

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang pesat di lingkungan kampus Politeknik Negeri Bengkalis, salah satunya pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Terpadu Politeknik Negeri Bengkalis, memberikan dampak positif bagi peningkatan fasilitas pendidikan. Namun, proses konstruksi ini juga menghasilkan sisa material (*construction waste*) yang cukup besar. Salah satu jenis limbah konstruksi yang paling banyak ditemukan di lokasi proyek tersebut adalah potongan dan pecahan elemen struktur beton pracetak berupa *mini pile*. Potongan *mini pile* ini umumnya merupakan sisa penyambungan atau sisa pemancangan yang tidak terpakai dan hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga hanya menjadi tumpukan sampah konstruksi di lingkungan sekitar proyek

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah beton sebagai agregat daur ulang (*Recycled Concrete Aggregate*) telah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu dengan berbagai batasan dan karakteristik material. Amin dan Salena (2025) menguji efisiensi penggunaan limbah beton pada tingkat substitusi rendah hingga sedang, yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40% untuk beton target 25 MPa, serta menyimpulkan bahwa batas proporsi tersebut masih aman untuk mempertahankan kuat tekan struktur. Di sisi lain, Prasetyo dan Andardi (2022) meneliti penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar sekaligus agregat halus dengan mengacu pada perancangan gradasi grafik Fuller. Sementara itu, Tommy dkk. (2025) mengembangkan beton daur ulang ramah lingkungan dengan membatasi penggunaan agregat daur ulang hingga maksimal 50% yang dikombinasikan dengan bahan tambah berupa *fly ash* dan nano-silika untuk menjaga integritas mekanisnya.

Karakteristik sumber limbah yang digunakan pada penelitian terdahulu juga memiliki perbedaan mendasar dengan penelitian ini. Penelitian yang dilakukan

oleh Ishaq dkk. (2021) serta Patah dan Dasar (2022) berfokus pada limbah beton yang berasal dari puing pembongkaran gedung tua (*demolition waste*). Ishaq dkk. (2021) menggunakan perbandingan campuran konvensional (1 : 2,5 : 3,5) dengan variasi 0% hingga 100%, sedangkan Patah dan Dasar (2022) menemukan bahwa kadar optimum penggantian agregat kasar dari puing pembongkaran bangunan berada pada kisaran rendah (10% hingga 40%) karena kualitas agregat bekas pembongkaran umumnya mengalami penurunan mutu dan porositas yang tinggi.

Berbeda dengan deretan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini menghadirkan kebaruan (*novelty*) dari segi sumber material, rentang variasi substitusi, dan metode perancangan campurannya. Material yang dimanfaatkan dalam penelitian ini bukan merupakan puing bangunan tua, melainkan limbah spesifik hasil pemotongan tiang pancang pracetak (*mini pile*) dari proyek Pembangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Terpadu Politeknik Negeri Bengkalis yang memiliki mutu awal sangat tinggi (K-500). Selain itu, penelitian ini berfokus pada substitusi agregat kasar skala besar atau dominan, yaitu pada proporsi 60%, 70%, 80%, 90%, hingga 100% tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture/additive*). Perancangan campuran dilakukan secara murni berdasarkan metode *mix design* standar SNI 7656:2012 dan SNI 2847:2019 untuk mengevaluasi kelayakan mekanis beton target $f_c' = 20$ MPa.



Gambar 1. 1 Limbah Beton *Mini Pile*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2026)

1.2 Rumusan masalah

Melihat adanya potensi limbah mini pile di Pengadaan pembangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Terpadu Politeknik Negeri Bengkalis yang

sangat besar namun belum dimanfaatkan secara optimal, maka muncul beberapa persoalan teknis yang perlu dikaji secara mendalam melalui pengujian laboratorium. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah mini pile sebagai substitusi dominan 60% sampai 100% terhadap nilai slump dan kemudahan pengerjaan beton mutu $f_c' = 20$ MPa?
2. Berapa besar nilai berat volume beton dengan penggunaan variasi persentase limbah mini pile sebagai pengganti agregat kasar dengan rentang 60% - 100%.?
3. Berapa nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh variasi limbah mini pile tersebut pada umur 7, 14, dan 28 hari dibandingkan dengan beton normal?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan arah yang jelas untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan limbah mini pile sebagai substitusi dominan 60% sampai 100% terhadap nilai slump dan kemudahan pengerjaan beton mutu $f_c' = 20$ MPa.
2. Mengetahui besarnya nilai berat volume beton dengan penggunaan variasi persentase limbah mini pile sebagai pengganti agregat kasar dengan rentang 60% - 100%.
3. Mengetahui nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh variasi limbah mini pile tersebut pada umur 7, 14, dan 28 hari dibandingkan dengan beton normal.

Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh data dan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengembangan pemanfaatan limbah mini pile, baik dari aspek teknis struktur maupun dari sisi lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan dalam penelitian beton dan keterbatasan waktu serta sarana yang ada, maka penelitian ini perlu dibatasi agar lebih focus dan terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah beton yang digunakan merupakan sisa proyek Pengadaan Pembangunan Laboratorium dan Bengkel Terpadu Politeknik negeri Bengkalis.
2. Limbah *mini pile* tersebut dihancurkan secara manual untuk dijadikan agregat kasar dan daur ulang dengan ukuran butiran yang menyerupai agregat kasar alami.
3. Mutu beton yang direncanakan $f_c' = 20$ MPa.
4. Persentase penggunaan limbah mini pile sebagai pengganti agregat kasar dibatasi pada variasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100%.
5. Pengujian uji kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder
6. Perancangan campuran beton (*mix design*) dan prosedur pengujian mengikuti standar SNI 2847-2000.
7. Agregat halus (pasir) yang digunakan dari daerah Tanjung Balai
8. Agregat kasar alami menggunakan batu pecah jenis granit yang berasal dari Tanjung Balai, yang diperoleh dari penyedia material lokal di Bengkalis.
9. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu jenis semen yaitu *Portland Composite Cement (PCC)* dengan merek dagang yang tersedia dipasaran lokal Kabupaten Bengkalis
10. Seluruh prosedur perancangan campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, hingga Teknik pengujian merujuk pada standar terbaru SNI 2847:2000. dan SNI 7656:2012.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah mini pile ini diharapkan tidak hanya menjadi pemenuhan syarat akademi semata, namun juga dapat

memberikan konstrinusi nyata baik secara teoritis maupun praktis bagi berbagai pihak yang terlibat. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

Manfaat Praktis

1. Memberikan solusi aplikatif bagi tata kelola lingkungan di Politeknik Negeri Bengkalis dalam memanfaatkan residu konstruksi berupa potongan *mini pile* bermutu tinggi agar memiliki nilai guna kembali dan tidak membebani area kampus.
2. Provides informasi mengenai potensi optimalisasi material sisa proyek sebagai alternatif agregat kasar secara mandiri, sehingga dapat menekan ketergantungan serta biaya transportasi yang tinggi akibat mendatangkan agregat alami dari luar wilayah Kabupaten Bengkalis.
3. Mendukung penerapan konsep konstruksi hijau berkelanjutan di lingkungan akademis melalui pengurangan eksploitasi agregat alami secara berlebihan dengan memanfaatkan sisa komponen struktur yang ada.
4. Menjadi acuan dan referensi teknis bagi dunia konstruksi di Kabupaten Bengkalis mengenai rasio campuran dan kelayakan mekanis agregat daur ulang ex-tiang pancang K-500 untuk menghasilkan beton struktural baru yang memenuhi standar keamanan SNI 2847:2019.

Manfaat akademis

1. Menambahkan referensi dan literatur dalam bidang teknologi beton, khususnya mengenai penggunaan agregat daur ulang (*Recycled Aggregate Concrete*) dengan persentase substitusi tinggi.
2. Memberikan data ilmiah mengenai perbandingan kinerja kuat tekan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah *mini pile* sebagai agregat kasar dominan
3. Menjadi landasan atau dasar bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan inovasi material konstruksi ramah lingkungan di masa depan.

Manfaat bagi Masyarakat

1. Mengurangi potensi pencemaran lingkungan dan penumpukan puing konstruksi (*demolition waste*) di wilayah sekitar kampus, sehingga menciptakan lingkungan pemukiman masyarakat yang lebih bersih, rapi, dan sehat.
2. Memberikan alternatif material beton yang lebih ekonomis dengan memanfaatkan limbah lokal. Hal ini dapat membantu masyarakat maupun pemerintah daerah dalam menghemat biaya pembangunan infrastruktur publik (seperti jalan lingkungan, saluran irigasi, atau fasilitas umum) di tengah tingginya harga material alam di Bengkalis.
3. Menjadi sarana edukasi bagi masyarakat konstruksi lokal (tukang, kontraktor lokal, dan masyarakat umum) bahwa material sisa proyek bermutu tinggi seperti potongan tiang pancang dapat diolah kembali menjadi produk beton baru yang aman dan bernilai ekonomis tinggi.