

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK DAUR ULANG PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC DENGAN METODE MARSHALL

Anjani Izah Marhani¹, Irianto², dan Rezky Aprilyanto Wibowo³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹anjaniizah@gmail.com, ²irian.anto@gmail.com, ³rezkyaprilantowibowo@gmail.com

ABSTRAK

Untuk meningkatkan kualitas permukaan jalan dapat dilakukan penambahan bahan tambah pada campuran aspal berupa limbah plastik daur ulang. Penambahan limbah plastik daur ulang ini juga dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi dampak negatif sampah plastik yang semakin meningkat di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar aspal optimum dan pengaruh limbah plastik daur ulang terhadap nilai volumetrik dan nilai marshall pada campuran aspal AC-WC. Proses pencampuran nantinya menggunakan proses kering dimana plastik dan agregat dipanaskan hingga suhu 140⁰, kemudian ditambahkan aspal panas jenis aspal buton modifikasi blend 55 dengan berat total campuran yang sudah ditentukan. Kadar limbah plastik yang digunakan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dengan masing-masing kadar plastik dibuat 3 sampel benda uji. Kadar Aspal optimum yang telah diperhitungkan sebesar 5,5%. Berdasarkan penelitian dan percobaan laboratorium, pengujian Marshall diperoleh nilai stabilitas memenuhi ketentuan spesifikasi yaitu minimum 800 kg Nilai stabilitas didapat pada kadar plastik 0% (909,54 kg), 1% (839,30 kg), 2% (920,07 kg), 3% (976,66 kg), 4% (997,33 kg). Ditinjau dari nilai volumetrik, didapatkan hasil pengujian nilai VMA pada kadar plastik 0% sebesar 23,81 %, 1% sebesar 23,47%, 2% sebesar 23,22%, 3% sebesar 23,02% dan pada kadar plastik 4% dengan nilai 22,95%. Sedangkan untuk nilai VIM kadar plastik 0% memiliki nilai VIM sebesar 4,41%, kadar plastik 1% sebesar 3,98%, kadar plastik 2% sebesar 3,67%, kadar plastik 3% sebesar 3,42% dan pada kadar 4% sebesar 3,33%. Dan nilai VFA dengan kadar 0% plastik memiliki nilai sebesar 81,49%, kadar plastik 1% sebesar 83,05%, pada kadar 2% sebesar 84,19%, kadar 3% sebesar 85,13% dan pada kadar 4% nilai sebesar 85,51%. Kata kunci: Aspal, Plastik, Volumetrik, Marshall

ABSTRACT

To improve the quality of the road surface can be done the addition of additives to the asphalt mixture of recycled plastic waste. The addition of recycled plastic waste could also be an alternative solution to reducing the increasing negative impact of plastic waste in Indonesia. The study aims to determine the optimum asphalt content and the impact of recycled plastic waste on the volumetric and marshall values of the AC-WC asphalt mixture. The mixing process then uses a dry process in which the plastic and aggregates are heated to a temperature of 1400, then added hot asphalte type asphall button modification blend 55 with the total weight of the mixture already specified. The maximum amount of plastic waste used is 0%, 1%, 2%, 3%, 4% with each plastic amount made of 3 samples of the test object. The optimal Aspal ratio has been calculated at 5.5%. Based on research and laboratory experiments, Marshall tests obtained the stability value meeting the specification is minimum 800 kg. The stability values are at the level of plastic 0% (909,54 kg), 1% (839,30 kg), 2% (920,07 kg), 3% (976,66 kg), 4% (997,33 kg). Revised from the volumetric values, the VMA test value is at 0% of plastic 23.81%, 1% by 23.47%, 2% by 23.22%, 3% by 23.02% and at plastic level 4% by 22.95%. For VIM values plastic values have 0% VIM value of 4.41%, plastic 1% by 3.98%, plastic 2% by 3.67%, plastic 3% by 3.42% and 4% by 3.33%. And VFA values with plastic rates have 0% value of 81,49%, plastic 4% by 22,95%.

Keywords: Asphalt, Plastic, Volumetric, Marshall

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah sarana transportasi darat yang sangat berperan penting dan berpengaruh dalam memfasilitasi pertumbuhan ekonomi, perdagangan, pariwisata, dan pembangunan infrastruktur secara menyeluruh. Jalan juga dibuat untuk mempermudah mobilitas dan aksesibilitas dalam distribusi barang dan jasa.

Metode yang telah banyak dilakukan untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan yang baik adalah dengan menambahkan bahan tambah kedalam campuran aspal yang akan digunakan. Salah satunya dengan menambahkan limbah plastik daur ulang sebagai bahan tambahannya. Selain sebagai penelitian bahan tambah nantinya, limbah plastik daur ulang juga merupakan solusi alternatif untuk mengurangi keberadaan sampah plastik yang membawa dampak negatif bagi lingkungan. Limbah yang sangat sering dijumpai adalah limbah organik maupun limbah non organik.

Limbah non organik ini bisa berupa bahan sisa plastik seperti kantong plastik, kemasan makanan/minuman, dan sisa serpihan kertas maupun kaca. Namun, limbah plastik yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan plastik daur ulang jenis LDPE kedalam campuran aspal yang akan digunakan.

Penelitian penambahan limbah plastik daur ulang dilakukan untuk mengetahui berapa nilai volumetrik dan nilai marshallnya. Selain itu, untuk mengetahui apakah penambahan limbah plastik daur ulang kedalam campuran aspal dapat mempengaruhi dan meningkatkan stabilitas campuran aspal yang akan digunakan nantinya.

Pengujian yang akan dilakukan nantinya akan menggunakan pengujian marshall, dimana pengujian mengukur beban maksimum yang dapat dipikul benda uji sebelum hancur (Marshall Stability) dan deformasi permanen dari suatu benda uji sebelum hancur (Marshall Flow) serta turunannya yang merupakan perbandingan diantara keduanya yang disebut dengan Marshall Quotient (MQ).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Jalan & Perkerasan

Di dalam konstruksi jalan, ada dua jenis perkerasan, yaitu perkerasan kaku (rigid pavement) dan perkerasan lentur (flexible pavement). Dalam penelitian ini hanya dilakukan pada jenis perkerasan lentur. Perkerasan lentur adalah perkerasan dimana didalamnya terdiri dari campuran agregat dan aspal yang dipanaskan dengan suhu tertentu sehingga campuran aspal nantinya tercampur secara merata dan maksimal.

2.2 Bahan Campuran Aspal

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya (Sukirman, 2003). Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat dan sebagai bahan pengisi. Lapis Aspal Beton (Laston) atau AC (Asphalt Concrete) merupakan salah satu jenis aspal yang terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus dan filler yang bergradasi, dicampur, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Agregat sebagai komponen utama atau kerangka dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% – 85% agregat berdasarkan persentase volume. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal (Sukirman, 2003). Filler merupakan material yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Filler dapat berfungsi untuk mengurangi jumlah rongga dalam campuran, namun demikian jumlah filler harus dibatasi pada suatu batas yang ditetapkan.

Limbah Plastik terbuat dari jenis plastik polietilen. Umumnya kantong plastik kresek memiliki tampilan berwarna hitam. Plastik daur ulang adalah plastik yang diproses ulang berasal dari limbah satu jenis plastik, misalnya jenis plastik polietilen dengan kode daur ulang 04 (Low Density Polyethylene, LDPE) didaur ulang sehingga menghasilkan plastik daur ulang. Kadar Plastik yang akan ditambahkan kedalam campuran aspal nantinya sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%.

Campuran Aspal AC-WC memiliki karakteristik yaitu stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (skid resistance), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (workability), (Sukirman, 2003). Durabilitas adalah kemampuan untuk mencegah terjadinya perubahan pada bitumen, kehancuran agregat, dan mengelupasnya selaput aspal pada batuan agregat. Faktor yang mempengaruhi durabilitas adalah cuaca, air, suhu udara dan keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/settlement) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Workability adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Selain itu, Volumetrik campuran beraspal adalah volume benda uji campuran yang telah dipadatkan.

2.3 Uji Marshall

Uji Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (flow). Metode Marshall ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan Parameter marshall yaitu stabilitas, flow, MQ (Marshall Quention), VIM (Rongga Udara Didalam Campuran), VMA (Rongga Antar Agregat), dan VFA (Rongga Terisi Aspal).

3. PENGUJIAN KARAKTERISTIK MATERIAL

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat yang akan digunakan, ditunjukkan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat

No.	Agregat	Jenis Pengujian	Jenis Pengujian		Hasil
			Min	Maks	
1.	Agregat Kasar	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.57
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.51
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.58
		Penyerapan	-	3	1.93
2.	Agregat Halus	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.64
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.52
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.50
		Penyerapan	-	3	2.44

Sumber : (Data Sekunder) Disertasi Irianto, 2021

Tabel 2. Hasil Pengujian Filler

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi	
			Min	Max
1.	Penyerapan Air	2.28	-	3.0
	Berat Jenis Bulk	2.59	2.5	-
2.	Berat Jenis SSD	2.65	2.5	-
	Berat Jenis Semu	2.76	2.5	-

Sumber : (Data Sekunder) Disertasi Irianto, 2021

3.2 Hasil Pengujian Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat yang di gunakan pada penelitian ini adalah jenis aspal buton modifikasi blend 55. Pemeriksaan karakteristik aspal dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik aspal tersebut. Tabel 3.3 berikut menampilkan hasil data pengujian sekunder yang telah dilakukan :

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal

No. Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
		Min	Max
1 Penetrasi sebelum kehilangan berat (mm)	78,6	60	79
2 Titik Lembek (°C)	52	48	58
3 Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	114	100	-
4 Titik nyala (°C)	280	200	-
5 Berat jenis	1,12	1	-

6	Penurunan berat (%)	0,3	-	0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-

Sumber : (Data Sekunder) Disertasi Irianto 2021

4. PERHITUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM & MIX DESIGN

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$P_b = 0,035 (\% AK) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + K$$

Dimana =

$$\text{Agregat Kasar} = 51,4 \%$$

$$\text{Agregat Halus} = 43,4 \%$$

$$\text{Filler} = 5,2 \%$$

$$\text{Konstanta} = 0,6$$

$$P_b = 0,035 \times 51,4 + 0,045 \times 43,4 + 0,18 \times 5,2 + 0,6$$

$$P_b = 1.797567954 + 1.9527897 + 0.944206009 + 0,6$$

$$P_b = 5,3 = 5,5\%$$

Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi kadar plastik adalah sebanyak 3 buah sehingga untuk total benda uji untuk keseluruhan adalah sebanyak 15 buah, dengan masing-masing bidang 75 kali tumbukan. Tabel 4.1 berikut menunjukkan komposisi material dalam berat dan dalam persen yang didapatkan dari proporsi agregat berdasarkan hasil analisa saringan.

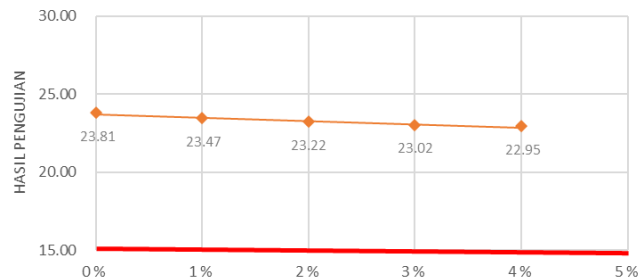
Tabel 4. Komposisi Material Benda Uji

Uraian									
Kadar Optimum Aspal				Satuan	5.50%				
Berat Aspal Buton				gr	66	66	66	66	66
kadar limbah plastik				%	0%	1%	2%	3%	4%
Berat limbah plastik				gr	0	12	24	36	48
Ukuran Saringan		Gradasi Gabungan		Berat Agregat					
BS	(mm)	% Lolos	% Tertahan						
37.5	1.1/2			gr					
25	1			gr					
19	3/4	100.00	0.0	gr					
12.5	1/2	97.47	2.53	gr	29	28	28	28	27
9.5	3/8	89.75	7.73	gr	88	87	86	85	84
4.75	4	67.86	21.89	gr	248	246	243	240	238
2.36	8	51.36	16.50	gr	187	185	183	181	179
1.18	16	34.53	16.83	gr	191	189	187	185	183
0.6	30	26.94	7.58	gr	86	85	84	83	82
0.3	50	21.75	5.20	gr	59	58	58	57	56
0.15	100	9.06	12.68	gr	144	142	141	139	138
0.75	200	5.25	3.81	gr	43	43	42	42	41
Filler			5.2	gr	59	59	58	58	57
Jumlah				gr	1134	1122	1110	1098	1086
Berat Benda Uji				gr	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

5. HASIL PENGUJIAN VOLUMETRIK

5.1 VMA (Voids In Mineral Agregate)

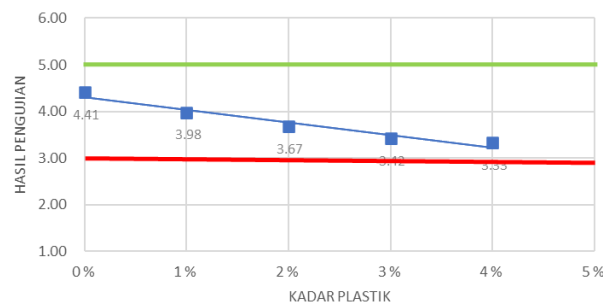


Gambar 1. Grafik VMA

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar plastik 0% sebesar 23,81%, 1% sebesar 23,247%, 2% sebesar 23,22%, 3% sebesar 23,02% dan pada kadar plastik 4% dengan nilai 22,95%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa, semua benda uji memenuhi syarat rongga di antara mineral agregat (VMA) dengan persyaratan minimal 15%.

5.2 VIM (Voids In Mixture)

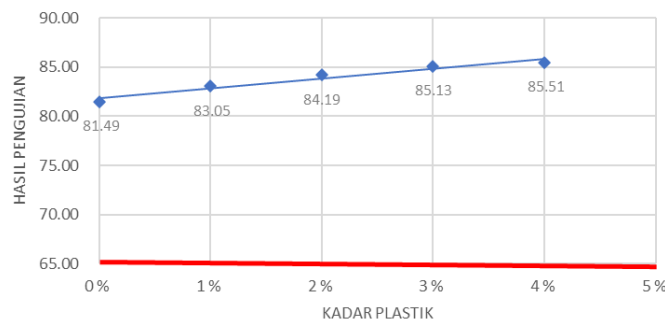


Gambar 2. Grafik VIM

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan bahwa kadar plastik 0% memiliki nilai VIM sebesar 4,41 %, kadar plastik 1% sebesar 3.98%, kadar plastik 2% sebesar 3,67 %, kadar plastik 3% sebesar 3.42% dan pada kadar 4% sebesar 3,33%. Pengujian ini menunjukkan bahwa benda uji pada semua kadar limbah plastik memenuhi syarat rongga udara (VIM) dengan berdasarkan persyaratan spesifikasi nilai VIM antara 3%-5%.

5.3 VFA (Voids Filled With Asphalt)



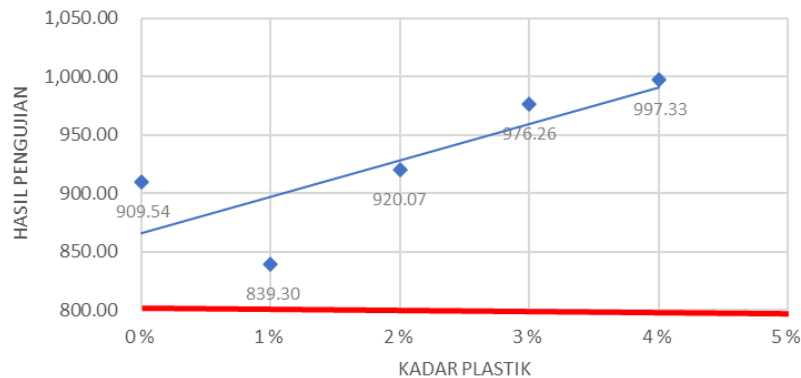
Gambar 3. Grafik VFA

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan bahwa pada kadar plastik 0% memiliki nilai VFA sebesar 81,49%, kadar plastik 1% sebesar 83,05%, pada kadar 2% sebesar 84,19%, kadar 3% sebesar 85,13 % dan pada kadar 4% nilai sebesar 85,51%. Seluruh hasil pengujian menunjukkan semua jumlah kadar plastik telah memenuhi standar nilai yang di tetapkan untuk campuran AC – WC yaitu berada diatas 65%.

6. HASIL PENGUJIAN MARSHALL

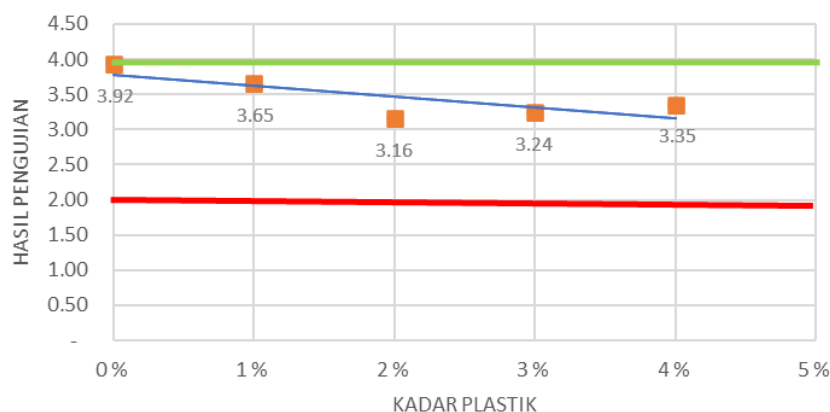
6.1 Stabilitas



Gambar 4. Grafik Stabilitas
Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan nilai stabilitas dari semua kadar plastik yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar plastik 0% sebesar 909,54 kg, kadar plastik 1% sebesar 839,30 kg, kadar plastik 2% sebesar 920,07 kg, kadar plastik 3% sebesar 976,26% dan pada kadar plastik 4% dengan nilai stabilitas 997,33 kg.

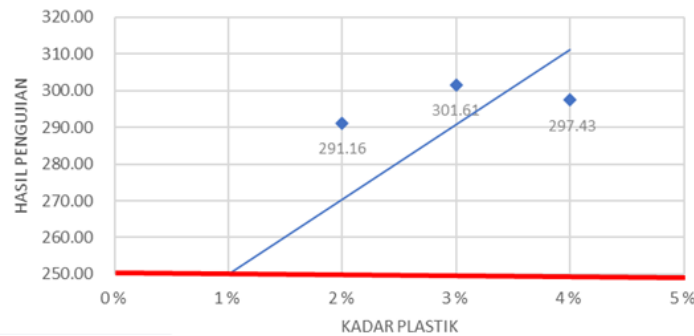
6.2 Flow



Gambar 5. Grafik Flow
Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan semua kadar plastik yang diuji telah memenuhi standar yaitu 2-4 mm. Dimana, kadar plastik 0% di peroleh nilai flow sebesar 3,92 mm, kadar plastik 1% sebesar 3,65 mm, kadar plastik 2% diperoleh nilai 3,16, kadar plastik 3% sebesar 3,24 mm dan pada kadar plastik 4% sebesar 3,35 mm.

6.3 MQ (Marshall Quetiont)



Gambar 5. Grafik MQ

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Hasil grafik menunjukkan nilai marshall quetiont pada setiap kadar plastik 0% memiliki nilai sebesar 231,82 kg/mm, untuk kadar 1% memiliki nilai sebesar 229,77 kg/mm, untuk kadar plastik 2% memiliki nilai sebesar 291,16 kg/mm, untuk kadar plastik 3% memiliki nilai 301,61 kg/mm dan untuk kadar plastik 4% memiliki nilai sebesar 297,43 kg/mm. Sehingga, dari hasil pengujian tersebut tidak dapat memenuhi standar nilai MQ yang telah ditetapkan yaitu lebih besar dari 250 kg/mm.

7. KESIMPULAN

Hasil pengujian Volumetrik menunjukkan nilai VMA semakin menurun seiring dengan penambahan kadar aspal. Grafik hubungan tersebut menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar plastik 0% sebesar 23,81%, 1% sebesar 23,47%, 2% sebesar 23,22%, 3% sebesar 23,02% dan pada kadar plastik 4% dengan nilai 22,95%. Sedangkan untuk nilai VIM kadar plastik 0% memiliki nilai VIM sebesar 4,41%, kadar plastik 1% sebesar 3,98%, kadar plastik 2% sebesar 3,67%, kadar plastik 3% sebesar 3,42% dan pada kadar 4% sebesar 3,33%. Dan nilai VFA dengan kadar 0% plastik memiliki nilai sebesar 81,49%, kadar plastik 1% sebesar 83,05%, pada kadar 2% sebesar 84,19%, kadar 3% sebesar 85,13% dan pada kadar 4% nilai sebesar 85,51%. Hasil pengujian Marshall Test menunjukkan nilai stabilitas dari semua kadar plastik yang diuji memenuhi standar minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar plastik 0% sebesar 909,54 kg, kadar plastik 1% sebesar 839.30 kg, kadar plastik 2% sebesar 920,07 kg, kadar plastik 3% sebesar 976,26% dan pada kadar plastik 4% dengan nilai stabilitas 997.33 kg. Sedangkan nilai Flow diperoleh kadar plastik 0% di peroleh nilai flow sebesar 3,92 mm, kadar plastik 1% sebesar 3,65 mm, kadar plastik 2% diperoleh nilai 3,16 mm, kadar plastik 3% sebesar 3,24 mm dan pada kadar plastik 4% sebesar 3,35 mm. Dan Nilai Marshall Quotient pada kadar plastik 0% memiliki nilai sebesar 231,82 kg/mm, untuk kadar 1% memiliki nilai sebesar 229,77 kg/mm, untuk kadar plastik 2% memiliki nilai sebesar 291,16 kg/mm sedangkan untuk kadar plastic 3% memiliki nilai 301,61 kg/mm dan untuk kadar plastik 4% memiliki nilai sebesar 297,43 kg/mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, S. T., Didik, S. S., Mabui, S. T., Rochmawati, I. R., & Eng, M. (n.d.). Rancang Bangun Volume 07 Nomor 02 (2021) Halaman Artikel (47-54) Jurnal Teknik Sipil : *Rancang Bangun Pemanfaatan BatuzKapur Jayapura Sebagai Agregat Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.
- Nursandah, Fauzie, and Moch Zaenuri. "Penelitian penambahan karet alam (lateks) pada campuran laston ac-wc terhadap karakteristik Marshall." *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan* 4.2 (2019): 262-267.
- Situmorang, P., Yofianti, D., & Safitri, R. (2015). *Penggunaan Plastik Ldpe (Low Density Polyethilen) Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran Ac - Wc*. 2–5.



- Sitorus, Frengki Hartono, et al. *Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal pada Peralasan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall*. 2018.
- Sukirman, S. (1999) *Perkerasan Lentur Jalan Raya*
- Susanto, Iwan, and Nyoman Suaryana. "Evaluasi kinerja campuran beraspal lapis aus (AC-WC) dengan bahan tambah limbah plastik kresek." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 17.2 (2019): 27-36.
- SNI 06-2489-1991, (RSNI M 01-2003), *Metode pengujian campuran aspal dengan alat Marshall*
- SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*
- SNI 03-1969-1990, *Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat kasar*
- SNI 03-1970-1990, *Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus*
- Terhadap, J. A., & Marshall, N. (2018). *Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah campuran aspal pada perkerasan jalan ac-wc*