

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, peningkatan tingkat urbanisasi telah mendorong peningkatan jumlah proyek konstruksi untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur masyarakat. Menurut Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN) tahun 2023, dana untuk pembangunan infrastruktur di Indonesia naik 7,8% dibandingkan tahun 2022. Namun, pertumbuhan cepat di industri konstruksi juga menyebabkan timbulnya limbah konstruksi dan sisa-sisa pembongkaran dengan jumlah banyak. Limbah jenis ini termasuk salah satu sumber limbah terbesar di dunia, menyumbang 30-40% dari total limbah padat secara global. Perkiraan menunjukkan jumlahnya melebihi 10 miliar ton per tahun dengan sekitar 35-65% di tempatkan di tempat pembuangan sampah. Data Badan Pusat Statistik mencatat bahwa, hanya sekitar 14,96 juta ton limbah konstruksi yang dikelola dengan baik di Indonesia pada tahun 2021 (Ramadhani, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan limbah konstruksi di Indonesia masih belum berjalan dengan maksimal. Selain berasal dari proyek konstruksi dan pembongkaran, limbah konstruksi juga dapat berasal dari sisa pengujian laboratorium yang hanya digunakan sebagai bahan timbunan, salah satunya adalah limbah beton (Pristyawati & Nugraha, 2024).

Agregat halus yang berasal dari hasil penambangan batuan alam seperti batu pecah dan pasir yang merupakan bahan utama dalam pembangunan perkerasan jalan. Penggunaan agregat alam secara terus menerus dalam jumlah berpotensi menimbulkan isu terkait kelestarian alam, diantaranya adalah pencemaran udara dan air. Untuk mengurangi ketergantungan pada agregat baru dari sumber alam, berbagai teknologi bahan alternatif telah dikembangkan, salah satunya pemanfaatan limbah beton. Limbah beton dapat dijadikan bahan bernilai guna karena memiliki karakteristik yang mirip dengan batu alam, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai abu batu untuk menggantikan agregat halus dalam campuran aspal (Ansori, 2017). Selain itu, penggunaan limbah beton juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable construction*) yang menekankan pada efisiensi penggunaan sumber daya serta pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Abu batu dari limbah beton dapat diolah kembali sebagai bahan pengganti agregat halus

mengingat ketersediaan agregat alam yang terbatas (Ansori, 2017). Jenis perkerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Hot Rolled Sheet-Base* (HRS-Base).

Struktur lapisan perkerasan jalan yang dibentuk dengan cara lentur dan menggunakan campuran aspal panas, adalah salah satu jenis konstruksi perkerasan yang banyak diterapkan. Salah satu campuran *Hot Mix* yang umum digunakan adalah Lataston atau juga disebut *Hot Roller Sheet* (Ninu et al., 2024). Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (2020), HRS atau Lataston adalah campuran berbasis aspal yang menggunakan agregat dengan ukuran bergradasi dari kecil hingga besar, dengan batas maksimum ukuran untuk setiap jenis campuran adalah 19 mm. Lataston terbagi atas lapisan permukaan atau aus (HRS-WC) dan lapis dasar atau pondasi (HRS-Base). Lapisan dasar berperan sebagai lapisan pondasi yang terletak di bawah lapisan aus (HRS-WC) yang berfungsi untuk menahan beban dari roda kendaraan serta menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya. HRS-Base dibuat dari campuran material pasir, abu batu, batu pecah 1/2, batu pecah 3/4 serta aspal, dengan komposisi campuran sesuai dengan *Job Mix Desain* (JMF), campuran ini dibuat di fasilitas *Asphalt Mixing Plant* (AMP) pada suhu maksimum 150°C.

Imannurrohman (2021) melakukan penelitian mengenai karakteristik *marshall* dengan menguji berbagai kadar limbah beton sebagai pengganti agregat kasar yaitu, 0%, 10%, 15%, dan 20%. Diperoleh kesimpulan, penggunaan kadar limbah beton 15% bersama aspal pertamina pen 60/70 dengan persentase aspal sebesar 6%, memiliki pengaruh positif terhadap nilai karakteristik *marshall*. Nilai-nilainya adalah Stabilitas 1869,30 kg, *Flow* 3,17 mm, *VFB* 76,97%, *VMA* 16,64 %, *VIM* 3,83% dan *MQ* 590,97 kg/mm. Campuran tersebut dinyatakan memenuhi ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi Teknis Bina Marga tahun 2010 Revisi 3.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, semua parameter telah memenuhi syarat sesuai dengan Spesifikasi Teknis Bina Marga 2010, Revisi 3. Akan tetapi, perlu dilakukan penelitian lanjutan, karena penelitian kali ini memiliki perbedaan pada mutu beton dengan peneliti sebelumnya, karena limbah beton yang digunakan dari peneliti sebelumnya tidak secara langsung memaparkan mutu beton sumber limbahnya. Sementara, penelitian kali ini menggunakan limbah beton jenis K300 & K250 dengan mutu f_c 25 Mpa dan f_c 20,75 Mpa. Hal ini dilakukan untuk menguji, apakah limbah beton yang dimanfaatkan sebagai abu batu memiliki pengaruh yang baik terhadap karakteristik *marshall*. Perbedaan jenis substitusi ini

yaitu penggantian agregat halus alih-alih agregat kasar diharapkan memberikan dampak yang signifikan terhadap matriks campuran Lataston, khususnya pada rongga antar agregat (VMA) dan Kadar Aspal Optimum (KAO). Selain itu, variasi kadar limbah yang lebih tinggi perlu diuji agar diketahui batas optimum pemanfaatan limbah beton. Variasi yang dipilih pada penelitian ini untuk kadar limbah beton sebagai abu batu pada agregat halus yaitu, 0%, 10%, 20%, dan 30% . Penelitian ini dilakukan guna mempelajari sejauh mana pemanfaatan limbah beton berpengaruh terhadap *Karakteristik Marshall*.

Dengan mempertimbangkan penjelasan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian berjudul **“PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI ABU BATU PADA AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN LATASTON (HRS-BASE)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang menjadi fokus penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh Limbah Beton yang dimanfaatkan sebagai Abu Batu pada campuran Lataston HRS-Base untuk perkerasan jalan raya terhadap nilai karakteristik *Marshall*?
2. Berapakah nilai komposisi limbah beton yang digunakan sebagai Abu Batu pada campuran Lataston (HRS-Base) yang akan menghasilkan campuran optimum ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan rumusan masalah yang telah di rancang. Secara rinci, tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh substitusi Limbah Beton sebagai Abu Batu terhadap nilai karakteristik *Marshall* pada campuran Lataston (HRS-Base).
2. Mengetahui nilai komposisi limbah beton yang digunakan sebagai Abu Batu pada campuran Lataston (HRS-Base) yang akan menghasilkan campuran optimum.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memberikan batasan teknis berikut untuk mencegah percakapan menjadi di luar kendali:

1. Aspal yang dipakai adalah penetrasi 60/70 produksi Pertamina yang didapat dari PT. Bumi Indah.
2. Penelitian ini menggunakan Limbah Beton daur ulang sebagai bahan substitusi (Abu Batu) dalam campuran Lataston (HRS-Base) dengan kadar perbandingan sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% (berdasarkan berat abu batu).
3. Limbah beton diperoleh dari hasil pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik Unwira Kupang.
4. Agregat diambil dari PT. Bumi Indah
5. Penelitian difokuskan pada jenis perkerasan lataston (HRS-Base).
6. Pemeriksaan karakteristik material berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 tahun 2020.
7. Tidak dilakukan perhitungan terhadap biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Merujuk pada hasil penelitian, manfaat yang didapatkan yakni sebagai berikut:

1. Agar mengurangi ketergantungan pada penggunaan *fresh aggregate* serta mengurangi jumlah limbah beton yang tidak terpakai.
2. Menjadi pengetahuan tambahan bagi para peneliti yang dapat di aplikasikan dilapangan yang dapat bermanfaat bagi semua orang.
3. Memberikan informasi tambahan mengenai karakteristik agregat pengganti yang berasal dari limbah beton.
4. Mengetahui nilai karakteristik marshall yang baik, sehingga dapat dijadikan alternatif pengganti agregat pada campuran lataston (HRS-Base) untuk perkerasan jalan raya.

1.6 Keterkaitan dengan Peneliti Sebelumnya

Tabel 1. 1 Keterkaitan dengan Peneliti Terdahulu

No	Nama	Judul	Persamaan Penelitian	Perbedaan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Arif Bagus Ansori (2017) PT. Alcos Graha Jaya	PENGARUH MUTU LIMBAH BETON SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PADA KUALITAS CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COARSE (AC – BC)	Menjadikan Limbah Beton sebagai bahan pengganti agregat kasar. Dan material yang digunakan berasal dari hasil Laboratorium. Peneliti sebelumnya menggunakan Limbah Beton dari laboratorium PT. Pionir Beton Industri. Sedangkan Peneliti kali ini, limbah beton yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil UNWIRA Kupang.	1. Limbah Beton digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar, sedangkan penelitian ini menjadikan limbah beton sebagai abu batu. 2. Jenis perkerasan yang digunakan adalah AC – WC, sedangkan penelitian ini menggunakan perkerasan HRS – Base. 3. Limbah beton divariasikan berdasarkan Mutu Beton yaitu, $f_c'25$, $f_c'35$, dan $f_c'45$, sedangkan penelitian ini memvariasikan limbah beton dengan persentase yaitu, 0%, 10%, 20%, dan 30%.	AC-BC dengan limbah beton mutu $f_c'25$ menunjukkan nilai Marshall Quotient (MQ) tertinggi (maks. 214,31 kg/mm). Secara umum, peningkatan mutu limbah beton cenderung menurunkan nilai MQ campuran AC-BC.
2	Naufal Imannurrohman (2021) Universitas Tidar	PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR PADA PERKERASAN LASTON <i>ASPHALT CONCRETE – WEARING COARSE (AC – WC)</i>	Material yang dimanfaatkan Adalah Limbah Beton	1. Material digunakan sebagai pengganti Agregat Kasar dan Jenis Perkerasan Laston (AC – WC). Sedangkan pada penelitian ini material digunakan sebagai pengganti Agregat Halus dan Jenis Perkerasan Laston (HRS – Base). 2. Limbah beton yang digunakan berasal dari <i>batching plant</i> PT. Armada Hada Graha. Sedangkan penelitian ini, limbah beton yang digunakan berasal dari hasil pengujian Laboratorium.	Komposisi limbah beton optimum 15% pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6% menghasilkan nilai karakteristik Marshall yang memenuhi semua persyaratan Spesifikasi Teknis Bina Marga 2010 Revisi 3, dengan Stabilitas mencapai 1869,30 kg.

3	Ikko Bagus Ismanto, Herta Novianto (2024) Universitas Bojonegoro, Indonesia	Karakteristik Substitusi <i>Recycle</i> Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Untuk Campuran Aspal <i>Concrete</i> Terhadap Nilai <i>Marshall</i>	Menjadikan Limbah Beton sebagai bahan pengganti sebagian agregat	Material digunakan sebagai pengganti Agregat Kasar dan Jenis Perkerasan Laston (AC-BC). Sedangkan pada penelitian ini material digunakan sebagai pengganti Agregat Halus dan Jenis Perkerasan Laston (HRS-Base). Perbedaan pada variasi (25%, 50%, 75%)	Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa penambahan limbah beton hingga 50% memberikan hasil yang optimal berdasarkan karakteristik Marshall, termasuk nilai stabilitas, flow, dan Marshall Quotient (MQ). Pada penambahan 25% limbah beton, stabilitas mencapai 281.322 kg, sedangkan pada penambahan 50% limbah beton, stabilitas sedikit menurun tetapi masih dalam batas spesifikasi. Nilai VMA dan VIM juga menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan penambahan limbah beton, yang menunjukkan bahwa campuran memiliki rongga yang cukup untuk mengakomodasi deformasi akibat beban lalu lintas.
4	Pande Made W. S, Bambang W, Mohammad E (2019)	PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT DALAM CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (HOT ROLLED SHEET- WEARING COURSE,HRS-WC)	Material yang dimanfaatkan Adalah Limbah Beton	1. Material digunakan sebagai pengganti Agregat (kasar, sedang, halus) dan Jenis Perkerasan Laston (HRS-WC). Sedangkan pada penelitian ini material digunakan hanya sebagai pengganti Agregat Halus dan Jenis Perkerasan Laston (HRS-Base). 2. Perbedaan pada variasi (0%,25%, 50%, 75%,100%). 3. Peneliti sebelumnya menggunakan limbah beton yang berasal dari bongkaran gedung MX Mall Malang. Sedangkan penelitian kali ini menggunakan limbah beton yang berasal dari pengujian laboratorium.	Variasi limbah sebesar 52% menghasilkan variasi terbaik dalam temuan pengujian. Nilai Marshall Quotient adalah 306,01 kg/mm, VIM adalah 5,65%, VMA adalah 21,15%, nilai stabilitas adalah 1011,64 kg, aliran adalah 3,36%, dan VFA adalah 72,84%.

5.	Riska Hawinuti, Rifanie Gazalie, Tomy Isanto (2024)	PEMANFAATAN LIMBAH ABU BATU BARA SEBAGAI PENGANTI PASIR PADA CAMPURAN BERASPAL HRS- <i>BASE</i>	Perkerasan yang digunakan adalah HRS- <i>Base</i>	1. Material yang dimanfaatkan adalah batu bara, sedangkan penelitian kali ini memanfaatkan limbah beton. 2. Substitusi agregat ke pasir, sedangkan penelitian kali ini substitusi agregat ke abu batu. 3. Material digunakan sebagai pengganti pasir secara keseluruhan, sedangkan penelitian kali melakukan pencampuran antara limbah beton dan abu batu alami dengan menggunakan variasi.	Kandungan aspal awal adalah 6,0% dengan nilai VIM 9,364%, VMA 20,04%, VFA 53,28%, aliran 4,7 mm, stabilitas 1265,3 kg, dan Marshall Quotient (MQ) 269,2 kg/mm, menurut hasil uji pada empat sampel dengan formulasi campuran 15% agregat kasar, 13% agregat sedang, 55% agregat halus, 10% pasir, dan 7% pengisi. Persyaratan yang diperlukan belum terpenuhi oleh VIM dan VFA.
----	---	--	---	---	---