

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi yang memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Pada perkerasan lentur (*flexible pavement*), aspal berfungsi sebagai bahan pengikat (*binder*) yang menyatukan agregat sekaligus memberikan sifat kedap air dan fleksibilitas pada lapisan perkerasan (Sukirman, 2016). Aspal merupakan material yang bersifat viskoelastis, sehingga perilaku dan kinerjanya sangat dipengaruhi oleh temperatur dan lama pembebanan (Read & Whiteoak, 2003)

Seiring dengan meningkatnya volume lalu lintas dan beban kendaraan, tuntutan terhadap kinerja perkerasan jalan juga semakin tinggi. Kondisi ini diperberat oleh iklim tropis di Indonesia dengan temperatur permukaan perkerasan yang tinggi, sehingga aspal konvensional rentan mengalami deformasi permanen (*rutting*) pada suhu tinggi serta retak pada suhu rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kekakuan (*stiffness*) dan ketahanan aspal melalui modifikasi dengan bahan tambah.

Di sisi lain, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor menyebabkan peningkatan volume limbah ban bekas yang cukup besar. Badan Pusat Statistik mencatat jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat dari 136,14 juta unit pada tahun 2020 menjadi sekitar 172,94 juta unit pada tahun 2025, atau bertambah lebih dari 30 juta unit hanya dalam lima tahun (Statistik, 2026). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor berpotensi diikuti oleh meningkatnya jumlah ban yang mencapai akhir masa pakainya. Namun, ban bekas yang dihasilkan tidak seluruhnya tersedia untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah aspal karena dapat masuk ke berbagai jalur pemanfaatan lain, seperti penggunaan kembali, vulkanisir (*retreading*), maupun daur ulang menjadi produk berbahan karet. Berdasarkan analisis aliran material di Indonesia, pada tahun 2023 diperkirakan terdapat sekitar 1,08 juta ton *end-of-life tire rubber* (ELTR), dengan sekitar 46% masuk ke jalur formal daur ulang atau vulkanisir, sedangkan sekitar 34% masih masuk ke jalur pembuangan informal, yang menunjukkan bahwa potensi bahan baku ban bekas masih cukup besar tetapi ketersediaannya dipengaruhi oleh sistem pengumpulan dan alternatif pemanfaatan lainnya (Dewangga et al., 2026). Dari sisi teknologi, pengolahan ban bekas menjadi *crumb rubber* juga telah dikembangkan di Indonesia, antara lain melalui perancangan dan fabrikasi mesin *crumb rubber* serta sistem rantai pasok limbah ban bekas di Kota Semarang (Santoso et al., 2024). Selain itu, penelitian oleh Mulyani dan Hamdani (2018)

menunjukkan bahwa *crumb rubber* hasil pengolahan ban bekas dengan metode *ambient process* telah digunakan sebagai bahan tambah pada binder aspal Pen 60/70, sehingga menunjukkan bahwa secara teknis pengolahan dan pemanfaatan limbah ban menjadi *crumb rubber* untuk bidang perkerasan jalan telah dapat dilakukan di Indonesia.



Gambar 1. 1 Limbah Ban

Pemilihan serutan ban sebagai bahan tambah dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan yang jelas. Terdapat beberapa bahan tambah lain yang lazim digunakan untuk memodifikasi aspal, antara lain polimer elastomer Styrene-Butadiene-Styrene (SBS), polimer plastomer dari limbah plastik seperti polyethylene (PE) dan polyethylene terephthalate (PET), lateks karet alam, serta aspal alam (asbuton). Di antara berbagai alternatif tersebut, serutan ban merupakan salah satu bahan tambah yang paling menonjol karena mampu memberikan tiga manfaat secara bersamaan. Dari sisi lingkungan, pemanfaatannya menyerap limbah yang tidak terurai secara alami dan volumenya terus bertambah. Dari sisi teknis, penambahan serutan ban dilaporkan meningkatkan viskositas, titik lembek, dan kekakuan aspal, dengan tetap mempertahankan sifat elastis karena karet ban tergolong elastomer (Mashaan et al., 2014). Dari sisi ekonomi, harganya jauh lebih rendah dibandingkan polimer sintesis yang sebagian besar masih diimpor, dan ketersediaannya melimpah di dalam negeri seiring bertambahnya jumlah kendaraan (Bressi et al., 2019).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan *crumb rubber* ke dalam aspal cenderung menurunkan nilai penetrasi, menaikkan titik lembek, serta meningkatkan modulus kekakuan dan ketahanan terhadap deformasi permanen maupun retak lelah (*fatigue*) (Bressi et al., 2019; Mashaan et al., 2014). Perubahan sifat fisik dan reologi tersebut menjadikan aspal modifikasi *crumb rubber* berpotensi menghasilkan perkerasan yang lebih tahan lama.

Salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kinerja aspal adalah nilai kekakuan (*stiffness modulus*), yaitu perbandingan antara tegangan dan regangan pada temperatur dan lama pembebanan tertentu. Nilai kekakuan aspal dapat diprediksi berdasarkan nilai penetrasi dan titik lembek melalui Nomogram Van der Poel (Van Poel, 1954) maupun melalui pendekatan matematis yang dikembangkan oleh Ullidtz (Ullidtz, 1987) sehingga dapat diperoleh dari hasil pengujian rutin laboratorium tanpa memerlukan peralatan reologi lanjutan..

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji nilai kekakuan (*stiffness*) aspal Pen 60/70 dengan bahan campuran serutan ban (*crumb rubber*) pada variasi kadar 0%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, dan 15%. Pencampuran dilakukan dengan metode basah (*wet process*), kemudian dilakukan pengujian penetrasi dan titik lembek sebagai parameter masukan perhitungan. Nilai kekakuan dihitung menggunakan pendekatan matematis (persamaan Ullidtz) dan Nomogram Van der Poel melalui perangkat lunak BitProps v2. pada tiga variasi temperatur perkerasan (20 °C, 25 °C, dan 30 °C) serta variasi lama pembebanan. Dengan demikian diharapkan diperoleh gambaran mengenai pengaruh penambahan serutan ban terhadap kekakuan aspal, perbandingan hasil kedua metode, serta kadar penambahan yang ideal berdasarkan persyaratan aspal modifikasi yang berlaku.

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

1.2.1. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh penambahan serutan ban (*crumb rubber*) terhadap parameter kekakuan, meliputi nilai penetrasi, titik lembek, dan indeks penetrasi (PI).
2. Mengetahui nilai kekakuan aspal dari pendekatan matematis (persamaan Ullidtz) dan pembacaan Nomogram Van der Poel menggunakan perangkat lunak BitProps v2.
3. Menentukan kadar penambahan serutan ban (*crumb rubber*) yang ideal berdasarkan kriteria persyaratan aspal modifikasi dan validitas metoda perhitungan kekakuan.

1.2.2. Manfaat Penelitian

1. Menambah literatur dan pengetahuan di bidang rekayasa perkerasan jalan, khususnya mengenai serutan ban (*crumb rubber*) sebagai bahan tambah aspal
2. Mendorong pemanfaatan limbah ban bekas dalam infrastruktur jalan sehingga turut berkontribusi pada pengurangan volume sampah dan pelestarian lingkungan.

3. Memberikan informasi mengenai kadar penambahan *crumb rubber* yang ideal sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan campuran aspal modifikasi yang lebih tahan terhadap deformasi.

1.3. BATASAN MASALAH

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Raya, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Kota Padang
2. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
 - a. Aspal minyak dengan penetrasi 60/70.
 - b. Serutan ban (*crumb rubber*)
3. Prosedur pengujian Aspal mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Standard Testing and Material*), dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).
4. Benda uji diberi dua perlakuan berbeda yaitu campuran aspal dengan serutan ban sebanyak 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 15% dan aspal murni tanpa tambahan serutan ban (0%)

1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas terkait latar belakang penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas terkait teori dasar dan referensi terkait penelitian.

BAB III METODOLOGI

Membahas terkait metode dan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas terkait hasil penelitian yang diperoleh dari pengolahan dan analisis data dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas terkait kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

