

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian, limbah ampas tahu (AT) yang telah dikeringkan dan dihaluskan memiliki tekstur halus dan berat jenis ringan sehingga berpotensi sebagai substitusi *filler* pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) karena mampu mengisi rongga dan meningkatkan kepadatan. Plastik *Polystyrene* (PS) yang bersifat termoplastik dapat meleleh saat pencampuran dan menyatu dengan aspal sehingga meningkatkan kekakuan dan daya ikat. Secara umum, kedua limbah tersebut layak dimanfaatkan sebagai material alternatif pada campuran perkerasan lentur skala laboratorium.
2. Hasil uji Marshall menunjukkan bahwa variasi substitusi AT dan penambahan PS mempengaruhi stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC). Pada kadar tertentu, stabilitas dan MQ meningkat sehingga campuran lebih kaku dan tahan deformasi, sementara *flow* serta parameter volumetrik masih memenuhi spesifikasi. Hal ini menunjukkan AT dan PS dapat meningkatkan kinerja mekanis campuran jika digunakan dalam proporsi yang tepat.
3. Berdasarkan analisis seluruh parameter *Marshall* dan penentuan Kadar Penambahan Optimum (KPO), diperoleh bahwa variasi optimum substitusi ampas tahu (AT) dan penambahan plastik *Polystyrene* (PS) yang memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi ditinjau dari stabilitas minimum, *flow* sesuai batas, serta nilai VIM, VMA, dan VFA dalam rentang standar terjadi pada kombinasi AT 6% dan PS 4% pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC). Meskipun nilai *Marshall Quotient* (MQ) meningkat secara linear hingga mencapai 2849,17 kg/mm, pada kondisi paling seimbang secara teknis diperoleh pada PS 4% karena nilai VMA telah melampaui batas minimum spesifikasi dan VFA berada dalam zona aman, dengan nilai KPO sebesar 4% yang menunjukkan rongga antar agregat terisi aspal secara optimal tanpa menyebabkan campuran terlalu kaku maupun terlalu plastis. Dengan demikian, variasi AT 6% dan PS 4% dinyatakan sebagai kombinasi paling optimum karena menghasilkan keseimbangan antara kekuatan, kekakuan, dan fleksibilitas, sehingga layak

digunakan sebagai alternatif campuran AC-WC di laboratorium serta berpotensi mendukung inovasi material perkerasan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan pengolahan limbah ampas tahu yang lebih terkontrol, terutama pada proses pengeringan dan penghalusan agar kadar air benar-benar rendah dan ukuran butir lebih seragam sehingga dapat meningkatkan konsistensi hasil sebagai substitusi *filler* pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC–WC).
2. Untuk memperoleh hasil karakteristik *Marshall* yang lebih komprehensif, penelitian selanjutnya disarankan tidak hanya menggunakan pengujian *Marshall*, tetapi juga menambahkan uji kinerja lain seperti uji ketahanan terhadap deformasi (*rutting*), kelelahan (*fatigue*), dan durabilitas jangka panjang agar performa campuran dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan analisis aspek ekonomi dan lingkungan guna mengetahui efisiensi biaya serta kontribusi nyata terhadap pengurangan limbah, sehingga pemanfaatan AT dan PS pada campuran AC-WC tidak hanya layak secara teknis tetapi juga berkelanjutan secara praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F., Ali, S., Fauzi, A., Padilah, I., Padang, P. N., Manis, L., & Barat, S. (2022). *Kinerja Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Menggunakan Aspal Modifikasi Dengan Limbah Plastik Latar Belakang yang dipadatkan di atas tanah dasar supaya lalu lintas dapat berjalan dengan lancar Kelelehan (Flow), VIM , VMA , MQ dan Stabilitas Marshall sisa . Adapun untuk ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi permanen karena stabilitas dan. 12(1), 267–280.*
- Agustian, K., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2017). *DAMPAK SUBSTITUSI POLYSTYRENE (PS) KE DALAM ASPAL PENETRASI 60 / 70 DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI. 6, 171–182.*
- Ahmad, K. A., & Yunaefi, I. (2021). *Karkteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Limbah Abu Terbang BATUBARA. 2, 51–57.*
- Anas, M. A. (2021). *Analisis Peningkatan Jalan Pada Ruas Jalan Maliran – Sumber. 1(1), 8–12.*
- Arief. (2020). *PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TAHU SEBAGAI SUBTITUSI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC.*
- Auryn maida, L. (2024). *Tugas akhir analisa aspal wearing course (ac-wc) modifikasi dengan bahan tambah fly ash (substitusi abu batu) dan tanah (substitusi pasir).*
- Basyaruddin, M. hadid. (2021). *GUNA PERBAIKAN JALAN PERUMAHAN GRIYA SAKINAH ASRI. 2(1), 1–9.*
- Denia dkk, S. (2022). *Langkah nyata inisiatif ekonomi sirkular di indonesia.*
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 (Revisi 2) Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, Revisi 2, 1–1036.*
- Fahira, E., & Riyadsyah, T. (2023). *PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK STYROFOAM TERHADAP PARAMETER MARSHALL DAN DURABILITAS BETON ASPAL AC – WC.*
- Ichsan, I., Olii, A., & Hidayat, A. S. (2024). *Penggunaan Abu Bonggol Jagung Sebagai Pengganti Filler Dalam Komposisi Campuran Aspal AC-WC. 4, 3017–3027.*

- Iroth, A. K., & Sila, A. A. (2023). “ *Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)*” *ANALISA KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK POLISTYREN (PS)*. 320–326.
- Jenderal, D., & Marga, B. (2020). *Spesifikasi umum 2018. Revisi 2*.
- Junaedi, H., Rambe, M. R., & Pakpahan, A. (2023). *Perbandingan Agregat Kasar Dan Agregat Halus Dikecamatan Arse*. 6(April), 54–62.
- Loasari, S. J. (2022). *METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PENGASPALAN CAMPURAN BERASPAL PANAS AC – BASE (ASPHALT CONCRETE BASE)*.
- Maulana, A., Amaliah, M., & Utami, R. (2020). *Pemanfaatan Limbah Beton Sisa Pengujian Sebagai Substitusi Agregat Pada Campuran AC-WC*. 22(1), 87–95.
- Maulana, M. D. (2023). *Analisis pemanfaatan limbah arang kayu sebagai bahan tambah filler pada perkerasan aspal (ac-wc) skripsi*.
- Moh Alkam, Frice, F. (2023). *TINJAUANKARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPHALT CONCRATE WEARING COURSE (AC-WC) MENGGUNAKAN LIMBAH PLASTIK POLY ETHYLENE THEREPHTHALATE (PET)*. 3(1), 1–9.
<https://doi.org/10.37905/jc.v3i1.68>
- Muhammad, A. (2022). *PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP KUAT TARIK CAMPURAN AC-BC*.
- Nizar, M., Putra, A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., Bella, B. C., Hariyadi, A. G., Fadhila, D. S., Akrom, S., Abiyyu, A., Rini, R., & Firdausi, K. (2025). *Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta , Indonesia. di*.
- Nurmaidah. (2022). *Penambahan kapur pada tanah lempung untuk perkerasan jalan raya*. 6(September), 148–158.
- Rahma, P. D., Malo, Y. S., Sipil, J. T., Teknik, F., Tunggadewi, U. T., Warna, J. T., Malang, K., & Timur, J. (2023). *PENGARUH PENGGUNAAN BIJI PLASTIK JENIS PS (POLYSTYRENE)*. 8(2).

- Rahmat Tisnawan, Rizki Ramadhan, M Yazid, E. M. (2025). *Analisis Karakteristik Marshall dari Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) dengan Penambahan Limbah Styrofoam (Polystyrene) pada Aspal Penetrasi 60/70*. 4(1).
- Risky, M. (2021). *Penerapan Teknologi Membran*. 10(2), 7.
- Rizky, M., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Barat, S. (2024). *ANALISIS PENGARUH KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC MENGGUNAKAN ABU BATOK KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI FILLER* Disusun.
- Suharyanto. (2020). *PELATIHAN PENGOLAHAN LIMBAH PADAT TAHU MENJADI BAHAN PANGAN BAGI MASYARAKAT DESA JENTERA KABUPATEN LANGKAT*.
- Sulfanita, A.-. (2023). Analisis Pemanfaatan Plastik Polystyrene (PS) senagai Bahan Tambahan Aspal AC-WC dan AC-BC dengan Metode Marshall. *Jurnal Sipil Sains*, 13(1), 91–95. <https://doi.org/10.33387/sipilsains.v13i1.5792>
- Telehala, A. (2023). *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. 3, 139–152.
- Tola, M. (2022). *KARAKTERISTIK CAMPURAN LAPISAN ASPAL BETON AC-BC DENGAN MEMANFAATKAN ASPAL BUTON LAWELE PADA BITUMEN*.