

**PENGEMBANGAN BATAS KOMPOSISI GRADASI OPTIMUM
UNTUK CAMPURAN AC-WC BERBASIS ASPAL KARET
MELALUI PENDEKATAN KINERJA MARSHALL, WHEEL
TRACKING, DAN MODULUS RESILIEN**

DISERTASI

Oleh:

OPUKENIGARA
NIM. 2130922011



PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK SIPIL

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2026**

**PENGEMBANGAN BATAS KOMPOSISI GRADASI OPTIMUM
UNTUK CAMPURAN AC-WC BERBASIS ASPAL KARET
MELALUI PENDEKATAN KINERJA MARSHALL, WHEEL
TRACKING, DAN MODULUS RESILIEN**

DISERTASI

Oleh:

OPUKENIGARA
NIM. 2130922011

Promotor:

PROF. IR. ELSA EKA PUTRI, S.T., M.SC(ENG), PH.D
IR. BAYU MARTANTO ADJI, S.T., M.T., Ph.D
PROF. DR. IR. ABDUL HAKAM, M.T



PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK SIPIL

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2026**

**PENGEMBANGAN BATAS KOMPOSISI GRADASI OPTIMUM
UNTUK CAMPURAN AC-WC BERBASIS ASPAL KARET
MELALUI PENDEKATAN KINERJA MARSHALL, WHEEL
TRACKING, DAN MODULUS RESILIEN**

Oleh:

OPUKENIGARA
NIM. 2130922011

DISERTASI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Program Strata-3 pada Program Studi Doktor Teknik Sipil,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas**



**PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2026**

ABSTRAK

Kerusakan dini pada struktur perkerasan jalan masih menjadi permasalahan utama di Indonesia, khususnya pada ruas jalan nasional di Provinsi Sumatera Barat yang menghadapi peningkatan beban lalu lintas serta tingginya penggunaan kendaraan bermuatan berlebih dan berdimensi tidak sesuai. Kondisi tersebut mempercepat terjadinya rutting, retak dini, dan penurunan struktural, sehingga diperlukan material perkerasan yang lebih tangguh dan adaptif terhadap beban lalu lintas berat dan iklim tropis. Aspal karet merupakan salah satu alternatif material yang berpotensi meningkatkan elastisitas, ketahanan terhadap deformasi, serta durabilitas campuran aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC) berbasis aspal karet serta mengembangkan batas Komposisi Gradasi optimum yang mampu meningkatkan durabilitas perkerasan jalan. Penelitian ini mengisi celah kajian sebelumnya yang belum mengintegrasikan evaluasi performa AC-WC beraspal karet dengan rekomendasi batas Komposisi Gradasi untuk penyempurnaan spesifikasi nasional. Aspal karet diproduksi dengan menambahkan 7% karet alam SIR-20 ke dalam aspal penetrasi 60/70. Sebanyak 300 benda uji disiapkan dengan menggunakan variasi kadar aspal (5,0%–7,0%) dan enam kombinasi Komposisi Gradasi agregat. Pengujian meliputi karakteristik fisik aspal karet, sifat agregat, parameter Marshall, stabilitas dinamis melalui Wheel Tracking, serta Modulus Resilien menggunakan Repeated Load Indirect Tensile Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspal karet memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2, dan beberapa parameter melampauinya. Campuran optimum diperoleh pada kadar aspal 6,5% dengan komposisi Gradasi B (19% agregat kasar, 29% sedang, 50% halus, 2% semen), menghasilkan stabilitas Marshall 1.155,32 kg, Modulus Resilien 2.178 MPa, VMA 16,07%, VIM 4,86%, VFB 68,89%, dan Flow 3,38 mm. Pengujian Wheel Tracking menunjukkan deformasi 2,14 mm pada 3.150 lintasan pada suhu 60°C, yang menandakan ketahanan rutting yang baik. Analisis seluruh variasi Komposisi Gradasi menunjukkan bahwa proporsi fraksi agregat sedang dan halus memiliki pengaruh dominan terhadap interlocking dan keseimbangan volumetrik. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengusulkan penyempurnaan batas amplop Komposisi Gradasi, khususnya pada saringan $\frac{1}{2}$ ", #8, dan #16. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa (1) evaluasi komprehensif kinerja AC-WC berbasis aspal karet, (2) identifikasi kombinasi optimum kadar aspal–Komposisi Gradasi agregat, dan (3) rekomendasi batas Komposisi Gradasi serta parameter volumetrik untuk mendukung pengembangan spesifikasi Bina Marga

Kata kunci: Aspal Karet; AC-WC; Komposisi Gradasi Agregat; Kinerja Perkerasan; Modulus Resilien

ABSTRACT

Premature deterioration of pavement structures remains a persistent challenge in Indonesia, particularly on national roads in West Sumatra Province, where increasing traffic loads and the widespread use of overloaded and over-dimension vehicles accelerate rutting, cracking, and structural failures. These conditions highlight the need for pavement materials that are more resilient and adaptive under heavy traffic and tropical conditions. Natural rubber-modified asphalt has emerged as a promising alternative due to its improved elasticity and resistance to permanent deformation. This dissertation aims to evaluate the performance of Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) using rubberised asphalt and to develop optimum aggregate gradation limits that enhance pavement durability. The research addresses a gap in existing studies, which have rarely linked performance evaluation of rubberised AC-WC with gradation boundary recommendations for national specifications. Rubberised asphalt was produced by incorporating 7% SIR-20 natural rubber into 60/70 penetration asphalt. A total of 300 specimens were prepared using various asphalt contents (5.0%–7.0%) and six aggregate gradation combinations. Laboratory testing included physical characterisation of rubberised asphalt, aggregate properties, Marshall parameters, dynamic stability using wheel-tracking, and resilient modulus via repeated-load indirect tensile testing. The results showed that the rubber asphalt met, and in several parameters exceeded, the Bina Marga 2018 Revision 2 specifications. The optimum mixture was obtained at 6.5% asphalt content with Gradation B (19% coarse aggregate, 29% medium, 50% fine, 2% cement), resulting in Marshall stability of 1,155.32 kg, resilient modulus of 2,178 MPa, VMA of 16.07%, VIM of 4.86%, VFB of 68.89%, and flow of 3.38 mm. Wheel-tracking tests showed a deformation of 2.14 mm over 3,150 passes at 60°C, indicating excellent rutting resistance. Analysis across all gradations shows that medium and fine fractions significantly influence interlocking behaviour and volumetric balance. Based on these findings, refinements are proposed to the aggregate gradation envelope, particularly for the $\frac{1}{2}$ ", #8, and #16 sieves. This dissertation contributes (1) a comprehensive evaluation of rubberised AC-WC performance, (2) identification of optimum binder-grading combinations, and (3) development of gradation and volumetric recommendations that may support future enhancement of Bina Marga specifications.

Key Word: Asphalt Rubber; AC-WC; Aggregate Gradation; Pavement Performance; Resilient Modulus.