# BAB I

# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Indonesia menjadi kontributor sampah plastik yang bocor ke laut kedua terbesar setelah *China.* Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sampah yang dihasilkan warga Indonesia mencapai 0,8 kg per orang setiap hari dengan komposisi 15% sampah plastic yang diakumulasikan sebanyak 189 ribu ton sampah per harinya.8 Oleh karena itu, jumlah produksi sampah yang tinggi harus sebanding dengan persentase sampah yang diolah sedangkan sisanya tidak terkelola dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.Menyikapi fenomena sampah di atas, pemerintah tentu perlu mengevaluasi kebijakan pengelolaan sampah di Indonesia merujuk pada fakta tersebut. Oleh karena itu perlu adanya studi pemanfaatan sampah plastik sebagai alternative untuk bahan campuran aspal.

Salah satu upaya memperbaiki kerusakan jalan adalah pengembangan teknologi recycling dengan menambahkan bahan tambah (additive) terhadap perkerasan yang lama. Prinsip dari proses ini adalah memanfaatkan material jalan yang ada pada lapis permukaan atas yang lama untuk diolah dengan campuran aspal baru dan bahan tambah berupa limbah karet sehingga dapat dipergunakan kembali dengan nilai struktur yang lebih tnggi.

Penelitian ini mencoba untuk mendaur ulang lapis permukaan atas dengan menggunakan sampel yang terdapat pada ruas jalan dengan menambahkan bahan

tambah local yaitu limbah plastik. Karena limbah plastik merupakan bahan buangan padat yang tentunya akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh alternative bahan tambah selain memiliki harga murah serta mudah didapat dibanding dengan bahan tambah yang cenderung mahal, sehingga dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada perkerasan jalan. Pengembangan teknologi *recycling* ini diharapkan tidak hanya memperbaiki lubang atau kerusakan yang terjadi, tetapi juga memperkuat struktur jalan agar lebih tahan lama atau tidak mudah rusak kembali. Teknologi *recycling* juga akan mengurangi pemakaian material baru, perlindungan sumber daya alam, penghematan sumber daya, dan penghematan proses industry dimana hal tersebut merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangakan. Dari beberapa uraian yang telah di bahas di atas, melatar belakangi penulis untuk mengambil judul penelitian "**Perbandingan Kinerja Marshell Pada Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Plastik Polypropilene (PP) Dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)"**.

## B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja marshall pada campuran aspal AC-WC tanpa penambahan Plastik Polypropilene (PP) dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)?
2. Bagaimana perbandingan kinerja marshall pada campuran aspal AC-WC menggunakan Plastik *Polypropilene* (PP) dan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE)?

## C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kinerja marshall pada campuran aspal AC-WC tanpa penambahan Plastik Polypropilene (PP) dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)
2. Untuk perbandingan kinerja marshell pada campuran aspal AC-WC menggunakan Plastik *Polypropilene* (PP) dan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE)

## D. Batasan Masalah

Guna mempermudah pembahasan maka penulis memberikan batasan-batasan masalah dalam penelitian ini,diantaranya sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan di labolatorium aspal Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Jenis plastik yang digunakan adalah Plastik *Polypropilene* (PP) dan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE).
3. Penambahan limbah plastik 2%, 4%, 6%.
4. Campuran aspal yang digunakan pada penelitian ini ialah (AC-WC) dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%.
5. Metode pengujian yang dilakukan adalah marshall test.
6. Pengujian dilakukan dengan mengikuti prosedur pengujian yang ditetapkan SNI.

## E. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah yang terkait dengan kebutuhan akan inovasi peningkatan kualitas perkerasan jalan menggunakan bahan-bahan alternatif khususnya.

## F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang gambaran secara umum dan hal yang melatarbelakangi penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dan mendukung secara ilmiah dengan penelitian yang dilakukan serta sebagai landasan teori dalam penelitian.

**BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang metode yang akan digunakan dalam penelitian seperti jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta bagan alir penelitian.

**BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan melalui uji laboratorium yang dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar.

## BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berupa sumbangan pikiran terkait dengan permasalahan penelitian.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## A. Kajian teori

1. Lapisan Aspal Beton (Laston)

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhu persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan. Pembuatan Lapis Aspal Beton (*Laston*) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (binder) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987). Menurut Sukirman, S (2003) menjelaskan bahwa lapis aspal beton (*Laston*) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat, laston juga dikenal dengan nama AC (*Asphalt Concrete*). Aspal AC WC.

Campuran asphalt concrete wearing course (AC-WC) merupakan lapis aus dan berada di lapis permukaan paling atas yang memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik yang dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan (udara,

temperature dan sinar matahari). Fungsi utama dari aspal AC-WC adalah sebagai lapisan yang pertama kali menahan beban kendaraan. Inilah sebabnya aspal AC-WC harus memiliki stabilitas yang tinggi untuk menghindari perubahan bentuk, alur, dan bleeding. Aspal beton campuran panas, terbagi menjadi 3 yaitu :

a. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Cocrate- Wearing Course*) dengan tebal minimum AC-WC adalah 4 cm. lapisan ini adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan serta memberikan lapis kedap air untuk lapisan dibawahnya.
b. Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan tebal minimum AC-BC adalah 5 cm. lapisan ini untuk membentuk lapis pondasi jika digunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.
c. Laston sebagai lapisan pondasi dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Base*) dengan tebal minimum AC-BC adalah 6 cm. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi memerlukan stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan

2. Karakteristik aspal AC-WC

Lapisan aspal AC-WC adalah lapisan yang memiliki struktur paling halus dibandingkan dengan lapisan lainnya. Adanya campuran bergradasi rapat yang memiliki sedikit rongga pada campuran aspal AC-WC menyebabkan lapisan

ini lebih peka terhadap variasi dan proporsi campuran. Sebagai lapisan yang terletak di susunan palong atas, tentu saja lapisan aspal AC-WC akan langsung berhubungan dengan kondisi luar, seperti cuaca lingkungan dan ban kendaraan. Oleh sebab itu lapisan ini harus dibuat kedap air dan memiliki kekesatan yang tinggi. Untuk ketebalan minimum aspal AC-WC adalah 4 cm.

3. Fungsi lapisan aspal AC-WC

   a. Sebagai lapisan aus

      Selain sebagai penahan beban secara langsung, lapisan aspal AC-WC juga akan menerima gesekan ban kendaraan secara langsung yang membuat ban tersebut menjadi aus atau menyusut. Struktur lapisan permukaan ini perlu dibuat supaya mampu memberikan gaya gesek dalam kondisi basah supaya kendaraan tidak tergelincir.

   b. Melindungi lapisan di bawahnya

      Adanya air da udara dari lingkungan dapat mempercepat proses penuaan dan pengelupasan selimut aspal. Supaya lapisan kedua dan ketiga tetap aman dan terlindungi dari air hujan, maka sebagai lapisan pertama, aspal AC-WC harus didesain supaya dapat kedap air. Untuk mengetahui kekedapa air suatu lapisan, jumlah pori-pori pada campuran beton setelah dipadatkan dapat menjadi salah satu indikator.

   c. Menyebarkan beban

      Setiap lapisan aspal memiliki beban yang berbeda beda sebagai lapisan surface course atau lapisan yang berada di permukaan, tentu lapisan ini akan menerima beban yang paling besar. Inilah mengapa

lapisan AC-WC harus mampu mendistribusikan beban tersebut secara merata ke lapisan di berikutnya.

4. Material campuran aspal AC-WC

Pada umumnya, campuran untuk menyusun beton aspal terdiri dari agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi, dan aspal. Beberapa kriteria dan persyaratan material campuran untuk aspal AC-WC adalah sebagai berikut:

a. Fraksi agregat kasar yang akan digunakan adalah yang tertahan saringan. Selain itu, struktur agregat harus keras, bersih, awet, dan bebas dari lempung.
b. Agregat halus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan lolos ayakan. Presentase maksimum pasir yang diisyaratkan untuk campuran aspal AC-WC adalah 10%. Kondisi agregat halus harus bersih, keras, dan beban dari lempung.
c. Bahan pengisi atau *filler* harus kering, bebas gumpalan, dan memiliki sifat non-plastis.
d. Aspal adalah material yang dapat mencair dan membungkus agregatketika dipanaskan.

5. Limbah Plastik

Plastik telah menjadi sabahat manusia selama hampir satu abad, ia terus diproduksi dan dimanfaatkan sampai saat ini. Sebagai material yang sulit diurai secara alami, idealnya tidak boleh ada plastik yang menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Ketika produk dari plastik telah habis masa pakainya, ia dapat didaur ulang dan dimanfaatkan kembali. Plastik

merupakan material yang baru, secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke-20, tepatnya pada tahun 1975 diperkenalkan oleh *Montgomery Ward*, *Sears*, *J.C. Penny*, *Jodan Marsh* dan toko-toko retail besar lainnya (Marpaung, 2009). Plastik berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 150 juta ton/tahun pada tahun 1990-an dan 220 juta ton/tahun pada tahun 2005. Saat ini hampir tidak ada supermarket, toko atau warung di Indonesia yang tidak menyediakan kantung plastik (*Anonim, 2009*).

Ada berbagai macam jenis plastik menurut (pravitasari, 2009) sebagai berikut:

a. *Polyethylene Terephthalate* (PET, PETE) PET transparan, jernih, dan kuat. Biasanya dipergunakan sebagai botol minuman (air mineral, jus, soft drink, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas. Serpihan dan pelet PET yang telah dibersihkan dan didaur ulang dapat digunakan untuk membuat serat benang karpet, *fiberfill*, dan *geotextile*. Jenis ini biasa disebut dengan *Polyester*.
b. *High Density Polyethylene* (HDPE) HDPE dapat digunakan untuk membuat berbagai macam tipe botol. Botol-botol yang tidak diberi pigmen bersifat tembus cahaya, kaku, dan cocok untuk mengemas produk yang memiliki umur pendek seperti susu. Karena HDPE memiliki ketahan kimiawi yang bagus, plastik tipe ini dapat digunakan untuk mengemas deterjen dan bleach. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampo, kondisioner, pipa, ember, dll.

c. *Polyvinyl Chloride* (PVC)Memiliki karakter fisik yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasa digunakan untuk pipa dan kontruksi bangunan.

d. *Low Density Polyethylene* (LDPE) Biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, mustard). Barang- barang dengan kode ini dapat di daur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Barang dengan kode ini bisa dibilang tidak dapat di hancurkan tetapi tetap baik untuk tempat makanan.

e. *Polypropylene* (PP) PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Biasanya didaur ulang menjadi casing baterai, sapu, sikat,dll.

f. *Polystyrene* (PS) PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum sekali pakai, tempat CD, karton tempat telor, dll. Pemakaian bahan ini sangat dihindari untuk mengemas makanan karena bahan styrine dapat masuk ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan Styrine berbahaya untuk otak dan sistem syaraf manusia. Bahan ini dibanyak negara bagian di Amerika sudah melarang pemakaian tempat makanan berbahan styrofoam termasuk negara cina.

g. *Other Plastik* yang menggunakan kode ini terbuat dari resin yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu

jenis resin dan digunakan dalam kombinasi multi-layer.

Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk menyediakan system nasional yang konsisten untuk memudahkan pengelompokan plastik bekas bagi pendaur ulang plastik. Meskipun tidak wajib dilakukan, pengelompokkan ini telah menjadi prosedur standar untuk produk plastik yang dijual di Amerika dan Kanada. Di Indonesia sendiri pengkodean ini sudah lazim digunakan (Marpaung, 2009).

Adapun tabel perbandingan specific gravity rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain dan temperature leleh proses termoplastik:

**Tabel 2. 1** Perbandingan specific gravity dari berbagai material plastik. *(Sumber: Skripsi Imam Mujiarto, 2005)*

| Resin | Specific gravity |
|---|---|
| PP LDPEHDPE | 0,85-0,90 |
| PolistirenaABS PVC | 0,91-0,93 |
| Asetil SelulosaNylon | 0,93-0,96 |
| Poli Karbonat | 1,05-1,08 |
| Poli Asetat | 0,99-1,10 |
| | 1,15-1,65 |
| | 1,23-1,34 |
| | 1,09-1,14 |
| | 1,20 |
| | 1,38 |

**Tabel 2. 2** Temperature Leleh ProsesTermoplastik.
*(Sumber: Skripsi Imam Mujiarto, 2005)*

| Processing Temperature Rate | | |
|---|---|---|
| Material | Oc | Of |
| ABS | 180-240 | 356-464 |
| Acetal | 185-225 | 365-437 |
| Acrylic | 180-250 | 356-482 |
| Nylon | 260-290 | 500-554 |
| Poly Carbonat | 280-310 | 536-590 |
| LDPE | 160-240 | 320-464 |
| HDPE | 200-280 | 392-536 |
| PP | 200-300 | 392-572 |
| PS | 180-260 | 356-500 |
| PVC | 160-180 | 320-365 |

Berikut penjelasan tentang plastik *Polypropylene* (PP) dan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE).

1) Plastik *Polypropylene* (PP)

Plastik PP (*Polypropylene*) adalah salah satu jenis plastik yang berwarna bening atau transparan. Plastik ini dibuat dari monomer propylene yang banyak diproduksi di seluruh dunia yang umumnya banyak digunakan untuk pengemasan makanan.Kepopuleran plastik ini dikarenakan bahannya yang tidak beracun sehingga aman dimanfaatkan untuk pengemasan produk konsumsi. Selain itu, plastik PP juga memiliki fleksibilitas yang membuatnya mudah diolah menjadi berbagai macam bentuk sesuai dengan kebutuhan. Karakteristik plastik PP dapat dikenal dengan menyentuh permukaannya. Jenis plastik ini memiliki permukaan cenderung lebih licin. Meski memiliki daya tahan yang lebih tinggi dibanding

plastik PE, harga plastik PP lebih murah. Dari segi materi. plastik PP mampu menahan lebih baik dari plastik PE. Plastik PP memiliki ketahan pada suhu tinggi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan plastik PE. Sehingga plastik PP cenderung memiliki jangka waktu yang lebih lama.

2) Plastic Plastik High Density Polyethylene (HDPE)

*High Density Polyethylen*e atau disebut HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. HDPE memiliki karakteristik sedikit buram dan transparan serta elastis. Plastik ini tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas dan tahan benturan. Masyarat Indonesia dalam kesehariannya mengenal istilah kantong plastik HDPE dengan sebutan kantong HD, kantong kresek, kantong asoy, tas plastik HD, ataupun shopping bag. HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan bahan baku untuk jenis Plastik HDPE dimana umumnya hasil produksi berbentuk plastik kantong, plastik roll, plastik lembaran dengan beragam mancam warna.

3) Recycling

Dengan campuran bahan tambah limbah plastik sebagai alternative perbaikan pada lapis permukaan atas jalan. Teknologi daur ulang merupakan metode pengolahan dan pengunaan kembali kontruksi perkerasan lama baik dengan atau tanpa tambahan agregat baru untuk keperluan pemeliharaan, perbaikan, maupun peningkatan kontruksi perkerasan jalan. Keuntungan teknologi daur ulang tersebut antara lain mengembalikan kekuatan perkerasan lama tanpa meninggikan atau menambah elevasi permukaan jalan, memanfaatkan kembali bahan perkerasan lama, mempertahankan geometric jalan, mengatasi

ketergantungan akan material baru, penghematan material, perbaikan kualitas lapis permukaan atas. Dalam pemilihan jenis daur ulang tersebut biasanya mempertimbangkan kondisi permukaan, lalulintas, ketersediaan alat konrtuksi yang dipilih. Daur ulang in place biasanya hanya bisa dilakukan apabila tingkat ketebalan daur ulang yang dilakukan da dibutuhkan tidak terlalu tebal sekitar 2,5 cm. sementara daur ulang in plant biasanya dilakukan apabila bahan yang didaur ulang dan digelar kembali dalam jumlah cukup banyak (jenius dkk, 2011).

6. Metode Pengujian Campuran Perkerasan Aspal Dengan Marshall Test

Pengujin marshall bertujuan untuk memeriksa dan menentukan stabilitas campuran agregat dan aspal terhada kelelehan plastis(*flow*). Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat marshall akan diperoleh data sebagai berikut :

a. Kadar aspal
b. Berat volume
c. Stabilitas, menunjukan kekuatan dan ketahanan terhadap alur
d. Kelelehan plastis ( *flow*)
e. VIM, persen rongga dalam campuran. VIM merupakan indicator dari durabilitas dan kemungkinan bleeding.
f. VMA, merupakan persen rongga terhadap agregat.
g. Hasil bagi marshall ( hasil bagi dari stabilitas dan *flow*), merupakanindicator kelenturan terhadap keretakan.
h. Penyerapan aspal, memberikan gambaran berapa kadar aspal optimum.
i. Tebal aspal, merupakan petunjuk durabilitas campuran.

7. Perencanaan Campuran

a. Menentukan kadar bahan limbah plastik dalam pada masing masing benda uji yaitu sebanyak 2%, 4%, dan 6% dari berat total campuran.

b. Menghitung aspal optimum dengan rumus :

Pb=(0.035x% batu pecah) + (0,045 x % pasir) + (0,18 x % *filler* ) + 0,5. Kadar aspal optimum yang diperoleh pb = 5% akan digunakan sebagai dasar acuan pembuatan benda uji dalam berbagai variasi kadar aspal (pb-0,5)%, pb%, (pb+0,5)% yaitu 4,5%, 5% dan 5,5%.

Penambahan kadar aspal dan kemudian menentukan kadar aspal optimum dari campuran tersebut dengan variasi kadar sebesar 4,5%; 5% 5,5% ; 6% ; 6,5% ; Dari kadar aspal optimum(KAO) tersebut dibuatlah campuran beraspal dengan menggunakan material limbah plastic dengan kadar (2% ; 4% ; 6%) masing-masing 1 sampel, selanjutnya dilakukan penggunaan test marshall untuk mendapatkan nilai test marshall tertinggi.

c. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk menentukan kadar aspal optimum harus seluruh parameter marshall yang disyaratkan dapat terlihat kadar aspal yang paling memenuhi syarat sesuai dengan spesifikasi teknis 2010 revisi 3, terletak pada rentang kadar aspal 9,6% -10.0%.

d. Stabilitas

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian dengan alat marshall. Selanjutnya dicocokan dengan angka kalibrasi *proving ring* dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih

harus dikoreksi dengan faktor koreksi tebal benda uji. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai stabilitas :

S = p x q ..... (1)

Keterangan :

S : Nilai stabilitas (kg)

p : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alatq : Angka koreksi tebal benda uji.

8. Rongga Dalam Campuran/ Void In Mix (VIM)

Void In Mix (VIM) adalah volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dan dinyatakan dalam persen volume bulk (puslitbang,2000). *Void In Mix*disebut juga rongga dalam campuran digunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran dalam persen. Rongga udara yang dihasilkan ditentukan oleh susunan partikel agregat dalam campuran serta ketidak seragaman bentuk agregat. Rongga udara merupakan indicator durabilitasnya campuran beraspal sedeikian sehingga rongga tidak terlalu kecil atau terlalu besar. Rongga udara dalam campuran yang terlalu kecil dapat menimbulkan *bleeding*. Semakin kecil rongga udara maka campuran beraspal akan makin kedap terhadap air, tetapi udara tidak dapat masuk kedalam lapisan beraspal sehingga aspal menjadi rapuh dangan getas. Semakin besar rongga udara dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelehan lebih cepat.

$$VIM = 100\ x \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \quad \ldots\ldots (2)$$

Keterangan :

Vim : rongga udara dalam campuran, persen total campuran. (%)Gmm : berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0.(gr/cm³)Gmb : berat jenis *bulk* campuran padat (gr/cm³)

Untuk nilai syarat persen VIM ditentukan berdasarkan jenis lapisan permukaan yang diplih misalnya untuk lapisan *asphalt concrete* (AC) atau biasa dikenal dengan aspal beton nilainya antara 3,5-5 % persyaratan ini berdsarkan Bina Marga tahun 2010.

9. Rongga Dalam Mineral/ Void In Mineral Aggregate (VMA)

Adalah rongga antar butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan serta aspal efektif yang dinyatakan dalam presentase volume total campuran. Agregat bergradasi menerus memberikan rongga antar butiran VMA yang kecil dan menghasilkan stabilitas yang tinggi tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. VMA yang kecil menyebabkan aspal menyelimuti agregat terbatas, sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan. Nilai VMA akan meningkat seiring dengan bertambahnya selimut aspal atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka. Pengertian VMA berdasarkan puslitbang, 2000 adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji.

Persamaan VMA :

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{} x \frac{}{} ^{100} \; x \; 100 \quad \text{..... (3)}$$

$$\frac{Gsb}{(100 + pb)}$$

Keterangan :

VMA : Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk*

Gsb : berat jenis *bulk* agregat (gr/cm³)

Gmb : berat jenis bulk campuran padat (gr/cm³)

Pb : kadar aspal persen terhadap berat total campuran (%)

Untuk nilai VMA ini dapat divisualkan dengan kondisi bejana tabung transparan yang di isi dengan agregat dengan ukuran 12,5 mm sampai dengan 4,75 mm, kemudian dilanjutkan dengan pengisian agregat halus saringan dibawah 4,75 mm sampai dengan saringan 0,0075 mm berupa agregat halus dan abu batu juga *filler*. Dari pencampuran tersebut akan terciptanya rongga-rongga antar mineral yang tidak terisi. Rongga tersebutlah yang disebut dengan rongga antara butiran agregat dalam campuran. Untuk mengetahui VMA dalam campuran secara visual sulit dilakukan karena telah terjadinya proses pencampuran, sehingga hanya bisa dihitung dengan menggunakan persamaan mencari nilai VMA. Untuk syarat spesifikasi yang di syaratkan Bina Marga 2010 nilai VMA minimal adalah 15%.

10. Rongga Terisi Campuran Beraspal/ Void In Filled Asphalt (VFA)

Menurut puslitbang, 2000 pengertian VFA adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat (VMA) yang terisi aspal efektif dinyatakan dalam persen. Dan secara umum menurut Silvia Sukirman, 1999 rongga terisis campuran aspal adalah persen rongga yang

terdapat diantara partikel agregat VMA yang terisi oleh aspal, tetapi tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk mendapatkan nilai VFA ditentukan persamaan berikut :

$$\underset{Gmm}{\text{VFA}} = \frac{1000\ (VMA-VIM)}{\qquad} \quad \text{(4)}$$

Keterangan :

VFA : rongga terisi aspal (%)

VMA : rongga diantara mineral (%)

VIM : rongga udara campuran, persen total campuran (%)Gmm : berat jenis maksimum campuran.

Untuk nilai VFA yang diisyaratkan oleh bina marga tahun 2010 minimum adalah 65%.

## B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Untuk membandingkan penelitian penulis dengan penelitian sebelumnya maka penulis mengambil beberapa contoh penelitian yang telah dilakukan oleh orang-orang sebelumnya. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah campuran aspal AC-WC terhadap nilai marshall.

1. Dwi kartikasari & samsul arif (2018): pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran laston (ac-wc) terhadap karakteristik marshall.

Hasil penelitian

Berdasarkan hasil dan analisa data penelitian menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

a. Campuran laston (AC-WC) dengan penambahan limbah plastic PE (*polyethylene terephthalate*), LDPE (*low density polyethylene*), dan PP (*polypropylene*) dapat meningkatkan stabilitas sekitar 36% dari campuran normal, sehingga ketahanan laston lebih baik.

b. Pengaruh penambaha limbah plastic juga berpengaruh terhadap nilai kelelehan plastic, semakin besar penambahan kadar plastic semakin rendah nilai *flow*.

c. Penambahan limbah plastic juga juga mempengaruhi kekakuan campuran, semakin besar komposisi penambahan plastic, semakin tinggi juga nilai kekakuan laston.

d. Dari hasil penambahan kadar plastic 2% dan 4% pada campuran laston menunjukkan nilai VIM, VMA, dan VFWA, memenuhi ketentuan dari Bina Marga.

2. Anita rahmawati (2017) : perbandingan penggunaan polypropylene (PP) dan high density polyethylene (HDPE) pada campuran laston_WC.

Hasil penelitian

Berdasarkan hasil dan analisa data penelitian menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

a. Nilai stabilitas, kelelahan dan VFA yang cenderung mengalami peningkatan, sedangkan nilai flow, VIM, VMA dan MQ yang cenderung mengalami penurunan.

b. Nilai stabilitas, VIM DAN MQ untuk campuran aspal-PP memberikan nilai yang lebih tinggi daripada campuran aspal-HDPE.

c. Nilai keleham (flow), VMA dan VFA campuran aspal-PP lebih rendah daripada campuran aspal-HDPE.

3. Anita Rahmawati &Rama Rizana (2013): pengaruh penggunaan limbah plastic polipropilene sebagai pengganti agregat pada campuran laston terhadap karakteristik marshall (105M).

Hasil penelitian

Menyimpulkan bahwa hasil penggunaan PP cenderung meningkatkan nilai stabilitas, kelelehan, VIM, VMA Dan Marshall Quotient (MQ). Adapun nilai VFA cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar PP yang digunakan. Dari pengujian marshall yang dilakukan memperoleh hasil bahwa penggunaan PP cenderung meningkatkan nilai stabilitas, kelelehan, VIM, VMA dan marshall Quotient (MQ). Adapun nilai VFA cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar PP yang digunakan.

4. Samsul arif (2018) : alternatif penggunaan plastic polypropylene pada campuran aspal

Hasil penelitian

laston normal sebesar Dari hasil penelitian menunjukkan nilai kestabilan terendah yaitu pada 1136 kg, namun nilai tersebut masih memenuhi spesifikasi Bina Marga >3. Nilai marshall Quotient terendah pada normal 307, masih memenuhi persyaratan Bina Marga >250. Dengan penambahan plastic PP (Polypropylene) 2% dan 4% menunjukkan hasil yang lebih baik dari aspal biasa. Dilohat dari nilai stabilitas, flow dan MQ lebih baik dari aspal biasa.

5. Hamzani (2021):karakteristik campuran aspal beton dengan substitusi limbah

high density polyethylene (HDPE) menggunakan gradasi rapat dan terbuka.

Hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan di atas terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC dapat disimpulkan bahwa,variasib substitusi HDPE 8% pada gradasi rapat memiliki nilai stabilitas dan MQ paling tingi, dan flow terendah dari campuran lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada variasi tersebut campuran lebih kaku dan lebih baik dalam menahan beban dibandingkan aspal tanpa modifikasi. Nilai density, VIM, VMA dan VFA pada gradasi rapat juga menunjukkan nilai lebih baik daripada gradasi terbuka. Sementara itu, nilai stabilitas, MQ dan flow pada campuran dengan gradasi terbuka masih memiliki nilai dibawah gradasi rapat pada semua variasi. Hal ini menunjukkan secara umum gradasi rapat lebih baik digunakan pada campuran AC-WC. Rekomendasi pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan perbandingan uji campuran melalui proses basah dan kering. Variasi HDPE yang berbeda juga dapat diaplikasikan untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal. Selain itu, dapat pula dilakukan pengujian substitusi HDPE.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN

## A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eskperimental labolatorium, yaitu metode yang dilakukan dengan pengujian di labolatorium untuk mendapatkan data. Kemudian melakukan pengolahan data untuk mengetahui pengaruh dari bahan Plastik Polypropilene (PP) dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE) terhadap lapisan aspal AC WC terhadap nilai marshall.

## B. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di labolatorium jalan dan aspal Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare dan waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan September.

## C. Alat dan bahan

Untuk alat dan bahan yang digunakan tersedia dilaboratorium pengujian jalan dan aspal universitas muhammadiyah parepare.

1. Alat dan bahan
    a. Mesin Los Angels
    b. Satu Set Saringan
    c. Oven
    d. Timbangan
    e. Piknometer
    f. Alat Tekan Marshall

g. Alat Cetak Benda Uji

h. Alat Penumbuk Manual

i. Water Bath.

## D. Prosedur standar penelitian

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan awal sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahan persiapan ini disususn hal-hal yang harus dilakukan agar tujuan penulisan tugas akhir ini menjadi teratur dan terstruktur, sehingga waktu penulisan tugas akhir ini berjalan efektif dan efisian. Pemanfaatan limbah plastic sebagai bahan tambah campuran aspal AC-WC merupakan sebuah penelitian yang prosesnya dimulai dari pemeriksaan material aspal sesuai dengan spesifikasi. Penentuan kadar aspal optimum campuran limbah plastik sebagai bahan tambah campuran aspal AC-WC.

## E. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eskperimental terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang di uji di labolatorium. Jenis data pada penelitian ini dikelompokan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

1. Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakann penelitian atau pengujian secara langsung seperti pengujian propertis aspal dan pengujian agregat.

2. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, untuk pengujian aspal dan karet ban diperoleh dari studi literature dan dilingkungan sekitar.

## F. Teknik analisis data

Teknik analisis data dilakukan di labolatorium jalan dan aspal universitas muhammadiyah parepare.

1. Pengujian Propertis Aspal

Pengujian terhadap aspal dilakukan untuk mengetahui apakah aspal yang dipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan, pengujian meliputi :

a. Uji penetrasi
b. Titik lembek
c. Berat jenis

## G. Membuat Mix Design

Urutan perencanaan campuran pada penelitan ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung komposisi campuran berdasarkan data analisa saringan masing-masing agregat.
2. Menentukan kadar aspal rencana untuk mencari kadar aspal optimum.
3. Membuat beda uji (briket) untuk masing-masing komposisi campuran 3 briket untuk tiap % kadar aspal rencana
4. Dari hasil perhitungan didapat kadar aspal optimum, selanjutnya dilakukan variasi penambahan limbah plastik PP dan HDPE 2%, 4%, dan 6%,dari berat aspal KAO.
5. Membuat kembali 3 benda uji (briket) untuk variasi penambahan plastik.

## H. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini mengikuti prosedur yang ada dalam manual pemeriksaan bahan jalan PC-0201-76.

1. Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan presentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing fraksi dengan berat campuran untuk diameter 4 inci, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu (105±)°
2. Timbang limbah plastik dan aspal sesuai berat yang dibutuhkan pada variasi campuran limbah plastik.
3. Dilakukan pemanasan aspal dan limbah plastik untuk pencampuran pada temperature 170°c, kemudian masukkan agregat, agar temperature campuran agregat dan aspal dan limbah plastik tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga ratu.
4. Setelah temperature tercapai yaitu pada suhu 170℃, maka campuran tersebut dimasukan kedalam cetakan yang telah dipanasi pada temperature 150° hingga 170℃, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter atau kertas lilin yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambal ditusuk tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepid an 10 kali di bagian tengah.

5. Pemadatan standar dilakukan dengan pemadat manual dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas kemudian dibalik dan di sisi bagian bawah juga di tumbuk sebanyak 75 kali.
6. Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejector dan diberi kode.
7. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi dengan jangka sorong, benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang beratnya di udara.
8. Benda uji direndam dalam air selama 16-24 jam supaya jenuh.
9. Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air
10. Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh kemudian di timbang
11. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu 60°C selama 30 menit.

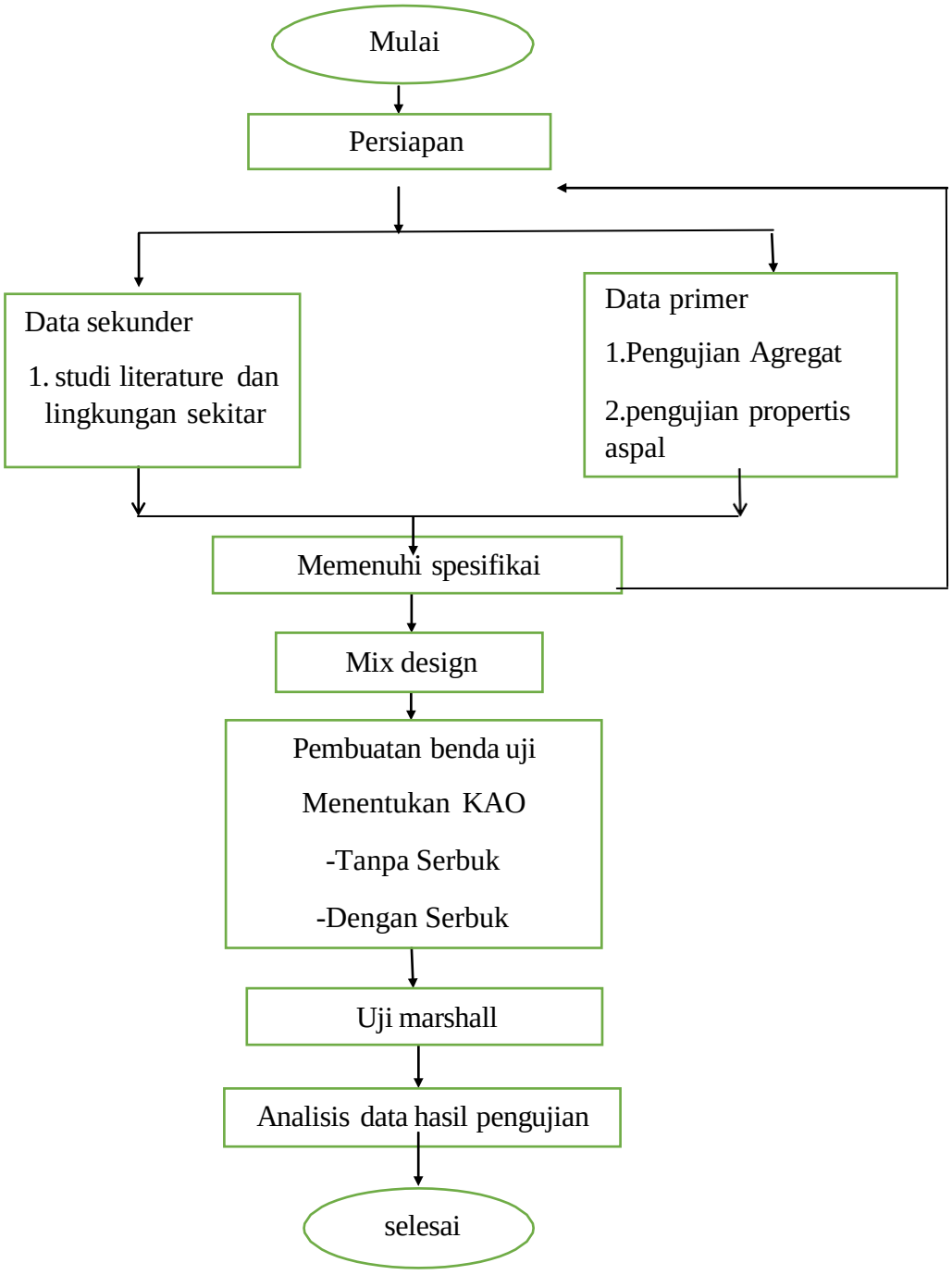
Pengujian benda uji dengan alat marshall.

**I. pengujian marshall**

Rancangan campuran berdasarkan metode marshall ditemukan oleh *Bruce Marshall*, dan telah distandarnisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu AASHTO T-245-97 secara garis besar, pengujian marshall ini meliputi :

1. Penentuan berat jenis bulk dari benda uji
2. Pemeriksaan nilai stabilitas dan flow
3. Perhitungan sifat volumetric benda uji

## J. Diagram alir penelitian




**Gambar 3. 1** Diagram Alir

# BAB IV

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

### 1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat pada penelitian ini terdiri dari pengujian berat jenis agregat kasar dan agregat halus.

1. Berat jenis agregat kasar 0.5-1

Hasil pengujian terhadap agregat kasar 0.5-1 berdasarkan SpesifikasiUmum Bina Marga 2018 dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

**Tabel 4. 1** Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

*(Sumber:* Hasil Pengujian Labolatorium 2023).

| No. | Jenis Pengujian | Hasil pemeriksaan | Spesifikasi | Sat. | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Berat jenis bulk | 2.70 | Min 2.5 | gr | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis kering Permukaan | 2.75 | | | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu | 2.85 | | | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan (Absorption) | 2.10 | Maks. 3 | % | Memenuhi |

Adapun dari pengujian berat jenis agregat kasar 0.5-1 diatas didapat berat jenis bulk 2,70 gr, berat jenis kering permukaan 2,75 gr, berat jenis semu 2.85 gr, dan penyerapan 2.10%. Jadi dari hasil analisis berat jenis agregat kasar 0.5-1 telah memenuhi spesifikasi yaitu berat jenis minimum 2,5 gr dan penyerapan air maksimal 3%.

2. Berat jenis agregat halus (abu batu)

Hasil pengujian terhadap agregat halus berdasarkan Spesifiasi Umum BinaMarga 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 4. 2** Berat jenis dan penyerapan agregat halus (Sumber: Hasil Pengujian Labolatorium 2023).

| No. | Hasil Pengujian | Hasil pemeriksaan | Spesifikasi | Sat. | Ket. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Berat jenis bulk | 2.72 | Min 2.5 | gr | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis kering Permukaan | 2.76 | | | Memenuhi |
| 3 | Berat jenis semu | 2.92 | | | Memenuhi |
| 4 | Penyerapan (Absorption) | 2.50 | Maks. 3 | % | Memenuhi |

Dari pengujian berat jenis agregat halus (abu batu) diatas didapat nilai berat jenis bulk 2,72 gr, berat jenis kering permukaan 2,76 gr, berat jenis semu 2, 92 gr, dan penyerapan 2,50 %. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

**2. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar (Abrasi)**

**Tabel 4. 3** Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar (abrasi) 500 putaran

*(Sumber:* Pengujian Labolatorium 2023).

| Saringan | | Berat | | Spesifikasi |
|---|---|---|---|---|
| Lolos | Tertahan | Sebelum (gr) | Sesudah (gr) | Maks. 30% |
| 19 mm (3/4") | 12,5 mm (1/2") | 2500 | | |
| 12,5 mm (1/2") | 9,5 mm (3/8") | 2500 | | |
| Jumlah berat (gram) | | 5000 | | |
| Berat tertahan saringan No. 12 (gram) | | 5000 | 4053 | |
| Persen keausan | | 18.93% | | |

Pemeriksaan keausan (abrasi) agregat kasar menggunakan mesin Los Angles kemudian diputar 500 putaran bersama dengan bola-bola baja sebanyak 11 bola. Maka diperoleh nilai keausan sebesar 18,93 %. Sesuai dengan spesifikasi yang digunakan maksimal 30%.

**3. Pemeriksaan analisa saringan agregat**

**Tabel 4. 4** Hasil pengujian analisa saringan agregat 0.5-1 *(Sumber*: Pengujian Labolatorium 2023).

| NO Saringan | SAMPEL 1 | | | SAMPEL 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Berat tertahan | (%) Tertahan | (%) Lolos | Berat Tertahan | (%) Tertahan | (%) Lolos | Rata – Rata |
| 3/4" | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100.00 |
| 1/2" | 0 | 0 | 100 | 0 | 0.00 | 100 | 100 |
| 3/8" | 263.7 | 17.58 | 52.42 | 293.4 | 19.56 | 80.44 | 81.43 |
| 4 | 86.7 | 32.45 | 49.97 | 588.3 | 39.22 | 41.22 | 45.60 |
| 8 | 579.4 | 38.63 | 11.35 | 568.2 | 37.88 | 3.34 | 7.34 |
| 16 | 60.5 | 4.03 | 7.31 | 38.1 | 2.54 | 0.80 | 4.06 |
| 30 | 61.9 | 4.13 | 3.19 | 4.9 | 0.33 | 0.47 | 1.83 |
| 50 | 35.7 | 2.38 | 0.81 | 1.8 | 0.12 | 0.35 | 0.58 |
| 100 | 1.2 | 0.08 | 0.73 | 1.7 | 0.11 | 0.24 | 0.48 |
| 200 | 2.8 | 0.19 | 0.54 | 1.5 | 0.10 | 0.14 | 0.34 |
| Pan | 8.1 | 0.54 | 0 | 2.1 | 0.14 | 0 | 0.00 |

**Tabel 4. 5** Hasil pengujian analisa saringan agregat halus (abu batu) *(sumber:* Pengujian Labolatorium 2023*)*

| NO Saringan | SAMPEL 1 | | | SAMPEL 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Berat Tertahan | (%) Tertahan | (%) Lolos | Berat Tertahan | (%) Tertahan | (%) Lolos | Rata-Rata |
| 3/4" | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 1/2" | 0 | 0 | 0.00 | 100.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 3/8" | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0 | 0.000 | 0.00 | 100.00 | 9.2 | 0.61 | 0.61 |
| 8 | 192.5 | 12.83 | 12.83 | 87.17 | 351.2 | 23.41 | 24.03 |
| 16 | 423.9 | 28 | 41.09 | 58.91 | 417.9 | 27.86 | 51.89 |
| 30 | 363.4 | 24.23 | 65.32 | 34.68 | 330.1 | 22.01 | 73.89 |
| 50 | 167.4 | 11.16 | 76.48 | 23.52 | 118.2 | 7.88 | 81.77 |
| 100 | 166 | 11.07 | 87.55 | 12.45 | 133.8 | 8.92 | 90.69 |
| 200 | 133.6 | 8.9 | 96.45 | 3.55 | 66.1 | 4.41 | 95.10 |
| Pan | 53.20 | 3.55 | 100.00 | 0 | 73.5 | 4.90 | 100.00 |

## B. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Aspal

Pengujian sifat aspal terdiri dari pengujian berat jenis aspal, pengujian titik lembek, pengujian kehilangan berat aspal, dan pengujian penetrasi. Pada pemeriksaan aspal merujuk pada spesifikasi umum bina marga 2018. Dari hasil pemeriksaan aspal diperoleh data pada tabel berikut:

**Tabel 4. 6** Hasil pengujian aspal

(*Sumber*: Hasil Pengujian Labolatorium 2023)

| No. | Jenis Pengujian | Hasil Pemeriksaan | Spesifikasi | Satuan | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Berat jenis aspal | 1,03 | ≥ 1,0 | gr/cc | Memenuhi |
| 2 | Titik lembek aspal | 48 | ≥ 48 | $^0$ C | Memenuhi |
| 3 | Kehilangan berat aspal | 0,26 | ≤ 0,8 | 0,1 mm | Memenuhi |
| 4 | Penetrasi pada 25$^0$ C | 66,20 | 60-70 | % | Memenuhi |

Dari hasil pengujian aspal diatas diperoleh nilai berat jenis aspal 1,03gr/cc, titik lebek aspal 49$^0$C, kehilangan berat aspal 0,26 dan penetrasi pada 25$^0$C, sebesar 66,2 mm. Berdasarkan persyaratan spesifkasi pemeriksaan aspal maka aspal dalam pengujian ini memenuhi.

## C. Hasil Rancangan Campuran

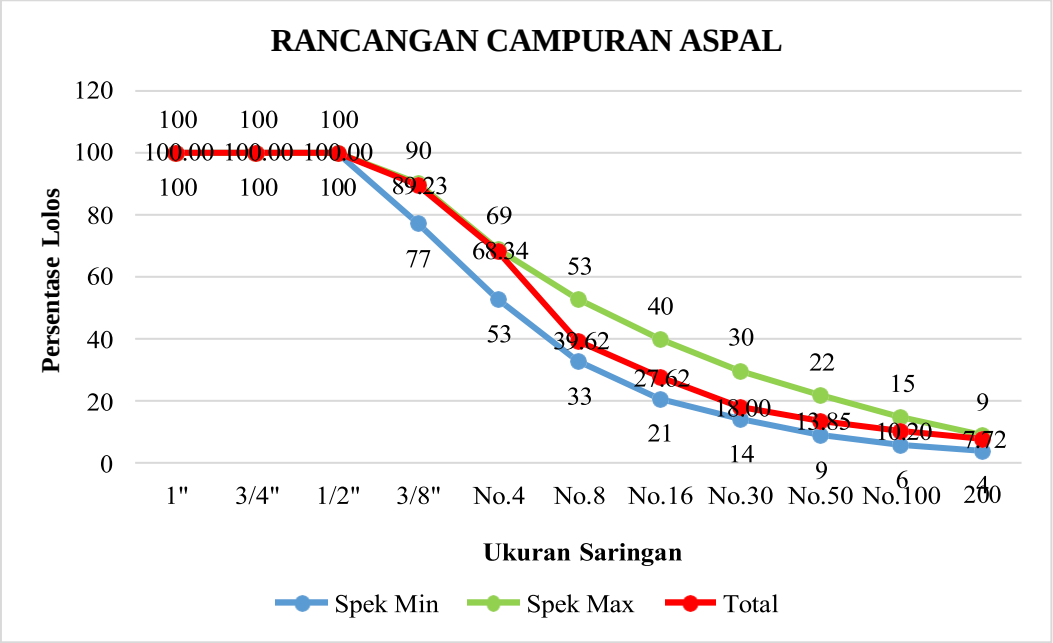
1. Gradasi agregat gabungan

Berdasarkan dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradiasi agregat diperoleh pada tabel 4.7 dibawah ini:

**Tabel 4. 7** Hasil gradasi agregat gabungan

*(sumber: hasil labolatorium 2023)*

| | Saringan | | Campuran | | | 58% | 36% | 6% | Total | Spek AC-WC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ASTM | | (mm) | Agg. 0.5/1 | Abu Batu | semen | Agg 0.5/1 | Abu Batu | semen | | |
| | | | | | | | | | | |
| 1" | | 25 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 58.00 | 36.00 | 6.00 | 100.00 | |
| 3/4" | | 19 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 58.00 | 36.00 | 6.00 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | | 12.5 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 58.00 | 36.00 | 6.00 | 100.00 | 100 |
| 3/8" | | 9.5 | 81.43 | 100.00 | 100.00 | 47.23 | 36.00 | 6.00 | 89.23 | 77-90 |
| No.4 | | 4.75 | 45.60 | 99.69 | 100.00 | 26.45 | 35.89 | 6.00 | 68.34 | 53-69 |
| No.8 | | 2.36 | 7.34 | 81.57 | 100.00 | 4.26 | 29.37 | 6.00 | 39.62 | 33-53 |
| No.16 | | 1.18 | 4.06 | 53.51 | 100.00 | 2.35 | 19.26 | 6.00 | 27.62 | 21-40 |
| No.30 | | 0.6 | 1.83 | 30.39 | 100.00 | 1.06 | 10.94 | 6.00 | 18.00 | 14-30 |
| No.50 | | 0.3 | 0.58 | 20.87 | 100.00 | 0.34 | 7.51 | 6.00 | 13.85 | 9-22 |
| No.100 | | 0.15 | 0.48 | 10.88 | 100.00 | 0.28 | 3.92 | 6.00 | 10.20 | 6-15 |
| 200 | | 0.075 | 0.34 | 4.22 | 100.00 | 0.20 | 1.52 | 6.00 | 7.72 | 4-9 |
| PAN | | | | | | | | | | |




**Gambar 4. 1** Grafik Hasil Gradasi Agregat Gabungan
(*Sumber: Hasil Labolatorium 2023)*

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat diperoleh seperti pada tabel diatas. Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk campuran AC-WC harus berada di antara batas atas dan batas bawah yang sesuai dengan spesifikasi. Dari hasil gradasi agregat gabungan diatas telah memenuhi batas-batas spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

### D. Hasil berat agregat yang diperlukan untuk benda uji

Dari hasil analisa gradasi agregat gabungan diatas, didapat perhitungan berat agregat yang diperlukan seperti pada tabel 4.8.

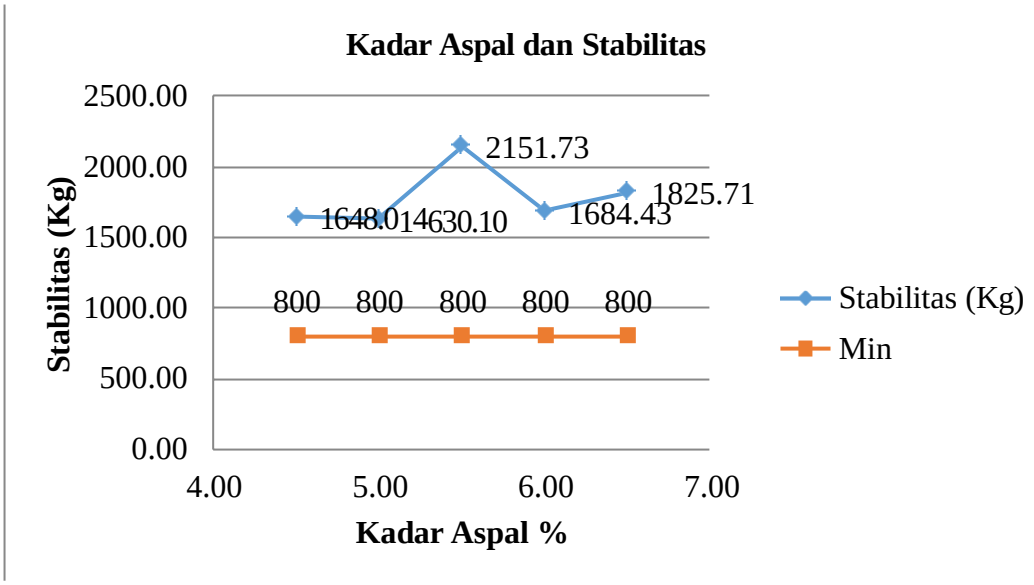
**Tabel 4. 8** Hasil berat agregat yang diperlukan untuk benda uji (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

| Kadar Aspal (%) | Aspal (gr) | Agregat 0.5-1 (gr) | Abu Batu (gr) | Semen (gr) |
|---|---|---|---|---|
| 4.50 | 54 | 664.68 | 412.56 | 68.76 |
| 5.00 | 60 | 661.2 | 410.4 | 68.4 |
| 5.50 | 66 | 657.72 | 408.24 | 68.04 |
| 6.00 | 72 | 654.24 | 406.08 | 67.68 |
| 6.50 | 78 | 650.76 | 403.92 | 67.32 |

## E. Hasil pengujian marshall

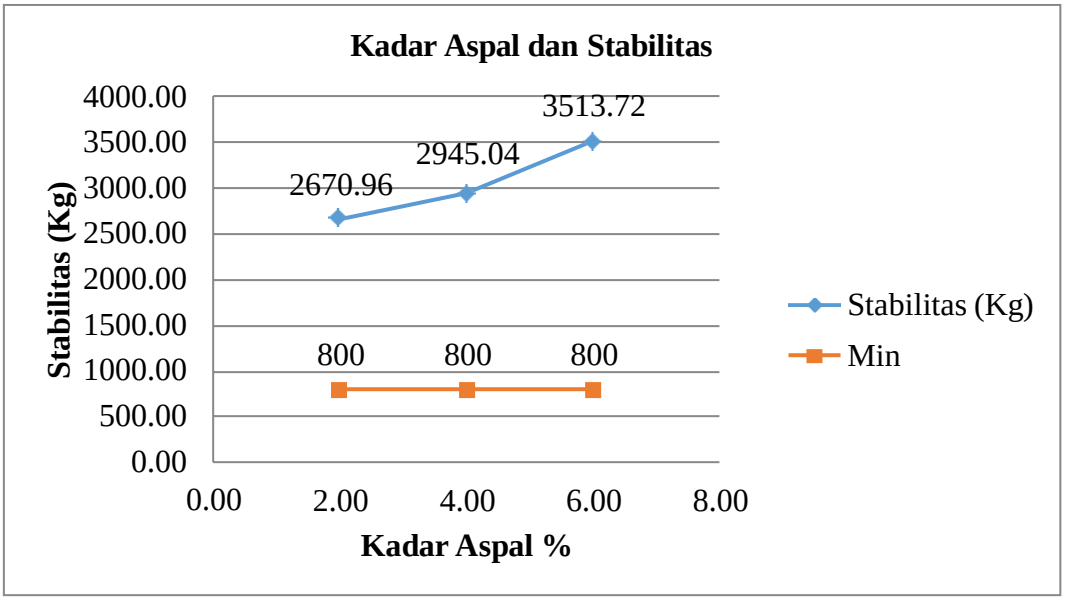
1. Stabilitas

Berdasarkan hasil pengujian di labolatorium diperoleh nilai grafik hubungan nilai stabilitas dengan kadar aspal normal dan hubungan nilai stabilitas dengan kadar limbah plastik dapat dilihat pada gambar 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 dibawah ini.



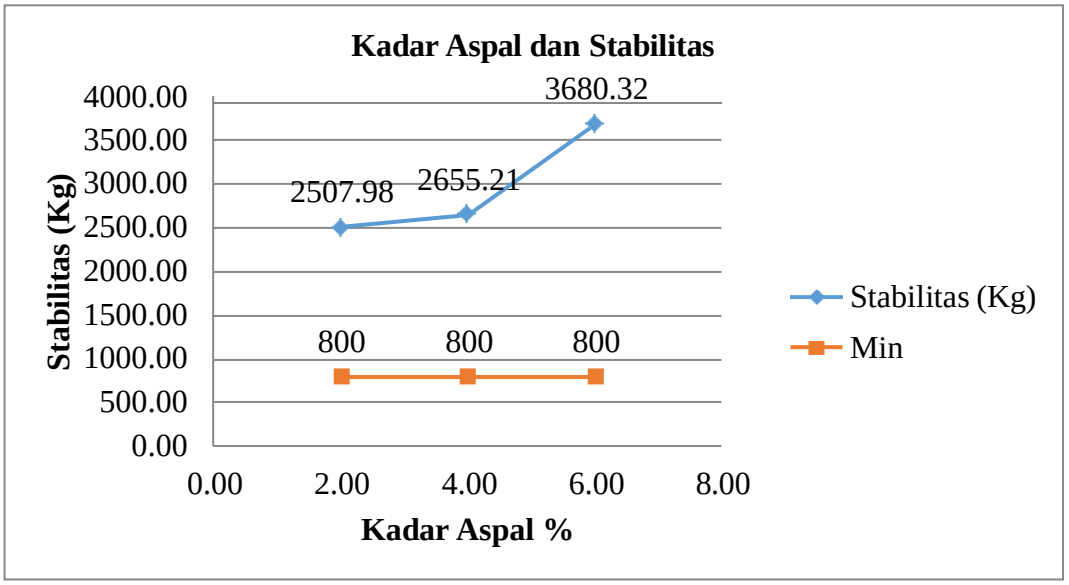

**Gambar 4. 2** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Stabilitas Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, Dan 6,5%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Nilai stabilitas pada aspal normal dengan kadar 4,5% sebesar 1648,04 kadar 5% sebesar 1630,10 kadar 5,5% sebesar 2151,73 kadar 6% sebesar 1684,43 dan kadar 6,5% sebesar 1825,7. Dari hasil pengujian untuk nilai stabilitas dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas dari campuran normal seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg,



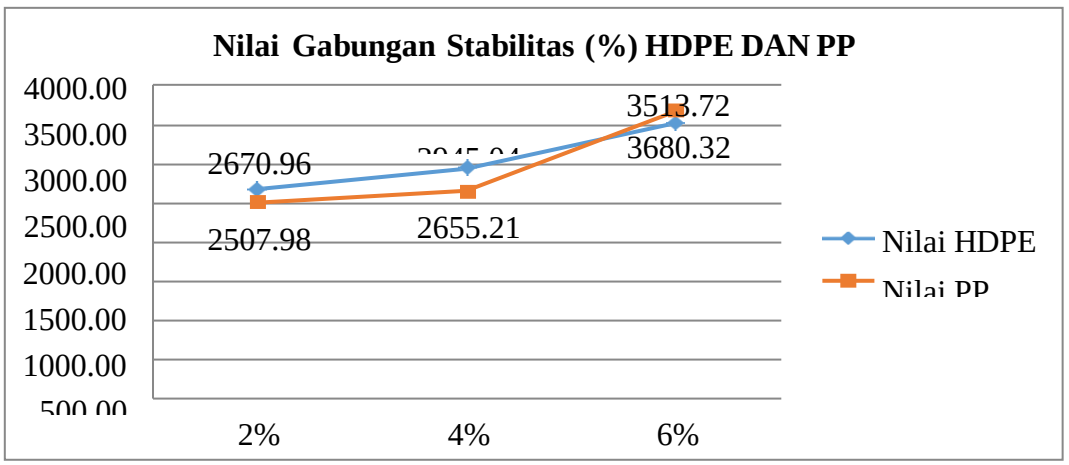

**Gambar 4. 3** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Stabilitas Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, Dan 6%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Berdasarkan grafik pada gambar 4.3 Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 2670.96, 4% sebesar 2945.04 dan 6% sebesar 3513.72. Dari hasil pengujian untuk nilai stabilitas dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas dari campuran plastik HDFE seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg.




**Gambar 4. 4** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Stabilitas Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Berdasarkan grafik pada gambar 4.4 Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 2507.98, 4% sebesar 2655.21 dan 6% sebesar 3680.32. Dari hasil pengujian untuk nilai stabilitas dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas dari campuran plastik PP seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg.

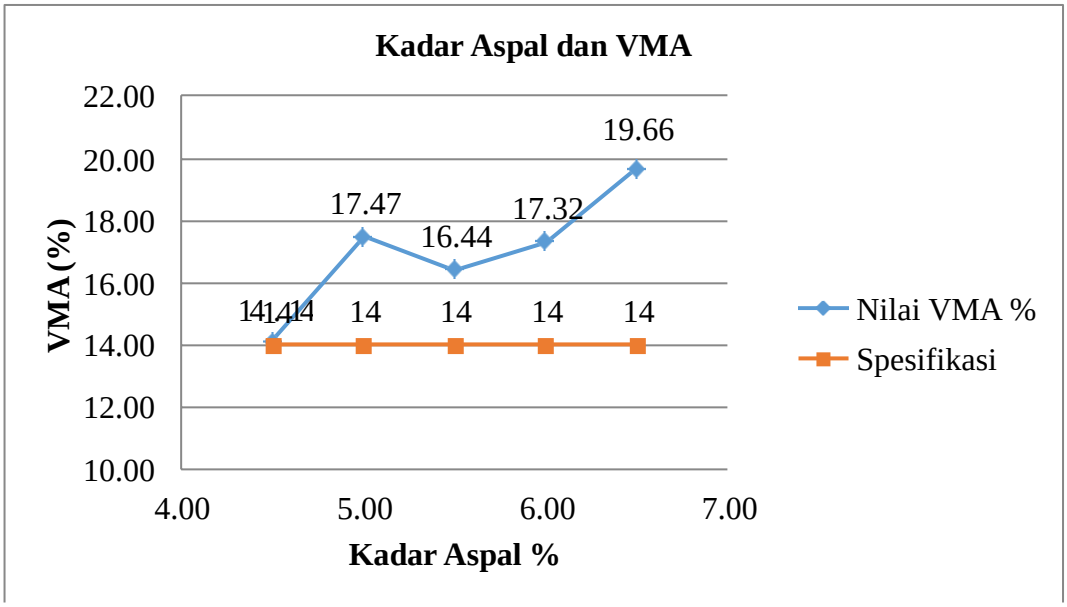



**Gambar 4. 5** Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan Stabilitas Pada Campuran Plastic PP dan HDPE 2%, 4%, Dan 6%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 2507.98, 4% sebesar 2655.21 dan 6% sebesar 3680.32. Sedangkan Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 2670.96, 4% sebesar 2945.04 dan 6% sebesar 3513.72. Nilai stabilitas dari campuran plastik PP dan HDFE telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg.

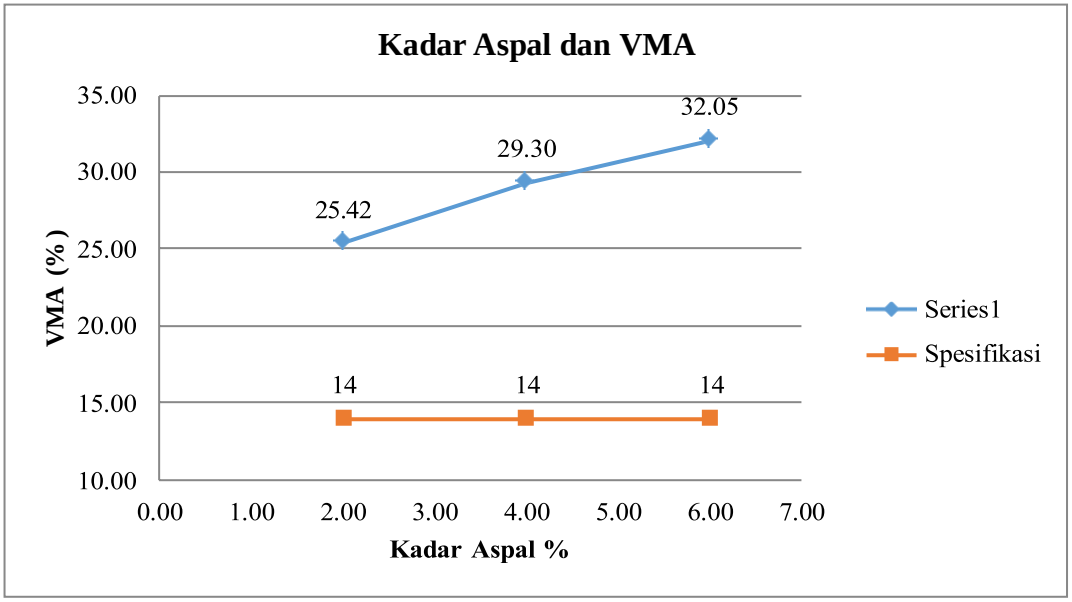
2. Rongga Antara Mieral Agregat (VMA)

Nilai VMA yang didapat pada aspal normal dengan penambahan limbah plastic HDPE dan PP dapat dilihat pada gambar 4.5- 4.8




**Gambar 4. 6** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VMA Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

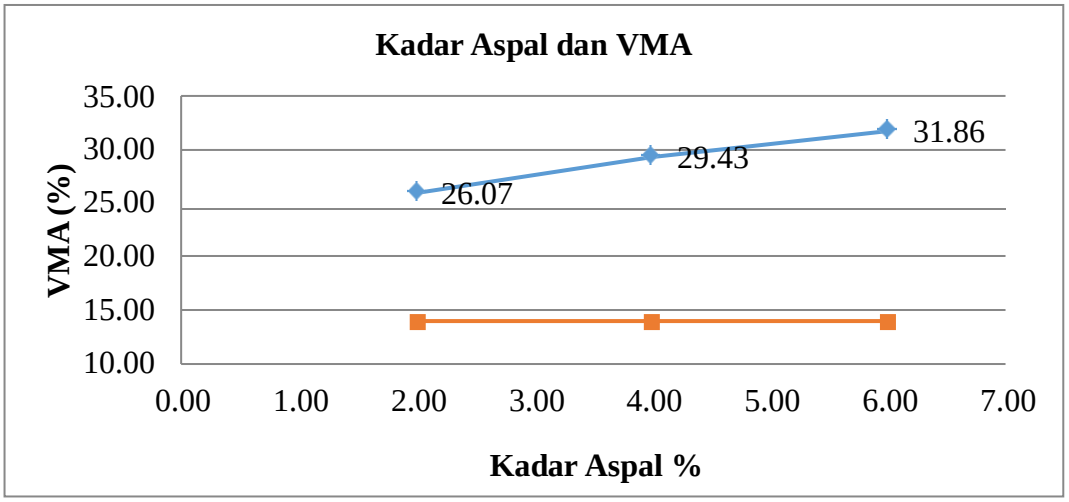
Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran dengan kadar penambahan kadar 4,5% sebesar 14.14, kadar 5% sebesar 17.47, 5,5% sebesar 16.44, 6% sebesar 17.32 dan 6.5% sebesar 19.66. Dari hasil pengujian untuk Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal normal dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa kadar aspal dan VMA pada aspal normal seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai VMA minimum 14.




**Gambar 4. 7** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VMA Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, Dan 6%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

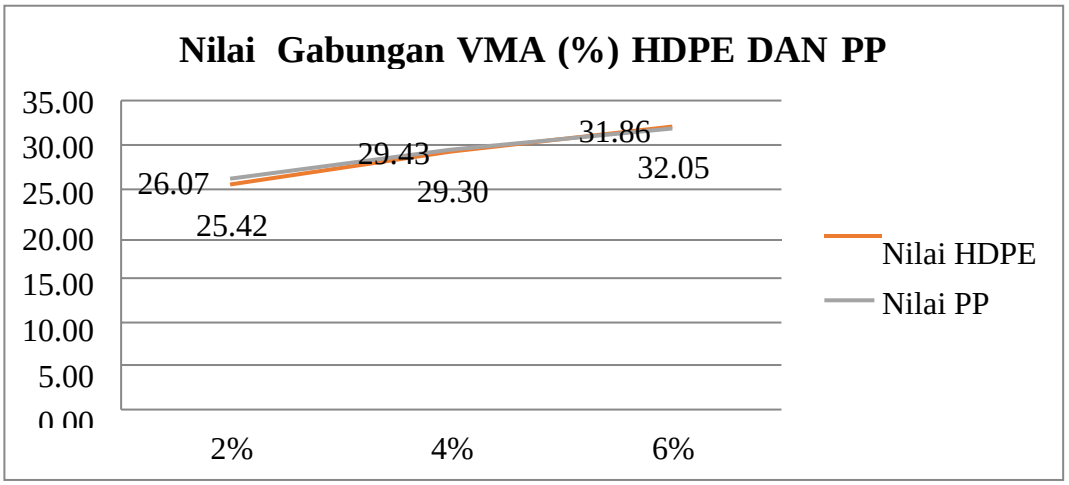
Berdasarkan grafik pada gambar 4.6 Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 25.42, 4% sebesar 29.30 dan 6% sebesar 32.05. Dari hasil pengujian untuk Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik HDFE dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik HDFE seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai

VMA minimum 14.




**Gambar 4. 8** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VMA Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 26.07, 4% sebesar 29.43 dan 6% sebesar 31.86. Dari hasil pengujian untuk Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik PP dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik PP seluruhnya memenuhi batas dari spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai VMA minimum 14.

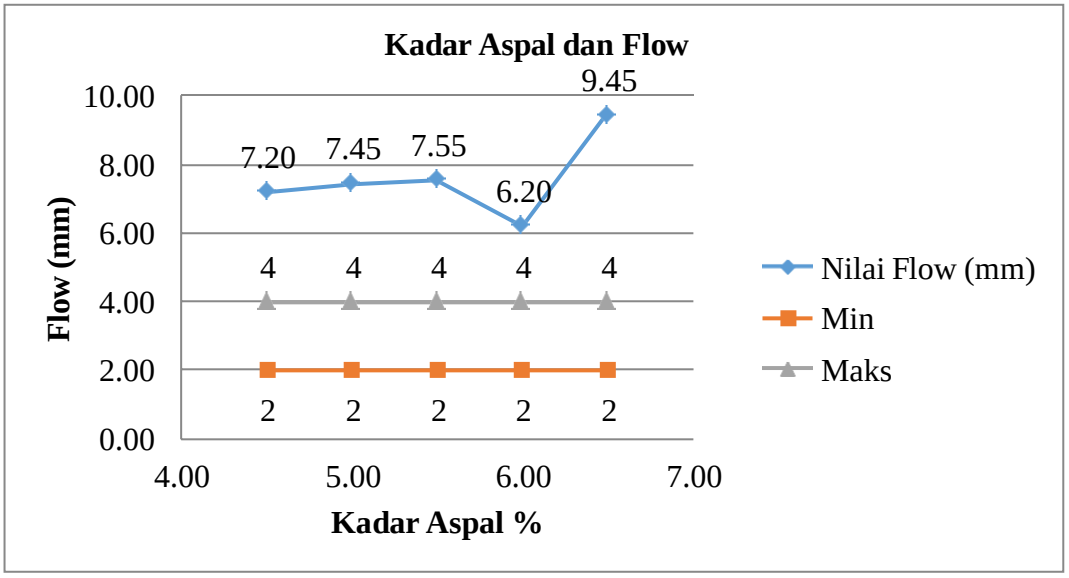



**Gambar 4. 9** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VMA Pada Campuran Plastic PP dan HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9 Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 25.42, 4% sebesar 29.30 dan 6% sebesar 32.05. Sedangkan pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 26.07, 4% sebesar 29.43 dan 6% sebesar 31.86. Pada aspal campuran plastik PP dan HDPE telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai VMA minimum 14

3. Kelelahan (Flow)

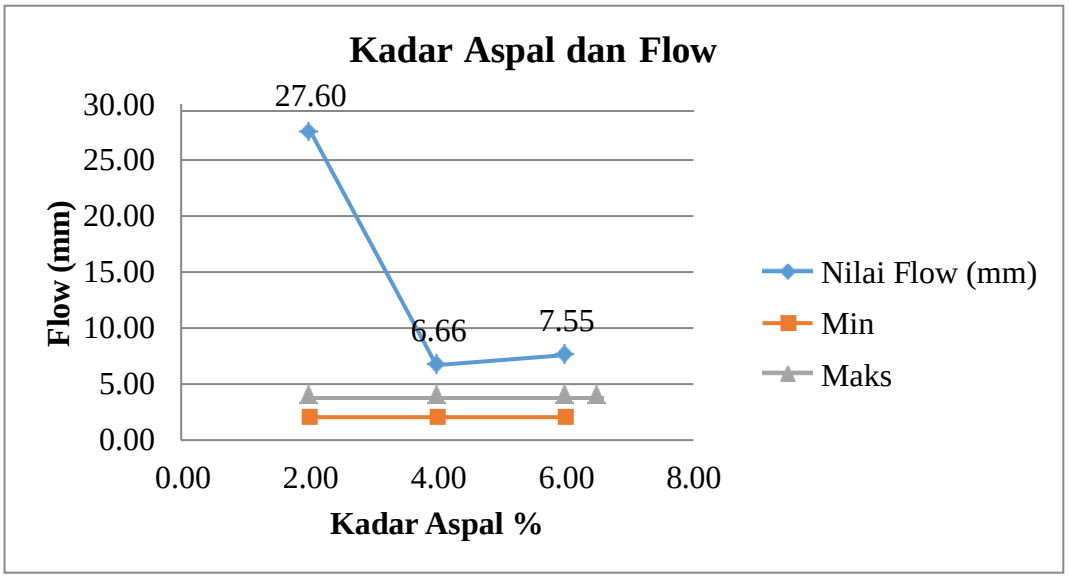
Nilai flow yang didapat pada aspal normal serta penamabahan plastik dapat dilihat pada gambar 4.8 – 4.10.




**Gambar 4. 10** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Flow Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% Dan 6,5%. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

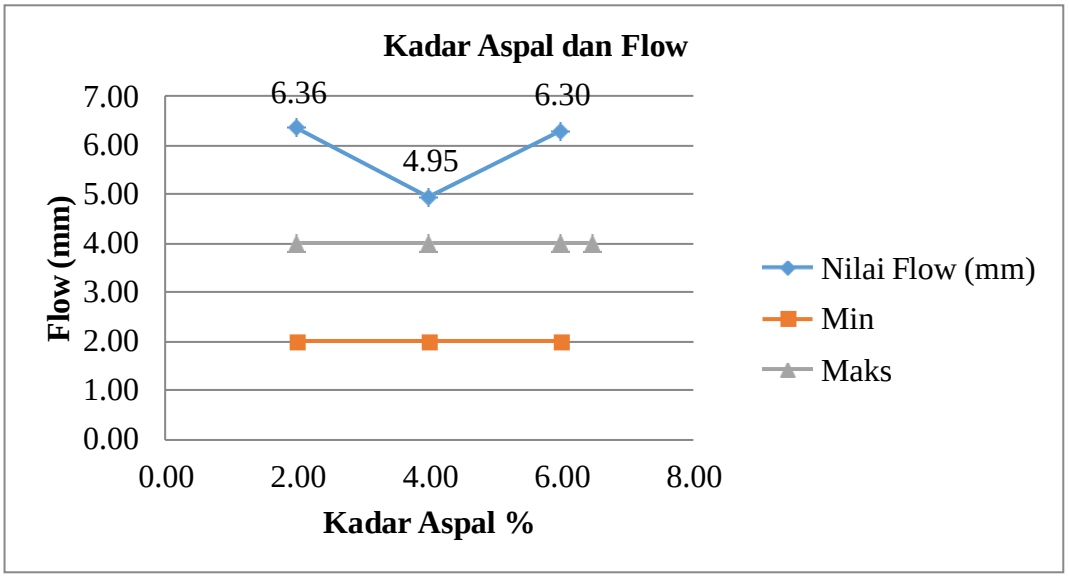
Nilai Flow pada aspal normal dengan kadar 4,5% sebesar 7.20, kadar 5% sebesar 7.45, kadar 5,5% sebesar 7.55, kadar 6% sebesar 6.20 dan kadar 6,5% sebesar 9.45. Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai

flow pada campuran normal pada kadar 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,50% mengalami kenaikan. Berdasarkan spesifikasi bina marga ditetapkan nilai flow 2 mm - 4 mm. pada pengujian nilai flow pada campuran aspal normal tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.



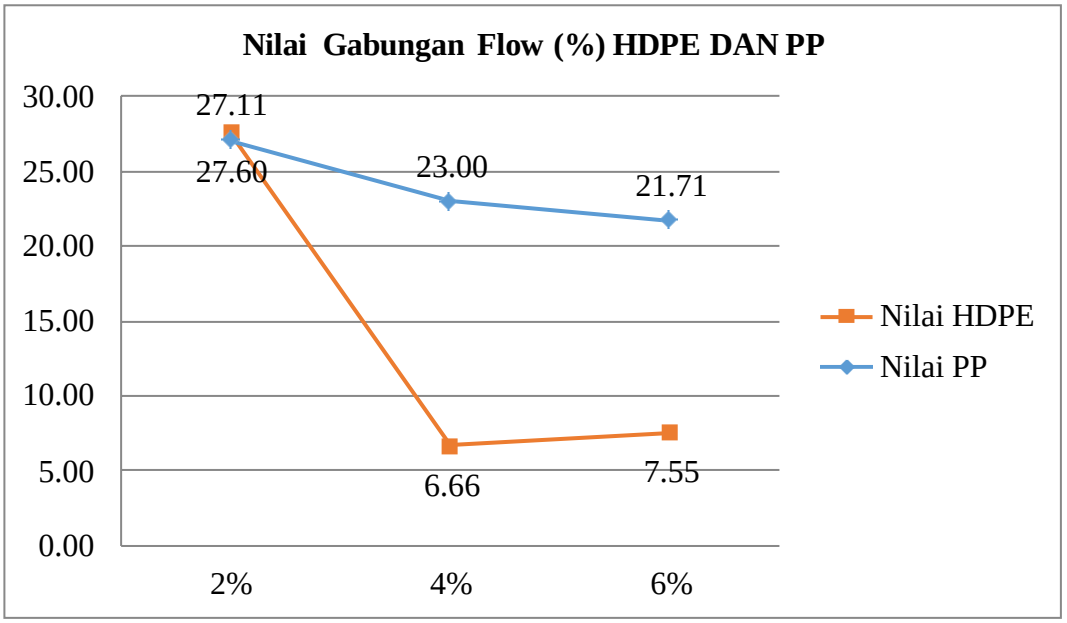

**Gambar 4. 11** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Flow Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, dan 6%. %. (*Sumber*: Hasil Pengolahan Data 2023)

Nilai Flow pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar 2% sebesar 27,60, kadar 4% sebesar 6,66, dan kadar 6% sebesar 7,55. Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai flow pada campuran plastik HDFE pada kadar 2%, 4%, dan 6% mengalami kenaikan. Berdasarkan spesifikasi bina marga ditetapkan nilai flow 2 mm - 4 mm. pada pengujian nilai flow pada aspal campuran plastik HDFE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.




**Gambar 4. 12** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan Flow Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Nilai Flow pada aspal campuran plastik PP dengan kadar 2% sebesar 6,36, kadar 4% sebesar 4,95 dan kadar 6% sebesar 6,30. Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai flow pada campuran plastik PP pada kadar 2%, 4%, dan 6% mengalami kenaikan. Berdasarkan spesifikasi bina marga ditetapkan nilai flow 2 mm - 4 mm. pada pengujian nilai flow pada aspal campuran plastik PP tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

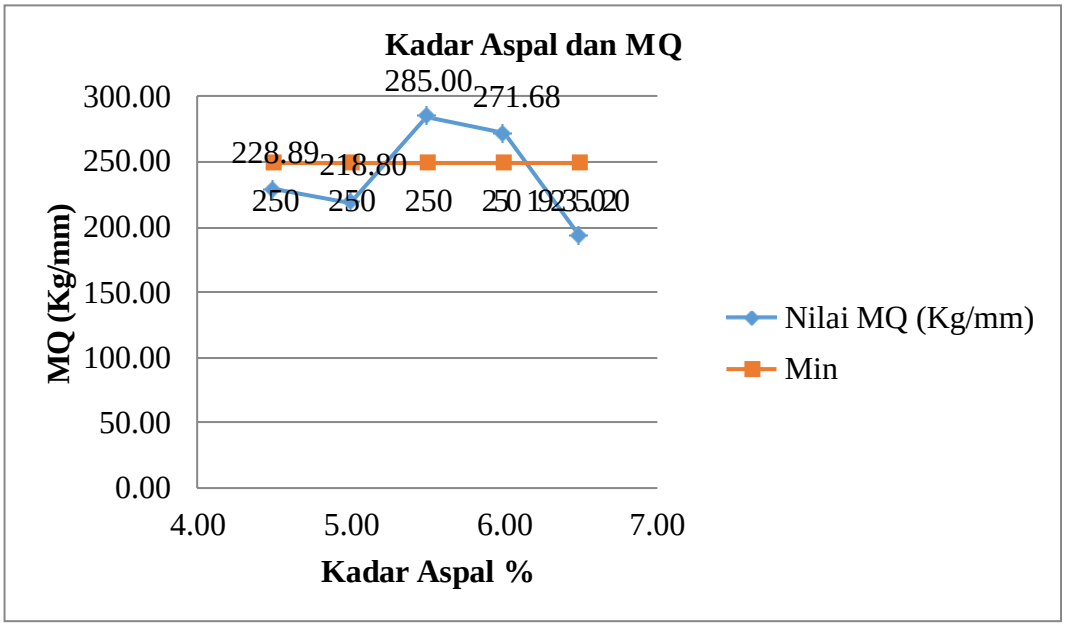



**Gambar 4. 13** Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan Flow Pada Campuran Plastic HDPE dan PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai flow pada campuran plastik HDFE dengan kadar 2% sebesar 27,60, kadar 4% sebesar 6,66, dan kadar 6% sebesar 7,55 sedangkan Nilai Flow pada aspal campuran plastik PP dengan kadar 2% sebesar 6,36, kadar 4% sebesar 4,95 dan kadar 6% sebesar 6,30. PP pada kadar 2%, 4%, dan 6% mengalami kenaikan. Berdasarkan spesifikasi bina marga ditetapkan nilai flow 2 mm - 4 mm. pada pengujian nilai flow pada aspal campuran plastik HDPE dan PP tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

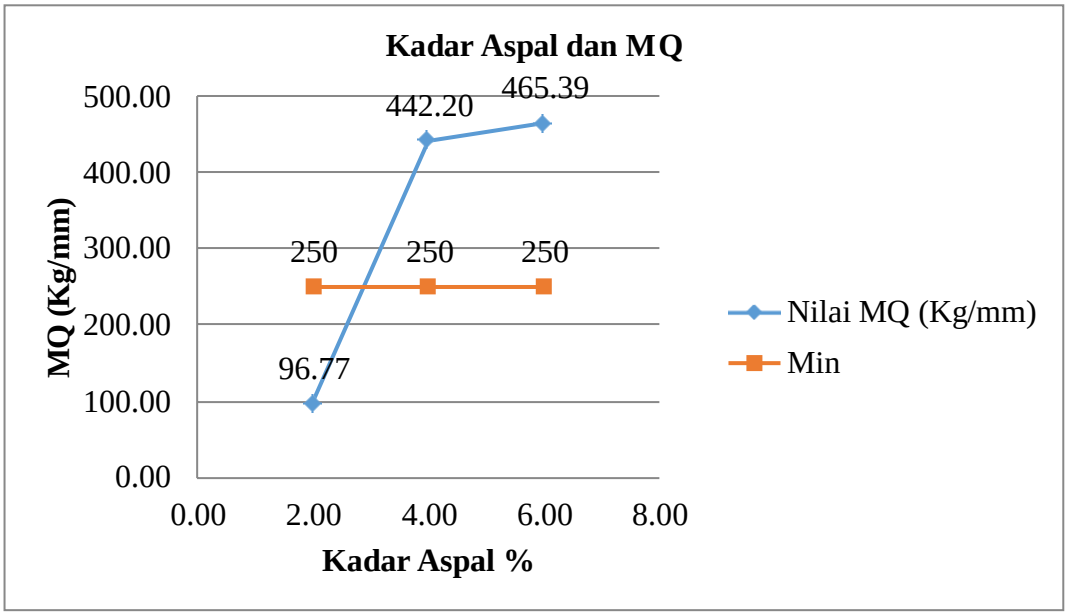
4. MQ (kg/mm)

Nilai MQ yang didapat pada campuran aspal normal serta penambahan ban bekas dapat dilihat pada gambar 4.14- 4.16



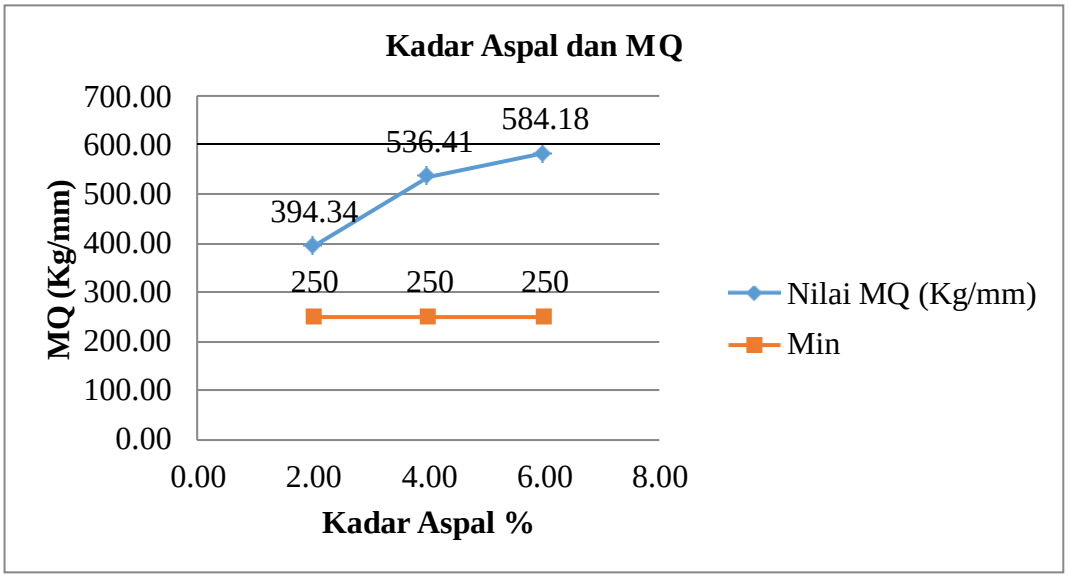

**Gambar 4. 14** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan MQ Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% Dan 6,5%

Nilai MQ pada aspal normal dengan kadar 4,5% sebesar 228.89 kadar 5% sebesar 218.80, kadar 5,5% sebesar 285.00 kadar 6% sebesar 271.68 dan kadar 6,5% sebesar 193.20. Berdasarkan grafik pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa nilai *Marshall Quotient* meningkat hal ini dikarenakan seiring bertambahnya kadar aspal sehingga menyebabkan nilai kadar aspal normal meningkat dan nilai MQ dari campuran aspal normal sudah memenuhi batas spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai minimum 250kg\mm, pada grafik diatas dapat dilihat nilai tertinggi berada di kadar 5,5% sebesar 285 dan 6% sebesar 271,68.



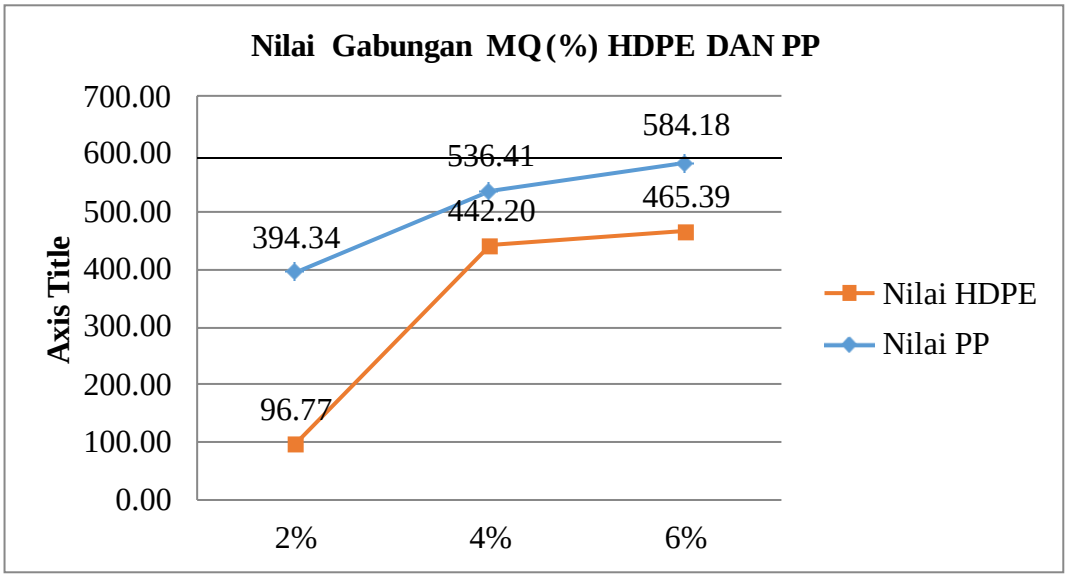

**Gambar 4. 15** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan MQ Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.12 diketahui bahwa penggunaan ban bekas sebagai campuran beraspal dengan kadar 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar campuran plastik HDPE sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga- rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai tertinggi berada pada kadar 2% sebesar 96,77 sedangkan nilai rendah pada kadar 4% sebesar 442,20 dan 6% sebesar 465,39 tidak memenuhi spesifkasi umum bina marga 2018.




**Gambar 4. 16** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan MQ Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9 diketahui bahwa penggunaan plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2%, 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar plastik sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga-rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai kadar aspal 2% sebesar 395,34, 4% sebesar 536,41 dan 6% sebesar 584,18 tidak memenuhi spesifkasi umum bina marga 2018.

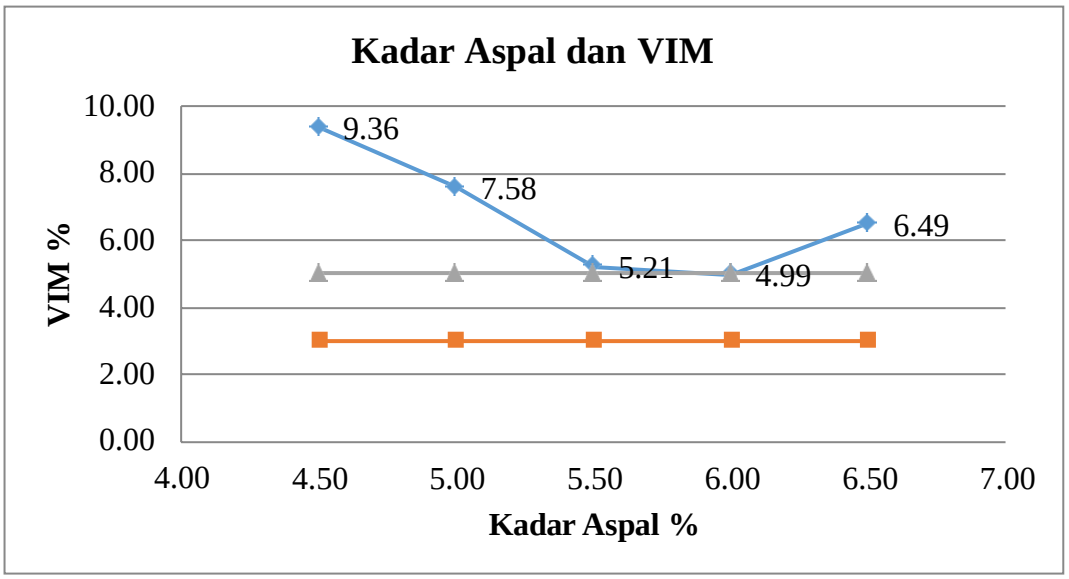



**Gambar 4. 17** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan MQ Pada Campuran Plastic HDPE dan PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.17 diketahui bahwa penggunaan plastik HDPE sebagai campuran beraspal dengan kadar 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar campuran plastik HDPE sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga- rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai tertinggi berada pada kadar 2% sebesar 96,77 sedangkan nilai rendah pada kadar 4% sebesar 442,20 dan 6% sebesar 465,39 tidak memenuhi spesifkasi umum bina marga 2018 sedangkan pada plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2%, 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar plastik sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga- rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai kadar aspal 2% sebesar 395,34, 4% sebesar 536,41 dan 6% sebesar 584,18 tidak memenuhi spesifkasi

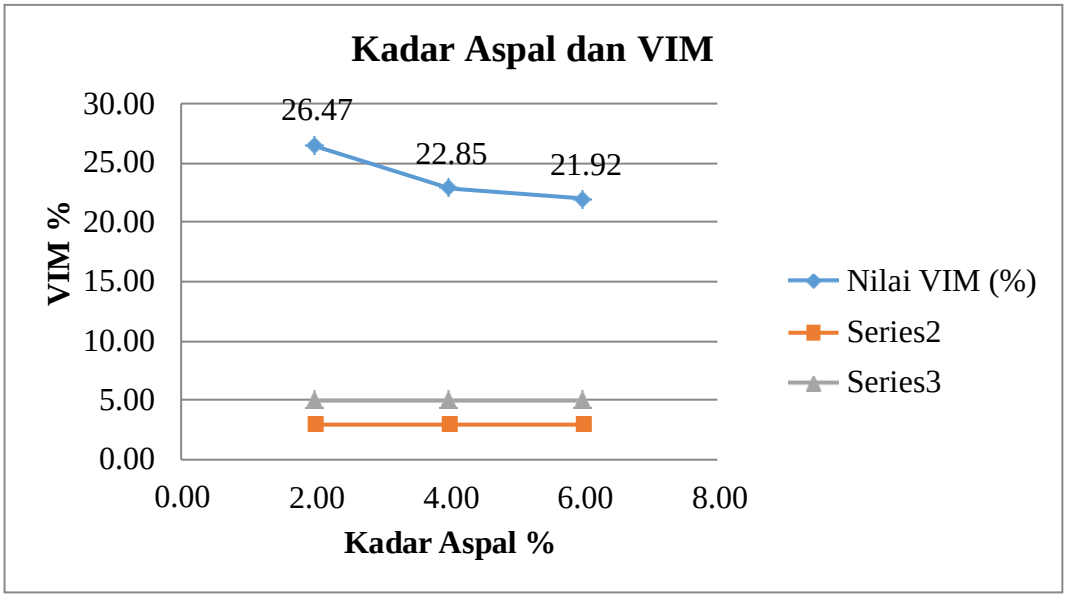
umum bina marga 2018.

5. Rongga Terhadap Campuran (VIM)



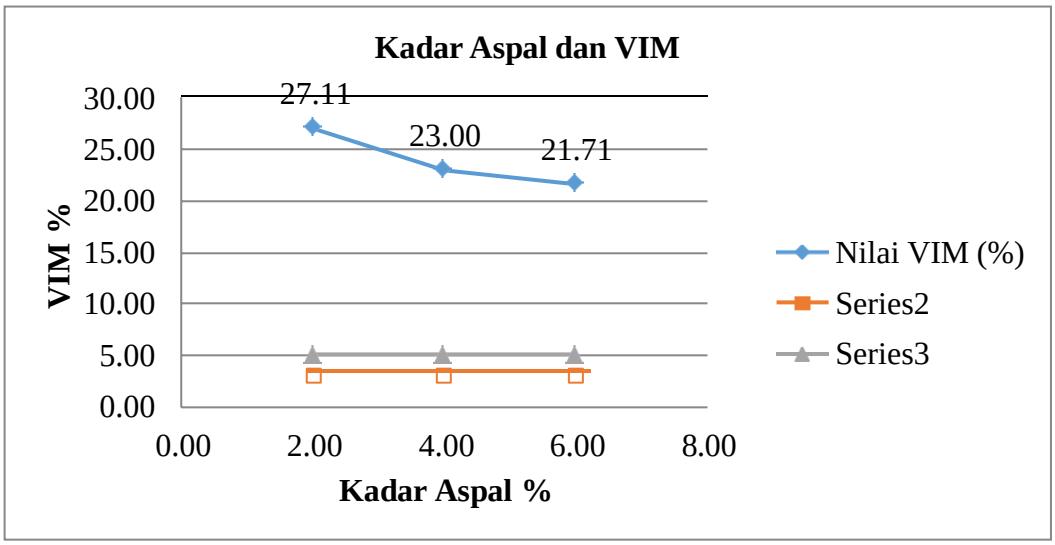

**Gambar 4. 18** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VIM Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% Dan 6,5%

Nilai VIM pada aspal normal dengan kadar 4,5% sebesar 9.36, kadar 5% sebesar 7.58, kadar 5,5% sebesar5.21 kadar 6% sebesar 4.99 dan kadar 6,5% sebesar 6.49. Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai VIM pada campuran normal pada kadar 4,5% dan 5% dan 5,5 mengalami kenaikan hal ini dikarenakan seiring bertambahnya kadar aspal maka semakin meningkat. Pada pengujian nilai VIM pada campuran aspal normal sudah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.



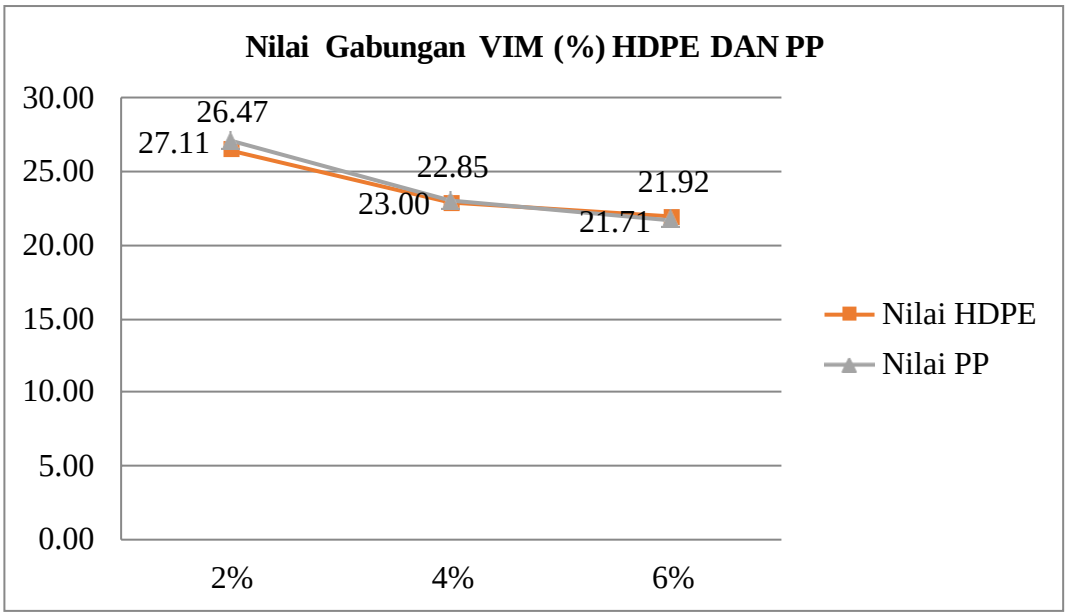

**Gambar 4. 19** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VIM Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Nilai VIM pada plastik HDPE dengan kadar 2% sebesar 26,47, 4% sebesar 22,85 dan 6% sebesar 21,92. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa ninilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar dan kurang padat.




**Gambar 4. 20** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VIM Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Nilai VIM pada plastik PP dengan kadar 2% sebesar 27,11, 4% sebesar 23 dan 6% sebesar 21,71. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa ninilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar dan kurang padat.



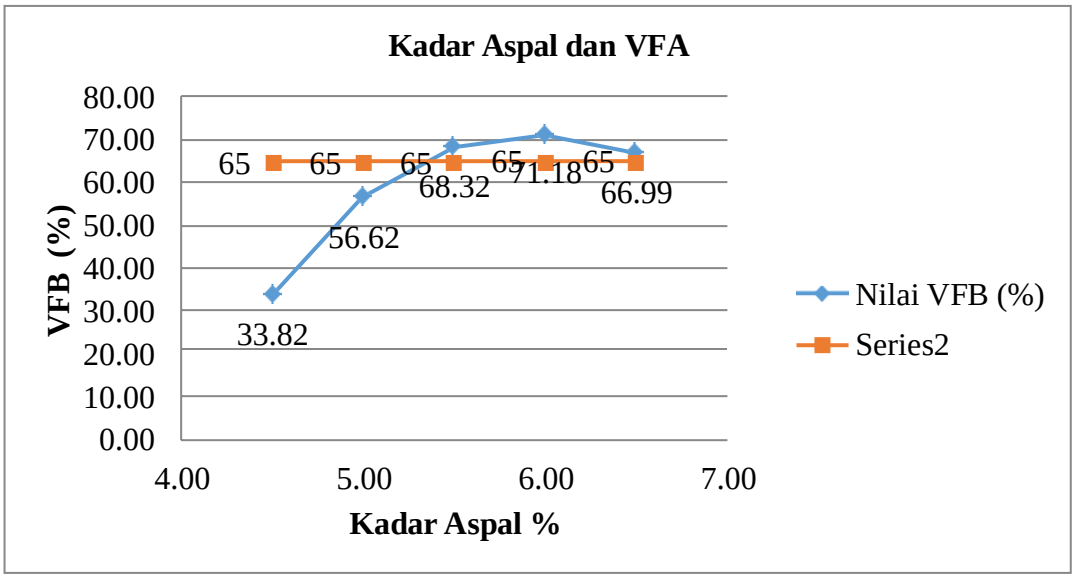

**Gambar 4. 21** Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan VIM Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan gambar diatas Nilai VIM pada plastik HDPE dengan kadar 2% sebesar 26,47, 4% sebesar 22,85 dan 6% sebesar 21,92. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar

dan kurang padat sedangkan pada plastik PP dengan kadar 2% sebesar 27,11, 4% sebesar 23 dan 6% sebesar 21,71. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa ninilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar dan kurang padat.

6. Rongga Tersisi Aspal (VFA)

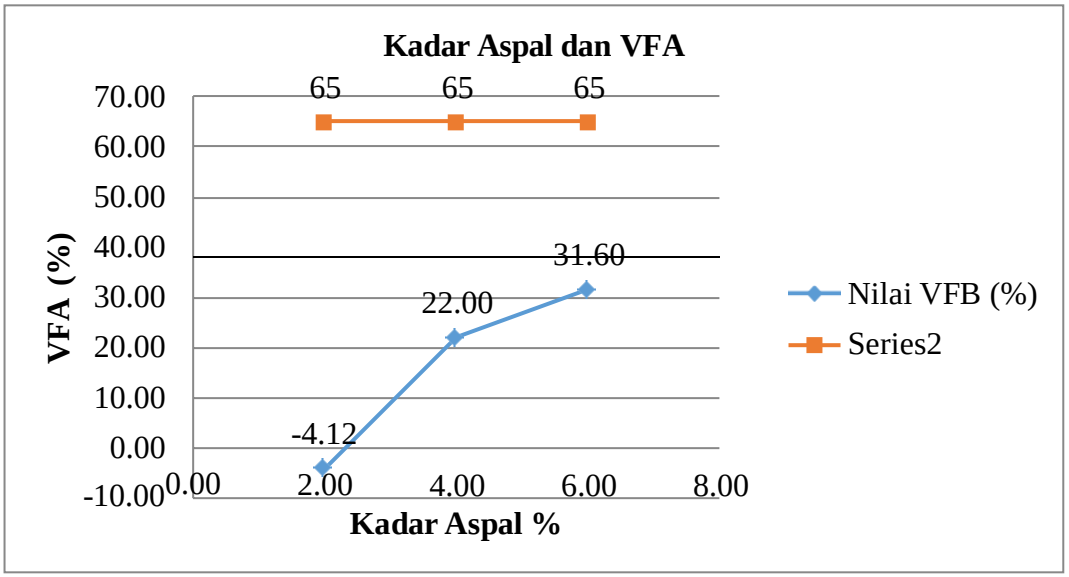
Nilai voids filleds (VFA) didapat pada aspal normal seta penggunaan bahan kapur dapat dilihat pada gambar 4.17- 4.19




**Gambar 4. 22** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VFA Pada Campuran Aspal Normal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% Dan 6,5%

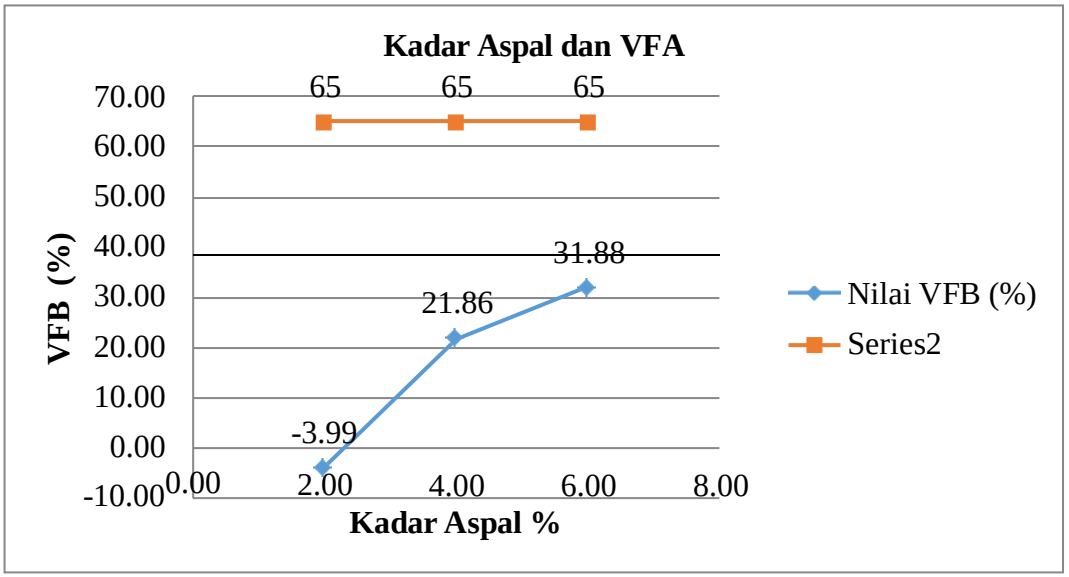
Nilai FVA pada aspal normal dengan kadar 4,5% sebesar 33,82, kadar 5% sebesar 56,62, dan 5,5% sebesar 68,32, 6% Sebesar 71,18 Dan 6,50% Sebesar 66,99. Berdasarkan grafik ditas dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya kadar aspal maka nilai VFA akan meningkat hal ini disebabkan oleh fungsi aspal

sebagai bahan ikat juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran sehingga semakin bertambahnya kadar aspal maka semakin longgar. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebesar 65% dari hasil pengujian pada aspal normal hanya 3 yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 yaitu kadar 5,5% sebesar 68,32, 6% Sebesar 71,18 Dan 6,50% Sebesar 66,99.



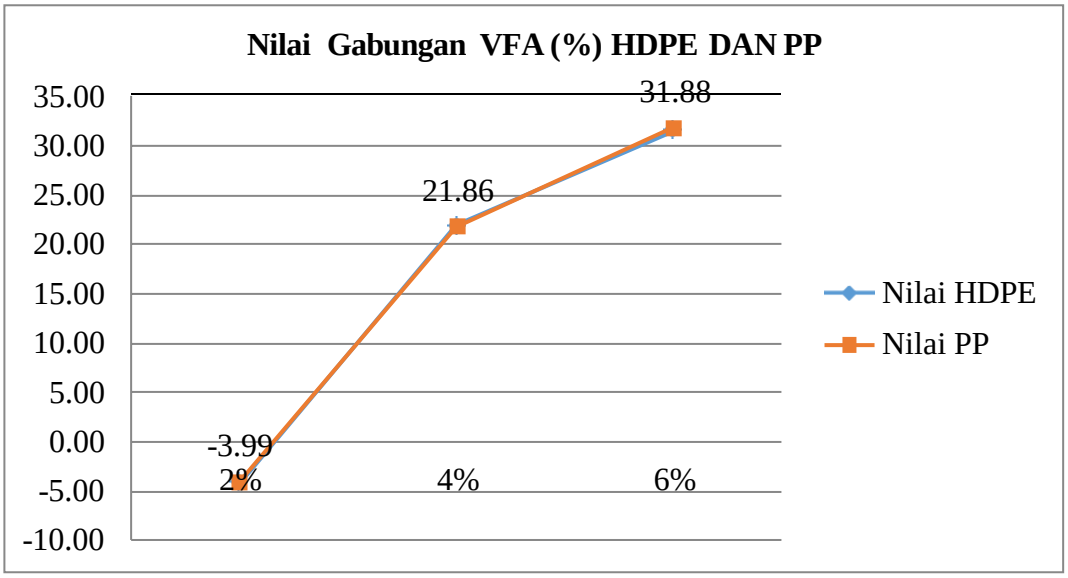

**Gambar 4. 23** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VFA Pada Campuran Plastic HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa penggunaan plastik HDPE sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -4,12, 4% sebesar 22, dan 6% sebesar 31,60 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.




**Gambar 4. 24** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VFA Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa penggunaan plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -3,99, 4% sebesar 21,86, dan 6% sebesar 31,88 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

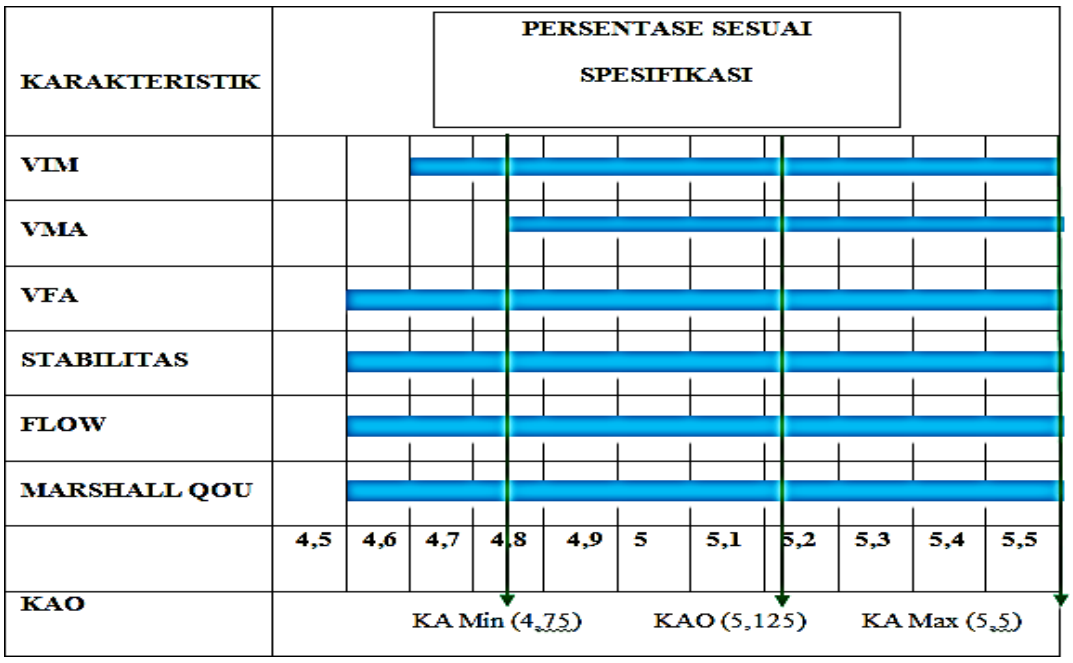



**Gambar 4. 25** Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VFA Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa penggunaan plastik HDPE sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -4,12, 4% sebesar 22, dan 6% sebesar 31,60 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 sedangkan pada plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -3,99, 4% sebesar 21,86, dan 6% sebesar 31,88 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

7. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat tercapai persyaratan stabilitas, VMA, VIM,VFB, Flow, dan marshall quotient (MQ) dalam penentuan kadar aspal optimum untuk menetapkan berapa besarnya kadar aspal efektif dalam campuran yang diperlukan untuk pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat sama namun dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Berikut ini kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian marshall pada gambar dibawah ini.




**Gambar 4. 13** kadar aspal optimum(KAO)

$$\text{Kadar Aspal Optimum} = \frac{\text{KA MIN+KA Maks}}{2} = \frac{4{,}75\%+5{,}5\%}{2} = 5{,}125\%$$

Dimana:

KA Min = Kadar aspal minimum sebesar 4,75%

KA Maks = Kadar aspal maksimal sebesar 5,5%

Berdasarkan gambar 4.14 menujukan nilai stabilitas, VMA, VIM, VFB,

*flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4.5%, 5%, dan 5.5% Sehingga nilai. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah 5.125%.

# BAB V

# PENUTUP

## A. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Asphalt concrete-wearing course (AC-WC) dengan penambahan limbah plastik, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini ialah:

1. Hasil pengujian marshall pada aspal ac wc tanpa menggunakan Plastik *Polypropilene* (PP) dan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) menggunakan kadar 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dapat disimpulkan bahwa hanya stabilitas, VMA, VIM, VFB dan MQ yang memenuhi spesifikasi sedangkan Flow tidak memenuhi spesifikasi.
2. Hasil perbandingan marshall pada aspal AC-WC menggunakan plastik Polypropilene (PP)dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE) menggunakan kadar 2%, 4% dan 6% terdapat hanya nilai stabilitas, VMA, dan, MQ yang memenuhi spesifikasi bina marga 2018 sedangkan VFA, VIM, dan, FLOW tidak memenuhi spesifikasi. hal ini dikarenakan rendahnya kerapatan campuran aspal terhadap air dan udara.

## B. Saran

Beberapa saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saat meneliti di labolatorium, pada pengujian analisa saringan dan pengujian marshall diperlukan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan

2. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut menggunakan limbah dengan jenis yang sama maupun berbeda pada penambahan campuran aspal agar dapat memanfaatkan bahan yang tidak terpakai menjadi sesuatu yang bermanfaat

# DAFTAR PUSTAKA

Anas tahir., (2009). Karakteristik campuran beton aspal (AC-WC) dengan menggunakan variasi filler abu terbang batu bara. Jurnal SMARTEK.

Arif. S (2018). Alternatif penggunaan plastic polypropylene pada campuran aspal

Al-Hadidy,A.I dan Qiu, T.Y. (2008), Effect of Polyethylene on Life Flexible Pavements, Construction and Building Materials. Vol.23: 1456-1464.

Al-Hadidy,A.I dan Qiu, T.Y., (2009), Mechanistic Approach for Polypropylene-modified Flexible Pavements, Construction and Building Materials, Vol. 30:1133-1140.

Aspal Beton untuk Jalan Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1737-1989. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Raya.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1969-1990, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregar agregat kasar.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2417 19991, Metode Pengujian Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 06-2432-1991, Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan aspal.

Bina Marga (1995), Syarat Gradasi Bahan pengisi Campuran Aspal, Jakarta.

Bina Marga, (1999), Pedoman Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum

Catt, O.V., 2004. Investigation of polymer modified asphalt by shear and tensile compliances. Material Characterization for Inputs into AASHTO 2002 Guide Session of the 2004 Annual Conf. Transportation Assoc. Canada, Québec City, Québec.

Coplantz, J.S. et al., 1993. Review of relationships between modified asphalt properties and pavement performance. SHRP-A-631, Strategic Highway Res. Program, National Res. Council Washington, USA.Departemen Pekerjaan Umum (2006), Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, Jakarta.

Hamzani (2021). Karakteristik campuran aspal beton dengan substitusi limbah high density polyethylene (HDPE) menggunakan gradasi rapat dan terbuka.

Kartikasari. D & Arif. M (2018). Pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran laston (ac-wc) terhadap karakteristik marshall.

Kasmaida (2022). Uji experimental variasi agregat halus pada campuran asphalt

AC-BC.

Novrianto,I,B.,(2016). Pengaruh penambahan limbah plastic sebagai bahan tambah pada beton aspal AC-WC dengan filler gypsum.

Pravitasari dan Anita (2009). Simbol daur ulang pada botol dan kemasan plastik.

Putra, H.P & Yebi, Y (2010). Studi pemanfaatan sampah plastik menjadi produksi dan jasa kreatif

Rahmawati, A (2011), Utilizing High Density Polyethylene (HDPE) Sinthetic Aggregate as a Chip Sealing Material in Improving Skid Resistance, Jurnal Semesta Teknika Vol 14 No 2, November 2011.

Novrianto,I,B.,(2016). Pengaruh penambahan limbah plastic sebagai bahan tambah pada beton aspal AC-WC dengan filler gypsum.

Rahmawati. A (2017). Perbandingan penggunaan polypropylene (PP) dan high density polyethylene (HDPE) pada campuran laston_WC.

Rahmawati. A &Rizana. R (2013). Pengaruh penggunaan limbah plastic polipropilene sebagai pengganti agregat pada campuran laston terhadap karakteristik marshall (105M).