

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapisan Aspal Beton

2.1.1 Pengertian Lapisan Aspal Beton

Lapisan aspal beton merupakan campuran aspal keras berjenis penetrasi 40/50, 60/70, dan 80/100 ketika dipanaskan di suhu 175°C tidak mengalami pembentukan busa dan mengandung air dengan agregat bergradasi menerus yang tersusun dari agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang dihampar dan dipadatkan di suhu tertentu, dan dipergunakan untuk jalanan dengan jenis lalu lintas yang berat (Sukirman, 2003). Pembuatan Lapis Aspal Beton memiliki tujuan untuk menciptakan suatu lapisan permukaan atau lapis antara yang sanggup memberikan daya dukung dan lapis tahan air yang mampu memproteksi konstruksi di bawahnya pada perkerasan jalan (Bina Marga, 1987).

2.1.2 Persyaratan Campuran Lapisan Aspal Beton

Campuran aspal beton harus memenuhi persyaratan yang merujuk pada Spesifikasi Umum 2018 (Rev.2) berikut :

Tabel 2.1 Karakteristik Campuran Lapisan Aspal Beton

Karakteristik Campuran		Lapis Aspal Beton		
		AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan perbidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,6		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3		
	Maks.	5		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65		
Stabilitas marshall (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6

Karakteristik Campuran		Lapis Aspal Beton		
		AC-WC	AC-BC	AC-Base
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan marshall (refuel)	Min.	2		

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.2 Komponen Lapis Aspal Beton

2.2.1 Aspal

Aspal ialah bahan pengikat dengan bentuk semi padat ataupun padat berwarna hitam yang dipergunakan untuk menciptakan hasil campuran beraspal yang sesuai dengan spesifikasi. Material aspal yang dipergunakan yakni aspal padat penetrasi 60/70 dari Laboratorium Transportasi, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Pengambilan bahan sampel aspal harus berdasarkan ketentuan Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2).

Tabel 2.2 Ketentuan Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				PG 70	PG 76
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan	
2.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa. (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	ASTM D2170-10	≥ 300	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	Dilaporkan	
5.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	-	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 230	
7.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASTHO T44-14	≥ 99		
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9.	Stabilitas Penyimpanan : Perbedaan Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	
10.	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	$\leq 2,2$	-	

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60- 70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				PG 70	PG 76
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RFOT (SNI 03-6835-2002)					
11.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8		
12.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik ≥ 2,2 kPa. (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
13.	Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54		
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50		≥ 25
Residu aspal segar setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperature 100°C					
15.	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa. (°C)	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.2.2 Agregat

Agregat ialah unsur utama pada perkerasan jalan. Kualitas agregat berpengaruh besar terhadap mutu yang akan dihasilkan pada perkerasan.

2.2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yang akan dipergunakan ialah fraksi yang tertahan dalam saringan No.8 (2,36 mm) dan berpedoman pada Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2) persyaratan pemilihannya sebagai berikut :

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%	
	Magnesium		Maks. 18%	
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC Modifikasi	SNI 2417:2008	Maks. 6%	
			100 Putaran	Maks. 30%
	Semua Jenis Campuran Aspal Bergradasi Lainnya		100 Putaran	Maks. 8%
			500 Putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%	

Pengujian	Standar	Nilai
Butir pecah pada agregat kasar	SNI 7619:2012	95/90
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%
Material lolos ayakan No. 200	SNI 03-4142- 1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus yang akan dipergunakan ialah fraksi yang lolos pada saringan No.8 (2,36 mm) serta berpedoman pada Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2) persyaratan pemilihannya sebagai berikut :

Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pematatan	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 Umum 2018 (Rev. 2)

2.2.3 Filler

Filler ialah bahan pengisi yang berasal dari agregat halus berbahan non-plastis serta non organik yang mempunyai peran untuk mengisi rongga agar terjadi peningkatan kepadatan dalam campuran. *Filler* yang akan dipergunakan berpedoman pada Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2) persyaratan pemilihannya sebagai berikut :

- a) *Filler* yang dipergunakan yaitu, debu batu kapur dan debu kapur magnesium sesuai dengan AASHTO M303-89(2014).
- b) *Filler* dalam kondisi kering dan tidak terdapat gumpalan.
- c) *Filler* dalam semen harus berada di rentang 1-2% terhadap total berat pada agregat.

Tabel 2.5 Ketentuan *Filler*

Saringan (mm)	% Lolos
0,600 (No. 30)	100
0,300 (No. 50)	90 - 100
0,075 (No. 200)	75 - 100

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.2.4 Gradasi Campuran Agregat Lapis Aspal Beton

Gradasi campuran agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan perkerasan jalan yang akan dibangun. Gradasi campuran harus sesuai dengan pedoman Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2) sebagai berikut :

Tabel 2.6 Ketentuan Gradasi Agregat Campuran Lapisan Aspal Beton

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat		
		LASTON (<i>Asphalt Concrete</i>)		
ASTM	mm	WC	BC	Base
1 1/2"	37,5			100
1"	25		100	90 - 100
3/4"	19	100	90 - 100	76 - 90
1/2"	12,5	90 - 100	75 - 90	60 - 78
3/8"	9,5	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No. 4	4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
No. 8	2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No. 16	1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
No. 30	0,600	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,300	9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,150	6 - 15	5 - 13	4 - 10
No. 200	0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.3 Lapisan Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)

Lapisan aspal beton lapis aus (AC-WC) merupakan lapis permukaan perkerasan yang di buat guna tahan terhadap gaya geser, perubahan cuaca, serta kedap terhadap air untuk lapisan di bawahnya karena berhubungan langsung dengan beban lalu lintas.

Dibandingkan dengan jenis lapisan aspal beton yang lain, lapis aus memiliki tekstur yang paling halus. Toleransi ketebalan bagi setiap lapisan lapis aus (AC-WC) tidak melebihi 3 mm dan minimum ketebalan nominalnya 4 cm. Dimana telah dijelaskan pada Spesifikasi Perkerasan Aspal (Modul 7) 2016 sebagai berikut :

Tabel 2.7 Ketentuan Tebal Nominal Minimum Aspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Latasir Kelas A		SS-A	1,5
Latasir Kelas B		SS-B	2,0
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Aus	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.4 Lapisan Aspal Beton Modifikasi

Lapisan aspal beton modifikasi merupakan campuran beraspal yang terbentuk dari gabungan gradasi agregat menerus yang rapat dengan bahan pengikat aspal yang dimodifikasi untuk membantu meningkatkan kinerja dari kerja aspal. Namun, dalam penggunaannya diharuskan memenuhi syarat lisensi dari pabrik pembuatannya, yang berpedoman Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2) sebagai berikut :

Tabel 2.8 Karakteristik Campuran Lapisan Aspal Beton Modifikasi

Karakteristik Campuran		Lapis Aspal Beton		
		AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,6		
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3		
	Maks.	5		
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min.	800		1800
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6

Karakteristik Campuran		AC- WC	AC- BC	AC- Base
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	2		
Stabilitas Dinamis, lintasan/mm	Min.	2500		

Sumber: Spesifikasi Umum 2018 (Rev. 2)

2.5 Metode *Marshall*

Metode *Marshall* ialah metode uji yang dirancang guna menilai kekuatan dan ketahanan (Stabilitas) dari campuran aspal terhadap nilai keelehan plastis (*Flow*). Sehingga diketahui tingkat kelayakan campuran aspal serta maksimum beban yang mampu diterima. Metode ini sudah umum digunakan dalam dunia konstruksi jalan. Metode *Marshall* sudah distandarisasi *American Society for Testing and Material 1997* (ASTM, 1997).

2.6 Parameter Metode *Marshall*

2.6.1 Stabilitas

Stabilitas ialah tingkat kemampuan perkerasan campuran aspal ketika menerima sebuah beban sampai terjadinya keelehan. Nilai stabilitas tinggi mencerminkan campuran aspal yang semakin keras.

2.6.2 Kelelehan (*Flow*)

Kelelehan (*Flow*) merupakan batas nilai dari tingkat kekuatan Stabilitas benda uji, Dimana komponen antar bahan uji telah mengalami kehancuran. Tingginya nilai *flow* mencerminkan campuran aspal yang semakin plastis.

2.6.3 *Marshall Quotient* (MQ)

Marshall Quotient (MQ) ialah nilai yang dihasilkan melalui pembagian stabilitas dan *flow*, yang menyatakan tingkat nilai kekakuan dan fleksibilitas atas suatu campuran. Besarnya nilai MQ mengindikasikan tingkat kekakuan campuran semakin besar, sebaliknya tingkat kelenturan campuran diindikasikan dengan nilai

MQ yang kecil. Merujuk pada Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas (2007), syarat minimal untuk nilai MQ sebesar 250 kg/mm.

Berikut persamaan *Marshall Quotient* :

$$MQ = \frac{S}{F}$$

Keterangan :

- MQ : *Marshall Quotient* (kg/mm)
- S : Nilai stabilitas (kg)
- F : Nilai *flow* (mm)

2.6.4 Rongga Dalam Campuran / *Void In Mix* (VIM)

Rongga dalam campuran atau disebut juga *Void In Mix* (VIM) ialah volume total udara yang terletak diantara partikel agregat yang dilapisi aspal dalam suatu campuran setelah dipadatkan dan dinyatakan dalam persen volume *bulk* (Puslitbang, 2000).

Rongga udara yang terbentuk disebabkan oleh ketidakseragaman dalam bentuk susunan partikel agregat didalam campuran. Ukuran rongga udara pada campuran aspal memiliki dampak pada sifat tahan air, dimana rongga yang kecil membuatnya lebih tahan terhadap air. Namun, keberadaan rongga yang kecil juga dapat membuat campuran aspal menjadi lebih rentan terhadap retakan dan kerapuhan karena sulitnya udara masuk ke dalam lapisan campuran, yang dapat menyebabkan masalah kegemukan (*bleeding*).

Berdasarkan persyaratan Bina Marga tahun 2010, nilai *Void In Mix* (VIM) berada pada 3,5 - 5%. Durabilitas suatu campuran aspal diindikasikan oleh rongga udara, jadi rongga udara pada campuran beraspal tidak boleh terlalu besar dan terlalu kecil.

Berikut persamaan *Void In Mix* : $VIM = \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{sb}} \times 100$

Keterangan :

- VIM : Rongga udara pada campuran (%)
- G_{mm} : Maksimum berat jenis campuran (gr/cm^3)
- G_{mb} : Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm^3)

- Gsb : Berat jenis *bulk* agregat (gr/cm³)

2.6.5 Rongga Dalam Mineral / *Void In Mineral Aggregate* (VMA)

Rongga dalam mineral atau *Void In Mineral Aggregate* (VMA) ialah volume rongga yang terletak diantara partikel agregat suatu campuran setelah dipadatkan, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji (Puslitbang, 2000).

Penambahan selimut aspal dan agregat gradasi terbuka yang dipergunakan, berjalan seiring dengan peningkatan nilai VMA yang akan didapatkan. Kerusakan yang terjadi dapat disebabkan oleh agregat terbatas diselimuti dengan aspal dikarenakan nilai VMA yang terlalu kecil. Merujuk pada Spesifikasi Bina Marga (2010), syarat minimal untuk nilai VMA yakni 15%.

$$\text{Berikut persamaan } \textit{Void In Mineral Aggregate} : \quad \text{VMA} : 100 - \frac{\text{Gmb}(100-A)}{\text{Gsb}}$$

Keterangan :

- VMA : Rongga diantara mineral agregat (%)
- Gmb : Berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)
- A : Kadar aspal (%)
- Gsb : Berat jenis *bulk* agregat (gr/cm³)

2.6.6 Rongga Terisi Campuran Beraspal / *Void In Filled with Asphalt* (VFA)

Rongga terisi campuran beraspal atau *Void In Filled with Asphalt* (VFA) ialah bagian dari rongga terletak diantara mineral agregat (VMA) yang berisi aspal efektif yang dituliskan dalam persen (Puslitbang, 2000).

Tingkat nilai VFA ditentukan oleh banyaknya kadar aspal, gradasi agregat, banyaknya jumlah tumbukan dan suhu saat pemadatan campuran aspal dilakukan. Kecilnya nilai VFA berdampak mengurangi kedekatan campuran atas air dan udara, sehingga saat campuran aspal mendapatkan beban yang lebih besar akan mudah retak dan tidak tahan lama. Untuk meminimalisir terjadinya kerusakan, nilai VFA harus berpedoman pada persyaratan Bina Marga (2010). Dimana nilai minimal untuk VFA ialah 65%.

$$\text{Berikut persamaan } \textit{Void In Filled with Asphalt} : \quad \text{VFA} : \frac{100(\text{VMA} - \text{VIM})}{\text{Gmm}}$$

Keterangan :

- VFA : Rongga terisi aspal (%)
- VMA : Rongga diantara mineral agregat (%)
- VIM : Rongga udara pada campuran (%)
- Gmm : Maksimum berat jenis campuran (gr/cm^3)

2.7 Limbah Beton

Beton ialah material konstruksi yang didapatkan dari proses pencampuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar dalam proporsi tertentu. Adapun pasta semen, dibentuk dengan mencampurkan semen dengan air, berfungsi sebagai bahan perekat. Bahan pengisi bahan konstruksi terdiri atas pasir atau abu batu sebagai agregat halus, dan kerikil atau batu pecah sebagai agregat kasar. Kedua jenis agregat tersebut berfungsi untuk mengisi material (Hendro,2010:148).

Limbah beton ialah limbah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali. Limbah beton juga tidak bisa terangkut melalui air. Biasanya limbah beton dihasilkan dari puing bangunan tua, kegagalan produksi beton pracetak, pembongkaran bangunan atau beton hasil penelitian dan residu. Limbah konstruksi mempunyai dampak yang sangat besar terhadap lingkungan. Contoh limbah konstruksi yaitu polusi kimia, yang diakibatkan oleh pelepasan partikel ke udara akibat pembuangan yang ceroboh selama produksi (Ramachandran et al., 2002).

2.8 Serbuk Limbah Pipa PVC

Pipa PVC atau biasa dikenal dengan pipa paralon merupakan pipa kedap air yang terbuat dari bahan *polyvinyl chloride* (Wisman dkk., 2022). PVC ialah material yang biasa digunakan dalam konstruksi rumah dan bangunan untuk mengalirkan instalasi air dan listrik, serta tersedia dalam berbagai ukuran.

Serbuk limbah pipa PVC ialah serbuk yang diperoleh dengan cara menghaluskan terlebih dahulu limbah pipa pvc yang sudah dibersihkan. Penghalusan dengan *grinder* ataupun alat penumbuk mengubah pipa PVC menjadi bubuk halus. Serbuk limbah pipa PVC memiliki kandungan ketahanan air yang tinggi sehingga cocok sebagai pengganti sebagian *filler* semen pada campuran aspal.

2.9 Literature Review

Tabel 2.9 Literature Review Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Wisman, M., Febrina, R., Kustiani, I., & Despa, D. (2022)	Pengaruh Penambahan <i>Poli Vinil Chlorida</i> Pada Campuran Beton Aspal Sebagai <i>Filler</i>	Untuk menentukan seberapa besar pengaruh penambahan <i>Poli Vinil Chlorida</i> sebagai <i>filler</i> dalam campuran aspal beton berdasarkan nilai uji <i>Marshall</i> .	Penelitian ini dilakukan dengan langsung yang meliputi pembuatan benda uji, pengujian <i>marshall</i> , dan pembahasan hasil.	Dari hasil penelitian ini, perkerasan yang mempergunakan tambahan 10% variasi <i>filler</i> PVC dalam campuran AC-WC mampu menaikkan karakteristik campuran aspal AC-WC.
2.	Rista Siang, Amelia Makmur. (2020)	Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Terhadap Parameter <i>Marshall</i> Campuran Beraspal Berpori	Guna membuat campuran digantikan dengan limbah beton, dengan proporsi sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100%	Dilakukan penelitian secara langsung yang meliputi pembuatan sampel yang diuji secara langsung dan diuji dengan uji <i>marshall</i> .	Hasil temuan ini membuktikan bahwa limbah beton mengubah parameter <i>Marshall</i> pada campuran aspal berpori. Stabilitas benda uji meningkat karena kadar limbah 50 %, 75% dan 100 %, yaitu masing - masing 37%, 15,19 % dan 2,11 % .
3.	Wardana, Mahardi. (2020)	Penentuan kadar Aspal Optimum (KAO) Dalam Campuran AC-WC Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat	Untuk mengetahui nilai karakteristik aspal beton lasis aus atau AC-WC yang meliputi : <i>VIM, VFA, Flow, Stabilitas</i> , dan <i>MQ</i> , mempergunakan limbah beton sebagai pengganti agregat.	Penelitian ini dilakukan dengan pengujian <i>marshall</i> sesuai spesifikasi bina marga tahun 2010. Limbah beton yang dipergunakan pada studi ini sebesar 35% dari total berat campuran aspal dengan ukuran butir agregat 5-10 sampai diperoleh proporsi campuran optimal.	Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pada pemanfaatan limbah beton sebesar 35% dari total berat campuran dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Hasil dari kadar aspal diperoleh nilai KAO 6,17%. Nilai <i>VIM</i> dan <i>VMA</i> sebesar 4,8% dan 17,71%, sementara nilai <i>VFA</i> 72,9%. Nilai stabilitas 1627 kg, untuk <i>Flow</i> 4,5 mm dan nilai <i>MQ</i> sebesar 361,6 Kg/mm.
4.	Ahamd Maulana, Megah Amalia, Retno Utami. (2020)	Pemanfaatan Limbah Beton Sisa Pengujian Sebagai Substitusi Agregat Pada	Tujuan dari dibuatnya 3 jenis campuran dengan kadar yang berbeda yakni agar diperoleh pengaruh	Metodelogi campuran yang dipergunakan yaitu metode kepadatan mutlak hingga	Hasil penelitian ini ialah dalam kadar limbah 50% nilai stabilitas naik 18,34%, nilai <i>flow</i> turun 45,43%, nilai stabilitas

No.	Peneliti (Tahun)	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
		Campuran AC-WC	limbah beton dan kadar limbah beton.	memperoleh kadar aspal optimal.	sisa menurun 20,75%, nilai VIM meningkat 14,78%, nilai VMA meningkat 18,26%, dan nilai VFB menurun 0,90%. Sementara dalam kadar limbah 100% nilai stabilitas meningkat 18,62%, nilai <i>flow</i> menurun 47,21%, nilai stabilitas sisa menurun 30,19%, nilai VIM meningkat 36,02%, nilai VMA naik 23,66%, dan nilai VFB turun 2,09%. Kadar limbah beton optimal yang bisa dipergunakan yaitu 50%.
5.	Linggo, dkk. (2015)	Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal	Komposisi campuran yang terbaik mampu menghasilkan mutu jalan yang lebih baik.	Penelitian ini ialah eksperimental yang terbagi atas dua tahap. Tahap pertama yaitu pengujian bahan-bahan susun campuran beton aspal, seperti pengujian aspal dan agregat dan tahap kedua yaitu uji analisis dan <i>Marshall</i> .	Hasil penelitian penggunaan limbah PVC dengan kadar 4%, nilai VIM, stabilitas, dan flow sudah memenuhi spesifikasi, namun nilai VIB mengalami kenaikan sedikit menjadi 68,18%

Sumber: Hasil Analisis *Literature Review* (2023)

2.10 *Reseach Gap*

Berdasarkan *literature review* disimpulkan bahwa penambahan bahan limbah beton pada campuran aspal mempunyai dampak yang menguntungkan terhadap lapisan aspal. Oleh karena itu, dilaksanakan penelitian untuk mengetahui manfaat lebih dari campuran limbah beton dan serbuk limbah pipa PVC sebagai bahan omposisi yang ideal. Beberapa jurnal yang kami baca menyimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh Penambahan *Poli Vinil Chlorida* Pada Campuran Beton Aspal Sebagai *kaFiller* (Wisman, M., Febrina, R., Kustiani, I., & Despa, D.,

2022). Berdasarkan hasil penelitian ini, penambahan *filler* PVC 10% pada perkerasan AC-WC mampu meningkatkan karakteristik campuran aspal AC-WC.

2. Penentuan Kadar Aspal Optimum (Kao) Dalam Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (Ac-Wc) Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat (*Wardana, Herwin Widya, Purwo Mahardi, and Y. Risdianto. 2020*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah beton sebesar 35% dari total berat campuran melalui kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%. Hasil kadar aspal (KAO) sebesar 6,17%, nilai VIM dan VMA sebesar 4,8% dan 17,71%, serta nilai VFA sebesar 72,9%. Nilai kestabilan sebesar 1627 kg, *flow* 4,5 mm, dan nilai MQ sebesar 361,6 Kg/mm.
3. Pemanfaatan Limbah Beton Sisa Pengujian Sebagai Substitusi Agregat Pada Campuran AC-WC (*Ahmad Maulana, Megah Amalia, Retno Utami.,2020*). Hasil penelitian ialah pada kadar limbah 50% nilai stabilitasnya meningkat 18,34%, nilai *flow* mengalami penurunan sebesar 45,43%, nilai stabilitas sisa mengalami penurunan sebesar 20,75%, nilai VIM meningkat sebesar 14,78%, nilai VMA meningkat sebesar 18,26%, dan nilai VFB mengalami penurunan sebesar 0,90%. Sementara, pada kadar limbah 100%, nilai stabilitas meningkat sebesar 18,62%, nilai *flow* menurun sebesar 47,21%, nilai stabilitas sisa menurun sebesar 30,19%, nilai VIM meningkat sebesar 36,02%, nilai VMA meningkat sebesar 23,66%, dan nilai VFB mengalami penurunan sebesar 2,09%. Tingkat pemanfaatan limbah beton yang optimal yaitu 50%.
4. Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Terhadap Parameter *Marshall* Campuran Beraspal Berpori (*Rista Siang, Amelia Makmur,2020*). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa limbah beton merubah parameter *Marshall* campuran aspal berpori. Peningkatan stabilitas benda uji pada kadar limbah 50%, 75%, dan 100% yaitu 37%, 15,19%, dan 2,11%.
5. Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal (*Linggo,dkk,*

2015). Hasil penelitian pemanfaatan limbah PVC dengan kadar 4%, nilai VIM, stabilitas, dan *flow* telah memenuhi spesifikasi, namun nilai VIB mengalami kenaikan sedikit menjadi 68,18% (Linggo,dkk, 2015).

Penelitian yang dilaksanakan ialah upaya penyempurnaan dari penelitian yang sudah ada. Penelitian terdahulu menyimpulkan penambahan bahan limbah beton dalam campuran lapisan aspal beton mampu meningkatkan nilai ketahanan aspal, namun harus mempertimbangkan dampak buruk dari penambahan limbah beton yang berlebihan dapat menyebabkan nilai-nilai pada fleksibilitas, stabilitas, maupun *flow* turun. Penambahan serbuk limbah pipa PVC pada *filler* semen diharapkan mampu meminimalisir nilai fleksibilitas aspal yang berlebihan. Beton ialah campuran bahan komposit yang tersusun atas agregat, semen, air, serta bahan tambahan lainnya jika diperlukan. Beton termasuk komponen utama pada pembangunan konstruksi. Dengan demikian, banyak peneliti telah melakukan studi terkait inovasi beton dengan tujuan meningkatkan kualitas dan manfaatnya. Sebelum beton digunakan atau dikembangkan lebih lanjut, proses uji kuat tekan dilakukan di laboratorium. Setelah pengujian selesai, sampel beton seringkali dibuang sebagai limbah laboratorium dan jarang dimanfaatkan ulang oleh lembaga tersebut. Dalam pembuatan briket aspal, diperlukan bahan pengisi (*filler*) yang berfungsi untuk mengisi rongga dalam campuran guna menaikkan stabilitas dan mengurangi keberadaan rongga udara dalam campuran tersebut. Dari total jumlah sampah, sekitar 17 persen atau sekitar 11,6 juta ton berasal dari limbah plastik. Limbah pipa PVC termasuk dalam kategori limbah plastik, yang dikenal sulit terurai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi ideal antara limbah beton dan serbuk limbah pipa PVC dalam campuran lapis aspal beton lapis aus (AC-WC). Lapis aus ialah bagian terluar dari lapisan aspal yang langsung berinteraksi dengan beban, sehingga perlu memiliki ketahanan tinggi agar dapat bertahan lama. Selain itu, manfaat tambahan yang diharapkan adalah pengurangan penggunaan kerikil, yang dapat menyebabkan masalah di masa depan, dan pemanfaatan kembali limbah pipa PVC sebagai langkah untuk mengurangi akumulasi sampah plastik di Indonesia.