

PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU JATI SEBAGAI MATERIAL PENGISI PADA CAMPURAN ASPHALT TREATED BASE (ATB) DITINJAU DARI UJI MARSHALL

Muslimin¹, Eding Iskak Imananto², dan Munasih³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jalan Bendungan Sigura-gura No.2 Malang, Jawa Timur.

ABSTRAK

Pondasi pada perkerasan jalan berperan sangat penting dalam konstruksi jalan karena sebagai titik tumpu untuk meneruskan dan menyebarkan beban ke bagian konstruksi di bawahnya. Pada penelitian ini dilakukan penambahan limbah serbuk kayu jati sebagai material pengisi pada campuran Asphalt Treated Base (ATB). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan serbuk kayu jati sebagai material pengisi pada ATB dan menganalisis persentase nilai optimum variasi komposisi serbuk kayu jati sebagai material pengisi pada campuran ATB. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan studi eksperimental di laboratorium untuk memperoleh data yang diperlukan dalam analisis. Panduan pengujian penelitian ini menggunakan standar AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials), BS (British Standard), dan spesifikasi ATB (Asphalt Treated Base) menggunakan panduan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018. Analisis pengujian benda uji meliputi analisis kekuatan agregat terhadap tumbukan, indeks kepipihan, angka angularitas, berat isi agregat, analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus, berat jenis dan penyerapan agregat kasar serta keausan agregat menggunakan alat los angeles. Pengujian benda uji aspal meliputi pemeriksaan penetrasi bahan-bahan bitumen, pemeriksaan titik nyala dan bakar, pemeriksaan titik lembek aspal dan ter, daktilitas bahan bitumen, pemeriksaan berat jenis bitumen keras dan ter, serta penurunan berat minyak aspal. Pengujian Marshall meliputi pengujian stabilitas, flow, VIM, VMA, MQ, VFA, dan density. Berdasarkan hasil analisa, diperoleh hasil yaitu serbuk kayu jati dapat dikatakan layak dijadikan material pengisi pada campuran ATB. Nilai persentase kadar serbuk kayu optimum (SKO) pada campuran ATB adalah sebesar 0,27% pada kadar aspal optimum 5.35% dengan nilai parameter marshall test stabilitas SKO sebesar 1084,33 kg, flow 3,46mm, VIM 4,54%, VMA 16,71%, MQ 312kg/mm, dan VFA 72,81%. Hasil parameter marshall test tersebut masih berada pada syarat minimum dan maksimum yang ditentukan pada Spesifikasi DPU Bina Marga Provinsi Jatim Tahun 2018. Indeks perendaman SKO sebesar 76,08% sehingga dalam hal ini campuran ATB memenuhi syarat Spesifikasi DPU Bina Marga Provinsi Jatim Tahun 2018 yang mengisyaratkan nilai stabilitas marshall minimal 800 kg dan indeks perendaman minimal 75%.

Kata Kunci : Asphalt Treated Base, Limbah Serbuk Kayu Jati, Stabilitas *Marshall*

1. PENDAHULUAN

Lapisan aspal beton merupakan campuran gabungan yang bergradasi tertutup ataupun gradasi menerus, dengan material agregat kasar, agregat halus, *Filler* (bahan pengisi), serta aspal. Karena dicampur dalam kondisi panas, kerap diucap selaku *hot mix* (campuran panas). Tetapi kombinasi ini mempunyai kekurangan, khususnya di wilayah yang panas serta lembab seperti Indonesia, sangat tidak tahan terhadap bahaya semacam lubang serta jalanan yang bergelombang, bila pada musim hujan banyak jalan yang terendam air, perihal ini dapat diakibatkan karena drainase yang kurang baik ataupun kurang baiknya pelaksanaan. Air yang menggenang dipermukaan jalan lama- kelamaan akan menyebabkan susunan mengelupas ataupun retak. Ini dikarenakan perkerasan lentur tidak tahan terhadap air.

Tata cara perkerasan jalan yang dicoba buat menjamin usia pelayanan yang lebih panjang dapat dengan memperbaiki ataupun memelihara jalan. perbaikan ataupun pemeliharaan jalan tidak hanya pada lapis permukaan (*surface course*), akan tetapi juga pada lapisan dibawahnya, seperti pada lapis pondasi. Pondasi pada perkerasan jalan sangat berperan penting dalam konstruksi jalan sebab selaku titik tumpu guna meneruskan serta menyebarkan beban kebagian konstruksi di bawahnya. Untuk lapisan pondasi (*base course*) yang mengenakan aspal berlaku seperti perekat yang cara pencampuran agregatnya dapat campur dengan cara *hot mix* atau *cold mix* yang disebut dengan *asphalt treated base* (ATB). Susunan ini terdapat diantara susunan permukaan (*surface course*) dan susunan dasar pondasi (*subbase course*).

Disisi lain Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan tumbuhan penghasil kayu, yang digunakan secara luas guna bermacam tujuan, baik untuk

bisnis besar, industri kecil, serta keluarga. Seperti yang ditunjukkan oleh badan Inventarisasi serta Tata Guna Hutan, Kementerian Kehutanan, di Indonesia ada 3. 124 jenis kayu yang terdiri dari jenis kayu bisnis, non bisnis, serta kayu yang dibesarkan (Anonim 1986). Kemajuan ilmu pengetahuan serta inovasi akhir- akhir ini tumbuh pesat. Salah satunya dalam penanganan kayu di industri kayu tekan, tidak hanya barang kayu tekan, limbah kayu juga diperoleh sebagai kayu bulat (logs), sebagian di antara lain sudah digunakan sebagai inti papan blok dan bahan baku papan partikel. Sayangnya, limbah serbuk kayu belum banyak dimanfaatkan, biasanya hanya untuk bahan bakar boiler ataupun dibakar tanpa pemanfaatan yang berarti serta memunculkan banyak permasalahan pada lingkungan.

Mengingat pertimbangan di atas, hingga penulis perlu mengambil langkah guna meningkatkan limbah Serbuk Kayu Jati dengan judul Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Jati sebagai Bahan Pengisi pada Campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) Ditinjau dari Uji *Marshall*. Alasan penulis memilih ATB, sebab *Asphalt Treated Base* (ATB) merupakan salah satu tipe aspal beton yang digunakan sebagai pondasi untuk konstruksi jalan dengan lalu lintas yang berat, sehingga penulis menggunakan *Asphalt Treated Base* (ATB). menggunakan limbah serbuk kayu jati dengan harapan dapat meningkatkan karakteristik perkerasan *Asphalt Treated Base* (ATB) lebih sempurna serta menghindari kerusakan jalan dalam waktu singkat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis agar beban kendaraan yang lewat dapat diteruskan kelapisan dibawahnya. Lapisan permukaan jalan biasanya menggunakan material kualitas baik dan lapisan di bawahnya kualitasnya berkurang karena beban yang diterimanya tidak sebesar beban yang diterima pada lapisan permukaan jalan.

Perkerasan jalan adalah bagian dari lalu lintas yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang melintang jalan merupakan penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan. Saodang, H (2004:1)

Menurut Sukirman, S (1999:83) dalam perencanaan perlu dipertimbangkan seluruh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi dari pelayanan konstruksi perkerasan jalan seperti fungsi jalan, kinerja perkerasan, umur rencana, lalu lintas, sifat dasar tanah, kondisi lingkungan, sifat dan material di lokasi sebagai bahan lapisan perkerasan dan bentuk geometrik lapisan perkerasan jalan.

Menurut Sukirman Silvia (1999:4), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar

yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan lentur antara lain lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Agregat dan aspal merupakan material pembentuk perkerasan jaln. Departemen Pekerjaan Umum pada petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal *Beton* (*Laston*) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, agregat merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal tabel 1.

Tabel 1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos						
(mm)	(ASTM)	SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
37,5	1,5"	-	-	-	-	-	-	-
25,0	1"	-	-	-	-	-	-	100
19,0	3/4"	-	-	-	100	100	100	90-100
12,7	1/2"	-	-	100	80-100	75-100	90-100	65-90
9,5	3/8"	100	100	95-100	60-85	57-80	60-85	55-80
4,75	#4	95-100	95-100	75-100	56-80	48-75	38-55	35-60
2,36	#8	70-95	80-95	55-90	53-78	38-70	27-40	24-45
1,18	#16	45-80	60-85	44-80	40-70	22-60	17-30	25-34
0,600	#30	30-65	45-74	32-70	25-60	19-47	14-24	9-25
0,300	#50	22-50	30-62	20-60	13-48	12-35	9-18	5-17
0,150	#100	19-34	16-40	12-50	8-30	6-25	5-12	3-12
0,075	#200	6-18	6-18	6-12	5-10	5-9	2-8	2-9

Sukirman,S.,(2003).Aspal merupakan bahan material pada perkerasan jalan dan bersifat viskoelastis sehingga aspal dapat mencair apabila dipanaskan dengan suhu tertentu begitu juga sebaliknya. Fungsi aspal adalah sebagai bahan pengikat antara agregat dengan aspal, juga sebagai pengisi rongga pada agregat. Daya tahannya (*durability*) berupa kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat aspal akibat pengaruh cuaca dan tergantung pada sifat campuran aspal dan agregat. Sedangkan sifat adhesi dan kohesi adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan ikatan yang baik.

Departemen Pekerjaan Umum (1983) menyebutkan bahwa konstruksi beton aspal dapat digunakan sebagai wearing course, binder course, base course dan subbase course. Untuk aspal beton yang digunakan pada lapisan base course berdasarkan spesifikasi Bina Marga. ATB merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu. ATB mempunyai fungsi sebagai perkerasan yang meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas kebagian konstruksi jalan bawahnya. Lapis aspal beton pondasi atas memiliki sifat-sifat seperti open grade, kurang kedap air dan mempunyai nilai struktural. Persyaratan sifat campuran untuk *Asphalt Treated Base* (ATB) Spesifikasi Umum DPU Bina Marga Prov. Jatim 2018 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan Sifat Campuran Untuk *Asphalt Treated Base* (ATB)

Sifat Campuran		Spesifikasi						
		SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
Kadar Aspal Efektif	Min	8,0	8,3	6,0	6,3	5,5		
Kadar Penyerapan Aspal	Max	2,0	2	2	1,7	1,7	1,7	1,7
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	9,0	9,3	7,0	7,3	6,5	6	5,8
Kadar Rongga Udara dari campuran padat (% terhadap volume total campuran)	Min	3	3	3	4	4	3	3
	Max	9	9	9	6	6	5	5
Rongga diantara mineral agregat (VMA) (%)	Min	20	20	20	18	18	15	14
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min	75	75	75	68	68	65	65
Stabilitas Marshal (SNI-06-2489-1991) (Kg)	Min	200	200	450	450	800	800	800
Pelelehan (Flow), mm	Min	2	2	2	3	3	2	2
	Max	3	3	3			4	4
Marshall Quotient (SNI-06-2489-1991) (Kg/mm)	Min	80	80	80	250	250		
Stabilitas Marshal tersisa setelah perendaman selama 24 jam pada 60° C (% terhadap stabilitas semula)	Min	75	75	75	75	75	75	75

Kayu merupakan hasil hutan dari pangkal kekayaan alam, dan juga merupakan materi mentah yang mudah diproses guna dijadikan benda sesuai dengan perkembangan teknologi. Penafsiran kayu di sini merupakan suatu materi yang didapat dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari tumbuhan itu, dan diperhitungkan bagian mana yang lebih banyak bisa digunakan guna suatu tujuan pemakaian. Begitu perihalnya dengan serbuk kayu pengergajian ialah salah satu tipe elemen kayu yang berdimensi 1, 00 milimeter– 2, 00 milimeter, bobotnya amat ringan dalam kondisi kering serta mudah diterbangkan oleh angin. (Dumanauw, J. F, 1990).

Serbuk Kayu merupakan salah satu tipe materi limbah yang bersifat organik dimana limbah ini ada pada area perusahaan penggergajian kayu ataupun pengrajin furniture yang disaat ini belum maksimal pemanfaatannya. Serbuk kayu merupakan serbuk yang berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji.

Serbuk yang hendak dipakai membutuhkan pengerjaan yang disebut proses mineralisasi. Cara ini dipakai guna mengurangi zat ekstraktifnya semacam gula, tanin serta asam- asam organik dari tumbuh-tumbuhan supaya energi lekatan serta pengerasan semen tidak tersendat. Peninjauan yang dilakukan pada serbuk kayu merupakan peninjauan kandungan air serbuk kayu awal (saat sebelum proses mineralisasi), pengecekan kandungan air serbuk kayu akhir (sesudah proses mineralisasi) serta peninjauan berat isi serbuk kayu dalam kondisi longgar. Serbuk gergaji kayu ialah limbah perusahaan kayu yang nyatanya bisa digunakan sebagai zat penyerap.

Dimana proses kimianya sebagai berikut: Diamati dari respon di atas kalau serbuk kayu yang banyak memiliki selulosa sesudah direndam dengan air kapur 5% selama ± 24 jam akan membentuk kalsium karbonat selaku zat perekat (*tobermorite*) yang bila bereaksi dengan semen akan semakin melekatkan butir-butir hasil akumulasi sehingga tercipta massa yang solid serta padat. (Ida Nurwati, 2006).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu jati dan agregat sebagai bahan campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) dengan panduan pengujian mengacu pada standar AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*), BS (*British Standard*), dan spesifikasi ATB (*Asphalt Treated Base*) menggunakan panduan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018.

Pada Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan limbah serbuk kayu jati yang dianggap tidak dapat digunakan sehingga menjadi barang bekas atau sampah dan permasalahan perkerasan jalan yang sering terjadi, salah satunya retaknya lapisan perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban kendaraan lalu lintas dan akibat faktor dari cuaca. Maka dari itu, perlu diadakannya penelitian untuk meningkatkan kualitas mutu campuran aspal. Pada tahap studi literatur, referensi didapatkan dari laporan penelitian dan jurnal-jurnal penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan topik penelitian yang berkaitan.

Persiapan penelitian pada pengujian bahan campuran dilakukan terhadap agregat dan aspal yang bertujuan untuk mendapatkan mutu campuran beraspal yang sesuai dan memenuhi standar campuran aspal sebagai bahan campuran *Asphalt Treated Base* (ATB).

Penegujian ini memacu kepada standar AASHTO (*The American Association of State Higway and Transportation Officials*). BS (*British Standard*) dan ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

Menentukan varasi kadar aspal untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dan dilanjutkan untuk campuran tambahan limbah serbuk kayu jati. Jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Benda Uji

Jumlah Benda Uji Normal						
Kadar Aspal (%)	Persentase Aspal (%)					Jumlah
	4%	4,5%	5%	5,5%	6%	
Rendaman 30 Menit	3	3	3	3	3	15

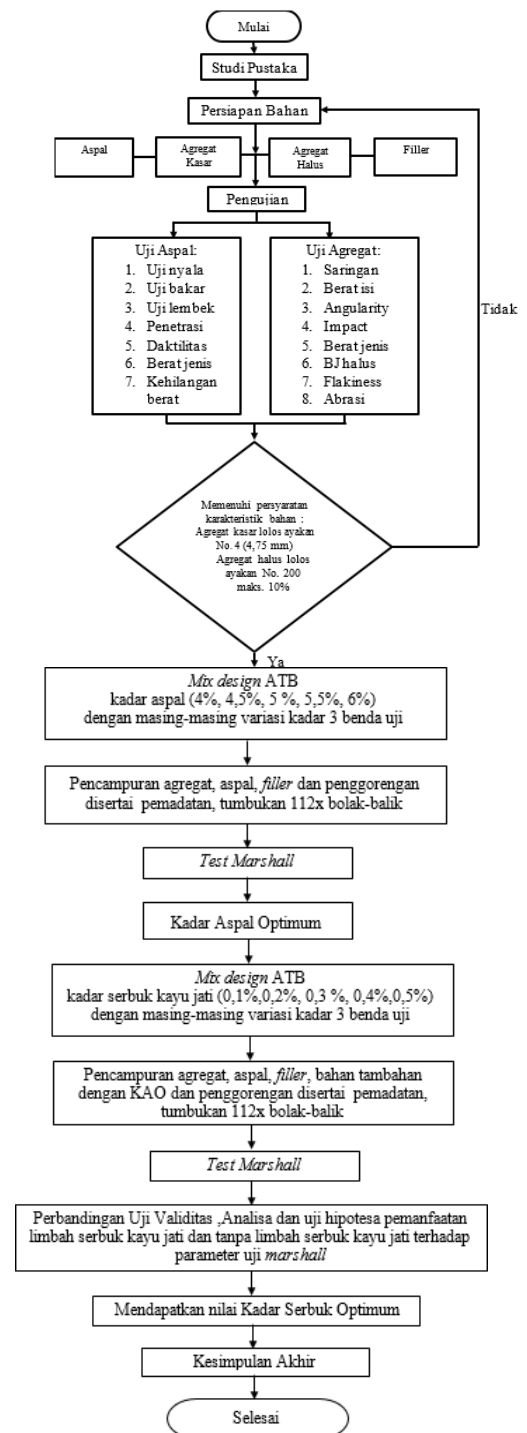
Jumlah Benda Uji + Serbuk Kayu Jati (Rendaman 30 Menit)	
Kadar Serbuk Kayu Jati (%)	(KAO)
	Jumlah Benda Uji
0,1	3
0,2	3
0,3	3
0,4	3
0,5	3
Total	15

Presentase Aspal (%)		
Kadar Aspal Optimum (%)	5,35 %	Jumlah
Rendaman 24 Jam	3	3

Kadar Aspal Optimum + Serbuk Kayu Optimum (Rendaman 24 Jam)	
Kadar (%)	Jumlah
KAO 5,35% + SKO 0,27%	3

Dalam penelitian ini menggunakan cara kering (*dry process*), dimana cara pencampuran serat karung goni dimasukkan kedalam agregat pada suhu 120°C kemudian dilanjutkan tahap pencampuran aspal sampai mencapai pada suhu 140°C dan dilakukan pemadatan dengan suhu 121°C.

Metode penelitian disusun untuk memberikan kemudahan dalam pelaksanaan sebuah penelitian sehingga berjalan lebih tepat efektif dan efisien. Tahapan prosedur pelaksanaan ini tergambar dalam suatu bagan alir metode penelitian. Adapun langkah- langkah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

hasil pengujian agregat dapat disimpulkan dengan matriks perbandingan pengujian terhadap spesifikasi. Dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Matriks Perbandingan Hasil Pengujian Agregat Terhadap Spesifikasi

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Bina Bina Marga	Keterangan
1	Berat isi Agregat 10/20	1,41		
		1,54		
		1,54		
2	Berat isi Agregat 10/10	1,34		
		1,46		
		1,49		
3	Berat isi Agregat 5/10	1,34		
		1,47		
		1,51		
4	Berat isi Agregat 0/5	1,63		
		1,91		
		1,95		
5	Berat Jenis Agregat 10/20	2,67	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 10/20	1,56%	Maks 3 %	Memenuhi
6	Berat Jenis Agregat 10/10	2,70	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 10/10	2,14%	Maks 3 %	Memenuhi
7	Berat Jenis Agregat 5/10	2,64	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 5/10	2,35%	Maks 3 %	Memenuhi
8	Berat Jenis Agregat 0/5	2,64%	Min. 2,5	Memenuhi
	Penyerapan Agregat 0/5	1,01%	Maks 3 %	Memenuhi
9	Angka Angularitas Kasar	3,63	0 - 12	Memenuhi
10	Flakiness	19,90	Maks 25 %	Memenuhi
11	Impact Value	9,39	Maks 30 %	Memenuhi
12	Abrasi	23,72	Maks 30 %	Memenuhi

hasil pengujian aspal dapat disimpulkan dengan matriks perbandingan pengujian terhadap spesifikasi. Dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 6. Matriks Perbandingan Hasil Pengujian Aspal Keras Penetrasi 60/70 Terhadap Spesifikasi

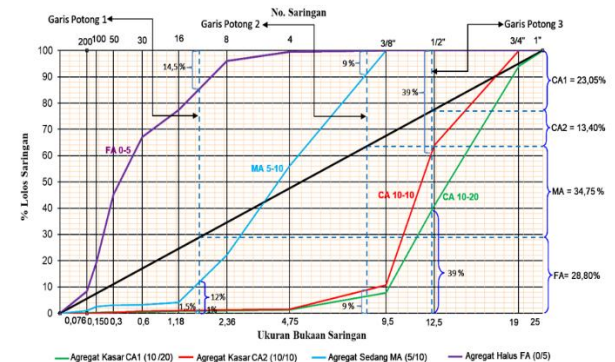
No.	Pengujian	Syarat	Hasil
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Minyak	60 - 70	66,50 10 ⁻¹ mm
2	Berat Jenis Aspal Keras	≥ 1	1,028 gr/cm ²
3	Daktilitas Setelah Kehilangan Minyak	≥ 100 Cm	120 cm
4	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	≥ 232	314/319 °C
5	Titik Lembek Aspal dan Ter	≥ 48	48,000 °C
6	Kehilangan Berat Minyak dan Aspal	≤ 0,8	0,130 %
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Minyak	≥ 54	94,74 %
8	Daktilitas Sebelum Kehilangan Minyak	≥ 50 cm	150 cm

Dari pengujian analisa saringan didapatkan prosentase lolos saringan dari masing-masing ukuran agregat, prosentase tersebut dijadikan data untuk pembuatan diagram diagonal sebagai mix design untuk mendapatkan komposisi campuran pembuatan benda uji. Prosentase Lolos Saringan dapat dilihat pada tabel 7:

Tabel 7. Prosentase Lolos Saringan

Ukuran Saringan	Prosentase Lolos Saringan			
	CA 1 (10 - 20)	CA 2 (10 -10)	MA (5 - 10)	FA (0 - 5)
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")	94,06	100	100	100
12,5 mm (1/2")	40,96	63,84	100	100
9,5 mm (3/8")	7,72	10,73	100	100
4,75 mm (No. 4)	1,283	1,413	56,01	99,57
2,36 mm (No. 8)	0,964	1,246	22,13	96,07
2 mm (No. 10)	0,914	1,179	6,008	87,4
1,18 mm (No. 16)	0,752	1,01	4,155	77,41
0,71 mm (No. 25)	0,654	0,834	3,42	70,67
0,6 mm (No. 30)	0,52	0,735	3,277	67,02
0,425 mm (No. 40)	0,47	0,557	3,12	56,67
0,28 mm (No. 50)	0,432	0,303	2,978	45,1
0,18 mm (No. 80)	0,355	0,077	2,653	31,14
0,15 mm (No. 100)	0,306	0,061	2,555	19,33
0,075 mm (No. 200)	0,143	0,01	0,884	8,39
p a n	0	0	0	0

Setelah dilakukan pemeriksaan dan analisa gradasi untuk mengetahui berat dan prosentase agregat yang lolos pada masing-masing saringan, maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode Grafis seperti pada grafik 1 sebagai berikut:



Grafik 1. Diagonal Komposisi Campuran Agregat

Untuk penelitian ini didapat kan Persentase agregat komposisi spesifikasi ATB sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{CA10/20} &= 23,05 \% \\
 \text{CA10/10} &= 13,40 \% \\
 \text{MA5/10} &= 34,75 \% \\
 \text{FA0/5} &= 28,80 \%
 \end{aligned}$$

komposisi campuran Asphalt Treated Base (ATB) didapat nilai tengah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= 0,035 \times (\text{CA10/20} + \text{CA10/10} + \text{MA5/10}) + (0,045 \times \text{FA0/5}) + (0,18 \times \text{FF}) + 0,75 \\
 &= 0,035 \times (23,05 + 13,40 + 34,75) + (0,045 \times 28,80) \\
 &\quad + (0,18 \times 0,00) + 0,75 \\
 &= 4,98 \text{ dibulatkan menjadi } 5 \text{ (konstanta).}
 \end{aligned}$$

untuk mencari kadar aspal optimum dengan aspal tengah 5% dibuat dengan 5 variasi kadar aspal diantaranya 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dapat dilihat perencanaan komposisi campuran pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Perencanaan Komposisi Campuran

Persentase Aspal		P-1%	P-0,5%	P%	P+0,5%	P+1%
		4%	4,5%	5%	5,5%	6%
CA 10/20	23,05 %	265,54	264,15	262,77	261,39	260,00
CA 10/10	13,40 %	154,37	153,56	152,76	151,96	151,15
MA 5/10	34,75 %	400,32	398,24	396,15	394,07	391,98
FA 0/5	28,80 %	331,78	330,05	328,32	326,59	324,86
FF	0,00 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
total	100 %	1152	1146	1140	1134	1128

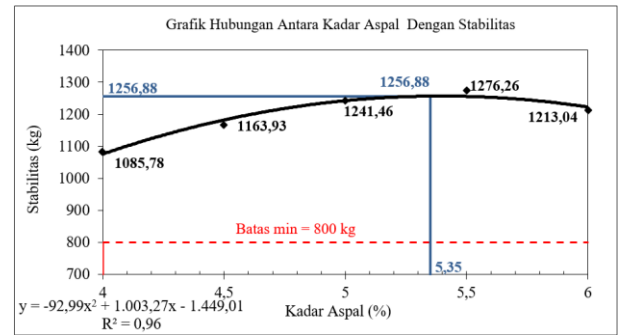
Berat Aspal	Gram	48	54	60	66	72
Berat Agregat	Gram	1152	1146	1140	1134	1128
Total	Gram	1200	1200	1200	1200	1200

Dengan variasi kadar aspal tersebut diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,35% yang kemudian dilanjutkan untuk pencampuran material pengisi limbah serbuk kayu jati perencanaan komposisi campuran serbuk kayu dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

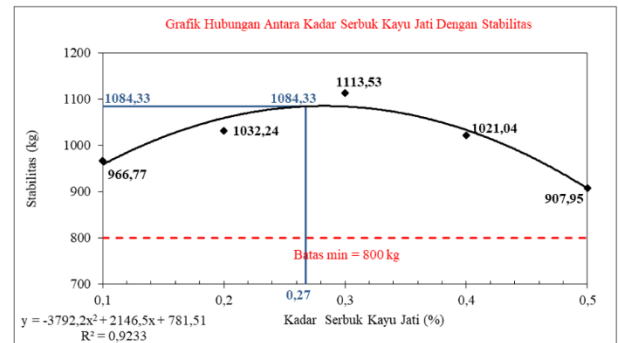
Tabel 9. Perencanaan Komposisi Campuran Serbuk Kayu Jati

Persentase Kebutuhan Bahan Dalam (%)					
Bahan Tambah Serbuk Kayu Jati	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
CA 10/20	21,79	21,77	21,75	21,72	21,70
CA 10/10	12,67	12,66	12,64	12,63	12,62
MA 5/10	32,86	32,82	32,79	32,75	32,72
FA 0/5	27,23	27,20	27,17	27,14	27,12
FF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aspal	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35
Total	100	100	100	100	100

Penambahan limbah serbuk kayu jati dimaksudkan untuk meningkatkan nilai parameter *Marshall Test* terutama pada nilai stabilitasnya. Dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat dilihat perbandingan antara campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) tanpa penambahan limbah serbuk kayu jati dan campuran menggunakan limbah serbuk kayu jati. Perbandingan Nilai Parameter *Marshall Test* dapat dilihat pada grafik 2 dan grafik 3 sebagai berikut :

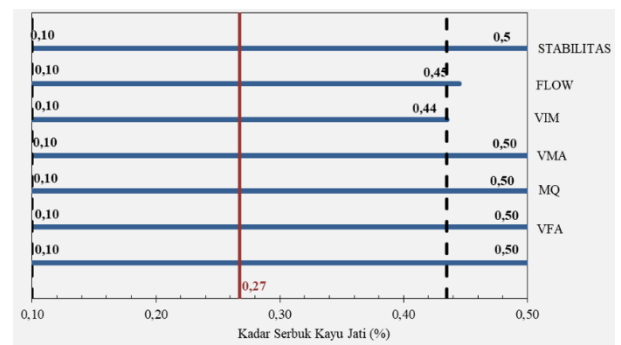


Grafik 2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas



Grafik 3. Hubungan Kadar Serat karung Goni Dengan Stabilitas

Dari hasil yang sudah didapat, dinyatakan bahwa benda uji campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) yang memanfaatkan limbah serbuk kayu jati sebagai material pengisi dengan prosentase kadar 0,1%, 0,2%, 0,3%, dan 0,4% meskipun mengalami penurunan akan tetapi penambahan limbah serbuk kayu jati masih memenuhi persyaratan campuran *Asphalt Treated Base* (ATB) yang dapat dilihat pada grafik diagram batang sebagai berikut:



Grafik 4. Diagram Batang Campuran (ATB) Menggunakan Limbah Serbuk Kayu Jati

Dari diagram batang diatas penambahan limbah serbuk kayu jati dengan kadar 0,1% – 0,4% dari semua parameter *marshall* meskipun mengalami penurunan akan tetapi masih memenuhi persyaratan campuran *Asphalt Treated Base* (ATB). Maka dapat dinyatakan bahwa penambahan limbah serbuk kayu jati dapat dikatakan layak untuk ditambahkan pada campuran aspal *Asphalt Treated Base* (ATB).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Limbah serbuk kayu jati layak digunakan sebagai material pengisi campuran *Asphalt Treated Base* (ATB), dikarenakan hasil yang didapatkan masih berada dalam batas yang disyaratkan.
2. Dari hasil analisa didapatkan nilai prosentase kadar serbuk kayu jati optimum adalah sebesar 0,27% pada kadar aspal optimum (KAO) 5,35%.

Saran

Karena keterbatasan waktu penelitian, maka untuk penelitian selanjutnya penulis dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk proses pembuatan sampel suhu pencampuran dan pemadatan harus lebih diperhatikan lagi.
2. Sebaiknya perlu dilakukan kembali penelitian menggunakan bahan tambah serbuk kayu jati dengan campuran yang berbeda, misalnya Hot Roller Sheet (HRS), Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC).

Daftar Pustaka

Anonim. *Buku Panduan Praktikum Bahan Jalan Institut Teknologi Nasional Malang*.

Anonim. 2018. *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*. Surabaya

Arif Rizky Andika Pratama, 2019. “*Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polivinyl Chloride (Baliho) Pada Campuran (Asphalt Treated Base) ATB Ditinjau Dari Nilai Parameter Marshall Test* “. Skripsi. Malang: Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Avista Candra Dewi S, Ristradianti Dwi A. 2016. *Pengaruh penambahan serbuk kayu jati terhadap nilai Marshall yang ada pada campuran aspal porous*.

Cut Yuslinggan Cahya, 2018. “*Karakteristik Penggunaan Abu Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Filler Pada Campuran Laston Lapis Atas*”. Skripsi. Aceh: Fakultas Teknik ,Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Desi Widiyanti,dkk. 2018. *Kinerja campuran beton aspal wearing course dengan tambahan serbuk serat pelepah batang pisang*.

Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. Departemen Pekerjaan Umum RI *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya SKBI-2.3.26 PU*. Jakarta.

Sabaruddin, 2011. “*Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Sebagai Filler Hot Rolled Sheet – Base (HRS-BASE)*”. Skripsi. Ternate: Fakultas Teknik Universitas khoirun kampus Gambesi Ternate.

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. Alfabeta. Bandung

Sukirman, S. 1992 . *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung

Sukirman, S. 1999 . *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung

Sukirman, S. 2003 . *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Jakarta