalam benda uji antara kondisi tanpa beban dan beban maksimum selama pengujian stabilitas (*Asphalt Institute, 1993*).

### 2.8.2 Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal

Berat jenis maksimum campuran beraspal ditentukan dengan mengukur berat dan isi dari benda uji dimana udara yang berada di antara butir benda uji dikeluarkan dengan cara benda uji dimana udara yang berada di antara butir benda uji dikeluarkan dengan cara pengisapan dan pada pelaksanaannya dapat ditempuh

dengan salah satu dari dua cara pengisian dan pada pelaksanaannya dapat ditempuh dengan salah satu dari dua cara yaitu: menggunakan menggunakan wadah dan menggunakan menggunakan labu. Berat jenis maksimum campuran beraspal dapat dihitung dengan persamaan dibawah:

$$Berat\ Jenis = \frac{A}{(A+D-E)} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

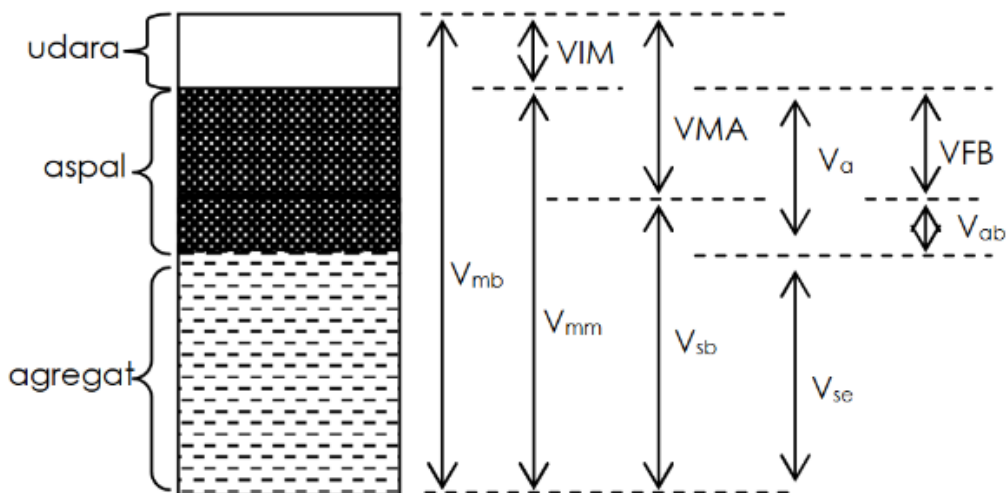
A = berat benda uji kering oven di udara (gr)

D = berat labu berisi air pada suhu 25<sup>0</sup>C (gr)

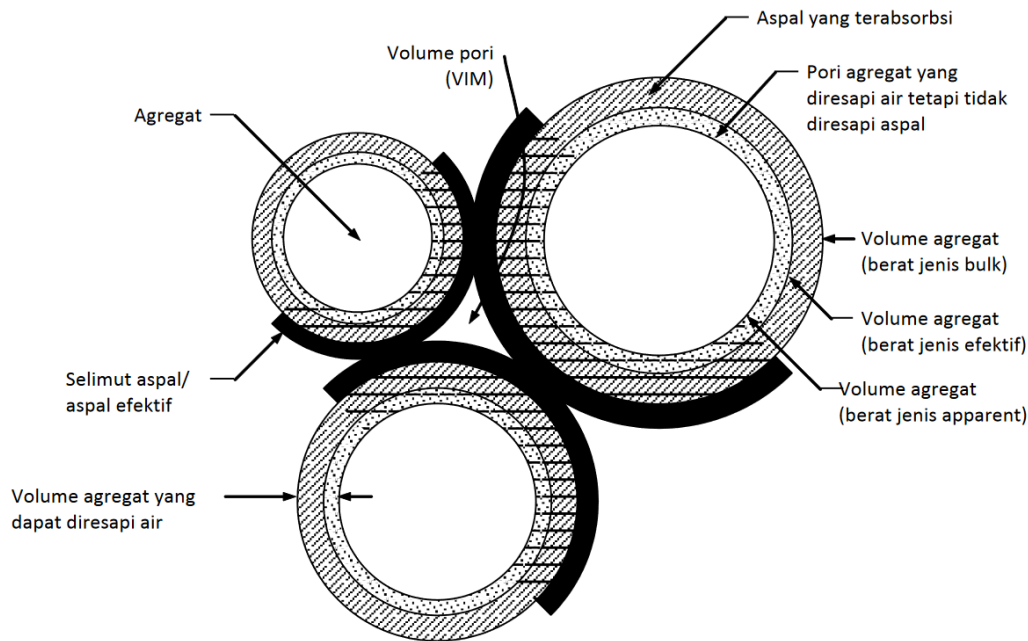
E = berat labu berisi air dan benda uji pada suhu 25<sup>0</sup>C (gr)

### 2.9 Sifat Volumetrik Campuran Beton Aspal Padat

Beton aspal dibentuk dari agregat, aspal, dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampur pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga terbentuk beton aspal padat. Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan.



Gambar 2.1. Skematis berbagai jenis rongga beton aspal padat  
 Sumber: Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2016



Gambar 2.2. Pengertian tentang VIM, selimut aspal, aspal yang terabsorbsi  
 Sumber: Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2016

### 2.9.1 Volume Rongga Dalam Agregat Campuran (VMA)

Volume rongga dalam agregat campuran ( $VMA = \text{Voids in the Mineral Aggregate}$ ), adalah banyaknya rongga di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase terhadap volume bulk beton aspal padat. VMA juga dapat diartikan volume rongga di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal ditiadakan. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka. VMA dapat dihitung dengan 2 cara persamaan dibawah ini.

1. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat beton aspal padat

$$VMA = \left(100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{(G_{bs})}\right) \% \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

VMA = Volume rongga agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

- Gmb = Berat jenis bulk dari beton aspal padat
- Ps = Kadar agregat, % terhadap berat beton aspal padat
- Gsb = Berat jenis bulk dari agregat pembentuk beton aspal padat

2. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat agregat.

$$VMA = \left( 100 - \frac{Gmb}{(Gbs)} \times \frac{100}{100+Pa1} 100 \right) \% \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan:

VMA = Volume rongga antara butir agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume bulk beton aspal padat

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

Pa1 = Kadar aspal, % terhadap berat agregat

Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat

### 2.9.2 Volume Rongga Dalam Beton Aspal Padat (VIM)

Volume Rongga Dalam Beton Aspal padat (VIM) adalah volume rongga yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir- butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal meleleh menjadi lunak akibat meningkatnya suhu udara. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapannya, sehingga oksidasi aspal meningkat yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami bleeding ketika suhu meningkat. Vim juga dapat diartikan sebagai volume rongga di antara butir-butir agregat yang diselimuti aspal atau volume rongga dalam beton aspal padat. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat. VIM dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

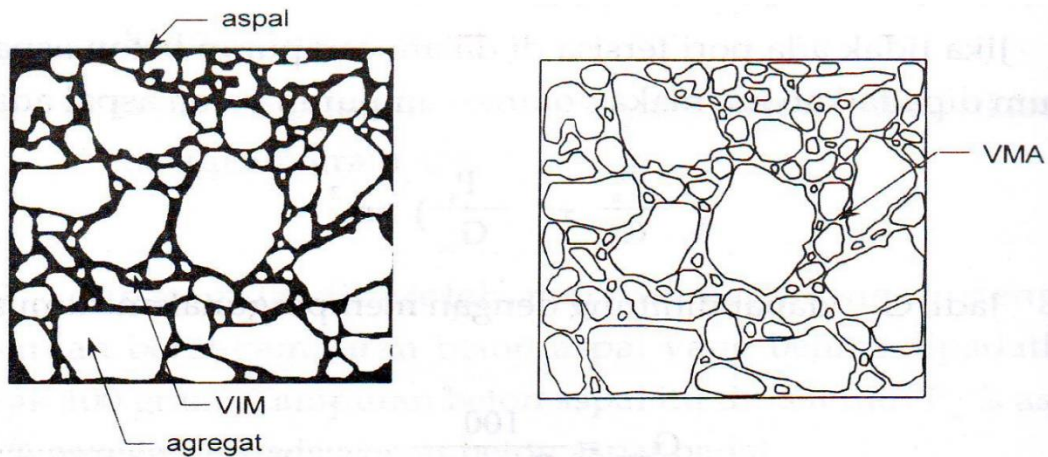
$$VIM = \left( 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right) \% \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:

VIM = Volume rongga dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

Gmm = Berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan

Gmb = Berat jenis *bulk* dari beton aspal padat



Gambar 2.3. Ilustrasi Pengertian WMA dan VIM Campuran Beton Aspal Padat  
Sumber: Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2016

### 2.9.3 Volume Rongga Antar Butir Agregat Yang Terisi Aspal (VFB)

Volume rongga antar butir agregat beton aspal padat yang dikenal dengan nama VMA, ada yang terisi aspal dan sisanya sebagai VIM. Volume yang terisi aspal dari VMA ini diberi nama VFB. Jadi, VFB adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang menyerap ke dalam pori masing-masing butir agregat. Dengan demikian, aspal yang mengisi VFB adalah aspal yang berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, menjadi film atau selimut aspal. VFB dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$VFB = \left( \frac{100 \times (VMA - VIM)}{VMA} \right) \% \text{ dari VMA} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

VFA = Volume rongga antara butir agregat yang terisi aspal  
= % dari VMA

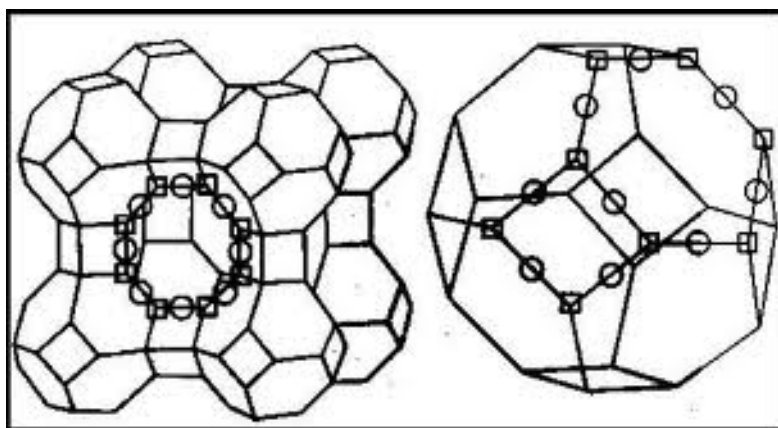
VMA = Volume rongga antara butir agregat di dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

VIM = Volume rongga dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat

## 2.10 Zeolit

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi (Gustam 2009). Untuk memaksimalkan ukuran pori-pori Zeolit maka Zeolit perlu diaktivasi. Aktivasi Zeolit melalui cara fisika dilakukan dengan pemanasan (kalsinasi) (Sri Suryadi dan Irawan, 2009 dalam Alfian Saleh dan Latif Budi Suparma, 2015).

Zeolit adalah suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku. Zeolit merupakan Kristal alumina silica yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi dengan rongga didalamnya. Struktur kerangka Zeolit tersusun atas unit-unit tetrahedral ( $AlO_4$ ) - 5 dan ( $SiO_4$ ) - 4 yang saling berkaitan melalui atom oksigen membentuk pori-pori Zeolit.



Gambar 2.4. Struktur Zeolit

Sumber: <https://evanputra.wordpress.com/2012/12/31/zeolt-sebagai-mineral-serba-guna/>

### **2.10.1 Zeolit Alam**

Zeolit alam terbentuk karena proses perubahan alam (Zeolitasi), dari batuan vulkanik. Zeolit alam banyak ditemukan dalam bentuk batuan sedimen sebagai hasil alterasi debu - debu vulkanis (mengandung Si) oleh air danau asin. Pada awalnya Zeolit alam sudah banyak digunakan untuk pupuk dan penjernihan air.

### **2.10.2 Zeolit Sintesis**

Zeolit Sintesis adalah suatu senyawa kimia yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan Zeolit alam, terbuat dari bahan lain dengan proses sintesis dimodifikasi sedemikian rupa menyerupai Zeolit yang ada di alam. Zeolit sintetis merupakan usaha yang dilakukan karena Zeolit alam sudah banyak dimanfaatkan sehingga jumlahnya semakin berkurang (Kusumaningtyas, 2003)

## **2.11 Kinang Jingkion**

Kinang Jingkion adalah material lokal yang terdapat di Kabupaten Yalimo dengan perkiraan depositnya sebesar 45 miliar meter kubik atau 86 triliun ton. Material Kinang Jingkion ini sudah digunakan pada perkerasan alternatif pengganti aspal pada jalan perdesaan di Kabupaten Yalimo. Bahan ini digunakan sebagai upaya Pemerintah Kabupaten Yalimo untuk percepatan pembangunan membuka daerah yang terisolir. Dasar material ini dipakai bahwa memiliki pemahaman konstruksi jalan yang dibutuhkan adalah mulus, kuat awet dan murah (Yan Ukago, 2022).

Yan Ukago, 2022 faktor Pendorong mengapa bahan ini dapat digunakan sebagai pengganti aspal adalah :

- a. Kondisi geologi Papua dan pergerakan tanah aktif Kabupaten Yalimo;
- b. Kondisi kerusakan jalan aspal di Kabupaten Yalimo;
- c. Kondisi umur rencana jalan;
- d. Kondisi tingkat kemahalan harga jalan aspal;
- e. Kondisi pelayanan pemerintah dan tingkat perencanaan pembangunan jalan;
- f. Kondisi tingkat kemudahan pelaksanaan.

Yan Ukago juga menyebutkan bahwa ada beberapa keunggulan material Kinang Jingkion sebagai alternatif perkerasan aspal, yaitu :

- a. Kandungan organik rendah, sehingga tanaman jarang tumbuh;
- b. Mampu tahan terhadap guyuran hujan untuk jenis material padat;
- c. Mampu menyerap dan menguapkan kadar air tanah;
- d. Bila dipadatkan memiliki nilai kohesi (daya lekat) yang tinggi terhadap butiran agregat sekitarnya;

Ada beberapa Jenis dan bentuk Kinang Jingkion yang ada di Kabupaten Yalimo menurut Yan Ukago,2022 adalah :

- a. Tanah Bongkahan hitam kerikil padat;
- b. Tanah hitam kerikil putih;
- c. Tanah coklat kehitaman kerikil pelat bersudut;
- d. Tanah hitam kerikil pelat bersudut;
- e. Tanah coklat kerikil pelat bersudut;
- f. Tanah hitam berpasir kerikil;
- g. Tanah kerikil coklat dan hitam bersudut;
- h. Tanah kerikil coklat dan hitam pelat;
- i. Tanah kerikil berpasir hitam bersudut;
- j. Tanah kerikil hitam bersudut;
- k. Tanah lanau hitam lempung;
- l. Tanah lanau hitam lanau.

## **2.12 Hipotesis**

Hipotesis yang diambil dari penelitian ini adalah:

1. Serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion sebagai pengganti *filler* dapat digunakan pada campuran aspal panas HRS-WC sesuai Spesifikasi Umum Tahun 2018, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;

2. Perbandingan hasil test uji Marshall dengan menggunakan serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion sebagai pengganti *filler* dengan semen sebagai *filler* hasilnya lebih besar menggunakan serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion;
3. Pengaruh Penggunaan serbuk Zeolit dan serbuk kinangjingkion pada campuran aspal panas HRS-WC sangat signifikan untuk nilai Stabilitas Marshall.

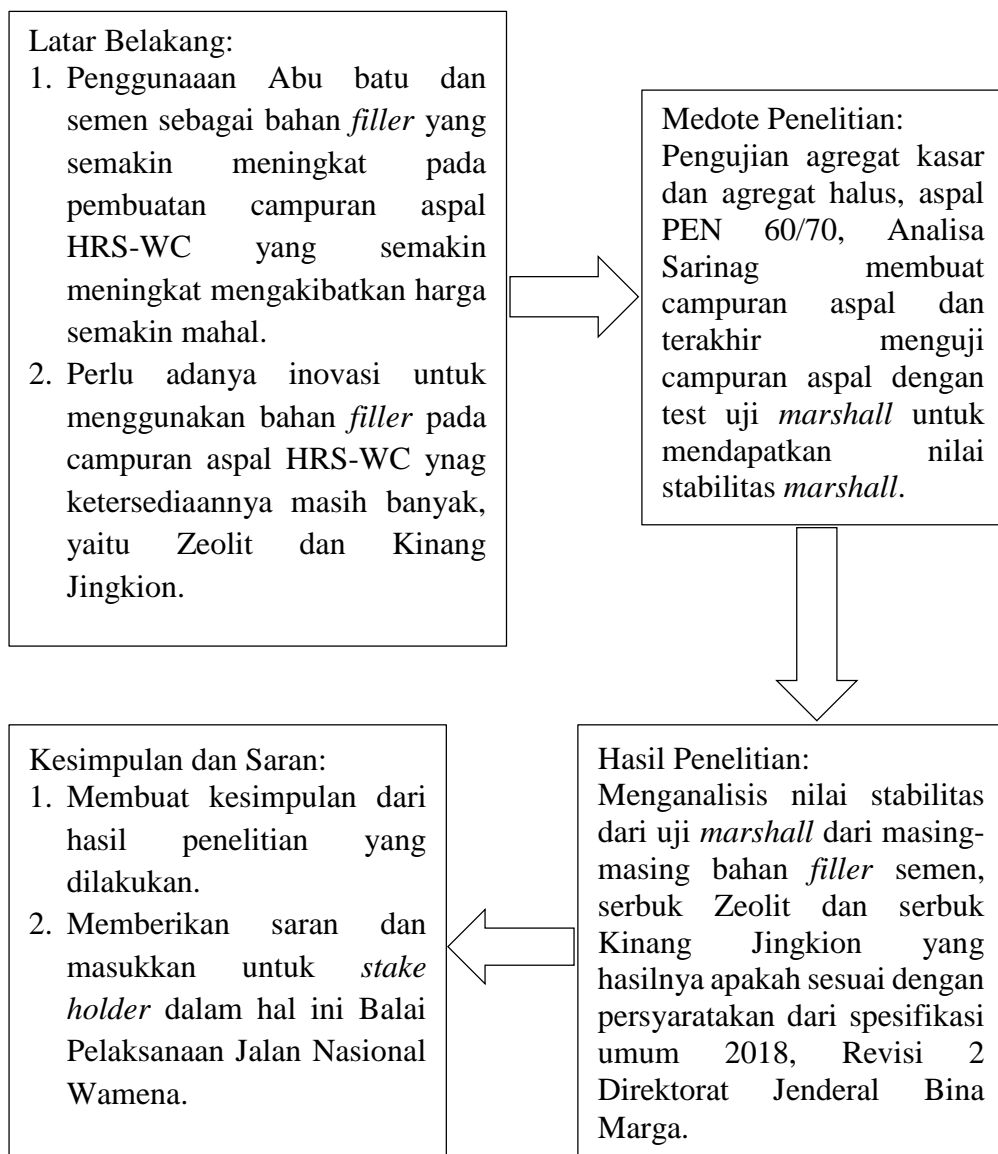
### 2.13 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir dari penelitian ini menunjukkan bahwa latar belakang penelitian ini dilakukan yang mencakup tentang mengapa penelitian ini dilakukan, bagaimana proses penelitian, apa hasil penelitian dan untuk apa hasil penelitian itu dilakukan. Adapun kerangka pikir penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan karena kebutuhan bahan *filler* abu batu dan semen untuk campuran aspal HRS-WC yang semakin banyak mengakibatkan harga semakin mahal
2. Perlu dilakukan inovasi untuk mencoba menggantikan semen dan abu batu dengan bahan material lain yang ketersediaanya masih banyak dan mungkin lebih ekonomis. Salah satu alternatif untuk bahan pengganti *filler* tersebut adalah serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion. Pemilihan serbuk zeolit karena adanya ketersediaan Zeolit di Indonesia yang begitu besar dan Kinang Jingkion di Kabupaten Yalimo yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti *filler* pada campuran aspal panas HRS-WC;
3. Penelitian ini dilakukan dengan cara percobaan di laboratorium. Adapun alur penelitian ini dengan melakukan uji agregat kasar dan agregat halus, uji aspal, Analisa saringan, membuat campuran aspal dan terakhir menguji campuran aspal dengan test uji marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas marshall dari masing-masing bahan *filler* semen, serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion;
4. Hasil dari penelitian ini akan menganalisis nilai stabilitas dari uji marshall dari masing-masing bahan *filler* semen, serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion yang hasilnya apakah sesuai dengan persyaratan dari spesifikasi umum 2018

Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Serta apakah serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran aspal panas HRS-WC;

5. Hasil penelitian ini digunakan untuk memberikan masukan kepada *stake holder* dalam hal ini Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Wamena untuk dapat sebagai bahan pertimbangan pemakaian serbuk Zeolit dan serbuk Kinang Jingkion sebagai pengganti *filler* pada campuran aspal panas HRS-WC.



Gambarr 2.5. Bagan Alir Kerangka Pikir Penelitian