

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT KELAPA SAWIT PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE) ATB DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST

Yusril Yahya¹, Ester Priskasari², Eding Iskak Imananto³
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : yusrilyahya321@gmail.com¹

ABSTRACT

Increased activity of the oil palm plantation industry in Muara Wahau village, East Kutai Regency, East Kalimantan Province, which has resulted in piles of waste, one of which is palm oil fiber waste. This research carried out the utilization of oil palm fiber waste that has not been optimized with the aim of knowing the effect of adding palm fiber waste to the ATB foundation layer on the characteristic value of the Marshall Test and knowing the feasibility of palm oil fiber waste as an additive to the ATB mixture. The research was conducted by looking for the value of KAO with asphalt content variants of 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, and 6% with each of the variations in asphalt content made by 5 specimens, and obtained KAO of 5.43%. The planning for hot mix again used KAO asphalt levels and the addition of palm oil waste with variations in levels of 1.5%, 3%, 4.5% and 6% for each grade made of 3 objects. From the results of the research, the added material for palm oil fiber waste mixed with ATB affects the characteristic value of Marshall significantly. From the results of testing the hypothesis Stability $F_{count} = 12.71$, Flow $F_{count} = 5.47$, VIM $F_{count} = 3344.49$, VMA $F_{hitung} = 3347.46$, MQ $F_{count} = 65.89$, VFA $F_{count} = 3582.70 > F_{table} = 3.478$. And based on the research results, it is stated that palm oil fiber waste is not suitable for use as an added material, because the results of VIM and VFA have decreased which do not meet the requirements of the 2018 Highways Specifications.

Keywords : *Palm Oil Fiber waste, ATB (Asphalt Treated Base), Parameter Marshall Test.*

ABSTRAK

Meningkatnya aktifitas industri perkebunan kelapa sawit di desa Muara Wahau Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur yang menghasilkan tumpukan limbah salah satunya limbah serabut kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan pemanfaatan limbah serabut kelapa sawit yang belum dioptimalkan dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan limbah serabut kelapa sawit pada lapisan pondasi atas ATB terhadap nilai karakteristik Marshall Test dan mengetahui kelayakan limbah serabut kelapa sawit sebagai bahan tambah pada campuran ATB. Penelitian dilakukan dengan mencari nilai KAO dengan varian kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% dengan masing-masing variasi kadar aspal dibuat sebanyak 5 benda uji, dan diperoleh KAO sebesar 5,43%. Perencanaan hotmix kembali memakai kadar aspal KAO dan penambahan limbah serabut kelapa sawit dengan variasi kadar 1,5% , 3% , 4,5% dan 6% tiap kadar dibuat 3 benda. Dari hasil penelitian bahan tambah limbah serabut kelapa sawit campuran ATB mempengaruhi nilai karakteristik marshall secara signifikan. Dari hasil pengujian hipotesis Stabilitas $F_{hitung} = 12,71$, Flow $F_{hitung} = 5,47$, VIM $F_{hitung} = 3344,49$, VMA $F_{hitung} = 3347,46$, MQ $F_{hitung} = 65,89$, VFA $F_{hitung} = 3582,70 > F_{tabel} = 3,478$. Dan berdasarkan hasil penelitian, dinyatakan limbah serabut kelapa sawit tidak layak digunakan sebagai bahan tambah, dikarenakan hasil VIM dan VFA mengalami penurunan yang tidak memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018.

Kata kunci : *Limbah Serat Kelapa Sawit, ATB (Asphalt Treated Base), Parameter Marshall Test.*

1. PENDAHULUAN

Campuran material perkerasan jalan sangat menentukan kualitas pada lapisan perkerasan aspal, material perkerasan jalan harus memenuhi

persyaratan tertentu yang ditetapkan oleh peraturan-peraturan seperti yang ditetapkan oleh Bina Marga seperti berat jenis, kadar penyerapan, kepipihan dan lain-lain. Penelitian ini memanfaatkan limbah serabut kelapa sawit sebagai bahan tambah pada campuran

ATB dengan presentase 1,5%,3%,4,5%,6% mengingat tumpukan limbah serabut kelapa sawit semakin banyak serta belum doptimalkan sama sekali di daerah Kalimantan Timur khususnya di desa Muara Wahau.

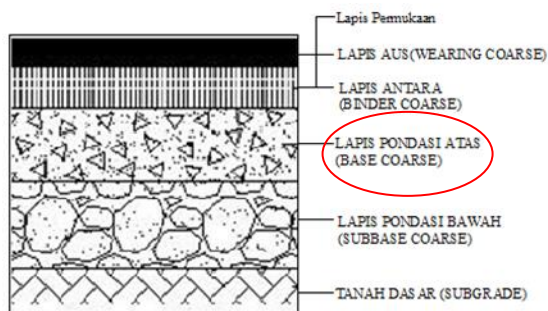
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serabut kelapa sawit terhadap karakteristik Marshall Test pada campuran lapisan aspal beton serta untuk mengetahui kelayakan pada campuran ATB. jenis perkerasan aspal yang digunakan adalah *Asphalt Treated Base (ATB)* yang merupakan lapisan pondasi atas konstruksi jalan.

Hipotesis Penelitian :

- Hipotesis Nol (Ho) menyatakan tidak ada pengaruh dari penambahan limbah serabut kelapa sawit terhadap pengujian Marshall Test.
- Hipotesis Alternatif (Ha) menyatakan adanya pengaruh pada penambahan limbah serabut kelapa sawit terhadap pengujian Marshall Test.

Landasan Teori :

ATB merupakan pondasi atas perkerasan jalan yang berfungsi meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas kebagian konstruksi jalan dibawahnya, selain itu ATB juga khusus diformulasikan untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan, tebal minimum untuk lapisan ATB adalah 5 cm. Lapis aspal pondasi atas memiliki sifat-sifat seperti open grade, kurang kedap air dan mempunyai nilai struktural.



Gambar 1. Lapisan Perkerasan

Tabel 1. Gradasi Agregat 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	29 - 60	17 - 30	15 - 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

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Prov. Jatim 2018 seksi 6.3 : 6-39

Tabel 2. Persyaratan sifat campuran untuk Asphalt Traeted 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

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Prov. Jatim 2018 seksi 6.3 :6-42

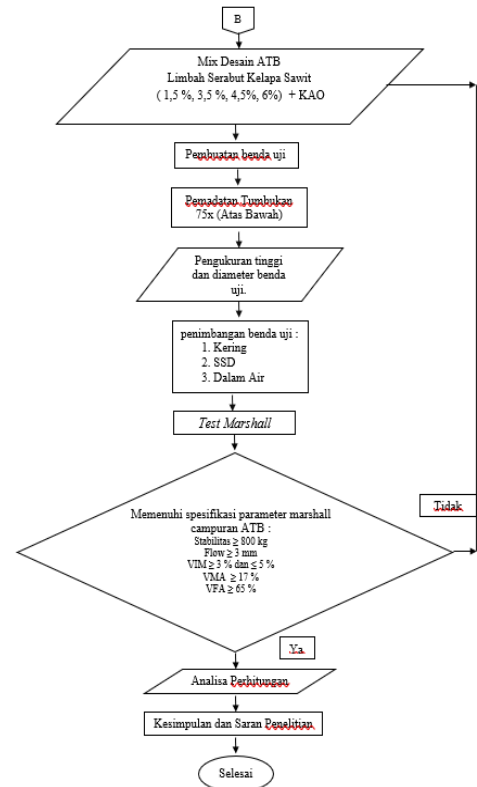
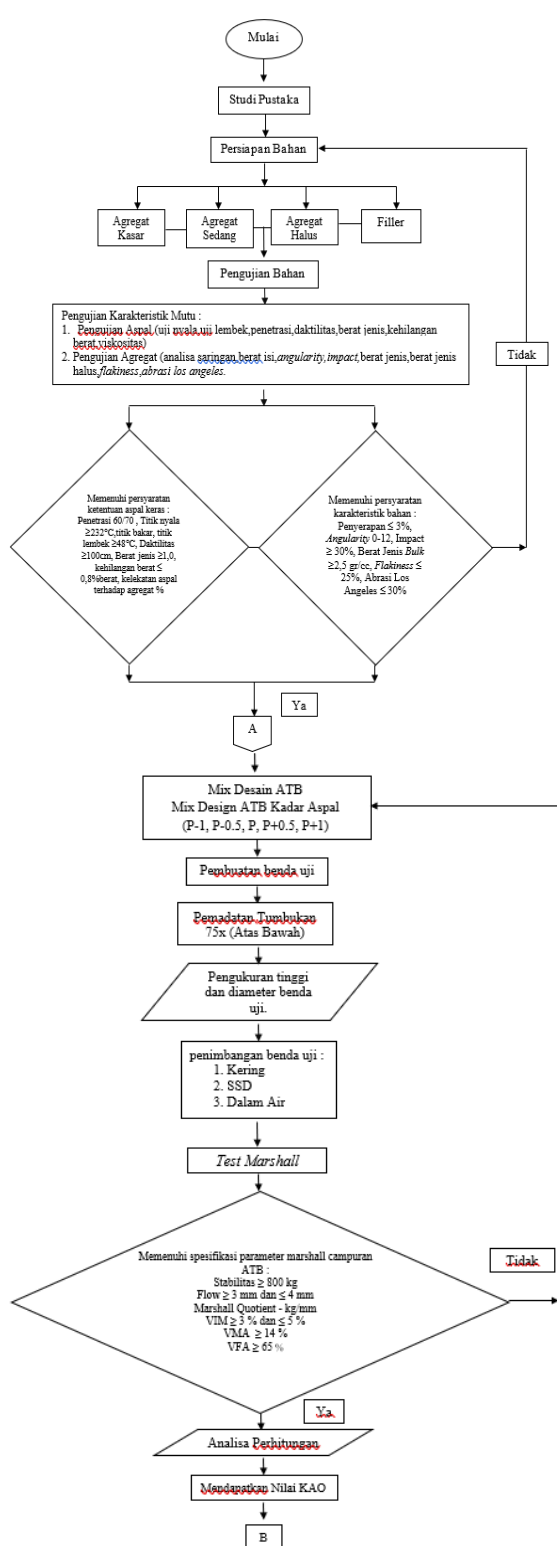
Tabel 3. Ketentuan-Ketentuan Aspal Keras

No.	Jenis Pengujian	Aspal 60-70
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	60-70
2.	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	160-240
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	≥ 300
4.	Titik Lembek (°C)	≥ 48
5.	Daktilitas pada 25°C (cm)	≥ 100
6.	Titik Nyala (°C)	≥ 232
7.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	≥ 99
8.	Berat Jenis	≥ 1,0
Pengujian Residu hasil TFOT :		
9.	Berat yang hilang (%)	≤ 0,8
10.	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	≤ 800
11.	Penetrasi pada 25°C (%)	≥ 54
12.	Daktilitas pada 25°C (cm)	≥ 100

Sumber : Spesifikasi Umum DPU Bina Marga Prov. Jatim 2018 seksi 6.3 : 40

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa pengamatan dan pemeriksaan terhadap perbandingan nilai pengujian Marshall Test campuran ATB dengan menggunakan bahan tambah limbah serabut kelapa sawit Pengamatan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Adapun Gambar 2. Diagram Alir Penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bahan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang pada pengujian aspal dan agregat sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Dan Agregat

No	Pengujian	Spesikasi Umum Bina Marga 2018	Hasil
Pengujian Aspal			
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Minyak	60 - 70	69,7 10^{-1} mm
2	Penetrasi Setelah Kehilangan Minyak	Min. 54	68,6 10^{-1} mm
3	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	Min. 232	314/319 °C
4	Titik Lemek Aspal dan Ter Sebelum Kehilangan Minyak	Min. 48	54,5 °C
5	Titik Lemek Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Minyak	Min. 48	53,5 °C
6	Berat Jenis Aspal Keras dan Aspal	Min. 1	1,057 gr/cm ³
7	Kehilangan Berat Minyak	Maks. 0,8	0,187 %
8	Daktilitas Sebelum Kehilangan Minyak	Min. 100 cm	118 cm
9	Daktilitas Setelah Kehilangan Minyak	Min. 100 cm	133,75 cm
10	Perkiraan Temperatur Campuran	150 - 165 °C	151 °C
11	Perkiraan Temperatur Pemadatan	95 - 140 °C	121 °C
Pengujian Agregat			
10	Berat Isi Agregat 10/20		1,492 gr/cm ³
11	Berat Isi Agregat 10/10		1,467 gr/cm ³
12	Berat Isi Agregat 5/10		1,399 gr/cm ³
13			1,698 gr/cm ³
14	Analisa Saringan Agregat 10/20		
15	Analisa Saringan Agregat 10/10		
16	Analisa Saringan Agregat 5/10		
17	Analisa Saringan Agregat 0/5		
18	Angka Angularitas	0 - 12	2,274
19	Berat Jenis Agregat 10/20	Min. 2,5	2,607
20	Penyerapan Agregat 10/20	Maks. 3%	2,36 %
21	Berat Jenis Agregat 10/10	Min. 2,5	2,65
22	Penyerapan Agregat 10/10	Maks. 3%	2,15 %
23	Berat Jenis Agregat 5/10	Min. 2,5	2,60
24	Penyerapan Agregat 5/10	Maks. 3%	2,65 %
25	Berat Jenis Agregat 0/5	Min. 2,5	2,70
26	Penyerapan Agregat 0/5	Maks. 3%	2,32 %
27	Flakiness Kasar	Maks 25%	19,90 %
28	Kausan Agregat	Maks. 40%	23,724 %
29	Impact Value 10/10	Maks. 30%	9,390 %

Pembuatan Benda Uji

Perencanaan pembuatan benda uji lapisan perkerasan campuran ATB dilakukan setelah pengujian bahan memenuhi syarat spesifikasi.

Tabel 5. Benda Uji

Penentuan Kadar Aspal Optimum	
Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji
(Pb-1)	3
(Pb-0,5)	3
(Pb)	3
(Pb+0,5)	3
(Pb+1)	3
Pengujian Serabut Kelapa Sawit + KAO	
Serabut kelapa sawit (%)	Jumlah Benda Uji
1,5	3
3	3
4,5	3
6	3
Jumlah	27

Bahan-Bahan Material

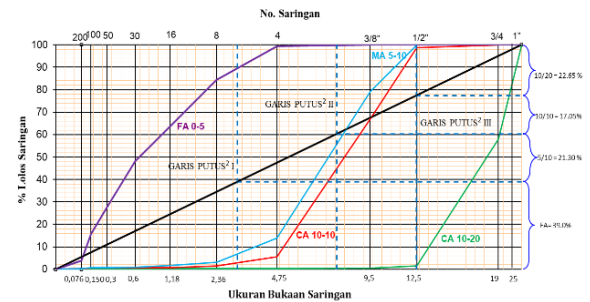
Bahan-bahan yang di pergunakan dalam Penelitian ini adalah :

- 1) Bahan pengikat Aspal Pertamina penetrasi 60/70
- 2) Material agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dari AMP PT. SRIWIJAYA DELAPAN TUJUH, alamat Jl. Raya Kendal Payak, Desa Kendal Payak Kec. Pakisaji Kab. Malang, Jawa Timur 65162.
- 3) Limbah serabut kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan campuran ATB adalah limbah dari PT. Swakarsa Sinar Sentosa Blok 7, Kecamatan Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur.
- 4) Bahan pengisi (filler) yang digunakan adalah semen dari Semen Gresik.

Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis

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

Grafik 1. Diagram Diagonal Komposisi



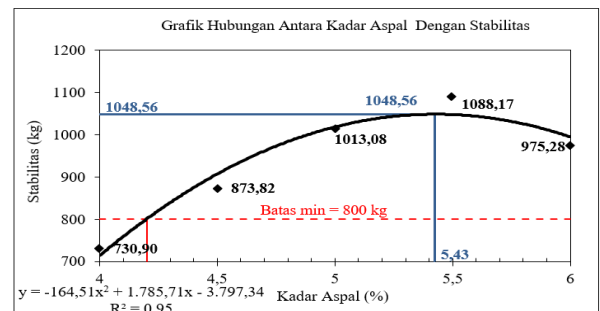
- Garis Putus² I (sebelah Kiri) :
 $FA0/5=MA5/10+CA10/20+CA10/10$
- Garis Putus² II (Sebelah Tengah) :
 $MA 5/10= CA10/10$
- Garis Putus² III (Sebelah Kanan) :
 $CA 10/10= CA 10/20$

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

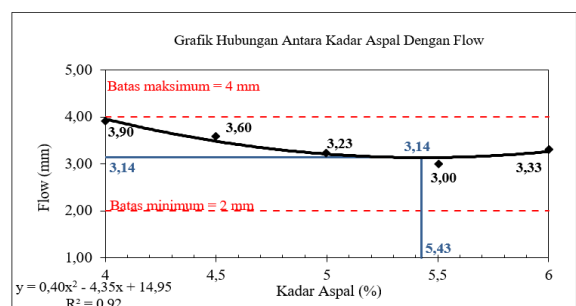
Hasil pengujian Marshall Untuk Mencari KAO :

Pengujian ini dilakukan untuk mencari nilai KAO dengan varian kadar aspal 4%,4,5%,5%,5,5% dan 6%. Dalam pengujian dengan alat Marshall didapat data stabilitas,flow,vim,vma,mq dan vfa yang kemudian dihitung sehingga didapat nilai dari karakteristik Marshall.

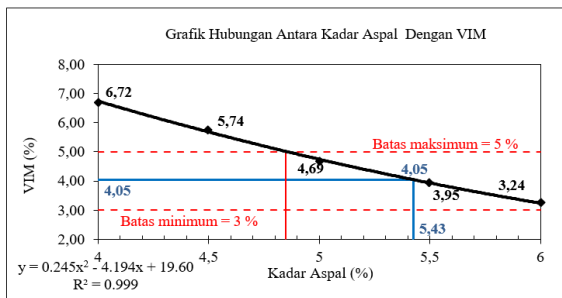
Grafik 2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas



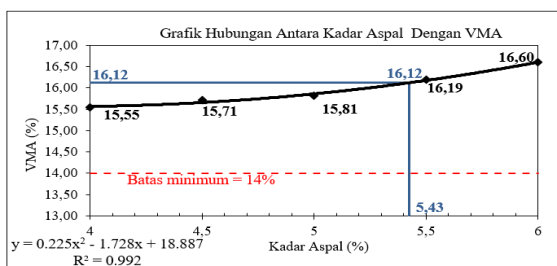
Grafik 3. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Flow



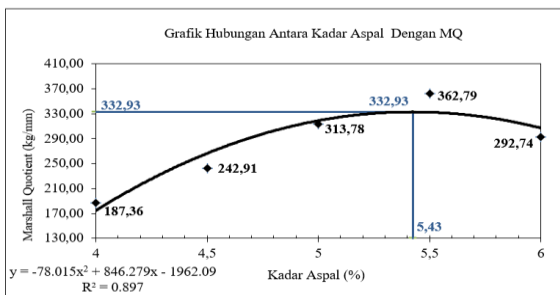
Grafik 4. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Vim



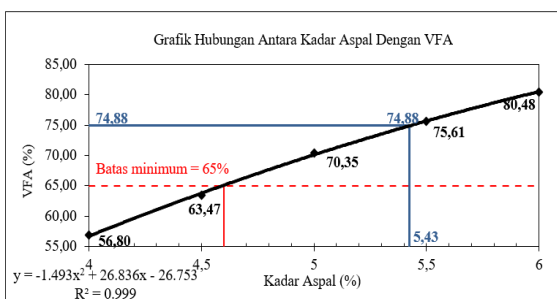
Grafik 5. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Vma



Grafik 6. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Mq

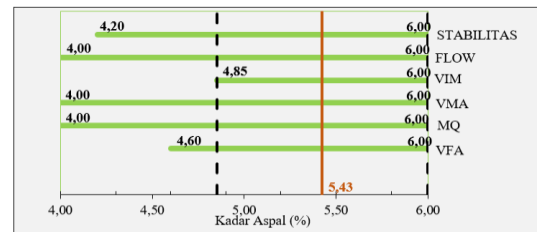


Grafik 7. Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Vfa



Dari hasil perpotongan antara garis regresi dengan batas ketentuan kemudian, di plotkan pada diagram batang sehingga bisa ditentukan KAO.

Grafik 8. Diagram Batang kadar Aspal Optimum



Dari hasil semua parameter, untuk menentukan kadar optimum digunakan rumus :

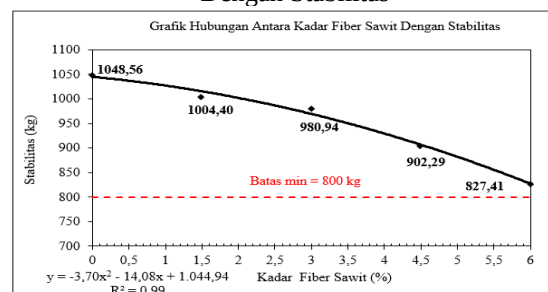
$$\frac{a + b}{2} = \frac{4,85\% + 6\%}{2} = 5,43\%$$

Maka kadar aspal optimum didapatkan sebesar 5,43%.

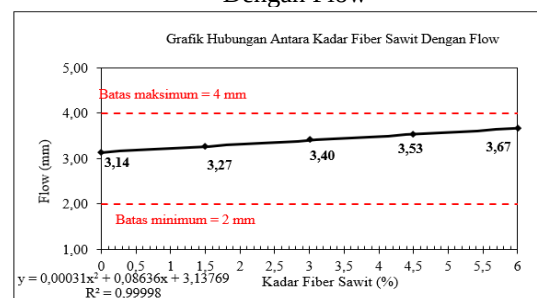
Hasil pengujian Marshall untuk Serabut Kelapa sawit dengan KAO :

Pengujian dengan serat kelapa sawit dengan varian kadar 1,5%,3%,4,5%, dan 6%. Didaptkan hasil karakteristik marshall serat kelapa sawit.

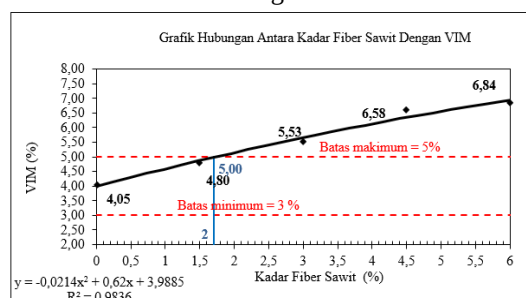
Grafik 9. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Stabilitas



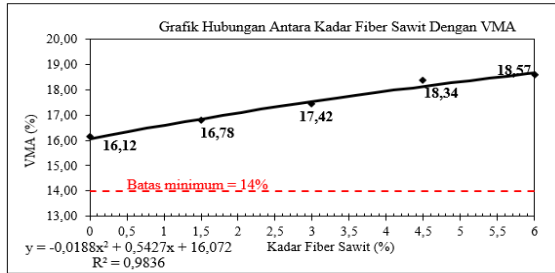
Grafik 10. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Flow



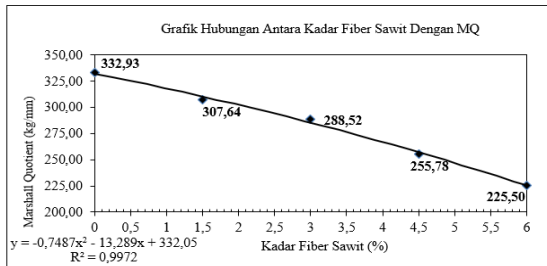
Grafik 11. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Vim



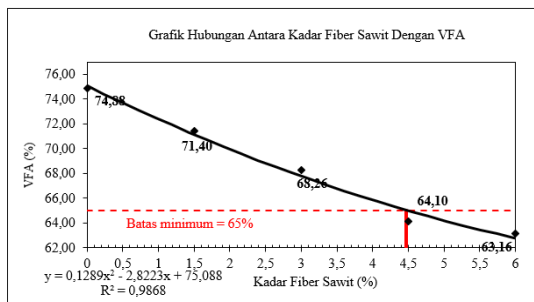
Grafik 12. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Vma



Grafik 13. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Mq



Grafik 14. Hubungan Antara Serabut Kelapa Sawit Dengan Vfa



Tabel 6. Hasil Nilai Karakteristik Marshall Serabut Kelapa Sawit

No	Karakteristik Campuran ATB	Kadar Campuran Bahan Tambah Fiber Sawit (%)				Spesifikasi Bina Marga 2018
		1,5	3	4,5	6	
1	Stabilitas (Kg)	1004,40	980,94	902,29	827,41	Min. 800
2	Flow (mm)	3,27	3,40	3,53	3,67	2 sampai 4
3	VIM (%)	4,80	5,53	6,58	6,84	3 sampai 5
4	VMA (%)	16,78	17,42	18,34	18,57	Min. 14
5	MQ (kg/mm)	307,64	288,52	255,78	225,50	-
6	VFA (%)	71,40	68,26	64,10	63,16	Min. 65%

Analisa Statistik Pengaruh Penambahan Varian Kadar Serabut Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Marshall dengan Uji ANOVA Satu Arah :

Hipotesis :

H_0 :Tidak terdapat pengaruh

H_a :terdapat pengaruh dari perlakuan

Kriteria Pengujian :

H_0 : Diterima jika nilai $p < \alpha(0,05)$

H_a : Ditolok jika nilai $p > \alpha(0,05)$

Tabel 7. Uji ANOVA Pada Stabilitas

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	3145,6695	1048,5565	0		
1,5	3	3013,2054	1004,4018	3301,1549		
3	3	2942,8053	980,93509	2430,662		
4,5	3	2706,8566	902,28554	280,62585		
6	3	2482,2378	827,41261	3101,3438		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	92691,9287	4	23172,982	12,713147	0,000620577	3,4780497
Within Groups	18227,573	10	1822,7573			
Total	110919,502	14				

Tabel 8. Uji ANOVA pada Flow

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	9,41475	3,13825	0		
1,5	3	9,8	3,2666667	0,0233333		
3	3	10,2	3,4	0,03		
4,5	3	10,6	3,5333333	0,0433333		
6	3	11	3,6666667	0,2333333		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,5255247	4	0,1313812	5,4742155	0,013424677	3,4780497
Within Groups	0,24	10	0,024			
Total	0,7655247	14				

Tabel 9. Uji ANOVA Pada VIM

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	12,135587	4,0451956	0		
1,5	3	14,397485	4,7991618	0,0014939		
3	3	16,588805	5,5296018	0,0019361		
4,5	3	19,754213	6,5847378	0,0012549		
6	3	20,518017	6,8393389	0,0015506		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	16,6836783	4	4,1709196	3344,4922	1,39414E-15	3,4780497
Within Groups	0,01247101	10	0,0012471			
Total	16,6961493	14				

Tabel 10. Uji ANOVA Pada VMA

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	48,363976	16,121325	0		
1,5	3	50,34544	16,781813	0,0011415		
3	3	52,260945	17,420315	0,0014794		
4,5	3	55,027933	18,342644	0,0005589		
6	3	55,695598	18,565199	0,0011848		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	12,759434	4	3,1898586	3347,4558	1,38799E-15	3,4780497
Within Groups	0,0095292	10	0,0009529			
Total	12,768964	14				

Tabel 11. Uji ANOVA Pada MQ

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	998,80262	332,93421	0		
1,5	3	922,91369	307,6379	251,78392		
3	3	865,5527	288,51757	0,3105375		
4,5	3	767,35112	255,78371	114,82856		
6	3	676,50563	225,50188	41,340093		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	21520,1332	4	5380,0333	65,889289	3,7973E-07	3,4780497
Within Groups	816,526234	10	81,652623			
Total	22336,6595	14				

Tabel 12. Uji ANOVA Pada VFA

SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
0	3	224,63719	74,879063	0		
1,5	3	214,20851	71,402835	0,029849		
3	3	204,77403	68,258009	0,0333826		
4,5	3	192,30489	64,101629	0,0175482		
6	3	189,48184	63,160612	0,0206815		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	290,80436	4	72,70109	3582,7019	9,88623E-16	3,4780497
Within Groups	0,2029225	10	0,0202923			
Total	291,00728	14				

Tabel 13. Analisa Statistik Untuk Semua Hasil Pengamatan

No.	Parameter	Fhitung	</>	Ftabel	Ho	Ha
1	Stabilitas	12,71	>	3,48	Ditolak	Diterima
2	Flow	5,47	>	3,48	Ditolak	Diterima
3	VIM	3344,49	>	3,48	Ditolak	Diterima
4	VMA	3347,46	>	3,48	Ditolak	Diterima
5	MQ	65,89	>	3,48	Ditolak	Diterima
6	VFA	3582,70	>	3,48	Ditolak	Diterima

Analisa Statistik Pengaruh Penambahan Varian Kadar Serabut Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Marshall dengan Uji Korelasi:

Tabel 14. Data Stabilitas Uji Korelasi

No	X	Y	Y ²	X ²	XY
1	0	1049	1099470,7	0	0
2	1,5	1004	1008823,0	2,250	1507
3	3	981	962233,7	9,000	2943
4	4,5	902	814119,2	20,250	4060
5	6	827	684611,6	36,000	4964
Total (Σ)	15	4763,59	4569258,17	67,50	13474,17

Rumus Uji Korelasi :

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

Contoh Perhitungan Stabilitas Uji Korelasi:

$$r = \frac{5 \times 13474,17 - (15) \times (4763,59)}{\sqrt{\{5 \times 67,50 - (15)^2\} \times \{5 \times 4569258,17 - (4763,59)^2\}}}$$

$$r = \frac{67370,84285 - 71453,873}{\sqrt{337,5 - 225 \times 22846290,84 - 22691804}}$$

$$r = \frac{-4083,030152}{\sqrt{112,50 \times 154486,55}}$$

$$r = \frac{-4083,030152}{17379736,64}$$

$$r = -0,979402$$

Tabel 15. Hasil Uji Korelasi Campuran Serabut Kelapa Sawit

Parameter	Hasil Uji Korelasi	Kesimpulan	Ketentuan	
			Besar r	Kriteria Hubungan
Stabilitas	-0,979402	Korelasi Kuat / Erat	0	Tidak Ada Korelasi
Flow	0,999972	Korelasi Kuat / Erat	0 - 0,5	Korelasi Lemah
VIM	0,988803	Korelasi Kuat / Erat	0,5 - 0,8	Korelasi Sedang
VMA	0,988801	Korelasi Kuat / Erat	0,8 - 1	Korelasi Kuat / Erat
MQ	-0,995845	Korelasi Kuat / Erat	1	Korelasi Sempurna
VFA	-0,987273	Korelasi Kuat / Erat		

Kriteria Pengujian :

Korelasi (-) :Korelasi Negatif mendekati

(-1) menunjukkan pasangan data Variabel X dan variabel Y memiliki Korelasi Negatif yang kuat/erat.

Korelasi (+) :Korelasi positif mendekati

(+1) menunjukkan pasangan data Variabel X dan variabel Y memiliki Korelasi Positif yang kuat/erat.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Hasil pengujian pengaruh penambahan limbah serabut kelapa sawit sebagai bahan tambah pada lapisan Asphalt Treated Base (ATB) terhadap nilai karakteristik Marshall, dapat disimpulkan, sebagai berikut :

Penambahan limbah serabut kelapa sawit pada campuran ATB telah mempengaruhi nilai karakteristik marshall secara signifikan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian hipotesis dimana :

Stabilitas Fhitung=12,71 > F tabel=3,48

Flow Fhitung= 5,47 > F tabel=3,48

VIM Fhitung= 3344,49 > F tabel=3,48

VMA Fhitung=3347,46 > F tabel=3,48

MQ Fhitung= 65,89 > F tabel=3,48

VFA Fhitung= 3582,70 > F tabel=3,48

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa limbah serabut kelapa sawit tidak layak digunakan sebagai bahan tambah, dikarenakan pada hasil VIM dan VFA mengalami penurunan yang tidak memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat disarankan hal – hal sebagai berikut :

Tidak menambahkan varian kadar limbah serabut kelapa sawit melebihi 1,5% karena mengakibatkan penurunan terhadap nilai marshall test.

Melakukan pengujian Soundness Test untuk mengetahui kekekalan agregat terhadap pengaruh cuaca.

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.

- Ari Edoyanto, 2011 .Morphologi Penampang Kelapa sawit (Online).
- Hadi Rendra Dwi Kurniawan. (2020). Pengaruh Penambahan Serat serabut Kelapa Pada Campuran Asphalt Treated Base(ATB) Ditinjau Dari Uji Marshall, Jawa Timur : Institut Teknologi Nasional Malang. Malang
- P.Eliza Purnamasari (2007), Pengaruh Serabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit Pada HRS-BASE DAN HRS-WC, Jawa Tengah : Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Ridwan Fahlih N,M , Zainul Arifin , Hendi Bowoputro. Pengaruh Variasi Kadar Dan Panjang Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal Porus. Jawa Timur : Universitas Brawijaya.
- Su kirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung : Nova.
- Sukirman, S. 2003 . Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta
- Sukirman, S. 2016 . Beton Aspal Campuran Panas. Institute Teknologi Nasional.
- Yogie Ferdiansyah, (2014), Pengaruh Penambahan Serbuk Bambu Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Binder Course (Ac-Bc). Sumatera Selatan : Universitas Sriwijaya.Palembang.
- Zainul Rohman. (2010). Pengaruh bahan tambah serat serabut kelapa pada perkerasan jalan HRS-BASE dan HRS-WC yang menggunakan filler abu batu kapur. Jawa Timur : Universitas Negeri Jember.