

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan arteri merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang berfungsi melayani pergerakan lalu lintas utama dengan karakteristik perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, serta akses masuk yang dikendalikan secara efisien. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan umum diklasifikasikan menurut statusnya menjadi jalan nasional, provinsi, kabupaten, kota, dan desa. Di Provinsi Sumatera Barat, panjang total jalan nasional mencapai 1690,5 km, yang terdiri atas 1245,13 km jalan aspal, 33,05 km jalan beton, dan 256,8 km jalan kerikil (SK Gubernur Sumatera Barat, 2023).

Berdasarkan Permen PUPR No. 13 Tahun 2024, kualitas jalan ditentukan oleh kesesuaiannya dengan persyaratan teknis yang melekat pada kelas jalan. Kelas jalan—yang terdiri atas Kelas I, II, III, dan kelas khusus—ditetapkan berdasarkan fungsi jaringan jalan, intensitas lalu lintas, persentase kendaraan niaga, serta kemampuan ruas jalan dalam menerima Muatan Sumbu Terberat (MST). Ruas yang belum memenuhi standar teknis ditetapkan sebagai kelas jalan bersyarat, yang wajib ditingkatkan agar memenuhi ketentuan lebar jalur, jumlah lajur, dan batas MST. Dengan demikian, kualitas suatu ruas jalan secara langsung mencerminkan tingkat kesesuaiannya dengan standar teknis kelas jalan yang ditetapkan oleh regulator (Permen PUPR No. 13, 2024).

Jaringan jalan nasional di Sumatera Barat dibagi menjadi 4 kelompok utama, yaitu Lintas Barat, Lintas Tengah, Lintas Penghubung, dan Jalan Non-Lintas. Keempat kelompok tersebut memiliki fungsi strategis dalam meningkatkan konektivitas antarwilayah, memperlancar mobilitas masyarakat, serta mendukung distribusi barang dan jasa di seluruh wilayah provinsi. Keempat kelompok jalan tersebut yaitu sebagai berikut :

Jalan Lintas Barat

Merupakan ruas jalan nasional yang berada di sepanjang wilayah barat Sumatera Barat, mulai dari perbatasan Sumatera Utara di Silaping (Kabupaten Pasaman Barat), kemudian melalui Simpang Empat–Pariaman–Padang–Painan, hingga mencapai batas Provinsi Bengkulu.

Jalan Lintas Tengah

Terletak di bagian tengah provinsi, dimulai dari perbatasan Sumatera Utara menuju Lubuk Sikaping – Bukittinggi – Padang Panjang – Solok – Dharmasraya, dan berlanjut ke batas Provinsi Jambi.

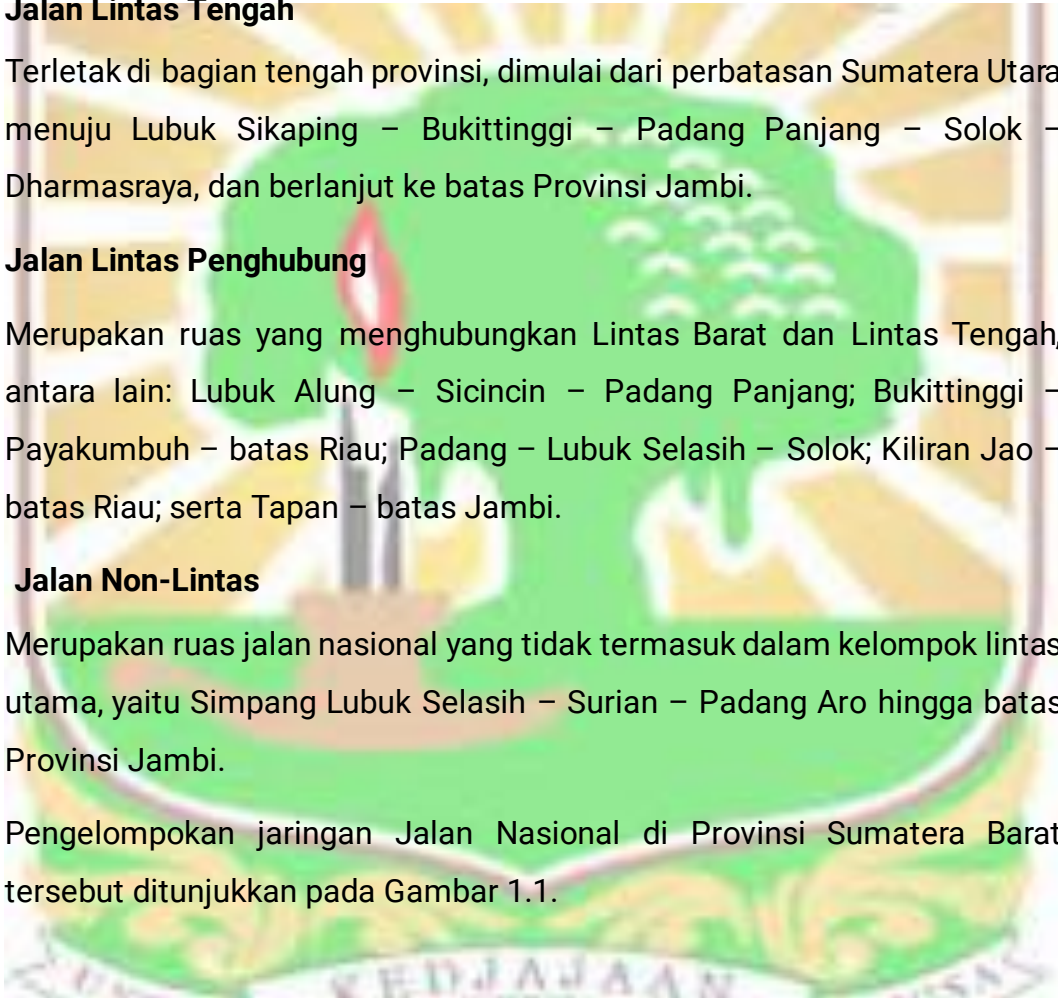
Jalan Lintas Penghubung

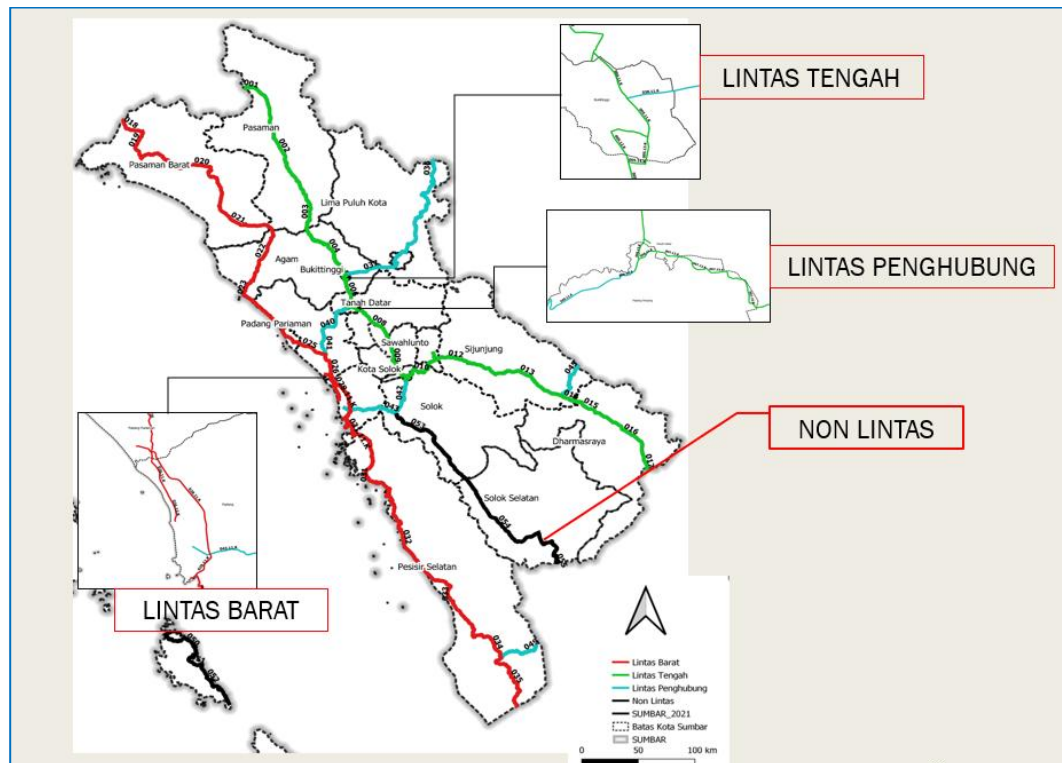
Merupakan ruas yang menghubungkan Lintas Barat dan Lintas Tengah, antara lain: Lubuk Alung – Sicincin – Padang Panjang; Bukittinggi – Payakumbuh – batas Riau; Padang – Lubuk Selasih – Solok; Kiliran Jao – batas Riau; serta Tapan – batas Jambi.

Jalan Non-Lintas

Merupakan ruas jalan nasional yang tidak termasuk dalam kelompok lintas utama, yaitu Simpang Lubuk Selasih – Surian – Padang Aro hingga batas Provinsi Jambi.

Pengelompokan jaringan Jalan Nasional di Provinsi Sumatera Barat tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.1.





Gambar 1. 1 Pengelompokan Jalan Nasional di Sumatera Barat

Meskipun jaringan jalan nasional di Indonesia telah terbentuk dan berfungsi sebagai tulang punggung mobilitas orang dan barang, kualitas infrastruktur jalan masih menghadapi tantangan yang signifikan. Berdasarkan data Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Sumatera Barat tahun 2025, total kemandapan jalan nasional di Provinsi Sumbar mencapai 90,65 persen (sumbar.antaranews.com, 2025). Variasi kondisi tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya alokasi anggaran pemeliharaan yang tersedia setiap tahun, sehingga kontinuitas pemeliharaan jalan tidak selalu dapat dipertahankan secara optimal.

Salah satu faktor utama yang mempercepat kerusakan jalan adalah tingginya lalu lintas kendaraan yang melebihi batas beban dan dimensi yang diizinkan (*overload and over dimension/ODOL*) (Pais et al., 2013; Putri & Rullyvianda, 2024) . Kendaraan dengan muatan berlebih menghasilkan repetisi tegangan yang melampaui kapasitas rencana perkerasan, sehingga menyebabkan penurunan umur layanan, peningkatan laju deteriorasi, dan peningkatan biaya pemeliharaan. Hal ini juga berdampak pada penurunan

tingkat pelayanan jalan (*level of service*) yang pada akhirnya merugikan aktivitas sosial ekonomi masyarakat (Roza et al., 2023).

Permasalahan ini semakin kompleks karena spesifikasi nasional saat ini belum sepenuhnya dirancang untuk kondisi perkerasan yang mengalami tekanan beban berlebih secara konsisten, sehingga diperlukan pendekatan material dan desain campuran yang mampu menjawab tantangan struktural dan fungsional tersebut.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993, untuk jalan kelas III A yang mencakup fungsi arteri dan kolektor, batas maksimum dimensi kendaraan adalah lebar 2.500 mm, panjang 18.000 mm, serta beban sumbu maksimum 8 ton (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2013). Ketika kendaraan beroperasi melampaui batas tersebut, struktur perkerasan sangat rentan mengalami deformasi, seperti retak struktural dan *rutting*, terutama di wilayah beriklim tropis dengan suhu permukaan jalan yang fluktuatif dan curah hujan tinggi. Kondisi lingkungan tersebut mempercepat proses oksidasi binder, menurunkan kekuatan ikat, dan menyebabkan pengelupasan (*stripping*) pada campuran beraspal (Pandey, 2013; Opukenigara et al., 2023).

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, inovasi material perkerasan menjadi sangat penting. Salah satu material yang menunjukkan potensi besar adalah aspal modifikasi karet alam, yang terbukti dapat meningkatkan elastisitas, ketahanan terhadap deformasi permanen, serta memperpanjang umur layanan perkerasan. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penggunaan aspal karet mampu meningkatkan ketahanan terhadap *rutting* dan *moisture damage*, serta memungkinkan desain lapisan yang lebih efisien (Putri, Purnawan, et al., 2023; Alhaji et al., 2022; Rahman et al., 2010; Rohayzi et al., 2023). Keunggulan ini menjadikan aspal karet relevan untuk diterapkan pada kondisi lalu lintas yang berat dan lingkungan tropis.

Kebutuhan penggunaan aspal karet untuk mengantisipasi dan mengatasi kerusakan dini perkerasan dapat dijelaskan dari mekanisme kerjanya. Penambahan karet alam ke dalam aspal membentuk jaringan polimer yang meningkatkan elastisitas dan titik leleh binder, sehingga campuran lebih mampu memulihkan bentuk (recoverable deformation) setelah menerima beban berulang dan lebih tahan terhadap alur (rutting) pada suhu tinggi. Sifat ini menekan akumulasi regangan permanen yang menjadi pemicu utama kerusakan dini seperti rutting, retak lelah (fatigue cracking), dan pelepasan butir (raveling), terutama pada ruas jalan dengan beban berlebih dan pada iklim tropis dengan suhu permukaan tinggi. Dengan demikian, penggunaan aspal karet tidak sekadar menaikkan stabilitas, tetapi secara langsung menyasar mekanisme timbulnya kerusakan dini, sehingga umur layan perkerasan berpotensi lebih panjang dan interval pemeliharaan menjadi lebih lama.

Namun, hingga saat ini belum terdapat pedoman teknis yang secara khusus mengatur batas Komposisi Gradasi optimum untuk campuran AC-WC berbahan aspal karet pada iklim tropis Indonesia, sehingga implementasi aspal karet di lapangan masih mengandalkan pendekatan PEN 60/70 yang belum tentu kompatibel dengan sifat reologi binder termodifikasi.

Namun demikian, penerapan aspal karet secara luas masih menghadapi kendala terkait regulasi dan spesifikasi teknis. Spesifikasi Umum Bina Marga saat ini belum sepenuhnya mengakomodasi karakteristik campuran berbasis karet alam, terutama terkait batasan Komposisi Gradasi, parameter volumetrik, dan persyaratan performa mekanis. Revisi spesifikasi menjadi penting agar campuran yang lebih tangguh dan adaptif dapat diterapkan pada ruas-ruas jalan nasional yang memiliki tingkat tekanan lalu lintas tinggi. Hal ini semakin mendesak mengingat keterbatasan anggaran pemeliharaan yang belum berbanding lurus dengan laju pertumbuhan kendaraan dan beban sumbu yang semakin besar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal modifikasi karet alam serta mengkaji potensinya sebagai alternatif peningkatan kualitas perkerasan jalan nasional, khususnya dalam menghadapi permasalahan *overloading* dan kondisi iklim tropis. Temuan penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap penyempurnaan spesifikasi nasional serta mendukung implementasi material perkerasan yang lebih berkelanjutan dan berdaya tahan tinggi.

Kondisi inilah yang menimbulkan kebutuhan penelitian untuk merumuskan kembali batas struktural dan volumetrik campuran yang paling sesuai dengan karakteristik aspal karet, khususnya melalui integrasi evaluasi kinerja laboratorium berbasis performa dengan penyusunan amplop Komposisi Gradasi baru.

1.2 Masalah Penelitian

1. Bagaimana pengaruh variasi kadar aspal terhadap respons kinerja campuran AC-WC berbasis aspal PEN 60/70 dan aspal karet, ditinjau dari parameter volumetrik dan mekanis, termasuk parameter Marshall, modulus resilien, dan stabilitas dinamis?
2. Bagaimana variasi Komposisi Gradasi agregat memengaruhi perilaku struktural dan kinerja mekanis campuran AC-WC, khususnya terkait *interlocking* agregat, karakteristik rongga, dan ketahanan terhadap deformasi permanen?
3. Bagaimana perbandingan kinerja campuran AC-WC berbasis aspal PEN 60/70 terhadap campuran aspal karet (dengan penambahan 7% karet alam SIR-20) pada berbagai kombinasi kadar aspal dan Komposisi Gradasi agregat?
4. Kombinasi kadar aspal dan Komposisi Gradasi agregat manakah yang menghasilkan kinerja campuran paling optimum secara mekanis, volumetrik, dan ketahanan deformasi, serta dapat direkomendasikan

sebagai batas Komposisi Gradasi optimum untuk peningkatan durabilitas perkerasan?

Pertanyaan-pertanyaan ini relevan mengingat adanya celah penelitian sebelumnya, yaitu belum adanya kajian yang secara simultan mengaitkan pengaruh Komposisi Gradasi agregat, kadar aspal, dan karakteristik reologi aspal karet terhadap parameter kinerja Marshall, deformasi permanen, dan modulus resilien secara terpadu.

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan latar belakang dan permasalahan tersebut, penelitian ini disusun dengan tujuan utama untuk menjawab kebutuhan rekayasa campuran AC-WC terutama yang berbasis aspal karet yang belum tercakup dalam spesifikasi 2018 rev. 2 Bina Marga yaitu :

1. Mengevaluasi kinerja campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) yang dibuat menggunakan berbagai kombinasi kadar aspal baik aspal PEN 60/70 maupun aspal karet dengan lima variasi Komposisi Gradasi agregat, serta membandingkannya dengan acuan batasan Komposisi Gradasi yang tercantum dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan aspal karet terhadap kinerja campuran aspal panas, khususnya terkait parameter stabilitas, flow, serta karakteristik volumetrik campuran yang meliputi Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), dan Void Filled Bitumen (VFB).
3. Menentukan kombinasi optimum antara kadar aspal dan Komposisi Gradasi agregat yang menghasilkan performa paling baik berdasarkan hasil serangkaian pengujian laboratorium, termasuk uji Marshall, stabilitas dinamis (Wheel Tracking) dan modulus elastisitas (resilient modulus).
4. Membandingkan performa campuran beraspal PEN 60/70 dengan campuran berbasis aspal karet untuk menilai potensi aspal karet

sebagai alternatif material perkerasan yang lebih tahan lama, adaptif terhadap lalu lintas berat.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan, ditetapkan batasan penelitian sebagai berikut. Batasan ini sekaligus menandai variabel-variabel yang tidak diuji pada penelitian ini, sehingga dapat menjadi ruang kajian bagi penelitian selanjutnya.

1. Aspal karet yang digunakan hanya satu jenis, yaitu aspal Pen 60/70 termodifikasi karet alam SIR-20 sebanyak 7% yang telah tersedia di pasaran dalam bentuk pra-campur (pre-blended) dan siap dipakai pada Asphalt Mixing Plant (AMP). Kadar karet ini dipilih karena merupakan produk komersial yang telah terstandarisasi dan memenuhi spesifikasi teknis, sehingga hasilnya lebih mudah direplikasi di lapangan. Variasi kadar karet selain 7% serta jenis karet selain SIR-20 tidak menjadi bagian pengujian dan dapat dikaji pada penelitian lanjutan.
2. Jenis campuran beraspal yang ditinjau dibatasi pada lapis aus AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course); lapis lain seperti AC-BC dan AC-Base tidak diuji dalam penelitian ini.
3. Bahan pengikat pembanding dibatasi pada aspal Pen 60/70; jenis penetrasi lain seperti Pen 80/100 tidak diuji.
4. Parameter kinerja yang diuji dibatasi pada parameter Marshall (stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB), stabilitas dinamis (Wheel Tracking), dan modulus resilien. Pengujian lanjutan seperti fatigue, penuaan jangka panjang (aging), Cantabro, serta uji lapangan skala penuh tidak dilakukan dan direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya.
5. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan kondisi lingkungan terkendali; validasi kinerja pada kondisi lalu lintas dan iklim sebenarnya (pilot project) berada di luar lingkup penelitian ini.

6. Beban berlebih dan over-dimensi (Over Dimension Over Loading/ODOL) dibahas hanya secara umum sebagai salah satu penyebab kerusakan dini perkerasan, dan tidak diuji sebagai variabel tersendiri. Pengaruh langsung ODOL terhadap kinerja campuran tidak dianalisis menggunakan data pembebanan lapangan, sehingga hubungan kuantitatif antara ODOL dan aspal karet dapat menjadi objek penelitian lanjutan.

1.5 Kontribusi Bagi Ilmu Pengetahuan

Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada pengembangan amplop Komposisi Gradasi baru yang disesuaikan dengan karakteristik viskoelastis aspal karet serta penetapan parameter volumetrik optimum yang belum tersedia dalam kajian terdahulu.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknik perkerasan jalan. Beberapa kontribusi utama yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Pemahaman yang lebih jelas tentang perilaku campuran AC-WC berbasis aspal karet.

Penelitian ini memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai bagaimana kadar aspal dan variasi Komposisi Gradasi agregat memengaruhi kinerja campuran AC-WC. Melalui data yang diperoleh, penelitian ini membantu memperkaya pemahaman tentang hubungan antara parameter Marshall, modulus resilien, dan ketahanan terhadap deformasi permanen.

2. Informasi baru mengenai pengaruh penambahan karet alam

Dengan penggunaan 7% karet alam dalam campuran, penelitian ini menunjukkan perubahan sifat campuran secara lebih rinci, baik dari sisi stabilitas, karakteristik volumetrik, maupun ketahanan terhadap *rutting*. Temuan ini menjadi tambahan pengetahuan yang dapat digunakan

untuk mengembangkan campuran beraspal yang lebih elastis dan tahan terhadap kondisi lalu lintas berat.

3. Identifikasi kombinasi campuran yang paling optimum

Melalui serangkaian pengujian laboratorium, penelitian ini berhasil mengidentifikasi kombinasi kadar aspal dan Komposisi Gradasi agregat yang memberikan kinerja terbaik. Informasi ini bermanfaat untuk pengembangan desain campuran AC-WC yang lebih tepat dan sesuai dengan kebutuhan perkerasan di lapangan.

4. Rekomendasi teknis untuk perbaikan spesifikasi

Salah satu kontribusi penting penelitian ini adalah usulan penyempurnaan batas Komposisi Gradasi agregat pada beberapa saringan serta penyesuaian batas VIM untuk campuran berbasis aspal karet. Rekomendasi ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi penyempurnaan Spesifikasi Umum Bina Marga di masa mendatang.

5. Dukungan terhadap penggunaan material yang lebih berkelanjutan

Dengan memanfaatkan karet alam sebagai bahan modifikasi, penelitian ini memberikan dasar ilmiah bagi penggunaan material lokal yang lebih ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan upaya meningkatkan nilai tambah komoditas karet serta mendukung pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi akademik maupun praktis. Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kombinasi kadar aspal dan Komposisi Gradasi agregat yang paling sesuai untuk menghasilkan campuran AC-WC berbasis aspal karet dengan kinerja yang lebih baik. Temuan-temuan yang diperoleh juga dapat menjadi masukan teknis dalam upaya penyempurnaan batas Komposisi Gradasi dan parameter campuran pada Spesifikasi Umum Bina Marga, terutama untuk campuran yang menggunakan aspal modifikasi karet alam.

Selain itu, rekomendasi hasil penelitian ini juga berpotensi menjadi masukan dalam proses revisi spesifikasi nasional, khususnya terkait batas VIM, kebutuhan VMA minimum, serta rentang ukuran agregat yang kompatibel dengan binder berbasis karet alam.

Penelitian ini membantu menunjukkan keunggulan aspal karet dalam meningkatkan stabilitas dan ketahanan terhadap deformasi, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai alternatif material perkerasan yang lebih tahan terhadap beban lalu lintas berat serta kondisi iklim tropis di Indonesia. Dengan kinerja campuran yang lebih baik, penggunaan aspal karet berpotensi mengurangi frekuensi dan biaya pemeliharaan jalan (Putri, Kasyafi, et al., 2023). Penelitian ini juga memberi nilai tambah karena mendukung pemanfaatan karet alam lokal, yang tidak hanya menguntungkan sektor teknis, tetapi juga memberi dampak positif bagi perekonomian daerah. Indonesia yang menghasilkan sekitar 3 juta hingga 3,55 juta ton karet alam per tahun. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara produsen karet alam terbesar kedua di dunia. Sebagian besar hasil karet berasal dari Pulau Sumatra, dengan penghasil utama meliputi Sumatra Selatan dan Sumatra Utara.

Implikasi terhadap kebijakan publik juga signifikan, mengingat pemanfaatan aspal karet dapat mendukung peningkatan nilai tambah komoditas karet dan mendorong praktik perkerasan yang lebih berkelanjutan. Secara lebih terperinci, usulan penyesuaian spesifikasi melalui penambahan karet alam SIR-20 sebanyak 7% memberikan keuntungan pada dua aspek. Secara teknis, campuran menjadi lebih elastis, memiliki ketahanan terhadap deformasi permanen dan modulus resilien yang lebih tinggi, serta lebih tahan terhadap beban berlebih dan fluktuasi suhu, sehingga menurunkan laju kerusakan dini dan memperpanjang umur layan perkerasan. Secara sosial-ekonomi, perpanjangan umur layan menekan frekuensi serta biaya pemeliharaan jalan dan biaya operasional kendaraan, sekaligus meningkatkan serapan dan nilai tambah karet alam

produksi dalam negeri yang berdampak positif bagi kesejahteraan petani karet dan perekonomian daerah penghasil karet.

