

## **PENGARUH PENGGUNAAN SERAT POLYETHYLENE TEREPHTHALATE TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL BETON AC BASE**

**Abdul Gaus<sup>1\*</sup>, Nurmayasa Marsaoly<sup>1</sup>, Kardiman<sup>2</sup>, Aris Abdul<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Magister Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate

<sup>2</sup> Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate

<sup>3</sup> Konsultan Perencana, Indosereang Consultant, Ternate

\*)gaussmuhammad@gmail.com

### **Abstrak**

Beberapa dekade terakhir, plastik telah membawa banyak kemudahan bagi kehidupan masyarakat, namun plastik juga telah menyebabkan banyak masalah bagi lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, daur ulang plastik merupakan salah satu alternatif, yang lain dengan menggantikan material alami yang ada sekarang dengan menggunakan plastik telah mendapatkan perhatian yang signifikan dari para peneliti. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh limbah plastik jenis PET pada campuran aspal beton AC Base berdasarkan karakteristik marshall campuran aspal. Berdasarkan pengujian marshall diketahui bahwa penambahan PET pada campuran aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal beton. Penggunaan Serat PET memberikan dampak yang positif sehingga dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya

*Kata kunci: AC Base, Aspal, Marshall, Plastik, PET*

### **PENDAHULUAN**

Dalam beberapa tahun terakhir, perkerasan jalan mengalami kerusakan yang lebih parah sebagai akibat dari peningkatan jumlah dan berat kendaraan yang melintas di jalan. Salah satu jenis kerusakan jalan yang paling umum adalah rutting yang berdampak nyata pada kinerja perkerasan jalan selama umur layanannya. Rutting didefinisikan sebagai akumulasi deformasi permanen perkerasan jalan yang terjadi di bawah beban yang diterapkan (Matthews, 1992; Balghunaim, 1988; Abdulshaf, 1988), dan dalam hal ini, lapisan aspal telah menunjukkan besarnya yang menonjol (Khodaii, 2009). Rutting tidak hanya mengurangi masa pakai campuran aspal, tetapi juga memengaruhi manuver dasar penanganan kendaraan secara negatif yang dapat mengancam nyawa penumpang (Fontes, 2010).

Berbagai faktor dapat mempengaruhi sifat rutting campuran aspal, termasuk: jenis dan gradasi agregat, jumlah rongga udara dalam campuran aspal, jenis dan jumlah kandungan pengikat, suhu lingkungan serta mode dan jumlah pembebanan yang diterapkan pada perkerasan jalan (Moghaddam, 2011; Baghaee, 2014; Radziszewski, 2007). Dilaporkan bahwa Stone Mastic Asphalt (SMA) merupakan campuran yang terdiri dari agregat kasar dan memberikan kontak batu-ke-batu antara agregat memiliki ketahanan yang jauh lebih baik terhadap kerusakan rutting dibandingkan dengan campuran gradasi padat konvensional (Scherocman, 1992; Brown, 1997). Selain itu, penggunaan butiran agregat yang berukuran besar, bersudut, bertekstur kasar serta bahan pengikat yang lebih kaku dapat meningkatkan ketahanan rutting campuran beraspal (Roberts, 1996). Temperatur lingkungan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi sifat rutting campuran beraspal dan hal ini disebabkan sifat aspal sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan (Baghaee, 2014).

Plastik digunakan dalam berbagai aplikasi. Beberapa barang plastik seperti botol plastik menjadi sampah hanya dalam waktu singkat setelah dibeli (Gaus dkk 2020). Setelah mengumpulkan plastik dari siklus pelanggan atau pabrik, daur ulang plastik adalah metode yang lebih disukai karena plastik dapat didaur ulang berkali-kali. Menurut survei Waste and Resources Action Programme (WRAP), kebanyakan

plastik yang dikumpulkan untuk didaur ulang dari aliran limbah rumah tangga adalah botol plastik. Sebagian besar botol terbuat dari Polyethylene Terephthalate (PET) yang diperkirakan rasionya 55-60% (wrap, 2007; Gaus dkk 2022).

PET dipilih dari pasar wadah minuman ringan atau botol plastik karena bahan ini tangguh (sehingga dapat menahan saat jatuh), murah, kejernihan, daya tahan, ketahanan bau yang sangat baik, dan permeabilitas rendah terhadap karbon dioksida (Gauss dkk, 2022). PET juga digunakan sebagai film kinerja tinggi seperti fotografi, pita magnetik, isolasi listrik dan laminasi film dekoratif (Strong, 2006). Kinerja PET sebagai pengganti agregat telah dilakukan dalam teknologi beton.

## TINJAUAN PUSTAKA

*Hot-Mix Asphalt* (HMA) adalah bahan perkerasan aspal yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Ini dikenal dengan banyak nama berbeda: HMA, beton aspal, campuran aspal, campuran bitumen, beton bitumen, dan banyak lainnya. Ini adalah kombinasi dari dua bahan utama agregat dan pengikat aspal. Agregat meliputi bahan kasar dan halus, biasanya kombinasi batu dan pasir dengan ukuran berbeda. Jumlah agregat kira-kira 95% dari total berat campuran. Mereka dicampur dengan sekitar 5% pengikat aspal untuk menghasilkan HMA. Berdasarkan volume, campuran HMA tipikal adalah sekitar 85% agregat, 10% pengikat aspal, dan 5% rongga udara. Aditif ditambahkan dalam jumlah kecil ke banyak campuran HMA untuk meningkatkan kinerja atau kemampuan kerjanya. Karena perkerasan aspal beton jauh lebih fleksibel daripada perkerasan beton semen Portland, perkerasan aspal beton kadang-kadang disebut perkerasan fleksibel. Perkerasan beton aspal adalah struktur rekayasa yang terdiri dari sekelompok lapisan bahan tertentu yang ditempatkan di atas tanah in-situ (Sub Grade).

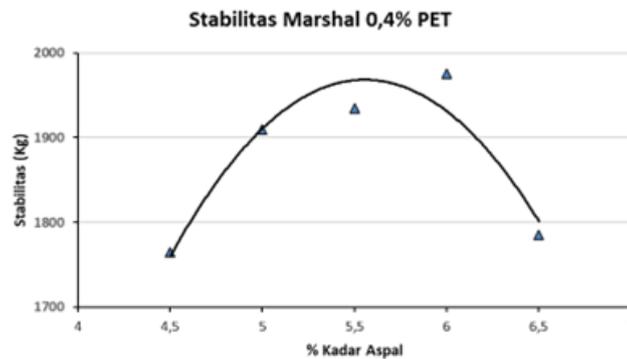
Agregat (atau agregat mineral) adalah bahan yang keras seperti pasir, kerikil, batu pecah, terak, atau debu batu. Agregat yang dipilih dan digradasi dengan benar dicampur dengan bahan pengikat aspal untuk membentuk perkerasan HMA. Agregat merupakan komponen pendukung beban utama perkerasan HMA. Pengikat aspal (bitumen) yang menyatukan agregat dalam HMA, merupakan residu berat yang tersisa setelah pemurnian minyak mentah. Pengikat aspal sebagian besar terdiri dari karbon dan hidrogen, dengan sejumlah kecil oksigen, belerang, dan beberapa logam. Sifat fisik pengikat aspal sangat bervariasi dengan rentang terhadap suhu. Pada temperatur tinggi, pengikat aspal adalah cairan dengan konsistensi rendah mirip dengan minyak. Pada suhu kamar sebagian besar pengikat aspal akan memiliki konsistensi karet lunak

## METODOLOGI

Penelitian ini didasarkan pada pengujian laboratorium sebagai prosedur utama untuk mencapai tujuan penelitian. Semua pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan dan perangkat yang tersedia di laboratorium Universitas Khairun. Pengujian laboratorium dibagi menjadi beberapa tahap, yang dimulai dengan evaluasi sifat-sifat bahan seperti agregat, bitumen, dan plastik. Analisis saringan dilakukan untuk setiap jenis agregat untuk mendapatkan gradasi ukuran agregat yang diikuti oleh pencampuran agregat untuk mendapatkan kurva gradasi jalur pengikat yang digunakan untuk menyiapkan campuran aspal. Setelah itu disiapkan campuran aspal dengan kadar aspal yang berbeda dan dilakukan uji marshal untuk mendapatkan kadar aspal yang optimum. Nilai aspal optimum digunakan untuk pembuatan campuran aspal yang dimodifikasi dengan persentase tertentu sampah plastik PET. Uji Marshal digunakan untuk mengevaluasi sifat-sifat campuran yang dimodifikasi ini (Gaus dkk, 2014). Metode Marshall digunakan untuk merancang campuran aspal panas, untuk menentukan kadar aspal optimum yang akan ditambahkan pada campuran agregat tertentu yang menghasilkan campuran yang memenuhi sifat kekuatan dan daya tahan yang diinginkan. Menurut metode desain Marsekal 75 pukulan standar yang ditetapkan sebagai (ASTM D 1559-89) sejumlah 15 sampel masing-masing dengan berat 1200 gram disiapkan menggunakan lima kandungan aspal yang berbeda (dari 4.5 – 6.5% dengan penambahan 0.5%). Tiga sampel digunakan untuk menyiapkan campuran aspal dengan kandungan bitumen yang bervariasi untuk mendapatkan nilai rata-rata Stabilitas Marshal, dan aliran. Sifat Marshall dari campuran aspal seperti stabilitas, flow, volume rongga dalam campuran (VIM), Marshall qountiont (MQ), volume rongga dalam mineral agregat (VMA) untuk berbagai kandungan aspal.

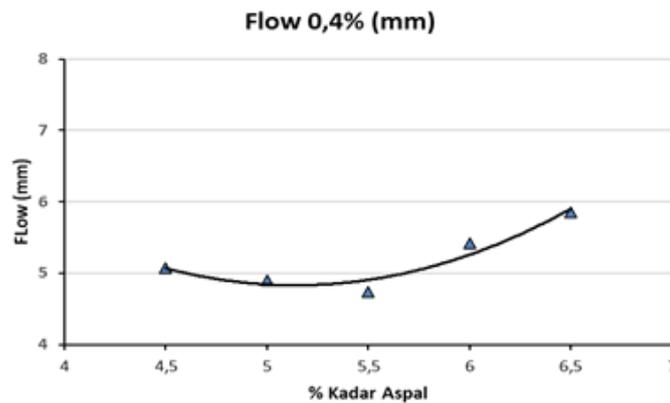
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan serat PET sebanyak 0.4%, nilai stabilitas marshall mencapai nilai maksimum pada kadar aspal 5.5% dengan nilai stabilitas marshall sebesar 1950 kg.



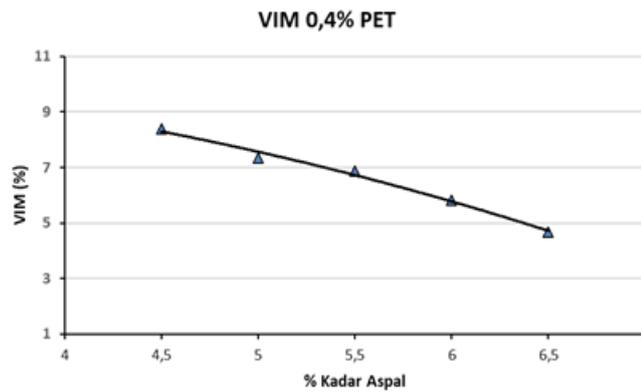
**Gambar 1.** Hubungan kadar aspal dengan nilai stabilitas

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai flow terendah terjadi pada kadar aspal 5.5%, pemberian PET pada campuran aspal memberikan memberikan nilai flow berada pada kisaran 4.7 mm hingga 5.85 mm. Spesifikasi mensyaratkan bahwa nilai flow campuran aspal AC Base berada pada kisaran 3-6 mm.



**Gambar 2.** Hubungan kadar aspal dengan nilai flow

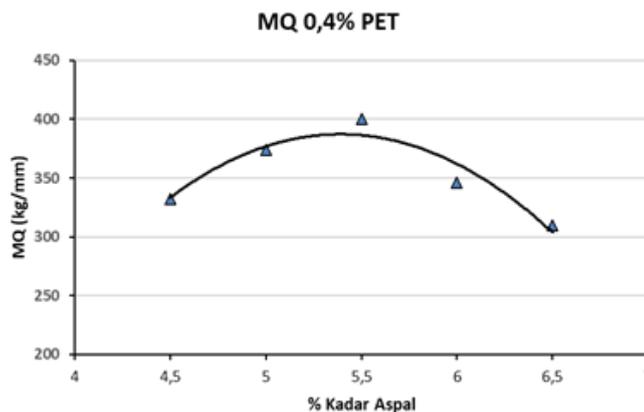
Gambar 3 menunjukkan nilai VIM yang cenderung mengalami penurunan yang sangat tinggi dengan adanya penambahan PET, nilai vim sangat terpengaruh dengan adanya penambahan lembaran PET dalam campuran aspal beton. Penambahan PET telah menurunkan nilai VIM melebihi dari yang disyaratkan, namun nilai VIM cenderung turun seiring dengan meningkatnya kadar aspal dalam campuran aspal.



**Gambar 3.** Hubungan kadar aspal dengan VIM

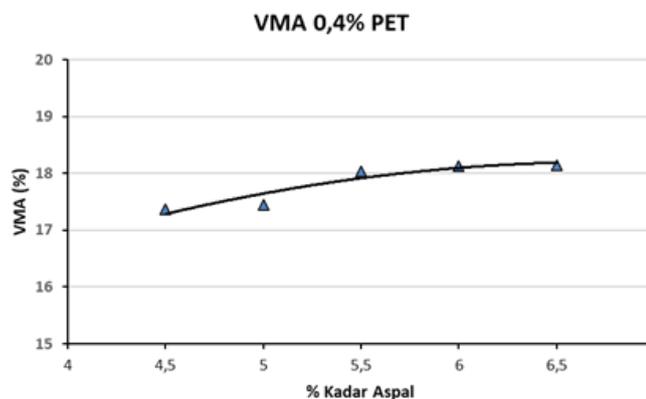
Untuk mempertahankan nilai VIM dalam campuran aspal diperlukan kadar aspal yang tinggi dalam campuran aspal. Nilai VIM dalam campuran tetap harus dikontrol karena menyangkut fleksibilitas dari campuran aspal, nilai VIM yang kecil akan memberikan dampak pada meningkatnya kekakuan campuran aspal menjadi lebih tinggi, Lembaran PET memberikan kontribusi pada cepatnya nilai VIM menurun.

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara nilai MQ dengan kadar aspal, semakin tinggi kadar aspal cenderung nilai MQ campuran aspal meningkat pada kadar aspal masih kurang dalam campuran aspal beton dengan kadar aspal 4.5% - 5.5% namun pada kadar aspal 6.0% MQ aspal mengalami penurunan begitu pula dengan aspal 6.5 yang lebih kecil lagi



**Gambar 4.** Hubungan kadar aspal dengan nilai MQ

Gambar 5. Menunjukkan rongga campuran yang terisi aspal akibat adanya penambahan serat PET sebesar 0.4% nilai VMA semakin bertambah besar seiring dengan meningkatnya nilai kadar aspal. ini mengindikasikan bahwa penambahan serat/lembaran PET dapat menghindarkan campuran aspal dari masalah durabilitas. Tingginya nilai VMA dapat menjadikan campuran aspal akan lebih tahan terhadap air sehingga mejadikan perkerasan lebih awet.



**Gambar 5.** Hubungan kadar aspal dengan nilai VMA

## KESIMPULAN

Penggunaan serat dari limbah plastik PET dalam campuran aspal AC-Base memberikan dampak positif pada aspal karakteristik marshall. Nilai stabilitas aspal terpenuhi dengan nilai 1950 kg, lebih dari dari persyaratan AC Base sebesar 1800 kg. Kekakuan juga masih memenuhi, pada semua variasi kadar aspal nilai MQ lebih besar dari 250 kg/mm.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Program Pascasarjana Universitas Khairun yang telah mendanai pelaksanaan penelitian ini melalui skim PKUPT Pascasarjana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulshafi A. 1998. Rutting-review of existing models and some application to Saudi Arabia. In: Proceedings of 3rd IRF middle east regional meeting, vol. 6, Riyadh, Saudi Arabia.
- Balghunaim F, Al-Dhubaib I, Khan S, Fatani M, Al-Abdulwahhab H, Babshait A. 1988. Pavement rutting in the Kingdom of Saudi Arabia: adiagnostic approach to the problem. In: Proceedings of 3rd IRF middle east regional meeting, vol. 6, Riyadh, Saudi Arabia.
- Baghaee Moghaddam T, Soltani M, Karim MR. 2014. Evaluation of permanent deformation characteristics of unmodified and Polyethylene Terephthalate modified asphalt mixtures using dynamic creep test. *J Mater*.
- Brown ER, Mallick RB, Haddock JE, Bukowski J. 1997. Performance of stone matrix asphalt (SMA) mixtures in the United States. National Center for Asphalt Technology.
- Fontes LPTL, Trichês G, Pais JC, Pereira PAA. 2010. Evaluating permanent deformation in asphalt rubber mixtures. *Constr Build Mater*.
- Gaus A., Raudha H. dan Seniyasmin. 2022. Pengaruh penggunaan limbah polyethylene terephthalate terhadap campuran aspal concrete binder course. *Teras Jurnal*, Vol 12, No.1, pp.131-140
- Gaus A., Tjaronge MW, Nur A., Djamaluddin R. 2014. Studi Karakteristik Marshall Campuran Aspal Concrete Bearing Coarse (AC BC) Yang Menggunakan Buton Granular Asphalt (BGA), *Prosiding FSTPT*, Vol 2. No.1
- Gaus A., Marsaoly N., Saputra M. T. Y. dan Udin I., 2020. Karakteristik Marshal Campuran Aspal Beton Menggunakan Limbah Plastik, *Journal of Science and Engineering*, Vol. 3., No. 2, pp. 19-24.
- Khodaii A, Mehrara A. 2009. Evaluation of permanent deformation of unmodified and SBS-modified asphalt mixtures using dynamic creep test. *Constr Build Mater*.
- Moghaddam TB, Karim MR, Mahrez A. 2011. A review on fatigue and rutting performance of asphalt mixes. *J Sci Res Essays*.
- Plastics: Materials and Processing. 2006. Pearson Prentice Hall, Third Edition.
- Radziszewski P. 2007. Modified asphalt mixtures resistance to permanent deformations. *J Civ Eng Manage*.
- Roberts FL, Kandhal PS, Brown ER, Lee D, Kennedy TW. 1996. Hot mix asphalt materials, mixture design and construction. 2nd ed. Lanham (MD): NAPA Education Foundation.
- Scherocman JA. Construction of SMA test sites in the US. 1992. AAPT meeting.
- Waste and Resources Action Programme (WRAP) Annual Local Authorities Plastics Collection Survey .2007.