

## INTISARI

Permasalahan kerusakan jalan beraspal di Indonesia kerap dipengaruhi oleh tingginya beban lalu lintas, suhu permukaan jalan yang fluktuatif, serta tingginya kadar air yang mempercepat terjadinya retak dan deformasi. Pemanfaatan karet ban bekas atau *crumb rubber* yang dibuat menjadi *nano* sebagai bahan aditif dapat menjadi salah satu inovasi untuk meningkatkan kualitas perkerasan. Hal ini dikarenakan partikel berukuran *nano* dapat terdistribusi lebih merata dalam matriks aspal. Penambahan ncr tidak hanya memperbaiki sifat elastis dan viskoelastis aspal, tetapi juga mendukung tujuan pengelolaan limbah secara berkelanjutan. Penelitian ini secara keseluruhan berfokus untuk mengetahui sejauh mana karakteristik campuran *asphalt concrete-wearing course* (ac-wc) dapat ditingkatkan, merumuskan kadar aspal optimum yang sesuai, serta menganalisis pengaruh variasi suhu dan perendaman terhadap daya tahan campuran.

Metode penelitian dilakukan di laboratorium transportasi fakultas teknik UGM, dengan menggunakan bahan agregat dari clereng, aspal penetrasi 60/70, dan *crumb rubber* yang diolah menjadi partikel *nano* melalui *mesin ball milling*. Sampel diuji menggunakan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai densitas, *void in mineral aggregate* (VMA), *void in the mix* (VIM), *void filled with asphalt* (VFA), stabilitas, kelelahan, *Marshall quotient* (MQ), *retained Marshall stability* (RMS), dan *tensile strength ratio* (TSR). Analisis data dilakukan dengan membandingkan setiap variasi kadar ncr (*dry* dan *wet process*), kemudian dianalisis pengaruhnya terhadap *indirect tensile strength* (ITS) pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *Nano crumb rubber* (NCR) secara signifikan meningkatkan karakteristik Marshall pada campuran AC-WC, terutama pada variasi *wet process* 0,75% yang menghasilkan stabilitas tertinggi dan parameter Marshall yang seimbang. Kadar aspal optimum (KAO) cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar NCR, menunjukkan adanya penyerapan aspal oleh partikel karet. Pada kondisi KAO, nilai stabilitas, *flow*, densitas, dan Marshall Quotient berada dalam batas spesifikasi, dengan nilai RMS sebagian besar di atas 90%. Pengujian ITS menunjukkan peningkatan kekuatan tarik tak langsung pada suhu rendah dan sedang, namun penurunan terjadi pada suhu tinggi akibat pelunakan aspal. Sementara itu, nilai TSR menurun seiring naiknya kadar NCR dan suhu, yang mengindikasikan berkurangnya ikatan antara agregat dan aspal akibat kelembaban.

Kata Kunci: *Nano crumb rubber*, AC-WC, *Wet Process*, *Dry Process*, TSR

## ABSTRACT

*The problem of asphalt pavement damage in Indonesia is often influenced by high traffic loads, fluctuating road surface temperatures, and high moisture content, all of which accelerate cracking and deformation. The use of waste tire rubber, or crumb rubber, processed into nano particles as an additive can be an innovative solution to improve pavement quality. This is because nano-sized particles can be distributed more evenly within the asphalt matrix. The addition of NCR not only improves the elastic and viscoelastic properties of asphalt but also supports the goal of sustainable waste management. Overall, this study focuses on determining the extent to which the characteristics of Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) mixtures can be improved, formulating the appropriate optimum asphalt content, and analyzing the effect of temperature variation and soaking on the durability of the mixtures.*

*The research was conducted at the Transportation Laboratory, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada, using aggregate sourced from Clereng, 60/70 penetration asphalt, and crumb rubber processed into nano particles via a ball milling machine. The samples were tested using the Marshall method to determine density, VMA, VIM, VFA, stability, flow, Marshall quotient, Retained Marshall Stability (RMS), and Tensile Strength Ratio (TSR). Data analysis involved comparing various NCR content levels under both dry and wet mixing processes and assessing their influence on Indirect Tensile Strength (ITS) at 30°C, 40°C, and 50°C.*

*The results indicate that the incorporation of NCR significantly enhances the Marshall characteristics of AC-WC mixtures, particularly at a 0.75% content using the wet process, which achieved the highest stability with balanced parameters. The optimum asphalt content increased with higher NCR levels, indicating that the rubber particles absorb part of the asphalt binder. Under optimum conditions, the mixtures exhibited acceptable stability, flow, density, and Marshall quotient values, with RMS mostly exceeding 90%. ITS performance improved at lower to moderate temperatures but declined at higher temperatures due to asphalt softening. Additionally, TSR values decreased as both temperature and NCR content increased, suggesting weaker bonding between the asphalt and aggregates under moisture exposure.*

**Keywords:** Nano crumb rubber, AC-WC, wet process, dry process, TSR