

ANALISIS DURABILITAS *ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE* (AC-WC) DENGAN MODIFIKASI BAHAN TAMBAH *POLYPROPYLENE* (PP) PADA JALAN DAERAH RAWAN ROB

Taufik Hikmatul N¹, Wahyu Hidayat^{2*}, Rachmat Mudiyo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang

taufikhikmatuln@gmail.com

wahid21235@gmail.com

ABSTRAK

Infrastruktur jalan merupakan elemen vital dalam mendukung mobilitas dan pertumbuhan ekonomi. Namun, kerusakan jalan sering terjadi, terutama di daerah pesisir yang rawan rob (banjir pasang air laut). Air laut memiliki sifat korosif dan kadar garam yang tinggi, yang dapat melemahkan aspal dan agregat, sehingga mengurangi durabilitas dan umur rencana perkerasan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penambahan *Polypropylene* terhadap durabilitas campuran AC-WC, menentukan kadar optimum *Polypropylene*, serta mengevaluasi pengaruh lama rendaman air rob terhadap karakteristik Marshall campuran tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Bahan yang digunakan ialah aspal penetrasi 60/70, agregat, dan bahan tambahan *Polypropylene* dengan kadar 0%, 1%, 2%, dan 3%. Campuran dirancang menggunakan metode Marshall (*Job Mix Design*) untuk memperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO). Benda uji kemudian direndam dengan air laut dengan durasi 2 hari sampai 6 hari untuk mensimulasikan kondisi daerah rawan rob. Parameter yang diuji meliputi Stabilitas, *Flow*, (*MQ*), (*VIM*), (*VMA*) dan (*VFB*). *Job mix Design* dengan durabilitas terbaik ialah dengan bahan tambah *Polypropylene* kadar 1% dan rendaman air laut dengan durasi rendaman 3 hari dengan hasil; (*VMA* 19,45); (*VIM* 3,32); (*VFB* 117,07); (*Stabilitas* 3406,50); (*Flow* 3,51); (*Marshall Quotient* 756,73). Semua parameter telah memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi ke-2.

Kata kunci : *AC-WC, Marshall, Polypropylene, Air Laut, Durabilitas*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur jalan (khususnya konstruksi perkerasan dengan lapisan permukaan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)) merupakan elemen krusial yang menunjang mobilitas masyarakat dan distribusi barang di kawasan perkotaan maupun pedesaan. Ketersediaan jalan raya yang berkualitas baik tidak hanya memastikan pelayanan optimal bagi pengguna, tetapi juga memperlancar arus angkutan barang dan jasa. Dengan demikian, kondisi jalan yang andal berperan sebagai indikator utama pembangunan ekonomi sekaligus akselerator pertumbuhan daerah, kota, dan negara.

Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah penggunaan bahan tambah alternatif seperti *Polypropylene* berupa biji plastik terhadap durabilitas AC-WC dengan rendaman air laut secara terus-menerus. *Polypropylene* merupakan plastik transparan yang terbuat dari monomer propilena. Air rob atau air pasang laut merupakan air laut yang menuju daratan yang diakibatkan oleh ombak laut yang lebih tinggi dari biasanya. Air laut mengandung kadar garam (*NaCl*) yang dapat menyebabkan kerusakan terhadap karakteristik marshall.

Penelitian ini fokus pada analisis pengaruh bahan tambah berupa *Polypropylene* terhadap parameter marshall, sehingga dapat ditemukan komposisi optimum yang mendukung, durabilitas campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan rendaman air laut secara terus menerus. Biji plastik *polypropylene* terdiri dari rantai polimer hidrogen (*H*) dan karbon (*C*) dan hasil polimerisasi monomer propilene (*C₃H₆*). Material ini bersifat termoplastik, tahan panas hingga 100°C, tahan terhadap asam/basa dan memiliki sifat non polar atau hidrofobik (menolak air).

2 METODE PENELITIAN

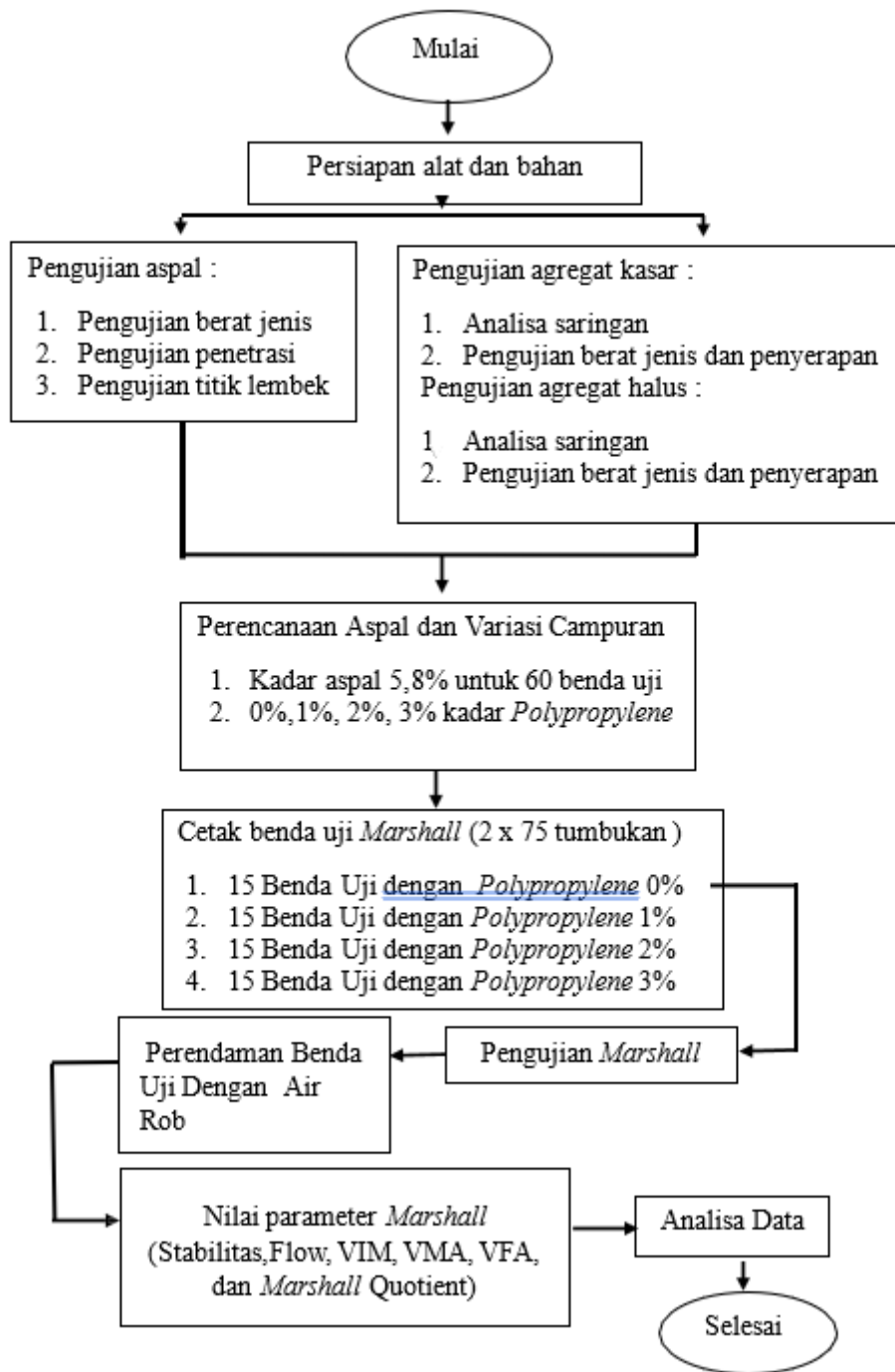
2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yaitu suatu cara mengambil, menganalisis dan mengidentifikasi variable penelitian untuk mencari penyelesaian masalah dari pokok permasalahan penelitian yang akan dilakukan. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian percobaan (eksperimen). Penelitian percobaan (eksperimen) adalah suatu metode penelitian yang dilakukan dengan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan memperhatikan syarat-syarat atau spesifikasi yang telah ditentukan, sehingga mendapatkan hasil perbandingan yang diinginkan.

Sedangkan metode yang digunakan sebagai pengujian campuran adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen Marshall, yaitu berat volume benda uji, nilai stabilitas, flow, Void In The Mix (VMA), Void In Mineral (VIM), Void Filled With Asphalt (VFA), nilai tebal selimut atau film aspal dan kemudian dapat dihitung Marshall Quotient. Pengujian terakhir adalah berupa uji rendaman Marshall.

2.2 Alur Penelitian

Praktek pengujian aspal pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Unissula, yang menggunakan bahan aspal dengan penetrasi 60/70 yang didapatkan dari PT Semarang Multicon Kendal. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah *Polypropylene* dari biji plastik *polypropylene*. Untuk variasi penambahan *Polypropylene* dengan kadar 0%, 1%, 2%, 3% , dengan variasi rendaman ROB 2 hari sampai 6 hari lamanya.



Gambar 1. Alur penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan

Persiapan ini dijalankan beberapa tahap yaitu perisapan penelitian, pembuatan sampel uji, penentuan kadar aspal serta pengujian di laboratorium. Pada tahap penyediaan bahan diambil dari *Asphalt Mixing plant (AMP)* PT Semarang Multicons Kendal. Material yang disiapkan mulai dari agregat batu pecah dan aspal penetrasi 60/70. Semua proses pembuatan benda uji dan properties material, uji aspal dan pengujian *Marshall* dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Sipil Unissula. Berikut merupakan hasil pengujian aspal pen

60/70 atau biasa disebut aspal Pertamina. Hasil pengujian tercantum pada Tabel 1. dengan menggunakan perbandingan berdasarkan dari Spesifikasi Pemeriksaan Jalan No. 01/MN/BM/1976 Bina Marga.

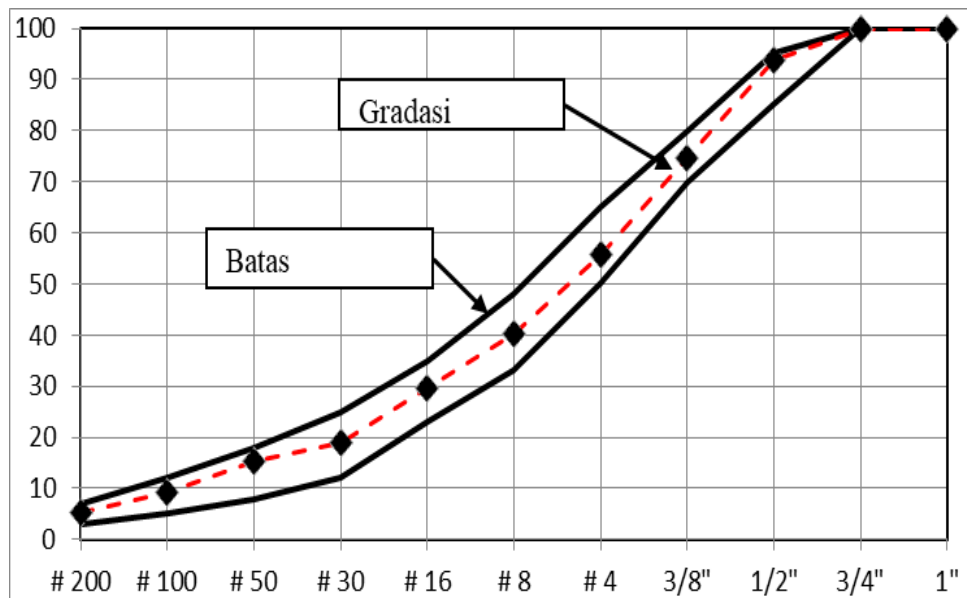
Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanis Agregat Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi Aspal Pen 60/70		Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
			Min	Max			
1	Penetrasi 25°C 100 g, 5 detik	01 Mm	60	70	65,7	SNI 2456:2011	Memenuhi
2	Titik Lembek (<i>Ring and Ball Test</i>)	°C	48	58	51.55	SNI 2434:2011	Memenuhi
3	Titik Nyala (<i>Cleveland Open Cup</i>)	°C	Min 200	-	314	SNI 2433:2011	Memenuhi
4	Daktilitas	Cm	Min 100	-	151.2	SNI 2432:2011	Memenuhi
5	Berat Jenis	%	Min 1,0	-	1,035	SNI 2441:2011	Memenuhi

Proses pencampuran aspal polimer dipengaruhi oleh 3 faktor penting yaitu suhu saat proses pencampuran, durasi pengadukan serta kemampuan pengadukan (mixer). Pencampuran aspal polimer dilakukan selama kurang lebih 2-3 jam dengan pengadukan sebesar 2000 rpm dengan suhu 150°C-170°C. Untuk detail hasil perhitungan kombinasi agregat dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Perhitungan Kombinasi Agregat

Uraian		1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Inch		25	19	12,7	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
mm												
Data Material												
Batu Pecah Max 3/4"		100,00	100,00	73,35	25,33	1,53	1,06	0,26	0,24	0,23	0,23	0,00
Batu Pecah Max 1/2"		100,00	100,00	100,00	79,02	32,12	6,08	2,40	2,13	1,79	1,44	0,83
Abu Batu		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	77,29	49,04	31,09	25,07	15,85	8,00
Pasir		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	91,96	82,43	82,43	58,44	37,94	4,56
Filler Semen		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	89,35
Komposisi Campuran												
Batu Pecah Max 3/4"	12,00%	12,00	12,00	8,80	3,04	0,18	0,13	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Batu Pecah Max 1/2"	40,00%	40,00	40,00	40,00	31,61	12,85	2,43	0,96	0,85	0,71	0,58	0,33
Abu Batu	44,00%	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	34,01	21,58	13,68	11,03	6,97	3,52
Pasir	3,00%	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,76	2,47	2,47	1,75	1,14	0,14
Filler Semen	1,00%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89
Total Campuran	100,00%	100,00	100,00	96,80	82,65	61,03	40,32	26,04	18,03	14,53	9,71	4,88
Spesifikasi Gradasi												
Max		100	100	100	90	69	53	40	30	22	15	9
Min		100	100	90	77	53	33	21	14	9	6	4
Toleransi Komposisi												
max		100,00		100,00	88,50	66,00	46,00	33,50	25,00	18,50	12,50	7,50
min		95,00		90,00	78,50	56,00	40,00	27,50	19,00	12,50	8,50	5,50
Luas Permukaan Agregat	:	5,55										



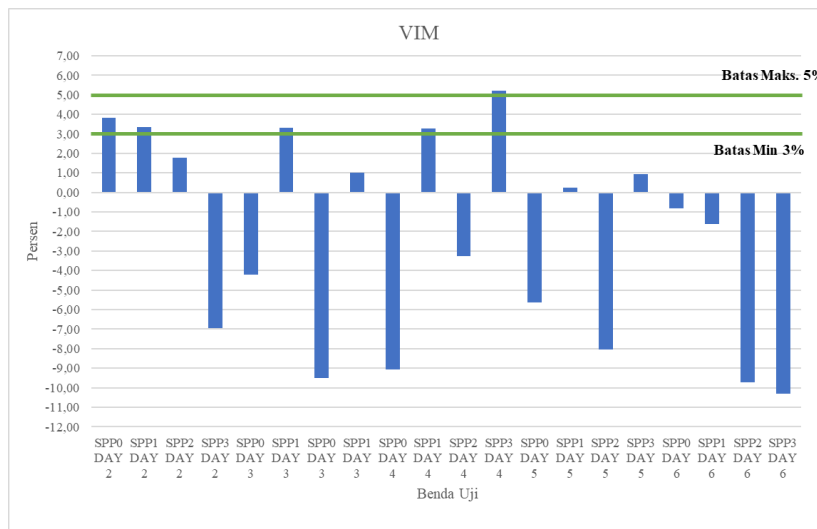
Gambar 2. Grafik Kombinasi agregat

Grafik diatas menunjukkan bahwa pengujian analisa kombinasi agregat memiliki prosentase lolos saringan dari No. #200 hingga 1". Hasil pengujian tidak boleh melewati batas atas atau batas bawah sesuai dengan standar yang tersedia. Jika terdapat agregat yang melewati salah satu batas, agregat tersebut tidak diizinkan untuk digunakan sebagai material pengisi pada AC – WC, karena tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tabel 3. Pembuatan Benda Uji

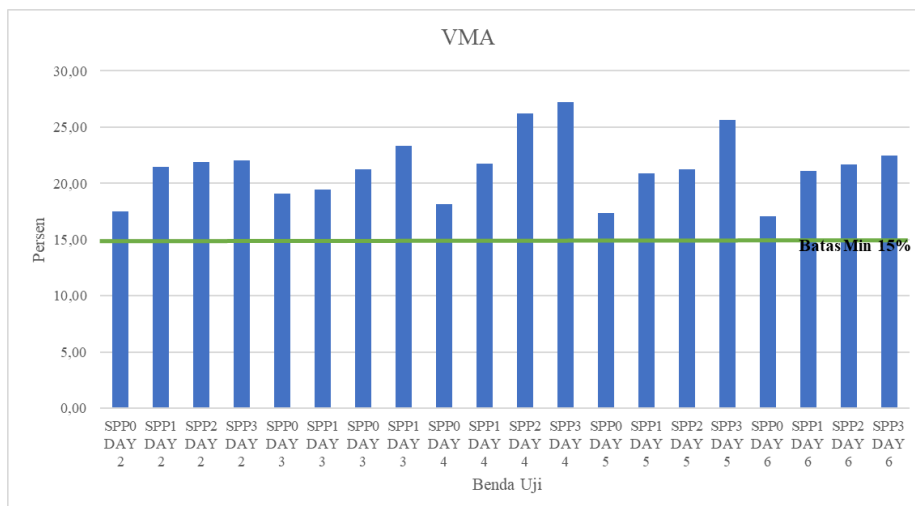
No	Benda Uji	Durasi Rendaman (Hari)	Jumlah Benda Uji
1	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 0%	2	3
2	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 1%	2	3
3	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 2%	2	3
4	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 3%	2	3
5	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 0%	3	3
6	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 1%	3	3
7	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 2%	3	3
8	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 3%	3	3
9	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 0%	4	3
10	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 1%	4	3
11	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 2%	4	3
12	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 3%	4	3
13	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 0%	5	3
14	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 1%	5	3
15	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 2%	5	3
16	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 3%	5	3
17	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 0%	6	3
18	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 1%	6	3
19	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 2%	6	3
20	Komposisi Normal + Plastik <i>Polypropylene</i> (PP) 3%	6	3
Total Benda Uji			60

Setelah semua bahan dan alat terpenuhi dan telah diuji maka akan dilakukan pembuatan sampel dan pengujian, dimana sampel akan dilakukan perendaman pada alat *Water Bath* selama 30 menit dengan suhu 60°. Yang selanjutnya akan dilakukan uji marshall. Berikut merupakan hasil rekapitulasi pengujian dengan *marshall test*.



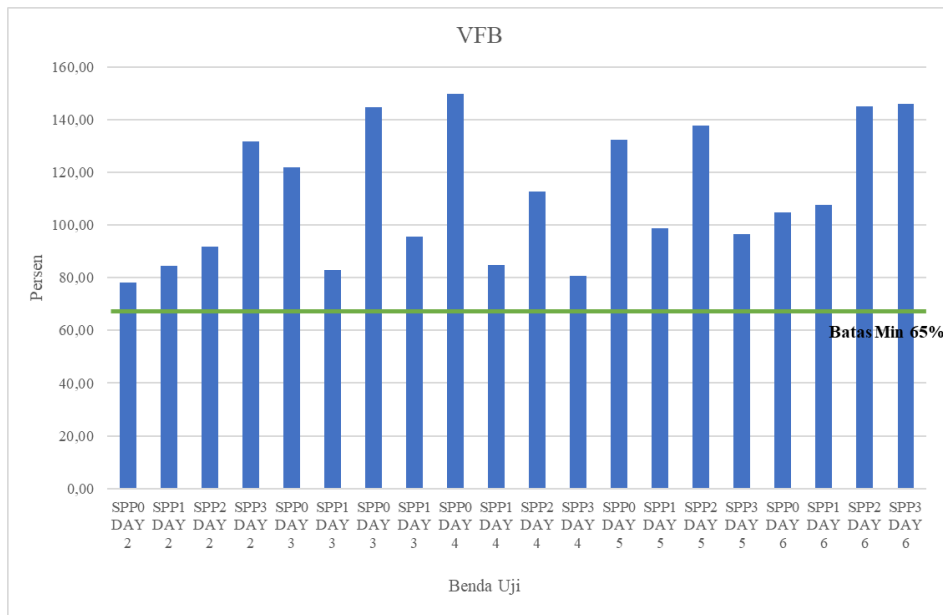
Gambar 3. Rekap Nilai VIM Semua Variasi Tambah

Nilai VIM (*Void in the Mix*) untuk setiap campuran beberapa berada di atas batas minimum yang ditetapkan, yaitu 3% dan batas maksimum yaitu 5%. Dengan demikian, ada beberapa campuran yang tidak memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan. Nilai terendah sebesar -10,31% (SPP3 DAY 6), sedangkan nilai tertinggi adalah 5,22% (SPP3 DAY 4).



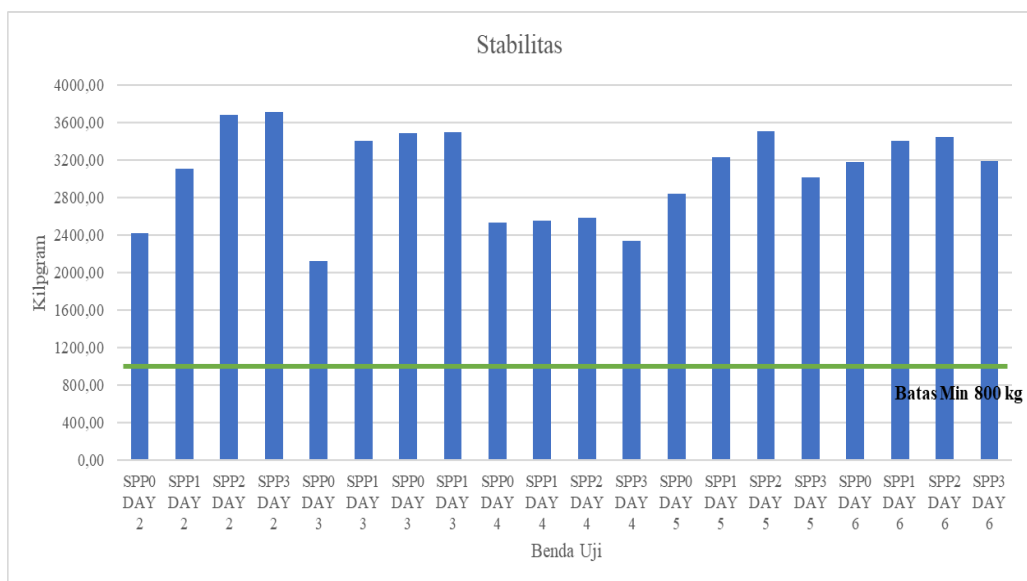
Gambar 4. Rekap Nilai VMA Semua Variasi Tambah

Nilai VMA (*Void in Mineral Aggregate*) untuk setiap campuran berada di atas batas minimum yang ditetapkan, yaitu 15%. semua campuran memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan.. Nilai terendah sebesar 17,11% (SPP0 DAY 6), sedangkan nilai tertinggi adalah 27,21% (SPP3 DAY 4).



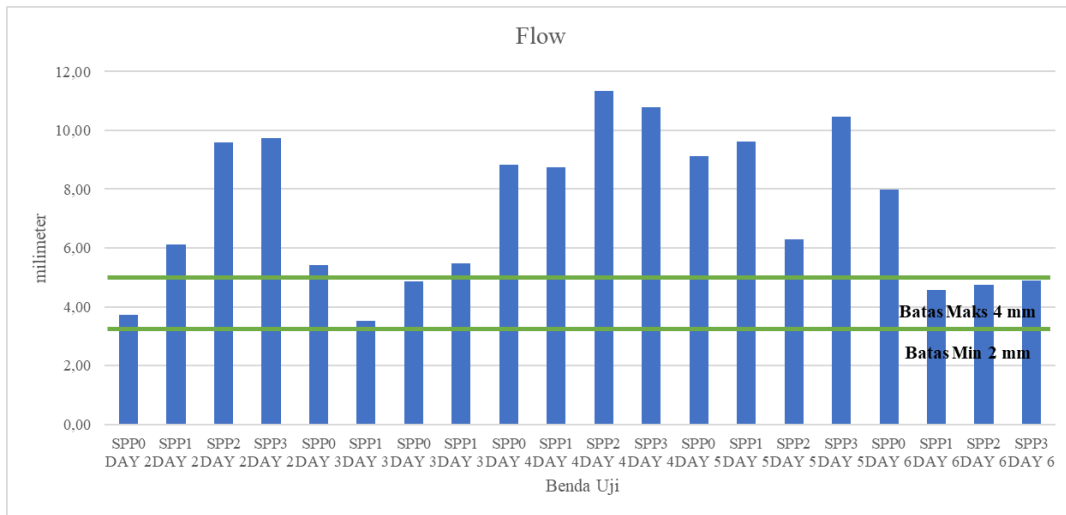
Gambar 5. Rekap Nilai VFB Semua Variasi Bahan Tambah

Nilai VFB (Void Filled with Bitumen) menunjukkan bahwa sebagian besar campuran telah memenuhi spesifikasi minimum sebesar 65%. Semua memenuhi Spesifikasi.



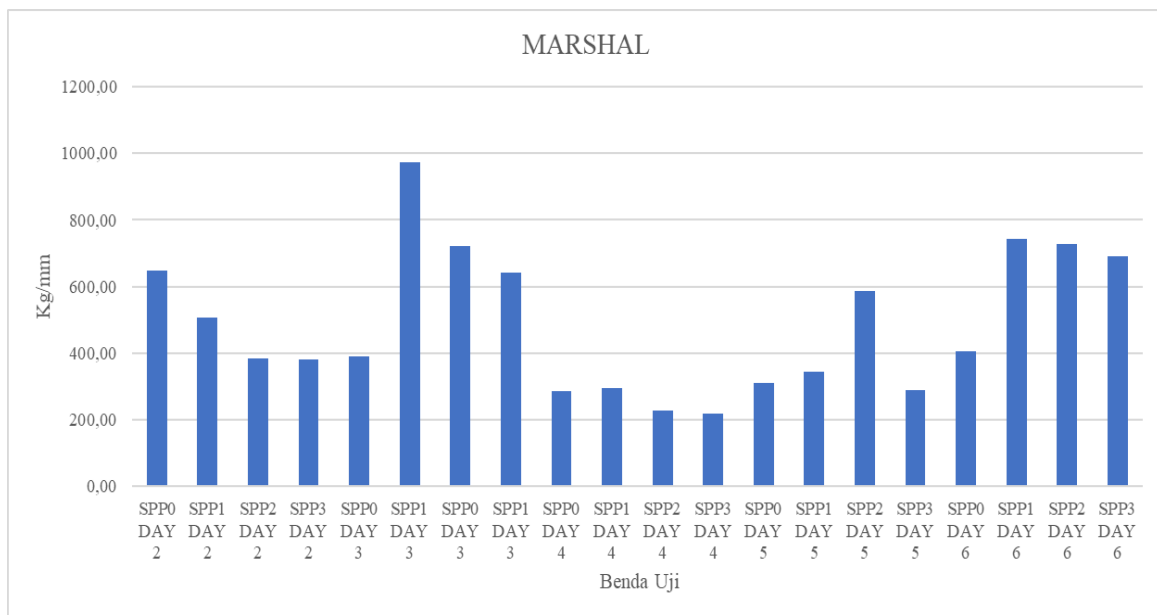
Gambar 6. Rekap Nilai Stabilitas Semua Variasi Bahan Tambah

Nilai stabilitas untuk setiap campuran berada atas batas minimum yang ditetapkan, yaitu 800 kg.. Nilai terendah sebesar 2117,20kg (SPP0 DAY 3), sedangkan nilai tertinggi adalah 3710,83kg (SPP3 DAY 2).



Gambar 7. Rekap Nilai Flow Semua Variasi Bahan Tambah

Nilai Kelelehan (*Flow*), batas minimum yang ditetapkan adalah 2% dan maksimum adalah 4%. Dengan demikian, Nilai terendah sebesar terdapat 3,51 mm (SPP1 DAY 3), sedangkan nilai tertinggi adalah 11,35 mm (SPP2 DAY 4).



Gambar 8. Nilai MQ Semua Variasi Bahan Tambah

Hasil *Marshall Quotient* untuk setiap campuran telah memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan. Dengan nilai terendah sebesar 217,11kg (SPP3 DAY 4), sedangkan nilai tertinggi adalah 973,33kg (SPP 1 DAY 3).

4 KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Job mix Design dengan durabilitas terbaik ialah dengan bahan tambah Polypropylene kadar 1% dan rendaman air laut dengan durasi rendaman 3 hari dengan hasil; (VMA 19,45); (VIM 3,32); (VFB 117,07);

(Stabilitas 3406,50); (Flow 3,51); (Marshall Quotient 756,73). Semua parameter telah memenuhi spesifikasi bina marga 2018 revisi ke-2.

2. Penambahan polypropylene (PP) pada campuran AC-WC terbukti meningkatkan nilai stabilitas dan Marshall Quotient (MQ) dibandingkan campuran tanpa bahan tambah (polypropylene 0%).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andry, J., Pratikso, P., & Mudiyo, R. (2023). Perilaku Aspal Wearing Course terhadap Pengaruh Rendaman Air Pasang (ROB) dengan Bahan Tambah Polyethylene dan Fine Agregat Slag. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 187–192.
- [2] Hadijah, I., & Amrulloh, R. (2017). Pengaruh Tambahan Serat Polypropylene Terhadap Campuran Aspal Beton AC-WC. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 6(1).
- [3] Heru, H., & Rosyad, F. (2023). ANALISIS TERENDAMNYA PERKERASAN ASPAL OLEH AIR LAUT YANG DI TINJAU TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL. *Rang Teknik Journal*, 6(1), 127–132.
- [4] Lumintang, A. E., Palenewen, S. C. N., & Manoppo, M. R. E. (2024). Pengaruh Rendaman Air Pasang Laut (Rob) Terhadap Stabilitas Pada Perkerasan Aspal Lapis AC-WC. *TEKNO*, 22(88), 791–800.
- [5] Maulana, A., Erwan, K., & Sulandari, E. (2014). Karakteristik Kekutan Campuran Beraspal Akibat Air Laut. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 3(2).
- [6] Nahyo, N., Sudarno, S., & Setiadi, B. H. (2015). Durabilitas campuran hot rolled sheet-wearing course (hrs-wc) akibat rendaman menerus dan berkala air rob. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(2), 141–154.
- [7] Nasution, W. R., Isya, M., & Suryani, F. M. (2025). Analisis Kinerja Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC) Dengan Penggunaan Polypropylene (PP) dan Abu Tempurung Kelapa. *Journal of The Civil Engineering Student*, 7(1), 69–74.
- [8] Nurfadila, T., Mustakim, M., & Fadly, I. (2024). Perbandingan Kinerja Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Plastik Polypropilene (PP) Dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE). *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, 5(2), 363–373.
- [9] Nusa, A. B., Lubis, M., & Hutriadi, T. (2024). Analisis Pengaruh Rendaman Air Laut dan Air Tawar pada Campuran Aspal (AC-WC) dengan Uji Marshal Test. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 3(2), 138–152.
- [10] Puji Leksono, E., & Ilham Ardhi, M. (2024). ANALISIS ASHPALT CONCRETE WEARING COARSE (AC-WC) MODIFIKASI DENGAN PENAMBAHAN POLYPROPYLENE (PP) DAN ASBUTON GRANULAR. *Repository.Unissula.Ac.Id*. Ardhi, Muhammad Ilham, and Edif Puji Leksono. ANALISIS ASHPALT CONCRETE WEARING COARSE (AC-WC) MODIFIKASI DENGAN PENAMBAHAN POLYPROPYLENE (PP) DAN ASBUTON GRANULAR. *Diss. Universitas Islam Sultan Agung Semarang*, 2024.
- [11] Tahir, A., & Setiawan, A. (2009). Kinerja durabilitas campuran beton aspal ditinjau dari faktor variasi suhu pemadatan dan lama perendaman. *Jurnal SMARTek*, 7(1), 45–61.
- [12] Tan, L. I., & Pahlevi, W. R. (2020). Studi Penggunaan Plastik Polypropylene pada Campuran Asphalt

