

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV mengenai pemanfaatan limbah LDPE sebagai pengganti sebagian aspal dan abu bonggol jagung (ABJ) sebagai pengganti sebagian *Filler* pada campuran AC-WC, dapat ditarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Pengaruh kombinasi LDPE dan ABJ terhadap karakteristik *Marshall* campuran AC-WC. Substitusi limbah plastik LDPE (0%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat aspal) yang dikombinasikan dengan abu bonggol jagung (0%, 2%, 3%, dan 4% terhadap berat *Filler*) terbukti memberikan pengaruh yang nyata terhadap seluruh parameter *Marshall* campuran AC-WC. Secara umum, penambahan kadar LDPE cenderung menurunkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ) pada ketiga variasi ABJ, sebagai konsekuensi dari sifat termoplastik LDPE yang melunakkan matriks aspal dan melemahkan ikatan antar partikel campuran seiring bertambahnya proporsi yang disubstitusikan. Di sisi lain, pengaruh terhadap parameter volumetrik (VIM, VMA, VFA, dan *Density*) menunjukkan pola yang berbeda-beda bergantung pada kadar ABJ yang digunakan: pada ABJ 2%, seluruh parameter volumetrik cenderung memburuk secara konsisten seiring naiknya kadar LDPE; sedangkan pada ABJ 3% dan terutama ABJ 4%, peningkatan proporsi abu bonggol jagung terbukti lebih efektif berperan sebagai pengisi (*Filler*) yang mampu menekan pembentukan rongga antarbutir agregat, sehingga sebagian parameter volumetrik pada kadar LDPE rendah justru mengalami perbaikan dibandingkan campuran normal.
2. Perubahan nilai parameter *Marshall* akibat penggunaan kombinasi LDPE dan ABJ. Nilai stabilitas campuran normal sebesar 1.838,89 kg mengalami penurunan pada seluruh variasi pengujian, yaitu menjadi 1.207,32–1.086,95 kg pada ABJ 2%, 1.341,47–1.177,35 kg pada ABJ 3%, dan 1.463,82–1.213,63 kg pada ABJ 4% seiring bertambahnya kadar LDPE dari 3% hingga 5%, namun seluruhnya tetap jauh di atas batas minimum 800 kg. Nilai VIM yang semula 4,05% mengalami kenaikan signifikan hingga 6,89% pada ABJ 2% + LDPE 5% dan 5,11% pada ABJ 3% + LDPE 5% yang keduanya melampaui batas maksimum 5%, sementara pada ABJ 4% nilai VIM tertinggi hanya mencapai 4,72% dan tetap berada dalam rentang aman. Nilai VMA menunjukkan tren meningkat tajam pada ABJ 2% (hingga 19,12%), meningkat

moderat pada ABJ 3% (hingga 17,70%), namun justru menurun pada ABJ 4% (hingga 15,40% yang mendekati batas minimum 15%). Nilai VFA cenderung menurun pada kadar LDPE tinggi di seluruh variasi, dengan titik terendah 65,49% pada ABJ 2% + LDPE 5% yang hampir menyentuh batas minimum 65%, sedangkan ABJ 3% dan ABJ 4% mempertahankan nilai VFA yang lebih tinggi (71,88% dan 73,08%) pada kadar LDPE yang sama. Nilai *Flow* meningkat dari 2,26 mm pada campuran normal menjadi 2,63–2,91 mm pada kadar LDPE 5% di ketiga variasi, sementara nilai MQ menurun dari 818,76 kg/mm menjadi berkisar 374,25–467,27 kg/mm pada kadar LDPE 5%. Meskipun mengalami perubahan yang bervariasi, seluruh nilai stabilitas, *Flow*, VFA, dan MQ pada ketiga variasi ABJ tetap memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi II Divisi 6), sedangkan parameter VIM menjadi satu-satunya parameter yang tidak terpenuhi pada kadar LDPE tertinggi di variasi ABJ 2% dan ABJ 3%.

3. Kombinasi kadar optimum yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Penentuan Kadar Penambahan Optimum (KPO) pada masing-masing variasi menghasilkan angka 4,2% LDPE untuk ABJ 2%, 4,8% LDPE untuk ABJ 3%, dan 5% LDPE untuk ABJ 4%. Batasan pada dua variasi pertama (ABJ 2% dan ABJ 3%) ditentukan oleh nilai VIM yang melampaui ambang maksimum pada kadar LDPE tertinggi, sedangkan pada ABJ 4% seluruh parameter masih terpenuhi hingga kadar LDPE 5% yang juga merupakan kadar tertinggi yang diujikan dalam penelitian ini. Atas dasar itu, kombinasi ABJ 4% dan LDPE 5% dinilai sebagai kombinasi paling optimal karena menghasilkan karakteristik *Marshall* terbaik sekaligus mampu menyerap proporsi limbah tertinggi di antara seluruh variasi yang diteliti, sehingga direkomendasikan sebagai substitusi paling ideal baik dari sisi kinerja campuran maupun pemanfaatan limbah, dengan tetap berpedoman pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi II Divisi 6). Keberhasilan ini juga terlihat jelas secara kuantitatif: pada kombinasi ABJ 4% + LDPE 5%, nilai stabilitas (1.213,63 kg) berada 51,7% di atas syarat minimum 800 kg, nilai *Marshall Quotient* (467,27 kg/mm) berada 86,9% di atas syarat minimum 250 kg/mm, dan nilai VFA (73,08%) berada 12,4% di atas syarat minimum 65%, sementara VIM (4,72%) dan VMA (15,40%) tetap berada dalam rentang yang disyaratkan. Capaian ini membuktikan bahwa limbah plastik LDPE dan abu bonggol jagung berhasil dimanfaatkan sebagai bahan substitusi tanpa mengorbankan kinerja struktural campuran *AC WC*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi kadar ABJ di atas 4% dan kadar LDPE di atas 5%, mengingat pada penelitian ini campuran ABJ 4% belum menunjukkan titik jenuh atau batas pelanggaran spesifikasi hingga kadar LDPE tertinggi yang diujikan, sehingga kombinasi yang lebih optimal masih berpotensi untuk ditemukan pada rentang kadar yang lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan pengujian tambahan terkait durabilitas, ketahanan terhadap rendaman (*immersion test*), serta ketahanan campuran terhadap beban lalu lintas berulang dan kondisi cuaca ekstrem dalam jangka panjang, mengingat penelitian ini hanya membatasi evaluasi pada karakteristik volumetrik dan mekanis melalui metode *Marshall* standar.
3. Perlu dilakukan kajian mengenai aspek ekonomi dan kelayakan penerapan campuran AC-WC bermodifikasi LDPE dan ABJ ini dalam skala produksi yang lebih besar, sebagai bahan pertimbangan bagi penerapannya di lapangan oleh instansi maupun kontraktor pekerjaan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, A. S., Rizqi, A. N., Susanti, R., & Nurdiana, A. (2024a). Pengaruh Penggunaan Plastik *LDPE* (*Low Density Polyethylene*) Sebagai Substitusi Aspal dan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi *Filler* pada Campuran LASTON AC-WC. *Jurnal Sipil Dan Arsitektur*, 2(4), 34–50. <https://doi.org/10.14710/pilars.2.4.2024.34-50>
- Alfin Adji Saputra, & Widayanti, A. (2024). Analisis Kerusakan dan Penentuan Perbaikan Jalan Menggunakan Software pada Jalan Provinsi Link. 162 di Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 2(3), 267–280. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n3.p267-280>
- Angka, A. B., Erdiansa, A., Tunru, A. U., & Syukur, S. (2024). Studi Penggunaan Bonggol Jagung (*Fru mentum Cobs*) Sebagai *Filler* Terhadap Karakteristik AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course). *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 4(1), 36–45. <https://doi.org/10.31963/jacee.v4i1.4673>
- Apriansyah, S., Efendy, A., & hidayati, N. (2025). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Sandubaya Kota Mataram Menggunakan Metode MDPJ 2024. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(4), 4124–4135. <https://doi.org/10.31004/INNOVATIVE.V5I4.20897>
- Aprianti, E., Shafigh, P., Bahri, S., & Farahani, J. N. (2015). Supplementary cementitious materials origin from agricultural wastes—A review. *Construction and Building Materials*, 74, 176–187.
- Arjuna Sanda Sau'langi, Alpius, & Herman Welem Tanje. (2021). Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi *Filler* Untuk Campuran AC-WC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(4), 587–594. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i4.338>
- ASTM. (t.t.). Standard Terminology Relating to Materials for Roads and Pavements. American Society for Testing and Materials.
- Azzahra, R., Della, R. H., Kadarsa, E., & Hastuti, Y. (2024). EVALUASI KINERJA CAMPURAN ASPAL DENGAN LIMBAH BETON DAN GILSONITE. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(4), 267–276. <https://doi.org/10.24002/jts.v17i4.9760>
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). SNI 03-4804-1998: Metode Pengujian Berat Isi Agregat. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 2417:2008: Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 2434:2011: Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball). Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 2441:2011: Cara Uji Berat Jenis Aspal. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 2456:2011: Cara Uji Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI ASTM C136:2012: Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar. Jakarta: BSN.

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1969:2016: Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1970:2016 – Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 2489:2018: Metode Uji Stabilitas dan Pelelehan Campuran Beraspal Panas dengan Menggunakan Alat *Marshall*. Jakarta: BSN.
- Harry Wisnu, B., & Rachman, R. (2022). *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ) e-ISSN x Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar Volume 4 Issue 4, Desember 2022 Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Bahan Tambah Abu Tongkol Jagung*. 4(4), 610–619.
- Hartopo, I. S., Manurung, E. H., & Prajoko, A. (2023). ANALISA PERKERASAN JALAN FLEXIBEL PAVEMENT DENGAN METODE CEMENT TREATED BASE (CTB) MIX INSITU (STUDI KASUS: JALAN SUMMARECON BOGOR. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(10), 4149–4155.
<https://doi.org/10.55681/sentri.v2i10.1654>
- Ichsan, I., Olii, A., Hidayat, A. S., & Parwati, P. (2024). Penggunaan Abu Bonggol Jagung Sebagai Pengganti *Filler* Dalam Komposisi Campuran Aspal AC-WC. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 3017–3027.
<https://doi.org/10.31004/INNOVATIVE.V4I6.16080>
- Iqbal, I., Sukowati, D. G., Rusmin, M., Desembardi, F., & Sasim, K. P. (2024). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik *LDPE* Terhadap Karakteristik Laston AC-WC Dengan Metode *Marshall*: The Influence of *LDPE* Plastic Waste Utilization on the Characteristics of AC-WC Mixture Using the *Marshall* Method. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 6(2), 216–221.
<https://doi.org/10.26740/proteksi.v6n2.p216-221>
- Jihad, A., & Kadir, H. (2022). ANALISIS PENGARUH VARIASI UKURAN BUTIRAN AGREGAT KASAR TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BETON. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (Online)*, 3(3), 1423–1432. <https://ojs.cahayamandalika.com/index.php/jcm/article/view/2784>
- Jimmyanto, H., Bazar, Reskita, L. L., & Ramadhani. (2025). Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Stabilitas Campuran Aspal AC-BC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 7(3), 362–369. <https://doi.org/10.52722/GJKHFG49>
- Jultrisno Rusman, H., Basiri, S., & Citra Sari, E. (2024). PENGUJIAN KUALITAS ASPAL HOT MIX MELALUI SELISIH PENURUNAN SUHU PRODUKSI INSTALASI ASPHALT MIXING PLANT (AMP) PT. SARANA MUKTI PUTRA SEJATI. *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, 10(1), 16–25.
<https://doi.org/10.22487/JSTT.V10I1.577>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Karakteristik, S. K., Daktilitas, N., Gilang Pratama, N., & Haratama, R. (2024). Studi Komparasi Karakteristik dan Nilai Daktilitas Aspal Modifikasi Pg 70 dengan Aspal Pertamina Penetrasi 60/70. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*,

2(2), 183–189. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n2.p183-189>

- Ketut, N., Erawati, A., Ariawan, P., Komang, I., Ariana, A., & Budiarnaya, P. (2025). Penambahan Semen Sebagai *Filler* Pada Campuran AC WC Pada Kadar Aspal Optimum Untuk Meningkatkan Stabilitas. *Journal of Mandalika Literature*, 6(3), 973–988. <https://doi.org/10.36312/JML.V6I3.5300>
- Kumalawati, A., Nara, F., Sipil, J. N.-J. T., & 2024, undefined. (2024). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus Dengan Metode Bina Marga 2017. *Sipil.Ejournal.Web.IdA Kumalawati, FS Nara, JK NasjonoJurnal Teknik Sipil, 2024*•*sipil.Ejournal.Web.Id*, 13(1). <https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/download/839/407>
- Limbah, P. A., Jagung..., B., Alzahri, S., & Firnando, F. (2024). *Use of Corn Cob Waste Ash As a Filler in Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. 12, 8–20.
- Nadhifah, N., & Mahardi, P. (2025). Kinerja Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC – WC) Dengan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Sebagai Agregat Halus dan *Filler* Abu Batu. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 3(2), 140–155. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v3n2.p140-155>
- Novarini, N., Kurniawan, S., Rusdianasari, & Bow, Y. (2021). Kajian Karakteristik dan Energi pada Pirolisis Limbah Plastik *Low Density Polyethylene (LDPE)*. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 5(1), 61–68.
- Nurmawati, Y., & Wibisono, R. E. (2024). Analisis Kerusakan Jalan Dengan Metode Bina Marga (Studi Kasus : Jalan Bajulan – Kaligunting, Caruban, Kabupaten Madiun STA 0+000 – STA 1+000). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 2(1), 69–80. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n1.p69-80>
- Pada, M., & Laston, C. (2023). *Analisis Substitusi Limbah Plastik (LDPE) terhadap Karakteristik*. 05(2), 334–347.
- Pribadi, G., Indriasari, & Rahman, R. L. (2023). Analisis Substitusi Limbah Plastik (*LDPE*) terhadap Karakteristik. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 05(2), 334–347.
- Ramadhonal, R., Putri, E. E., & Yosritzal. (2025). Analisis Fungsi Jalan Kabupaten Lima Puluh Kota. *MEDIA KONSTRUKSI*, 10(3), 397–405. <https://doi.org/10.33772/jmk.v10i3.197>
- Sukowati, D. G., Rusmin, M., & Desembardi, F. (2024). *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Metode Marshall The Influence of LDPE Plastic Waste Utilization on the Characteristics of AC- WC Mixture Using the Marshall Method*. 2, 216–221.
- sumiati, sumiati, Hakiki, R., & Person, R. P. (2024). THE IMPACT OF UTILIZING SOLID NATURAL RUBBER ASPHALT IN LASTON AC-WC ON EXTREME WEATHER CONDITIONS. *Jurnal Jalan Jembatan*, 41(2), 83–93. <https://doi.org/10.58499/jatan.v41i2.1291>
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)*, 1(1), 32–37.
- Susanti, E. D., Rifqi, M. G., Shofi’ul Amin, M., Sipil, J. T., & Banyuwangi, P. N.

- (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* Terhadap Karakteristik Campuran Laston *AC-WC*. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(2), 7–13. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i2.67>
- Ule, D. G. R., Abani, G. A., & Fernandez, W. R. (2025). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2024 Ruas Jalan Krian – Batas Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 4(3), 1884–1888. <https://doi.org/10.38035/jim.v4i3.1270>