

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur di wilayah perkotaan berlangsung sangat cepat dan menyebabkan perubahan fungsi lahan yang cukup besar, di mana area hijau banyak berubah menjadi permukaan kedap air (impermeable). Kondisi tersebut membuat air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah sehingga meningkatkan volume limpasan permukaan (surface runoff) yang dapat memicu terjadinya banjir serta menurunkan muka air tanah. Sebagai upaya mengatasi permasalahan lingkungan tersebut, American Concrete Institute (ACI) melalui standar ACI 522R-10 memperkenalkan konsep pervious concrete atau beton berpori, yaitu jenis perkerasan dengan tingkat porositas tinggi yang memungkinkan air mengalir melalui strukturnya dan meresap kembali ke dalam tanah (ACI Committee 522, 2010).

Namun, permasalahan utama dalam penggunaan beton porous adalah nilai kuat tekan yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan beton konvensional akibat tingginya jumlah rongga di dalam struktur. Selain itu, pada pekerjaan rehabilitasi jalan di kawasan perkotaan dengan lalu lintas padat, aspek kecepatan pelaksanaan menjadi hal yang sangat penting. Oleh karena itu, diperlukan penerapan konsep Fast Track (beton cepat mengeras) agar jalan dapat segera difungsikan kembali dalam waktu yang singkat, misalnya dalam 24 jam.

Kinerja beton porous sangat ditentukan oleh dua faktor utama pada materialnya, yaitu bahan pengikat berupa pasta semen serta jenis agregat kasar yang digunakan. Dalam proses pemilihan agregat kasar, terdapat berbagai jenis material alam yang dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah batu karang (coral reef).

Secara teoritis, batu karang memiliki permukaan yang cenderung halus dan berbentuk membulat sehingga menyebabkan ikatan (interlocking) antar agregat menjadi kurang kuat. Kondisi tersebut membuat material ini kurang sesuai untuk beton porous yang mengandalkan kontak antar butiran (point-to-point). Batu karang

juga memiliki porositas alami yang cukup tinggi serta berat jenis yang ringan, tetapi umumnya mempunyai nilai ketahanan hancur agregat (*crushing value*) yang rendah sehingga sulit mencapai kuat tekan yang tinggi. Di sisi lain, batu karang dengan bentuk yang tidak beraturan sebenarnya dapat meningkatkan kemampuan *interlocking*, namun ketersediaannya terbatas, tingkat kekerasannya tidak seragam, serta berpotensi mengandung kadar garam yang dapat merusak tulangan beton.

Oleh karena itu, batu karang (*coral reef*) dipilih sebagai agregat utama dalam penelitian ini. Material ini memiliki permukaan yang kasar serta bersudut tajam sehingga mampu menghasilkan ikatan mekanis (*mechanical interlocking*) yang lebih baik dibandingkan dengan jenis agregat lainnya. Karakteristik tersebut dinilai dapat meningkatkan kinerja beton porous yang dihasilkan. Namun demikian, penggunaan batu karang pada beton porous fast track tetap memerlukan penyesuaian pada pasta semen untuk mengurangi kelemahan yang terjadi pada zona transisi antarmuka (*Interfacial Transition Zone* atau *ITZ*).

Untuk meningkatkan kekuatan pasta serta ikatan antar agregat tanpa menutup seluruh porositas beton, diperlukan bahan tambahan (*admixture*) berupa filler. Silica fume merupakan material pozzolan dengan ukuran butir sangat halus yang mampu mengisi rongga-rongga mikro di antara partikel semen dan agregat. Penambahan silica fume diharapkan dapat meningkatkan kerapatan pasta semen melalui reaksi pozzolanik sehingga mampu meningkatkan kuat tekan beton porous fast track secara signifikan, namun pengaruhnya terhadap nilai permeabilitas beton tersebut tetap perlu ditinjau lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada “Pengaruh Penambahan Filler Silica Fume terhadap Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Fast Track Porous dengan Agregat Kasar Batu Karang” sebagai upaya untuk mengoptimalkan material konstruksi yang memiliki kekuatan baik, proses pengerjaan yang lebih cepat, serta mendukung konsep pembangunan yang ramah lingkungan.

1.2. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka diberikan batasan-batasan

masalah sebagai berikut:

1. Material Agregat: Agregat kasar yang digunakan adalah batu karang (coral reef) dengan ukuran seragam (uniform graded) lolos saringan 19 mm dan tertahan di saringan 9,5 mm. Penelitian ini tidak melakukan uji eksperimental terhadap Batu karang, melainkan menggunakannya sebagai landasan komparatif teoritis dalam pemilihan material.
2. Bahan Tambah: Menggunakan Silica Fume sebagai filler parsial pengganti semen atau aditif (sesuaikan dengan metode mix design Anda) dan superplasticizer untuk mencapai target fast track.
3. Target Beton: Beton Fast Track yang mampu mencapai persentase kekuatan rencana tertentu dalam waktu singkat (misal: 1 hari atau 3 hari).
4. Pengujian: Pengujian yang dilakukan meliputi uji kuat tekan (compressive strength) dan uji permeabilitas (falling head atau constant head permeability test) pada umur beton yang telah ditentukan.
5. Faktor Air Semen (FAS): FAS dijaga konstan untuk semua variasi campuran guna mengisolasi variabel pengaruh Silica Fume.

1.3. Rumusan Masalah

Penelitian mengenai beton porous pada umumnya dilakukan untuk menjawab kebutuhan dalam mengatasi permasalahan lingkungan, seperti meningkatnya limpasan air permukaan dan berkurangnya daerah resapan akibat pembangunan infrastruktur. Meskipun demikian, tantangan utama yang masih dihadapi adalah nilai kuat tekan beton porous yang lebih rendah dibandingkan beton konvensional karena tingginya jumlah rongga udara. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaannya lebih sesuai untuk konstruksi dengan beban lalu lintas ringan, seperti trotoar atau area parkir. Permasalahan ini menunjukkan adanya hubungan yang saling berlawanan (*trade-off*) antara permeabilitas dan kuat tekan, yaitu semakin tinggi kemampuan beton meloloskan air maka kekuatan strukturnya cenderung semakin rendah sehingga komposisi yang ideal sulit diperoleh. Selain itu, pemanfaatan limbah konstruksi maupun agregat alami lokal sering

menghasilkan mutu beton yang berbeda-beda dan belum mampu memenuhi target yang direncanakan akibat karakteristik material yang tidak seragam. Faktor fisik, seperti bentuk agregat (pecah atau bulat) serta keseragaman ukuran agregat, juga menjadi aspek penting karena sangat memengaruhi volume rongga yang terbentuk dan kestabilan struktur beton secara keseluruhan.

Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, sejumlah penelitian terdahulu merekomendasikan pengembangan penelitian lanjutan melalui modifikasi material dan rancangan campuran yang lebih optimal. Penggunaan bahan tambah (*admixture*) kimia selain *superplasticizer*, seperti *silica fume* atau polimer, disarankan karena dinilai mampu meningkatkan kekuatan beton secara lebih signifikan dibandingkan campuran biasa. Dari sisi agregat, penggunaan ukuran agregat yang lebih kecil, yaitu kurang dari 9,5 mm, juga direkomendasikan karena dapat menghasilkan pori yang lebih kecil dengan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan agregat berukuran besar. Pengembangan mix design melalui penambahan sedikit agregat halus untuk mengurangi tingkat keropos atau penambahan serat (*fiber*) sebagai bahan perkuatan juga disarankan agar kinerja mekanis beton menjadi lebih baik. Penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya berfokus pada pengujian kuat tekan, tetapi juga mencakup pengujian ketahanan aus (abrasi) dan kuat lentur sehingga durabilitas beton terhadap gesekan maupun beban lalu lintas dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.4.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan studi eksperimental pembuatan beton aspal berpori (*porous concrete*) dengan spesifikasi *fast track* (cepat keras), yang meliputi :

1. Merencanakan komposisi campuran (*mix design*) beton *porous* menggunakan agregat kasar batu karang (*Coral reef*) sebagai material penyusun utama untuk mendapatkan stabilitas struktur yang lebih baik dibandingkan agregat alami bulat atau berpori (seperti Batu Karang).

2. Melakukan substitusi atau penambahan parsial bahan pengikat dengan *Silica Fume* dalam berbagai variasi persentase.
3. Melakukan serangkaian pengujian laboratorium untuk menguji karakteristik mekanik dan hidrolis dari benda uji yang dihasilkan.

1.4.2 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis Nilai Kuat Tekan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh penambahan filler *Silica Fume* terhadap nilai kuat tekan beton porous pada umur awal (karakteristik *fast track*) dan umur rencana, serta membandingkan kinerjanya akibat penggunaan agregat batu karang yang memiliki sifat interlocking tajam.
2. Menganalisis Koefisien Permeabilitas untuk mengetahui dampak pemadatan struktur pasta akibat penambahan *Silica Fume* terhadap kemampuan beton dalam meloloskan air (permeabilitas), dan memastikan pori-pori tidak tertutup berlebihan sehingga fungsi drainase tetap terjaga.
3. Menentukan Kadar Optimum untuk menentukan persentase variasi *Silica Fume* yang paling ideal untuk menghasilkan beton *fast track* porous yang memenuhi persyaratan teknis, yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi namun tetap memiliki koefisien permeabilitas sesuai standar beton berpori (ACI 522R- 10).

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Pengembangan Ilmu Teknologi Beton memberikan sumbangan pemikiran dan data ilmiah mengenai perilaku mekanik beton *porous* yang dimodifikasi dengan *Silica Fume* untuk aplikasi *fast track* (cepat keras), khususnya dalam hal keseimbangan antara peningkatan kuat tekan dan penurunan permeabilitas.
2. Validasi Pengaruh Bentuk Agregat memperkuat teori mengenai pengaruh

bentuk agregat (*aggregate shape*) dan tekstur permukaan terhadap mekanisme *interlocking* pada beton *porous*. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan secara empiris bahwa penggunaan agregat batu karang (*Coral reef*) memberikan kinerja struktural yang lebih unggul dibandingkan literatur mengenai agregat kasar (Batu Kasar) atau agregat berpori rapuh (Batu karang) dalam konteks beban lalu lintas.

3. Referensi Penelitian Lanjutan menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan beton ramah lingkungan dengan material tambah (*admixture*) berbasis *pozzolan*, serta studi mengenai perbaikan zona transisi antarmuka (ITZ) pada beton dengan rongga tinggi.
4. Solusi Infrastruktur Perkotaan memberikan alternatif solusi bagi industri konstruksi dalam penyediaan material perkerasan jalan lingkungan, area parkir, atau jalur pedestrian yang mampu menyerap air hujan (mengurangi runoff dan risiko banjir) namun tetap dapat dikerjakan dengan durasi singkat (*Fast Track*) sehingga meminimalkan gangguan lalu lintas.
5. Panduan Komposisi Campuran (*Mix Design*) menyediakan data komposisi campuran optimum bagi kontraktor atau praktisi yang ingin memproduksi beton porous menggunakan material lokal yang mudah didapat (batu karang), namun dengan durasi pengerasan yang dipercepat menggunakan *Silica Fume*.
6. Manajemen Lingkungan mendukung program pemerintah dalam konsep pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) melalui konservasi air tanah, karena penggunaan beton ini memungkinkan air hujan meresap kembali ke dalam tanah dibandingkan terbuang ke saluran drainase kota.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman dan memberikan gambaran menyeluruh mengenai laporan tugas akhir ini, maka materi pembahasan disusun secara sistematis yang terbagi dalam 3 (tiga) bab, dengan uraian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang pemilihan topik mengenai beton fast track porous dan urgensi penggunaan agregat batu karang dibandingkan jenis agregat

lain (Batu Pecah, lava, sungai, apung). Bab ini juga memuat rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian literatur dan landasan teori yang relevan dengan topik penelitian. Teori yang dibahas meliputi definisi dan karakteristik beton porous, standar fast track concrete, sifat kimia dan fisik Silica Fume sebagai bahan pozzolan, serta karakteristik mekanik agregat kasar batu karang (coral reef). Bab ini juga mencantumkan standar pengujian (SNI/ASTM/ACI) yang digunakan sebagai acuan untuk kuat tekan dan permeabilitas, serta penelitian terdahulu yang sejenis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan dan prosedur pelaksanaan penelitian secara rinci. Dimulai dari diagram alir penelitian (flowchart), persiapan alat dan bahan, pemeriksaan sifat fisis material penyusun (agregat dan Silica Fume), perencanaan campuran beton (mix design), proses pembuatan benda uji, metode perawatan (curing), hingga prosedur pengujian kuat tekan dan uji permeabilitas di laboratorium.

BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Berisi tentang hitungan dan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Universitas Sangga Buana YPKP. Tentang kuat tekan yang diperoleh dengan metode American Concrete Institute dengan campuran beton porous di tambah Silicafume.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang persepsi terhadap kuat tekan beton porous, yang telah di uji. Kurang dan lebih yang di tuangkan pada saran dan kesimpulan, guna pembelajaran yang lebih baik untuk kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat daftar referensi buku, jurnal, dan standar peraturan yang dikutip dalam penyusunan laporan ini.

LAMPIRAN

Berisi data dukung, dokumentasi penelitian, dan perhitungan teknis yang melengkapi laporan.