



## EVALUASI KINERJA CAMPURAN BERASPAL DENGAN PENGGUNAAN MATERIAL DAUR ULANG DAN PEREMAJA BIO-ASPAL AMPAS TEBU

Indah Handayasari<sup>1\*</sup>, Leksmono S. Putranto<sup>2</sup>, Bambang Sugeng Subagio<sup>3</sup>, Najid<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara<sup>1</sup>

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung<sup>3</sup>

\*Corresponding Author, Email : indah.328212007@stu.untar.ac.id.

### ABSTRAK

*Indonesia sebagai negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat besar memberikan peluang untuk memanfaatkannya secara optimal. Salah satunya pemanfaatan tanaman serat yaitu tebu yang selama ini dimanfaatkan sebatas pada produk utamanya yaitu serat alamnya saja sedangkan biomassa sisa penyeratan yang mengandung lignin masih belum banyak dimanfaatkan. Kandungan lignin dalam tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pengikat campuran beraspal untuk menggantikan senyawa aromatik ringan yang pada material aspal daur ulang yang telah mengalami proses oksidasi. Penggunaan bahan peremaja bio-aspal dari ampas tebu yang mengandung lignin pada campuran beraspal dengan material ulang (Reclaimed Asphalt Pavement/RAP) memberikan pengaruh yang baik. Hal ini dapat ditinjau berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa potensi penggunaan bio-aspal ampas tebu sebagai bahan peremaja pada campuran beraspal dengan penggunaan material RAP cukup baik dalam pengembangan alternatif penggunaan bahan alami pada teknologi konstruksi perkerasan jalan.*

**Kata Kunci :** Material Daur Ulang, Bio-Aspal, Ampas Tebu

### ABSTRACT

*Indonesia, as a country with enormous natural resources, provides opportunities to utilize them optimally. One example is the utilization of fiber plants, namely sugar cane, which has so far been utilized only for its main product, namely natural fiber, while the remaining biomass fiber containing lignin is still not widely utilized. The lignin content in plants can be used as a raw material for asphalt mixture binders to replace light aromatic compounds in recycled asphalt materials that have undergone an oxidation process. The use of bio-asphalt rejuvenator materials from bagasse containing lignin in asphalt mixtures with recycled materials (Reclaimed Asphalt Pavement/RAP) has a positive effect. This can be seen based on test results showing that the potential for using bagasse bio-asphalt as a rejuvenator material in asphalt mixtures with the use of RAP materials is quite good in developing alternative uses of natural materials in road pavement construction technology.*

**Keywords :** Recycled Materials, Bio-asphalt, Sugarcane Bagasse

### PENDAHULUAN

Teknologi aspal daur ulang yang memanfaatkan material perkerasan lama (*Reclaimed Asphalt Pavement/RAP*) untuk digunakan kembali sebagai material pada perkerasan baru merupakan salah satu upaya dalam memenuhi kebutuhan material perkerasan jalan baik untuk kegiatan pembangunan maupun pemeliharaan jalan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap material baru sehingga dapat dilakukan penghematan energi dan mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Keuntungan lain penggunaan RAP yaitu dapat mempertahankan geometrik jalan dan struktur perkerasan lama (Lu et al., 2016). Akan tetapi, penggunaan material daur ulang sebagai bahan perkerasan jalan perlu

diperbaiki sifat dan gradasinya sebelum dipergunakan kembali, dikarenakan RAP merupakan bahan limbah yang diambil dari perkerasan jalan dengan komponen aspal yang sudah mengalami penuaan dan agregat yang juga sudah mengalami degradasi.

Penggunaan bahan peremaja dapat memperbaiki kinerja pada material aspal yang telah menua diakibatkan selama masa layanannya aspal telah teroksidasi dan mengalami kelelahan (Qiu et al., 2013). Bahan peremaja berfungsi untuk menggantikan senyawa aromatik ringan yang pada material RAP telah mengalami proses oksidasi atau penguapan (Nono, 2016). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap pemanfaatan *reclaimed asphalt pavement* untuk material perkerasan jalan memberikan hasil bahwa bio-aspal dengan kandungan lignin yang berfungsi sebagai bahan peremaja RAP mampu memperbaiki kinerja campuran beraspal (Sihombing AVR et al., 2018).

Tanaman serat memiliki potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai salah satu sumber lignin (Wu et al., 2021). Tanaman serat yang dikembangkan di Indonesia sampai dengan saat ini masih memanfaatkan produk utamanya yaitu serat alamnya saja sedangkan biomassa sisa penyeratan yang mengandung lignin tersebut masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal (Sugianto et al., 2020, F. Rahayu et al., 2019). Ampas tebu hasil sisa penyeratan pada proses produksi gula sebagian besar mengandung lignoselulose. Lignoselulosa merupakan bagian biomassa tanaman yang berpotensi untuk diproses menjadi produk tertentu, seperti bio-etanol, bio-gas, bio-oil maupun bio-arang. Lignin menyusun rantai dengan karbon terikat dan ikatan lainnya yang terdiri atas jaringan yang dihubungkan dengan polisakarida yang terdapat di dalam dinding sel dan memiliki potensi sebagai antioksidan. Kandungan lignin dalam tumbuhan berlignoselulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pengikat campuran beraspal (Cao et al., 2018, Brown, 2011, Gargulak dan Lebo, 1999). Sundstrom et al., (1983) menyatakan bahwa penggunaan lignin dapat memperbaiki kualitas pada aspal keras/padat (*asphalt cement*). Penelitian lain mengatakan bahwa penggunaan bio-aspal dapat meningkatkan kinerja campuran beraspal panas yang mengandung RAP (Elseifie, 2011).

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut memperlihatkan bahwa dengan penggunaan peremaja pada material daur ulang (RAP) dengan menggunakan berbagai jenis bahan alam memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kualitas aspal maupun campuran beraspal. Untuk itu dalam penelitian ini selain meninjau kinerja terhadap sifat dasar juga dimaksudkan untuk melakukan pendalaman ketahanan campuran beraspal AC-WC yang menggunakan RAP dengan bio-aspal ampas tebu sebagai peremaja terhadap rendaman air bertemperatur 60°C dengan perendaman standar selama 30 menit dan selama 1 x 24 jam sebelum diberikan pembebanan dengan parameter evaluasi karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan pengujian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium terhadap penggunaan bio-aspal ampas tebu sebagai bahan peremaja yang ditinjau berdasarkan karakteristik dan kinerja campuran dengan teknik pengambilan data melalui pengujian benda uji. Dimana pada penelitian menggunakan pendekatan dengan melakukan

langsung pengujian di laboratorium sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan menganalisa data hasil pengujian dengan kepustakaan yang relevan.

Adapun material yang digunakan yaitu aspal pen 60/70, bio-aspal residu proses destilasi dari bio-oil hasil pirolisis ampas tebu sebagai bahan permaja RAP pada gradasi campuran laston lapis AC-WC dengan campuran beraspal panas (*Hot Mix Asphalt*).



Gambar 1. Material dan Benda Uji Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan dengan menggunakan metode Marshall bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Perencanaan metode Marshall dengan cara menghitung perkiraan KAO (Pb) untuk campuran AC-WC. KAO diambil dari nilai tengah berdasarkan rentang kadar aspal dengan menggunakan *barchart*, dimana pemilihan rentang kadar aspal dipilih berdasarkan nilai maksimum dan minimum yang memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi parameter Marshall dan volimetrik campuran yaitu stabilitas, keelehan/flow, VIM, VMA, VFA, dan MQ.

Pada kondisi KAO diketahui bahwa perbandingan nilai stabilitas pada campuran AC-WC material RAP 20% dengan bio-aspal ampas tebu dan AC-WC material RAP 40% dan bio-aspal ampas tebu lebih tinggi dibandingkan dengan AC-WC material RAP 0% (Tanpa RAP). Hal tersebut dikarenakan penggunaan material RAP dan penambahan bio-aspal ampas tebu pada aspal membuat lapis perkerasan lebih kaku

Perbandingan hasil pengujian keelehan (*flow*) menunjukkan bahwa pada semua variasi campuran mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase penggunaan RAP. Hal ini dikarenakan sifat material RAP yang sudah rusak sifat elastisnya. Selain itu jika ditinjau berdasarkan nilai VIM (*Void in Mixture*) yang merupakan persentase volume rongga yang masih tersisa setelah campuran beraspal dipadatkan untuk memberikan ruang kepada aspal saat terjadinya pemadatan tambahan oleh beban lalu lintas dan peningkatan temperatur, menunjukkan nilai VIM menurun seiring dengan penambahan kadar aspal, namun pada semua variasi campuran tersebut menghasilkan nilai VIM memenuhi rentang nilai yang disyaratkan.

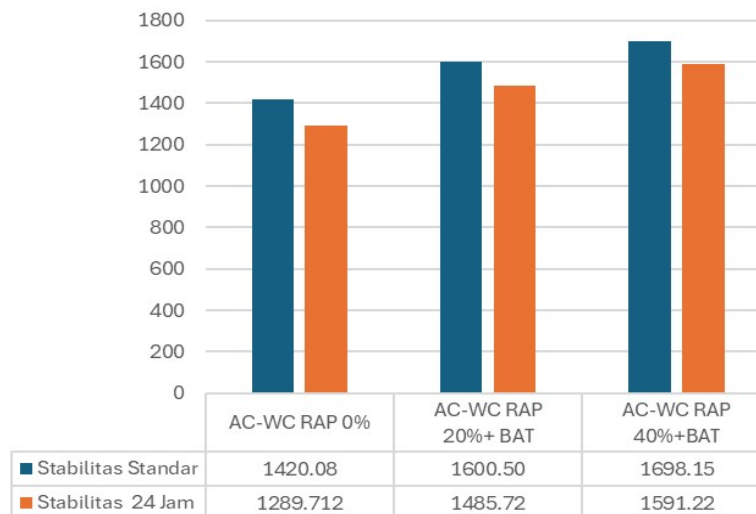
Jika ditinjau berdasarkan nilai VFA (*Void Filled wit Asphalt*) menunjukkan penurunan dengan bertambahnya penggunaan material RAP meskipun nilai yang didapatkan secara umum tidak jauh berbeda. berdasarkan nilai MQ (*Marshall Quetiont*) menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal. Kecenderungan kenaikan nilai MQ kemungkinan disebabkan aspal berfungsi sebagai perekat antar butiran agregat sehingga memperkuat *interlocking* agregat.



Gambar 2. Perbandingan Karakteristik Marshall Campuran Beraspal pada Kondisi KAO

Parameter pengujian perendaman Marshall dinyatakan dengan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) yang merupakan hasil perbandingan nilai stabilitas benda uji dalam kondisi KAO dengan perendaman selama 1 x 24 jam terhadap nilai stabilitas benda uji standar dengan perendaman 30 menit. Temperatur perendaman untuk kedua kondisi benda uji yaitu 60°C. Berdasarkan perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas perendaman 24 jam pada temperatur 60°C mengalami penurunan atau lebih rendah dibandingkan dengan nilai stabilitas perendaman pada kondisi perendaman selama 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh air dan temperatur terhadap terjadinya penurunan stabilitas campuran.

Berdasarkan uji perendaman Marshall diperoleh nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) didapatkan untuk variasi campuran AC-WC material RAP 0% sebesar 90,820%, variasi campuran AC-WC material RAP 20% dengan bio-aspal ampas tebu sebesar 92,828% dan AC-WC material RAP 40% dengan Bio-aspal ampas tebu sebesar 93,703%. Nilai IKS dari semua variasi campuran memenuhi persyaratan yaitu minimum sebesar 90% sesuai spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (revisi 2). Hal ini menunjukkan bahwa pada campuran dengan penggunaan material RAP dan bahan peremaja bio-aspal ampas tebu, nilai IKS yang diperoleh meningkat seiring dengan penambahan persentase material RAP dalam campuran. Campuran dengan penggunaan material RAP memiliki kelekatan antara agregat dan aspal yang lebih baik serta ketahanan yang baik terhadap pengaruh air dan temperatur sehingga campuran tidak rentan terjadi pengelupasan (*stripping*) dan lebih awet.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Stabilitas Perendaman Standar dan Perendaman 24 Jam Pada Setiap Variasi Campuran

## KESIMPULAN

Secara keseluruhan campuran AC-WC dengan penggunaan material RAP dan penambahan bio-aspal ampas tebu memiliki kinerja campuran yang lebih baik dibandingkan campuran konvensional (RAP 0%). Dari pengujian memberikan hasil bahwa campuran AC-WC dengan material RAP 40% dan peremaja bio-aspal ampas tebu memberikan kinerja paling tinggi. Pemanfaatan bio-aspal ampas tebu sebagai bahan peremaja pada campuran beraspal dengan penggunaan material RAP memiliki potensi yang cukup besar sebagai pengembangan alternatif penggunaan bahan alami pada teknologi konstruksi perkerasan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2020. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). Kementerian Pekerjaan Umum dan perumahan Rakyat. Direktorat Jendral Bina Marga : Jakarta.
- Brown, R.C. (2011). *Generation of Thermochemical Intermediates Suitable for Catalytic Upgrading*. Ames, Iowa state University, 1-8F. Rahayu, M. Murianingrum,
- Cao, L., Yu, I. K. M., Liu, Y., Ruan, X., Tsang, D. C. W., Hunt, A. J. 2018. *Lignin Valorization for the Production of Renewable Chemicals: State-Of-The-Art Review and Future Prospects*. *Bioresour. Technol.* 269, 465–475. doi:10.1016/j.biortech.2018.08.065
- Elseifi. (2011). *Characterization of HMA Mixtures Containing High Recycled Asphalt Pavement Content with Crumb Rubber Additives*. B.S.C.E. Louisiana State University. Baton Rouge, LA.
- Gargulak, J.D., S. E. Lebo. 1999. *Commercial Use of Lignin-derived Oligomers During The Fast Pyrolysis Of Lignin Woody Biomass*. *Energy & Fuels*. 22(3), 2022-2032.
- Lu, D. X., & Saleh, M. (2016). *Laboratory Evaluation Of Warm Mix Asphalt In Incorporating High RAP Proportion By Using Evotherm And Sylvaroad Additives*. *Construction Building Materials*. 114, 580-587.
- Nono. (2016). *Pengaruh Bahan Peremaja Terhadap Kinerja Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus Menggunakan Daur Ulang Perkerasan Beraspal (the Influence of Rejuvenator on Continuous Graded Hot Mixed Asphalt Performance Using Reclaimed Asphalt Pavement)*, p. 16.
- Qiu, J., Schlangen, E., van de Ven, M. F., & Shirazi, M. (2013). *Reintroducing The Intrinsic Self-Healing Properties In Reclaimed Asphalt by Rejuvenation*. *Proceeding of the 4th International Conference on Self-Healing Materials* (hal. 16-20). Ghent: Ghent University.
- Sihombing AVR, B. S. Subagio, E. S. Hariyadi. (2018). *Potensi Bioaspal Pada Bahan Daur Ulang Aspal dan Campuran Beraspal Hangat*. *Jurnal Transportasi*. Vol. 18 No. 1 April 2018: 59-66.

- Sundstrom, D. W., Klei, H.E., & Daubenspeck, T. H., (1983). *Use Of Byproducts Lignins As Extenders In Asphalt*. Industrial & Engineering Chemistry Product Research And Development, 22 (3), 496-500.
- Sugianto, M. F., Radityaningrum, A. D., (2020). *Kelayakan Kampas Rem Sepeda Motor Non Asbestos Dari Bahan Ampas Tebu (Bagasse)*. Jurnal Teknik WAKTU Volume 18 Nomor 01. Januari 2020. ISSN: 1412:1867.
- Wu, J., Liu, Q., Wang, C., Wu, W., Han, W. 2021. *Investigation of Lignin as an Alternative Extender of Bitumen for Asphalt Pavements*. J. Clean. Prod. 283, 124663. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124663.



*Jurnal Deformasi is licensed under  
a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*