

ANALISIS *ASHPALT CONCRETE WEARING* *COARSE (AC-WC)* MODIFIKASI DENGAN PENAMBAHAN *POLYPROPYLENE (PP)* DAN ASBUTON GRANULAR

¹Muhammad Ilham Ardhi*

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:
Ilhamardhi47@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki cadangan aspal alam yang cukup banyak di pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Aspal ini dikenal dengan Asbuton. Asbuton dapat dijadikan suatu bahan tambah yang dapat mengurangi kebutuhan aspal minyak suatu campuran dan sekaligus dapat meningkatkan performa campuran aspal. Penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa besar nilai karakteristik Marshall pada pencampuran aspal alam dan buatan dengan perbandingan penggunaan buton granular aspal dengan polypropylene. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan percobaan untuk mendapatkan hasil, pemanfaatan BGA sebagai pencampuran dengan variasi kadar granular 5%, 15% dan 25% terhadap total campuran Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan granular dengan polypropylene memiliki hasil terbaik dibanding dengan campuran polypropylene. Semakin banyak granular yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat. Pada kadar BGA 5% dan polypropylene 2% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 778,82 Kg, pada saat kadar buton granular aspal ditambahkan sampai pada kadar 15%, nilai stabilitas meningkat menjadi 952,25 Kg. Nilai stabilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar BGA. Dengan peningkatan rata-rata sebesar 885,83 kg. Kelelahan flow campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar buton granular aspal. Pada saat campuran menggunakan variasi bga sebesar 5 %, memiliki nilai flow sebesar 4,80 setelah divariasikan dengan kadar buton granular aspal sampai pada 15%, nilai flow meningkat

menjadi 3,22 dengan rata-rata peningkatan sebesar 3,61.

Kata Kunci : *Campuran Beton aspal, Buton Granular Aspal, Karakteristik Marshall*

Abstract

Indonesia has quite a lot of natural asphalt reserves on Buton Island, Southeast Sulawesi Province. This asphalt is known as Asbuton. Asbuton can be used as an additive that can reduce the need for oil asphalt in a mixture and at the same time improve the performance of the asphalt mixture. This research aims to determine how big the Marshall characteristic value is in mixing natural and artificial asphalt by comparing the use of granular asphalt buton with polypropylene. This research uses an experimental method with trials to obtain results, using BGA as a mixture with variations in granular content of 5%, 15% and 25% of the total mixture. The results of the research show that using granular with polypropylene has the best results compared to the polypropylene mixture. The more granular used, the greater the stability value. At a BGA content of 5% and polypropylene 2%, the stability value obtained was 778.82 Kg, when the asphalt granular buton content was added to a content of 15%, the stability value increased to 952.25 Kg. The stability value increases as the BGA content increases. With an average increase of 885.83 kg. The melting flow of the mixture increases as the asphalt granular content increases. When the mixture uses a BGA variation of 5%, it has a flow value of 4.80. After varying the asphalt granular content to 15%, the flow value increases to 3.22 with an average increase of 3.61.

Keywords: *Asphalt concrete mixture, Asphalt Granular Buton, Marshall Characteristics*

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah yang sering terjadi pada perkerasan jalan di Indonesia adalah kerusakan yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi yang cepat, yang menyebabkan kerusakan lebih cepat karena jalan menjadi kurang mampu menampung beban dan kapasitas kendaraan. Selain faktor-faktor tersebut, iklim, seperti iklim Indonesia, dapat menyebabkan aspal mudah lapuk dan rusak, seperti panas yang disebabkan oleh sinar matahari dan curah hujan yang tinggi yang disebabkan oleh sistem drainase yang buruk, yang menyebabkan aspal menjadi lembab.

Perkerasan jalan yang baik dapat memperlancar mobilitas kendaraan dan mengurangi biaya perawatan jalan jika ada masalah ini. Meningkatkan kualitas aspal sebagai bahan pengikat agregat adalah salah satu cara untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan.

Menurut Jambeck et al. (2015),

Indonesia berada di peringkat kedua dunia pembuang sampah plastik ke laut dengan laju 0,52 kg sampah/orang/hari. Penelitian Assuyuti et al. (2018) juga melaporkan pencemaran di Kepulauan Seribu oleh sampah plastik. Khususnya di Pulau Panggang dan Pulau Pramuka pada kedalaman 3m. Laporan Hendiarti (2018) menunjukkan bahwa peningkatan sampah di Indonesia mencapai 38 juta ton/tahun dan 30% dari sampah tersebut adalah plastik. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa tingkat konsumsi plastik oleh masyarakat kita masih tinggi dan situasi yang demikian menuntut partisipasi seluruh lapisan masyarakat dalam mengelola sampah plastik sebagai upaya mengurangi penumpukan plastik. Pemerintah telah berkomitmen untuk mengurangi sampah dengan program 3R (Reduce, Reuse, Recycle) hingga 30% sampai 2025, dan khusus untuk sampah plastik, Pemerintah menetapkan target penurunan hingga

70% pada 2025 (Hendiarti, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

1.3

Untuk membangun jalan-jalan di seluruh Pulau Jawa, beberapa daerah telah menggunakan Modifikasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Kelas ini menggunakan kualitas aspal polimer 60/70 dan memenuhi persyaratan aspal tipe II B yang tercantum dalam Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 Devisi 6 Revisi 2.

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh *Polypropylene (PP)* dan asbuton granular modifikasi terhadap stabilitas *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*?

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk (*deformasi*) seperti gelombang, alur atau *bleeding*.

2. Bagaimana pengaruh *Polypropylene (PP)* dan asbuton granular modifikasi terhadap durabilitas *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*? Durabilitas atau daya tahan adalah

kemampuan bahan perkerasan untuk menahan keausan akibat pengaruh cuaca, yaitu air dan perubahan suhu, ataupun keausan akibat dari gesekan roda kendaraan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan *Job Mix Formula* terbaik karakteristik *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* modifikasi dengan pemanfaatan limbah plastik *Polypropylene (PP)* dan asbuton granular.
2. Menganalisis pengaruh campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* modifikasi dengan pemanfaatan limbah plastik *Polypropylene (PP)* dan asbuton granular terhadap stabilitas.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengkaji tentang pengaruh *Polypropylene (PP)* dan

asbuton granular modifikasi terhadap stabilitas *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.

2. Mengkaji tentang pengaruh *Polypropylene (PP)* dan asbuton granular modifikasi terhadap durabilitas *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.

1.6 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini harus dibatasi agar tidak menyimpang dari tujuannya. Kriteria berikut merupakan fokus eksklusif dari penelitian ini:

1. Agregat kasar dan halus yang digunakan berasal dari PT. Mohandas Oeloeng Kaliwungu.
2. Menggunakan bahan Aspal polimer Pen 60/70 dan asbuton granular.
3. Pencampuran menggunakan pedoman Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) revisi 2 dan campuran aspal yang dibuat adalah *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* modifikasi.
4. Untuk mencari campuran kadar aspal optimum (KAO) digunakan variasi kadar aspal (4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%).
5. Menggunakan kadar plastik *Polypropylene (PP)* 0%,2%,4%.
6. Gradasi campuran aspal beton yang digunakan berdasarkan gradasi pada agregat gabungan yang ditunjukkan pada Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Revisi 2.
7. *Polypropylene (PP)* adalah jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik akan dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm.
8. Asbuton granular adalah aspal yang diperoleh dari alam dengan penambahan kadar 0%, 5%, 15%, 25% dari kadar aspal.
9. Hanya dilakukan penelitian

pada pengujian laboratorium dan tidak dilakukan penghamparan lapangan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kadar Aspal Optimum

Persyaratan mutlak untuk setiap campuran lapis perkerasan beraspal adalah kadar aspal optimum yang digunakan dalam campuran yang kemudian dihampar di lapangan.

2.2 Density

Density atau kepadatan adalah berat campuran padat tiap satuan volume, merupakan nilai yang menunjukkan kepadatan campuran setelah dipadatkan. Nilai *density* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi campuran, kualitas bahan penyusun campuran, kadar *filler*, kadar aspal dan proses pemadatan.

2.3 Sifat Plastik *Polypropylene (PP)*

Karakteristik jenis plastik *Polypropylene* adalah botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu

tinggi dan cukup mengkilap. Jenis plastik ini biasanya ditandai dengan kode angka 5 bila membeli barang berbahan plastik untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman. Titik leleh jenis plastik *Polypropylene (PP)* adalah 165°C

2.4 Plastik dan Campuran Aspal

Plastik sudah lama digunakan untuk menaikkan mutu aspal/campuran beraspal. Ada dua cara pencampuran plastik untuk menaikkan kinerja campuran beraspal yaitu cara basah dan cara kering. Cara basah (*wet process*) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, *mixer* kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.

2.5 Aspal Buton

Aspal batu buton atau biasa disebut Asbuton ditemukan tahun 1924 di pulau Buton Sulawesi Tenggara (Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum). Asbuton memiliki stabilitas yang tinggi dan juga lebih

tahan retak akibat cuaca maupun lingkungan. Asbuton juga memiliki produk samping dengan manfaat seperti hig oil, bentonit mineral (fosfat dan kapur).

Aspal batu buton atau Asbuton yang terdapat di Pulau Buton, memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung di daerah mana asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan

asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah Kabungka dan Lawele. Sifat dari kedua asbuton tersebut berbeda, khususnya kandungan bitumennya. Kandungan bitumen/aspal dari daerah Lawele sekitar 25-35% dan banyak mengandung silikat, sedang Kabungka 12-20% dan banyak mengandung karbonat. Beda dengan aspal minyak yang diperoleh dari proses distilasi, maka aspal dari asbuton diperoleh dengan cara ekstraksi sehingga kandungan aspal seperti resin dan fraksi ringan diharapkan masih terkandung didalamnya. Dengan demikian, sifat

dari aspal minyak sedikit berbeda dengan aspal dari asbuton.

Penggunaan aspal pada pembangunan jalan, salah satu sifat aspal yang dapat dimanfaatkan



adalah daya rekat aspal, sehingga dapat untuk merekatkan isian struktur jalan seperti batuan dan pasir sedemikian rupa, menjadi campuran yang padat dan kuat untuk menerima beban kendaraan yang melewatinya, dan tidak mudah rusak.

Sumber : www.slideserve.com

2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal)

Gambar 2. 1 Lokasi deposit Asbuton di Pulau Buton Sulawesi Tenggara.

2.6 Penyusunan Perkerasan Jalan

Agregat adalah mineral padat ukuran besar atau kecil dalam bentuk koloid atau pecahan, seperti kerikil, pasir, batu pecah halus, atau mineral lainnya yang berasal dari alam atau buatan. Agregat membentuk sebagian besar struktur perkerasan, mencakup 75% hingga 85% dari dasar persen massa atau 90% hingga 95% dari dasar persen berat.

2.6.1 Persyaratan Agregat

Berdasarkan pada jenis dan ukuran partikel, agregat dibagi menjadi agregat kasar agregat halus dan bahan pengisi.

a. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk desain harus bersih, tahan lama,

dan bebas dari tanah liat atau kotoran lainnya.

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Kekakuan torsi agregat terhadap larutan	SNI 2417:2008	Maks.12 % Maks.18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ¹⁾	Campuran AC Modifikasi dan SMA 100 putaran 500 putaran	Maks. 6% Maks. 30%
	Semua jenis campuran lainya	100 putaran 500 putaran
		Maks. 8% Maks. 40%
Kelekatn agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SNI 7619:2012	100/90 ²⁾ 95/90 ³⁾
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1 : 5
	Lainnya	Maks. 5% Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117: 2012	Maks. 1%

dikirim dalam ukuran standar.

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran partikel kurang dari 2,36 mm. Saringan no. 8. Dengan saling mengunci antar partikel, agregat dapat diperbaiki stabilisasi campuran; Agregat halus juga mengisi celah antar partikel pasir alami, batu pecah, atau kombinasi keduanya bisa menjadi bahan ini. Spesifikasi Divisi Bina Marga Tahun 2018 menetapkan persyaratan umum untuk agregat halus.

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	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 Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal)

c. Filler (Bahan Pengisi)

Bahan yang melewati filter No.200 (0,075 mm) dan beratnya tidak kurang dari 75% disebut pengisi. Fungsi beban adalah untuk mengisi celah udara pada material dan membuat lapisan aspal lebih keras. Pengeluaran dapat digunakan sebagai semen portland atau debu abu.

2.7 Material Penyusun Perkerasan Jalan

Batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, alami atau buatan, dalam bentuk mineral padat dalam

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1.	Ukuran besar atau kecil atau serpihan	SN 06-7156-1991	50 - 80
2.	Titik leleh	SN 06-2434-1991	≥ 54
3.	Indeks penetrasi	-	≥ 1,0
4.	Daktilitas pada 25° C (cm)	SN 06-2432-1991	≥ 150
5.	Titik nyala	SN 06-2433-1991	≤ 232
6.	persen volume atau 90-95% agregat	SN 06-2431-1991	≥ 1,0
7.	sebagai persentase berat.	SN 06-2440-1991	≥ 0,8

perkerasan jalan ditentukan oleh sifatnya. Agregat itu sendiri adalah bahan yang keras dan kaku. Untuk membawa beban lalu lintas ke lapisan bawah, pelapisan permukaan langsung harus memiliki kualitas yang baik. Klasifikasi agregat sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

2.8.1 Aspal

Aspal pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebagaimana mestinya dengan kondisi yang ada seperti pada table berikut :

Tabel 2.3 Spesifikasi Pengujian Aspal

2.1.1 (Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal)

2.8 Spesifikasi Gradasi Agregat Lapis (AC-WC)

Kualitas agregat sebagai bahan

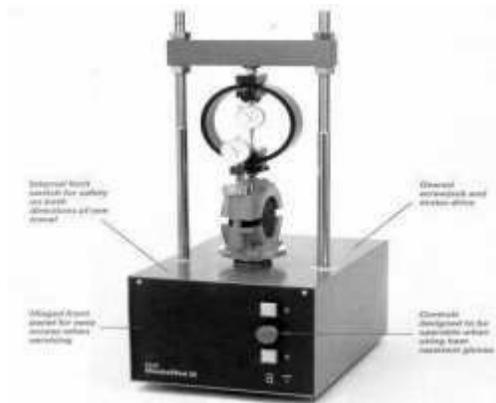
2.8.2 Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode Marshall

Marshall Test merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 ton. *Proving ring* ini akan dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran, sedangkan arloji kelelahan (*flow meter*) berfungsi untuk mengukur plastis (*flow*). Setelah dilakukan semua benda uji akan dibuat dengan tahapan, maka selanjutnya akan melakukan pengujian untuk memperoleh hasil yang diinginkan dengan alat yang bernama *Marshall Test*. Pemeriksaan dengan *Marshall Test* ini pertama kali diperkenalkan oleh Bruce Marshall dan dikembangkan oleh *U.S Corps Of Engineer*. Hasil dari pemeriksaan *Marshall* tersebut menggunakan dengan prosedur PC-0201-76, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T. Berikut ini akan diperoleh data-data sebagai berikut:

- a. Stabilitas yang dinyatakan dalam bidang bilangan bulat,

maka stabilitas ini menunjukkan kekuatan dan ketahanan terhadap terjadinya alur (*ruting*).

- b. Kelelahan plastis (*flow*) yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inch, *flow* juga dapat digunakan sebagai indikator terhadap lentur.
- c. VIM ini merupakan persen rongga dalam campuran dan dinyatakan dalam bilangan desimal dengan satu angka dibelakang koma, VIM juga merupakan indikator dari durabilitas.
- d. VMA merupakan persen rongga terhadap agregat dan dinyatakan dalam bilangan bulat, maka VMA sama dengan VIM juga merupakan



indikator dari durabilitas.

Kadar aspal optimum (KAO)

ditentukan dengan melakukan beberapa kali *trial* atau uji coba untuk menentukan komposisi gradasi agregat yang tepat, untuk itu di gunakan komposisi perbandingan Agregat batu pecah ukuran 10-15 mm, agregat limbah beton dengan ukuran 5-10 mm, agregat halus ukuran 0-5 mm dan *fly ash* sebagai bahan pengisi (*filler*) dengan jumlah tumbukan perbidang 2 x 75 tumbukan yaitu sisi atas dan sisi bawah.

Hasil dari gagasan *Marshall*, ketahanan material terhadap deformasi diukur dalam hubungannya dengan stabilitas dan fluiditas. Selama-lamanya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2. pengujian *Marshall* digunakan.



Gambar 2. 2 *Marshall Compaction*

Hammer & Alat Marshall Test.

Uji *Marshall* menentukan padatan, stabilitas, hasil, hasil *Marshall* (MQ), persentase kekosongan campuran (VIM), persentase rongga yang terisi aspal (VFA), dan persentase kosong (VMA) dalam total.

2.9 Pengikat Bitumen

Aspal telah lama digunakan di permukaan perkerasan di seluruh dunia sebagai bahan pengikat dalam campuran aspal. Bitumen adalah produk rumah tangga yang dibuat dari minyak mentah untuk menghasilkan gas minyak bumi, bahan bakar minyak bumi, minyak pelumas, dan solar. Bitumen, yang dihasilkan dari distilasi kedua minyak mentah, kemudian dipisahkan dan diproses untuk digunakan dalam konstruksi perkerasan, bandara, dan pelabuhan, serta dalam pembuatan sirap atap dan produk lainnya.

2.10 Sifat Bahan Agregat *Asphalt Wearing Course*

Aspal *Wearing Course* (AC-WC) merupakan aspal *wearing*

dengan gradasi senjang dan agregat yang lolos di saringan No.16.

a. Agregat Kasar

Agregat kasar yang tahan terhadap saringan 4,75 mm harus terdiri dari potongan batu atau partikel batu yang keras dan tahan lama. Bahan yang rusak karena basah dan kering tidak boleh digunakan.

b. Agregat Halus

Agregat halus yang ditahan pada saringan 2,36 mm harus terdiri dari partikel halus yang memenuhi syarat, seperti pasir alam atau batu pecah halus.

c. Sifat Bahan yang Disyaratkan

Setelah pemadatan, agregat harus bebas dari bahan organik, gumpalan tanah liat atau bahan lain yang tidak diinginkan. Selain itu, setelah dibersihkan dengan saringan basah, agregat harus memenuhi persyaratan anyaman seperti yang

ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. 4 Gradasi Agregat Lapis Drainase untuk *Wearing Course*

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos			
ASTM	(mm)	Lapis Fondasi Agregat			Lapis Drainase
		Kelas A	Kelas B	Kelas S	
2"	50		100		
1½"	37,5	100	88 - 95	100	100
1"	25,0	79 - 85	70 - 85	77 - 89	71 - 87
¾"	19,0				58 - 74
½"	12,5				44 - 60
3/8"	9,50	44 - 58	30 - 65	41 - 66	34 - 50
No.4	4,75	29 - 44	25 - 55	26 - 54	19 - 31
No.8	2,36				8 - 16
No.10	2,0	17 - 30	15 - 40	15 - 42	
No.16	1,18				0 - 4
No.40	0,425	7 - 17	8 - 20	7 - 26	
No.200	0,075	2 - 8	2 - 8	4 - 16	

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 Divisi 5 Hal 5)

2.11 Lapisan Pengikat

Lapisan pengikat terdiri dari persiapan bahan aspal dan penempatannya di atas permukaan yang telah disiapkan. Lapisan perekat diletakkan di atas permukaan pondasi tanpa membuat lapisan dasar sintetis terikat.

2.12 Validitas

Validitas berasal dari kata "validitas", yang mengacu pada tingkat kemampuan alat ukur untuk melakukan pengukuran dengan benar. Validitas penelitian menunjukkan ketepatan ukuran penelitian dibandingkan dengan informasi yang diukur secara nyata.

2.13 *Polypropylene*

Setelah PE dan PVC, *polypropylene* adalah polimer yang paling banyak digunakan keliling dunia. Nama kimia *polypropylene*, atau *PP*, adalah $(C_3H_6)_x$. Sebagian besar *polypropylene* komersial bersifat isostatik dan mengkristal pada antara polietilen densitas rendah dan polietilen densitas tinggi

2.14 Sifat-Sifat Campuran Aspal

2.13.1 Stabilitas

Stabilitas aspal sangat penting untuk menahan deformasi dan peleburan plastis yang disebabkan oleh faktor dinamis dan statis, serta untuk mencegah bekas roda serata dari perubahan permukaan perkerasan jalan. Jumlah lalu lintas yang diantisipasi dan beban kendaraan pada rute akan menentukan persyaratan stabilitas perkerasan. Stabilitas disebabkan oleh gesekan antar butir, stabilitas antar partikel, dan kepatuhanyang yang lebih besar terhadap aspal. nilai stabilitas dalam KN atau kilogram.

METODOLOGI

3.1 Tipe Penelitian

Terdapat beberapa item dalam penelitian yang dilakukan yaitu salah satunya dengan metode eksperimen, metode eksperimen adalah strategi penelitian yang digunakan untuk memastikan, dalam keadaan terkendali, dampak dari satu perlakuan terhadap perlakuan lainnya (Jaya et al., 2019). Menurut definisi yang diberikan oleh

beberapa ahli tersebut, penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap subjek penelitian.

3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi:

- a. Agregat kasar, halus, dan abu batu diperoleh dari PT. Mohandas Oeloeng Kaliwungu.
- b. Menggunakan bahan Aspal Polimer Pen 60/70.
- c. *Polypropylene (PP)* adalah bahan plastik yang sering digunakan untuk kemasan plastik seperti botol Minuman dengan karakteristik fisik yang fleksibel, digunakan kadar 0%, 2% , 4% , dari kadar aspal optimum (KAO) pada bahan *PP* ini.
- d. Asbuton dengan jenis butir tipe 50/30 variasi kadar 0%, 5%, 15%, 25%.

3.2.2 Peralatan Penelitian

- a. Alat pengujian agregat dan *filler*
Diantara peralatan yang digunakan untuk pengujian

agregat termasuk mesin

Los Angeles (untuk uji abrasi) oven (untuk pengering), timbangan, pengujian berat jenis (piknometer, timbangan, dan pemanas).

- b. Alat pengujian aspal

Peralatan untuk pengujian aspal meliputi; alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji titik lembek, alat uji kelarutan, dan alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan).

- c. Alat pengujian campuran metode *Marshall*

Seperangkat alat metode *Marshall* digunakan sebagai alat uji, yang meliputi:

1. Alat tekan *Marshall* terdiri dari kepala penekan dengan bentuk lengkung, cincin pengujian yang berkapasitas 3000 kg (6000 lbs) dan dilengkapi dengan arloji pengukur kelelahan plastis (*flowmeter*).

2. Alat cetak benda uji silinder dengan diameter 10,2 cm (4 inci) serta tinggi 7,5cm (3 inci) untuk *Marshall* standar dan diameter 15,24 cm (6 inci)

- dengan tinggi 9,52 cm untuk *Marshall* modifikasi dilengkapi dengan plat dan leher sambung.
3. Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm (3,86 inci), berat 4,5 kg (10 lbs), dengan tinggi jatuh bebas 45,7cm (18 inci) untuk *Marshall* standar.
 4. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
 5. Alat-alat penunjang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, termometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaus tangan anti panas, sarung tangan karet, kain lap, kaliper, spatula, timbangan dan spidol untuk menandai benda uji.
 6. Alat Pencacah *Polypropylene (PP)* adalah bahan plastik yang paling umum digunakan. Plastik

dapat dicacah atau dihancurkan dengan alat yang disebut pencacah sampah plastik mulai dari lembaran plastik, botol oli, botol jerigen, dan botol minuman. Para pengusaha dapat memanfaatkan plastik cacahan tersebut sebagai bahan daur ulang plastik yang sangat dibutuhkan oleh pabrik-pabrik yang mendaur ulang plastik. Hitungan ini biasanya memiliki dimensi +0,5 secara umum.

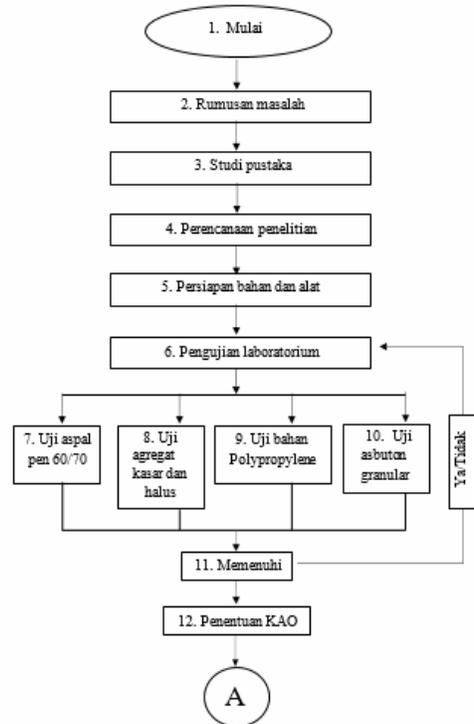
3.3 Rancangan dan Pelaksanaan Penelitian

Bagan alir penelitian berupa tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan selama penelitian ini dijelaskan pada **Gambar 3.1**.

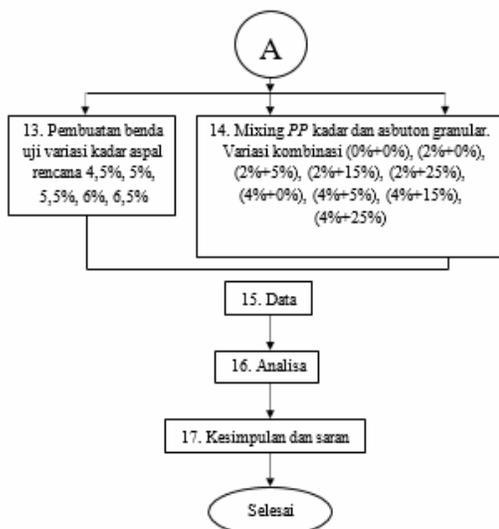
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Perencanaan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan



dalam beberapa tahap, dari awal sampai akhir dalam secara sistematis.



1. Persiapan
2. Pemeriksaan campuran material aspal
3. Pembuatan dan Pengujian Benda Uji
4. Proses Pengujian benda uji menggunakan alat *Marshall Test* meliputi beberapa tahap yaitu :
 - a. Menyimpan benda uji dalam bak perendam

pada suhu sekitar 60°C selama 30 menit

- b. Membersihkan bagian dalam permukaan kepala penekan dan melumasi agar benda uji dapat dilepaskan setelah pengujian.
- c. Menempatkan cetakan stabilitas dan *dial flow* pada mesin tekan, kemudian meletakkan benda uji yang telah direndam pada cetakan stabilitas dan menyetel dial pada angka nol.
- d. Menyesuaikan posisi piston agar berada pada poros cetakan stabilitas.
- e. Melakukan pembebanan dengan cara menekan tombol UP, kemudian menghentikan tekanan dengan tombol *OFF* setelah mencapai kelelahan maksimum. Mencatat nilai kelelahan maksimum yang didapat.
- f. Mencatat nilai

pembebanan pada proving ring.

- g. Setelah pengujian selesai, menurunkan pembebanan dengan menekan tombol *Down*, mengeluarkan benda uji, dan membuka bagian atas cetakan.

5. Menghitung Parameter *Marshall*

6. Pengolahan dan Pembahasan Hasil

Setelah hasil penelitian di laboratorium dikumpulkan, perbandingan nilai stabilitas dan karakteristik campuran dari variasi kadar aspal dan perlakuan terhadap limbahserta hasil pengolahan. Kemudian, tampilkan hasil tersebut dalam grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar aspal dengan parameter *Marshall* seperti stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient* (MQ).

Komposisi campuran aspal yang sesuai ditentukan dengan menganalisis statistik *Marshall*, meliputi: stabilitas,

kelelahan, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient*. Kadar aspal yang digunakan sebagai sampel adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% masing-masing menggunakan 3 sampel, penjelasan rinci pada **Tabel 3.1**

Tabel 3. 1 Perhitungan Jumlah Sampel Penentuan Kadar Aspal Optimum.

berkorelasi dengan ketahanannya terhadap perendaman dalam air dalam waktu lama. Daya tahan dapat ditingkatkan dengan memadatkan campuran aspal dan membuatnya kedap air dan tidak tembus dengan agregat. Kualitas kombinasi setelah perendaman 24 jam belum tentu sesuai dengan dayatahan campuran aspal dalam waktu perendaman yang lebih lama.

3.5 Aspal

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
4,5%	3
5%	3
5,5%	3
6%	3
6,5%	3
Total	15 sampel benda uji

Tabel 3. 2 Jumlah Benda Uji untuk variasi *PP* dan Asbuton Granular

Tiga komponen hidrokarbon yang paling banyak terdapat dalam aspal adalah aromatik, naften, dan

Jumlah Benda Uji untuk Variasi <i>PP</i> dan Asbuton Granular		
(Kadar <i>PP</i> 0%, 2%, 4%)	Asbuton Granular 0%, 5%, 15%, 25%	Jumlah Benda Uji
Kadar 0%	Kadar 0%	3
Kadar 2%	Kadar 0%	3
Kadar 2%	Kadar 5%	3
Kadar 2%	Kadar 15%	3
Kadar 2%	Kadar 25%	3
Kadar 4%	Kadar 0%	3
Kadar 4%	Kadar 5%	3
Kadar 4%	Kadar 15%	3
Kadar 4%	Kadar 25%	3
Total		27

3.1 Metode Keawetan (*Durability*)

Daya tahan kombinasi ini

alkana Spesifikasi ditentukan oleh sifat-sifat aspal. Pedoman dan

pengujian aspal berikut digunakan untuk memastikan bahwa kualitas aspal yang dibutuhkan terpenuhi:

1. Sampel aspal untuk pengujian
2. Pengkajian penetrasi
3. Pengkajian titik lembek
4. Pengkajian daktilitas
5. Pengkajian titik nyala dan titik bakar

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persiapan Material

Penelitian ini dijalankan melalui serangkaian tahapan sistematis, yang mencakup proses pembuatan sampel uji, pelaksanaan eksperimen laboratorium, penyusunan materi penelitian, serta evaluasi komposisi aspal. Pada tahap penyediaan bahan, disiapkan agregat batu pecah yang diambil dari PT. Mohandas Oeloeng Kendal, asbuton granular diambil dari PT. Cipta Wahana Persada Surabaya, aspal pen 60/70 diambil dari PT. Bintang Djaja Semarang. Semua proses pembuatan benda uji dan propertis material, uji aspal, dan pengujian marshall dilakukan di laboratorium transportasi jalan

Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

4.2 Pengujian Agregat

Pengujian properties agregat kasar meliputi bentuk agregat, abrasi dengan mesin Los Angeles, kelekatan agregat terhadap aspal, angularitas dan butiran mudah pecah, gradasi agregat, berat jenis, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, penyerapan, material lolos saringan No. 200, partikel pipih dan lonjong, dan *sand equivalent*.

4.3 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70

Pada penelitian ini, data aspal dengan penetrasi 60/70 yang dihasilkan oleh Pertamina dan memenuhi Spesifikasi Pemeriksaan Jalan No. 01/MN/BM/1976 Transportasi diterima dari Laboratorium Transportasi Jalan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang . Pengujian dilakukan antara lain pada penetrasi aspal keras, titik lembek, titik nyala, keuletan, dan berat jenis. hasil tes aspal

4.4 Hasil Perhitungan Agregat

Kombinasi agregat adalah penggabungan dari masing – masing agregat yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ dan tertahan mulai dari saringan ukuran $\frac{1}{2}$ sampai dengan #200, yang terdiri dari batu pecah $\frac{1}{2}$, batu pecah $\frac{3}{4}$, abu batu, aspal, pasir dan *filler*. Dari tiap material memiliki presentase yang berbeda sesuai dengan hasil analisa saringan dan kombinasi yang dibuat.

4.5 Pengujian Berat Jenis Campuran Aspal Komposisi Normal



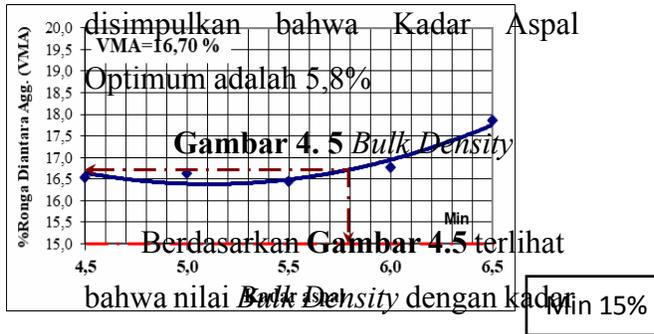
Gambar 4.2 Pengujian GMM

4.6 Ekstraksi

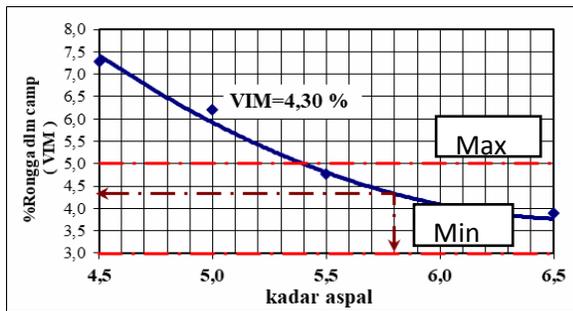


NO	URAIAN PEMERKSAAN		NO.1	NO.2	SAT
A	Berat Pan / Cawan		105,6	105,6	gr
B	Berat Material + Pan Sebelum		554,2	542,9	gr
C	Berat Material + Pan Sesudah		533,4	525,4	gr
D	Berat Sebelum Ekstraksi	(B - A)	448,6	437,3	gr
E	Berat Setelah Ekstraksi	(C - A)	427,8	419,8	gr
F	Berat Kertas Filter		6,5	6,6	gr
G	Berat Total Mineral	(C - A - F)	421,3	413,2	gr
H	Berat Aspal Dalam Campuran	(D - G)	27,3	24,1	gr
I	Prosen (%) Aspal Dalam Campuran	(H / DX 100)	6,09	5,51	%
<i>Rata - rata</i>			5,80		%

dan batas bawah juga dapat

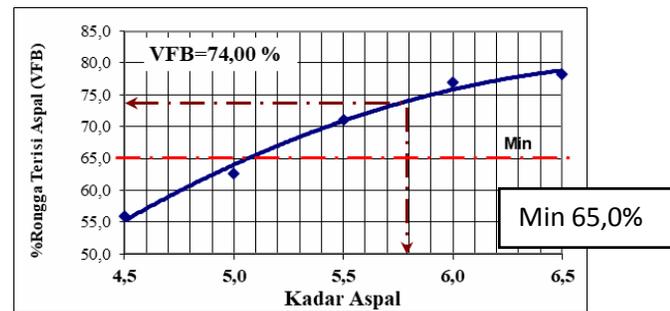


disimpulkan bahwa Kadar Aspal Optimum adalah 5,8%
 Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa nilai Bulk Density dengan kadar Min 15% aspal yang digunakan yaitu kadar 5,8% dengan nilai bulk density 2,347 Gr/cc.



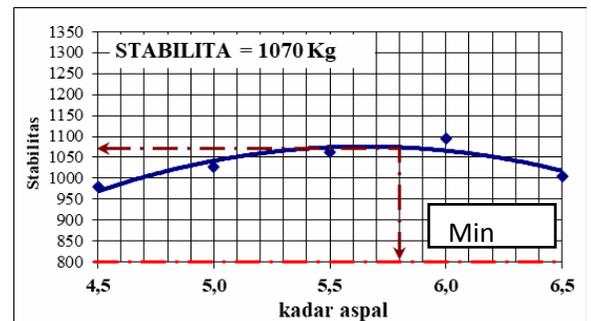
Gambar 4.6 VIM

Dari Gambar 4.6 terlihat bahwa nilai VIM pada grafik dimana nilai spesifikasi VIM pada binamarga yaitu 3% sampai 5%, dari gambar terlihat bahwa kadar aspal 5,5% sampai 6,5% telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai VIM 4,30%.



Gambar 4.7 VMA

Dari Gambar 4.7 terlihat bahwa nilai VMA pada grafik dimana nilai spesifikasi VMA pada binamarga yaitu minimal 15%, dari gambar terlihat bahwa semua kadar aspal normal telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai VMA 16,70%.

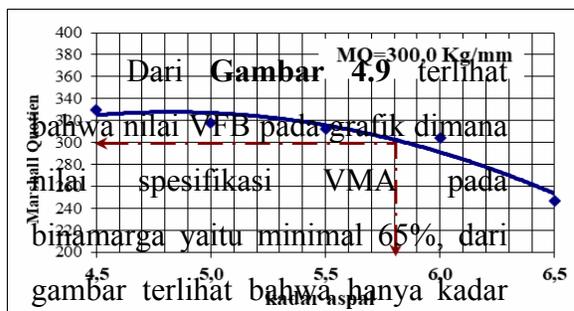


Gambar 4.8 Stabilitas

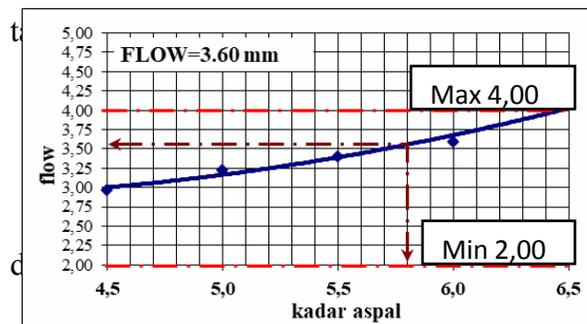
Dari Gambar 4.8 terlihat bahwa nilai stabilitas pada grafik dimana nilai spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai VMA 16,70%.

nilai spesifikasi stabilitas pada binamarga yaitu minimal 800kg, dari gambar terlihat bahwa semua kadar aspal normal telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai stabilitas 1070kg.

Gambar 4. 9 VFB



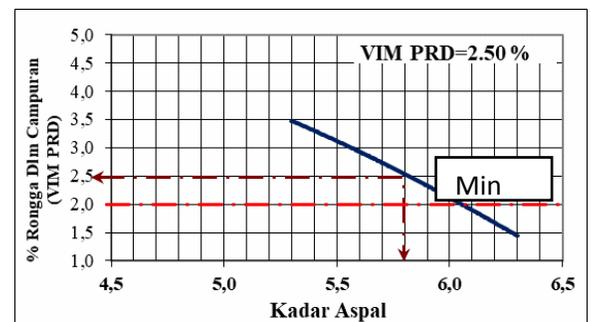
aspal normal 5,1% sampai 6,5% telah memenuhi spesifikasi binamarga



74%

Gambar 4. 10 Flow

Dari **Gambar 4.10** terlihat bahwa nilai *flow* pada grafik dimana nilai spesifikasi *flow* pada binamarga yaitu 2 mm sampai 4 mm dari gambar terlihat bahwa semua kadar aspal normal telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai *flow* 3,60



mm.

Gambar 4. 11 Marshall

Quotient

Dari Gambar 4.11 terlihat bahwa nilai *marshall quontien* pada grafik dimana nilai dengan kadar aspal normal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai 300,0 kg/mm.

Gambar 4. 12 VIM PRD

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
7.	PP	2 %	1,392 gram
8.	Asbuton	0 %	0,0 gram

memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan kadar aspal yang digunakan yaitu 5,8% dengan nilai VIM PRD 2,50%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
7.	PP	2 %	1,392 gram
8.	Asbuton	0 %	0,0 gram

sebesar 5,8%.

4.8 Rancangan Campuran Aspal

Komposisi aspal yang direncanakan yaitu PP dengan

kadar 0%, 2%, dan 4%.

Sedangkan Asbuton dengan kadar 0%, 5%, 15%, 25%.

Tabel 4.12 Rancangan Campuran Aspal
 (Job Mix Design) Normal

Tabel 4.13 Rancangan Campuran Aspal (Job Mix Design) PP 2% dan Asbuton 0%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	2 %	1,392 gram
8.	Asbuton	5 %	3,48 gram

Tabel 4.14 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 2% dan Asbuton 5%.

Tabel 4.15 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 2% dan Asbuton 15%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0%	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	<i>Medium Agregat</i>	24,2 %	290,4 gram
4.	<i>Coarse Agregat</i>	25,0 %	300,0 gram
5.	<i>Filler</i>	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	2 %	1,392 gram
8.	Asbuton	15 %	10,44 gram

Tabel 4.16 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 2% dan Asbuton 25%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	<i>Medium Agregat</i>	24,2 %	290,4 gram
4.	<i>Coarse Agregat</i>	25,0 %	300,0 gram
5.	<i>Filler</i>	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	2 %	1,392 gram
8.	Asbuton	25 %	17,4 gram

Tabel 4.17 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 4% dan Asbuton 0%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	4 %	2,784 gram
8.	Asbuton	0 %	0,0 gram

Tabel 4.18 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 4% dan Asbuton 5%.

Tabel 4.19 Rancangan Campuran

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	4 %	2,784 gram
8.	Asbuton	5 %	3,48 gram

Aspal (*Job Mix Design*) PP 4% dan Asbuton 15%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	4 %	2,784 gram
8.	Asbuton	15 %	10,44 gram

Tabel 4.20 Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) PP 4% dan Asbuton 25%.

No.	Komposisi	%	Hasil
1.	Abu Batu	40,0 %	480,0 gram
2.	Pasir	3,0 %	36,0 gram
3.	Medium Agregat	24,2 %	290,4 gram
4.	Coarse Agregat	25,0 %	300,0 gram
5.	Filler	2 %	24,0 gram
6.	Aspal	5,8 %	69,6 gram
		100,0 %	1200,0 gram
7.	PP	4 %	2,784 gram
8.	Asbuton	25 %	17,4 gram

4.9 Pembuatan Benda Uji

Dengan masing-masing kadar aspal rencana 5,8% yang memiliki tiga benda uji, pada hasil akhir. Pada tabel di bawah ini dirinci jumlah benda uji yang akan dibuat pada Tabel 4.21 berikut ini.

Tabel 4.21 Komposisi Benda Uji

No	Benda Uji	Total
1	Komposisi Normal + PP 0% + Asbuton 0%	3
2	Komposisi Normal + PP 2% + Asbuton 0%	3
3	Komposisi Normal + PP 4% + Asbuton 0%	3
4	Komposisi Normal + PP 2% + Asbuton 5%	3
5	Komposisi Normal + PP 2% + Asbuton 15%	3
6	Komposisi Normal + PP 2% + Asbuton 25%	3
7	Komposisi Normal + PP 4% + Asbuton 5%	3
8	Komposisi Normal + PP 4% + Asbuton 15%	3
9	Komposisi Normal + PP 4% + Asbuton 25%	3
Total		27

jam, benda uji ditimbang kembali dalam keadaan SSD.

4.1 Hasil Pemeriksaan Marshall



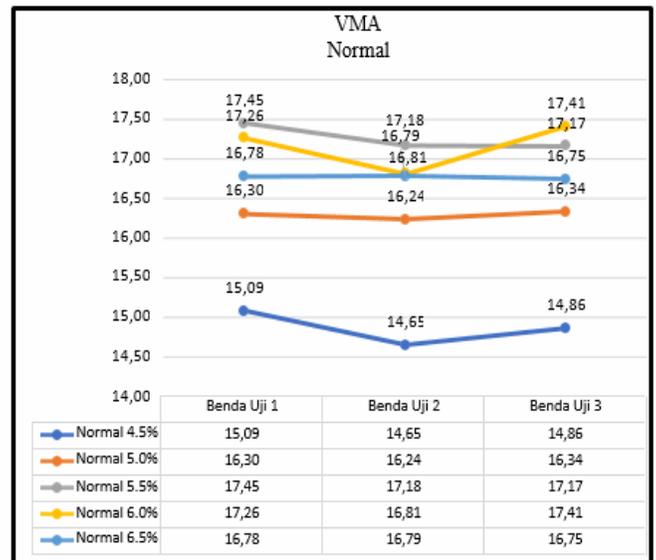
Gambar 4.13 Pengujian Marshall

Setelah 27 benda uji dibuat, desain campuran pekerjaan dan formula campuran desain telah

ditetapkan, semua benda uji ditimbang ketika masih kering. Setelah masa perendaman selama 24

Setelah didapatkan berat benda uji dilakukan perendaman pada waterbath (pemanasan cairan dengan cara merendamnya pada air yang telah dipanaskan sebelumnya) pada temperature 60 C selama 30 menit.

Untuk mendapatkan pembacaan stabilitas dan pembacaan kelelahan (*flow*) pada sampel spesimen aspal pada waterbath, semua sampel spesimen harus segera dilakukan proses pengujian pada alat marshall. Nilai KAO (*Optimum Asphalt Content*) yang merupakan parameter



marshall akan dihasilkan oleh uji marshall.

Perlu terlebih dahulu mendapatkan

beberapa kriteria untuk menentukan nilai perolehan KAO. Parameter yang didapatkan yaitu VMA (*Void in Mineral Aggregates*), VIM (*Void in Mix*), VFB (*Void Filled Bitumen*), stabilitas, kelelahan (*flow*), dan MQ (*Marshall Quotien*).

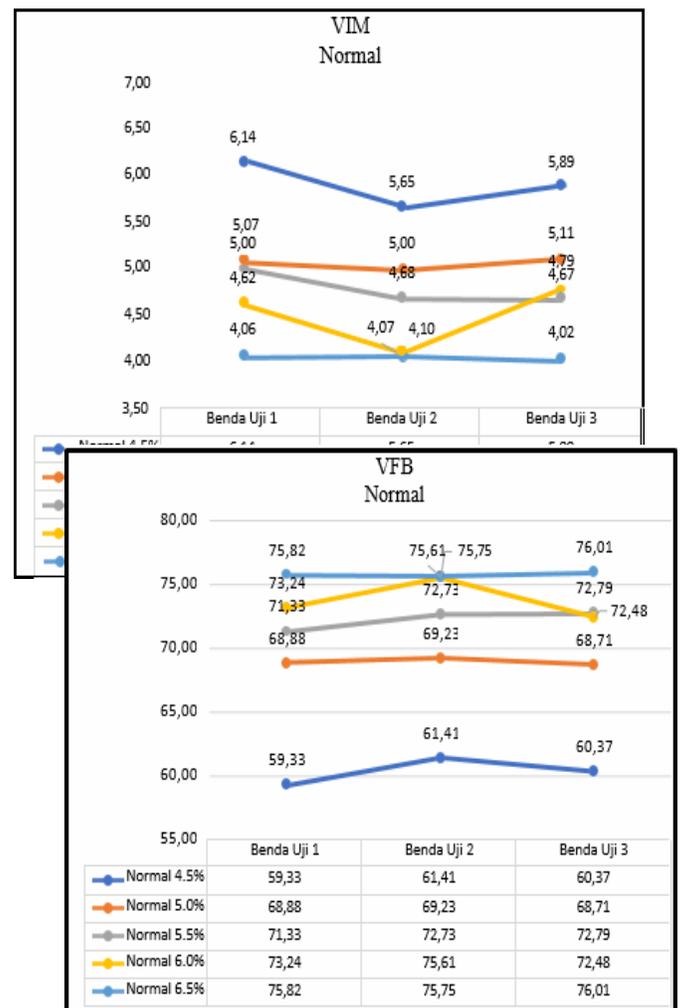
Gambar 4.14 Grafik VMA Hasil *Marshall* Komposisi Normal

Dari Grafik yang diperoleh pada **Gambar 4.14** dapat dilihat bahwa nilai spesifikasi VMA pada binamarga yaitu minimal 15%, dari grafik terlihat bahwa kadar aspal normal 4,5% hanya benda uji 1 yang memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2018 dengan nilai VMA 15,09%, sedangkan kadar aspal normal 5% sampai 6,5% ketiga benda uji tersebut semuanya

marga tahun 2018 dengan nilai VMA diatas 15%.

Gambar 4.15 Grafik VIM Hasil *Marshall* Komposisi Normal

Berdasarkan **Gambar 4.15**, dapat dilihat bahwa nilai spesifikasi VIM pada bina marga yaitu 3% sampai 5%, dari grafik terlihat bahwa kadar aspal

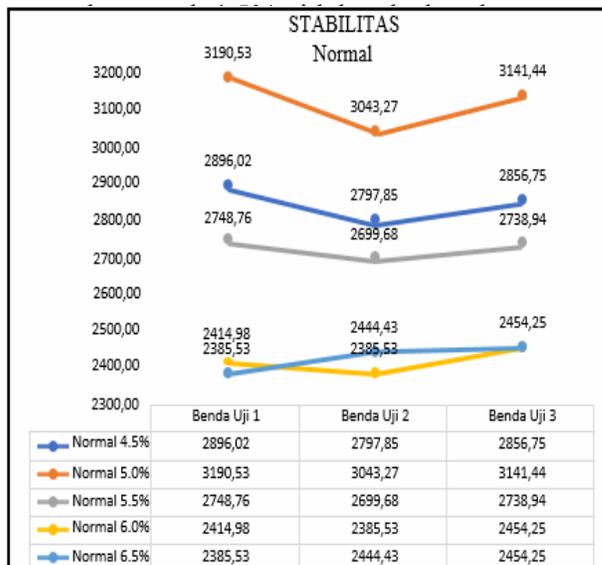


memenuhi spesifikasi umum bina

normal 4,5% dan 5% hanya benda uji 2 pada kadar aspal 5% yang memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2018 dengan nilai VIM 5%, sedangkan kadar aspal normal 5,5% sampai 6,5% ketiga benda uji tersebut semuanya memenuhi spesifikasi umum bina marga tahun 2018.

Gambar 4.16 Grafik VFB Hasil Marshall Komposisi Normal

Berdasarkan **Gambar 4.16**, dapat dilihat bahwa nilai spesifikasi VFB pada bina marga yaitu minimal 65%, dari grafik terlihat bahwa kadar

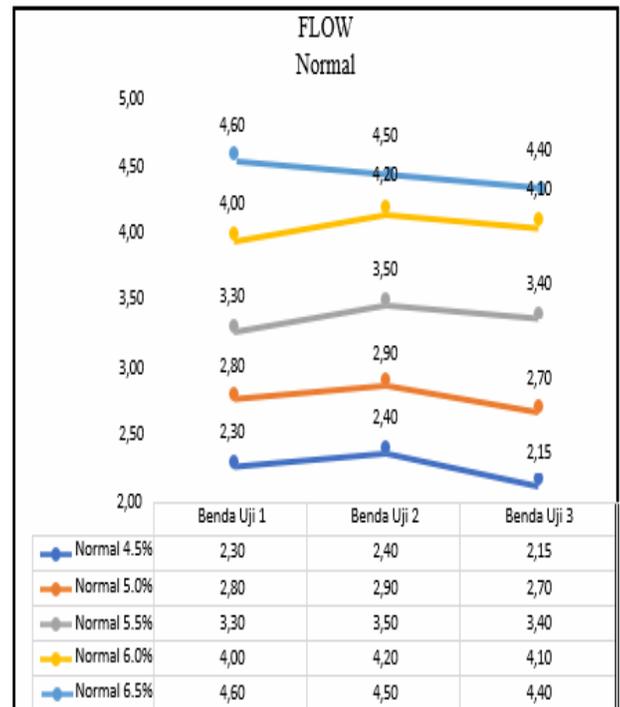


marga tahun 2018 dengan nilai VFB

diatas 65%.

Gambar 4.17 Grafik Stabilitas Hasil Marshall Komposisi Normal

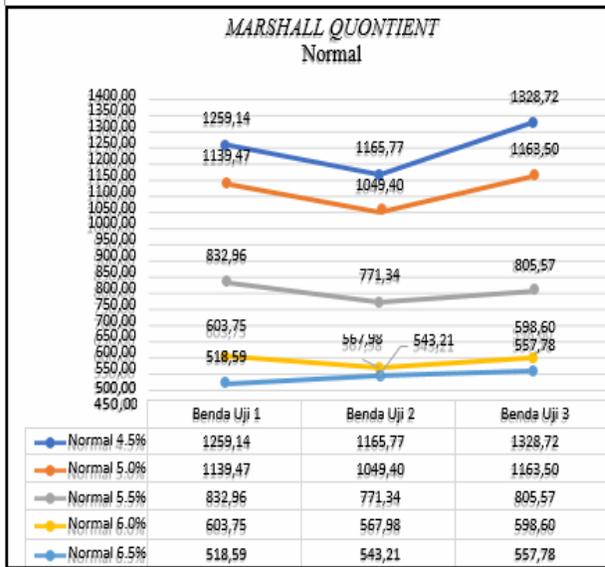
Berdasarkan **Gambar 4.17**, dapat dilihat bahwa nilai spesifikasi stabilitas pada bina marga yaitu minimal 800kg, dari grafik terlihat bahwa semua stabilitas kadar aspal normal telah memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2018 dengan nilai diatas 800kg.



Gambar 4.18 Grafik *Flow* Hasil
Marshall Komposisi Normal

Berdasarkan **Gambar 4.18**, dapat dilihat bahwa nilai spesifikasi *flow* pada bina marga yaitu 2% sampai 4%, dari grafik terlihat bahwa *flow* semua kadar aspal normal telah memenuhi spesifikasi bina marga tahun 2018.

pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.19 Grafik *Marshall Quotient* Hasil *Marshall* Komposisi Normal

Berdasarkan **Gambar 4.19**, terlihat bahwa nilai *marshall quotient* pada grafik dimana nilai dengan kadar aspal normal 4,5% sampai 6,5% mendapatkan nilai diatas 500kg/mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan maka *Job Mix Design* karakteristik terbaik dari *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* Modifikasi *Polypropylene (PP)* dan Asbuton pada kombinasi *Polypropylene (PP)* 2% dengan Asbuton 15% dimana hasil dari pengujian tersebut memenuhi sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 yang dapat dilihat pada halaman 69 Tabel 4.11.2. Hasil *Marshall* Benda Uji Kombinasi PP 2% + Asbuton 5%, 15%, dan 25% dengan nilai (VMA 26,27) , (VIM 3,78) , (VFB 85,62), (Stabilitas 834,45), (*FLOW* 3,30) , (*MARSHALL QUONTIENT* 252,86) dan dapat digunakan sebagai perkerasan jalan.
2. Pengaruh campuran *Asphalt Wearing Course (AC-WC)* modifikasi dengan plastik

Polypropylene (PP) dan Asbuton dapat mempengaruhi nilai stabilitas, dengan nilai tertinggi 1011,15 kg yang didapat dari uji *Marshall* pada kombinasi *Polypropylene (PP)* 4% dengan Asbuton 5%. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi tersebut dapat mempengaruhi sifat campuran *Asphalt Wearing Course (AC-WC)*.

5.2. Saran

Dari penelitian ini dapat dikemukakan beberapa saran agar supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat pada penelitian selanjutnya yaitu :

1. *Job Mix Formula* dengan stabilitas yang baik pada komposisi kadar campuran *Polypropylene (PP)* 2% dengan Asbuton 15% perlu dilakukan monitoring secara masif dalam proses ekstraksi karena menyangkut nilai *Void*

In Mineral (VIM) yang rendah.

2. Memperhatikan serta menjaga kondisi ruangan agar tidak mempengaruhi penimbangan material.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnany, I., & Risdianto, Y. (2019). Penggunaan Asbuton Lawele Granular Asphalt (Lga) Dan Buton Granular Asphalt (Bga) Pada Campuran Aspal Porus. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(1).
- Adoe, D. G., Bunganaen, W., Krisnawi, I. F., & Soekwanto, F. A. (2016). Pirolisis Sampah Plastik Pp (Polyprophylene) Menjadi Minyak Pirolisis Sebagai Bahan Bakar Primer. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 3(1), 17-26.
- Afrianti, D., Reza, M., & Bahruddin, B. Pengaruh Penambahan Kadar Plastik Jenis Polypropylene Terhadap Titik Lembek Aspal Modifikasi. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Dan Sains*, 8, 1-5.
- Anawai, R., Nastia, N., & Saban, L. A. (2023). Dampak Tambang Aspal Pt Putindo Bintech Di Desa Winning Kabupaten Buton. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 4(3), 701-710.
- Ardiyah, N. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (Ldpe) Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac-Bc Dengan Pengujian Marshall.
- Arif, S. (2018). Alternatif Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Aspal. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 3(1), 140- 145.
- Assuyuti, Yayan Mardiansyah, Et Al. "Distribusi Dan Jenis Sampah Laut Serta Hubungannya Terhadap Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Panggang,

- Air, Dan Kotok Besar Di Kepulauan Seribu Jakarta." Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal 35.2 (2018): 91-102.
- Budiarnaya, P. (2023). Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga 1990 (Studi Kasus Jalan Kapten Agung, Denpasar). Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi, 6(1), 46-62.
- Diansari, S. (2016). Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linier Density Poly Ethylene (Lldpe) Dintinjau Dari.
- Dr. Juny Andry Sulisty, S. M. (2023). Perilaku Aspal Wearing Course Terhadap Pengaruh Rendaman Air Pasang (Rob) Dengan Bahan Tambah Polyethylene Dan Fine Agregat Slag.
- Dumyati, A., & Manalu, D. F. (2015, June). Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. In Fropil (Forum Profesional Teknik Sipil) (Vol. 3, No. 1, Pp. 1-13).
- Favian, G. B. (2021). Pengaruh Ukuran Potongan Plastik Hdpe Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Laston Ac-Wc Menggunakan Filler Semen Portland.
- Firdiansyah, A. (2018). Pengaruh Penambahan Polimer Terhadap Kinerja Campuran Aspal Buton Campuran Panas Hampar Dingin (Cphma). Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan, 7(2), 127-136.
- Gunawan, R., Daud, S., & Yenie, E. (2017). Pengaruh Suhu Dan

- Variasi Rasio Plastik
Jenis Polypropylene
Dan Plastik Polytyrene
Terhadap Yield Dengan
Proses Pirolisis
(Doctoral Dissertation,
Riau University).
- Hendiarti, Nani. "Combating Marine
Plastic Debris In Indonesia."
Dipresentasikan Pada Science
To Enable And Empower Asia
Pacific For Sdgs (Jakarta, 30
Juli 2018) (2018).
- Inayah, I. R., & Widayanti, A.
(2023). Analisis Kerusakan
Jalan Dan Penyebabnya Di
Kawasan Wisata Kabupaten
Bangkalan. Jurnal Media
Publikasi Terapan
Transportasi, 1(3 (Desember)),
305-315.
- Indriyati, E. W. (2017). Pengaruh
Asbuton Murni Terhadap Indeks
Penetrasi Aspal. Jurnal
Transportasi, 17(3).
- Jambeck, Jenna R., Et Al. "Plastic
Waste Inputs From Land Into
The Ocean." Science 347.6223
(2015): 768-771.
- Jurnal Kelitbangan Inovasi
Pembangunan Badan
Penelitian Dan Pengabdian
Daerah Lampung, 5(01), 20-
29.
- Karami, M. (2017). Evaluasi
Terhadap Penggunaan
Aspal Buton Sebagai
Bahan Tambah
Terhadap Karakteristik
Dan Parameter
Campuran-Beraspal
Modifikasi.
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya
Plastik Terhadap
Kesehatan Dan
Lingkungan.
Swara Patra: Majalah
Ilmiah Ppsdm Migas, 3(1).
- Khavilla, V. P., Wahyuni, S.,
Riyanto, A. F., Jumaeri,
J., & Harjono, H.
(2019). Preparasi Dan
Karakterisasi Pp
(Polypropylene)
Termodifikasi Lldpe
(Linear Low Density
Polyethylene) Dengan
Teknik Pencampuran

- Biasa. Indonesian Journal Of Chemical Science, 8(3), 176-184.
- Mastikah, A. W. (2023). Pengaruh Rendaman Air Pasang (Rob) Terhadap Campuran Aspal Wearing Course Modifikasi Dengan Bahan Tambah Low Density Polyethylene Dan Steel Slag.
- Marga, Bina. "Spesifikasi Umum 2018." Direktorat Jendral Bina Marga 2010 (2010): 1-6.
- Mubarok, M. F. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Kantong Plastik Ldpe (Low Density Polyethylene) Dengan Metode Basah Pada Campuran Laston Lapisan Pondasi Terhadap Parameter Uji Marshall.
- Nanda, P. (2023). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik (Lpde) Sebagai Bahan Tambahan Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan Ac-Wc Terhadap Nilai Marshall.
- Nazif, T. M., ... & Stone, G. W. (2016). Optical Coherence Tomography Compared With Intravascular Ultrasound And With Angiography To Guide Coronary Stent Implantation (Ilumien Iii: Optimize Pci): A Randomised Controlled Trial. The Lancet, 388(10060), 2618-2628.
- Nuryanto, A. (2010). Aspal Buton (Asbuton) Sebagai Bahan Bakar Roket Padat. Jurnal Teknologi Dirgantara, 7(1).

- Poerwodihardjo, F. E., & Setiabudi, F. (2022). Perbandingan Penggunaan Limbah Plastik Hdpe, Limbah Plastik Pp Dan Lateks Terhadap Aspal Penetrasi 60/70. Teodolita: Media Komunkasi Ilmiah Di Bidang Teknik, 23(1), 90- 101.
- Pp, Comparison Of Utilization Polypropilene. "Perbandingan Penggunaan Polypropilene (Pp) Dan High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Laston_Wc."
- Puspasari, V. H. (2021). Analisis Faktor Keselamatan Dan Kenyamanan Pengguna Jalan Pada Pekerjaan Perbaikan Jalan Di Kota Palangka Raya (Studi Kasus: Jalan Bukit Kaminting). Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan, 4, 109-119.
- Razali, M. R. (2011). Penggunaan Batu Kapur Super Lolos# 325 Sebagai Filler Pengganti Pada Campuran Split Mastic Asphalt Grading 0/11. Inersia: Jurnal Teknik Sipil, 2(2), 42-48.
- Salsabilla, N. S. (2022). Pengaruh Hasil Tes Marshal Pada Aspal Dengan Penggunaan Pasir Pantai Alam Indah Tegal Sebagai Campuran Agregat Halus Pada Campuran Ac-Bc. Engineering: Jurnal Bidang Teknik, 13(1), 53-63.
- Saputro, D. T., Suparma, L. B., & Satyarno, I. (2022). Pengaruh Proses Pencampuran

- Kering Dan Basah Terhadap Kekesatan Ac-Wc Limbah Plastik. Jurnal Transportasi, 22(2), 97-108.
- Septiani, B. A., Arianie, D. M., Risman, V. F. A. A., Handayani, W., & Kawuryan, I. S. S. (2019). Pengelolaan Sampah Plastik Di Salatiga: Praktik Dan Tantangan. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(1), 90-99.
- Sugiharto, A. M. (2004). Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan Alat Rolling Straight Edge Untuk Mengestimasi Kondisi Pelayanan Jalan (Psi Dan Rci).
- Suroso, T. W. (2008). Pengaruh Penambahan Plastik Ldpe (Low Density Poly Ethilen) Cara Basah Dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal. Media Komunikasi Teknik Sipil, 16(3), 208-222.
- Surya, A. (2022). Penggunaan Limbah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Aspal Buton Type Cphma Dengan Perendaman Berulang.
- Suryani, T., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Kerusakan Jalan Di Kabupaten Malang Menggunakan Metode K- Means. Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 5(1), 380-388.
- Telehala, A. (2023). Plastik Sebagai Bahan Campuran Aspal. Jurnal Sosial Teknologi, 3(2), 139-152.

Wardana, H. W., Mahardi, P.
U. R. W. O., &
Risdianto, Y. (2020).
Penentuan Kadar Aspal
Optimum (Kao) Dalam
Campuran Asphalt
Concrete-Wearing
Course (Ac-Wc)
Dengan Limbah Beton
Sebagai Pengganti
Agregat. Rekayasa
Teknik Sipil, 1(2).

Wirahaji, I. B. (2012). Analisis
Kadar Aspal Optimum
Laston Lapis Aus Pada
Ruas Jalan Simping
Sakah-Simpang
Blahbatuh. Jurnal
Ilmiah Teknik Sipil
Vol, 16(2).