

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun belakangan ini perkembangan industri konstruksi di Indonesia semakin maju pesat, khususnya mengenai wacana *Green Construction* atau teknologi konstruksi ramah lingkungan.

Pesatnya laju urbanisasi dan pembangunan infrastruktur di kota-kota besar Indonesia berdampak signifikan terhadap perubahan tata guna lahan. Area yang semula berfungsi sebagai daerah resapan air kini berubah menjadi lahan kedap air akibat penggunaan perkerasan jalan konvensional seperti aspal dan beton normal. Hal ini menyebabkan siklus hidrologi terganggu, di mana volume air limpasan permukaan (*surface run-off*) meningkat tajam dan sering kali melampaui kapasitas sistem drainase yang ada, yang pada akhirnya memicu terjadinya genangan dan banjir (Ferguson, 2005).

Sebagai upaya mitigasi, teknologi Beton Porous (*porous concrete*) menjadi alternatif perkerasan berkelanjutan. Beton porus dirancang khusus dengan sedikit atau tanpa agregat halus, sehingga memiliki rongga udara berkisar antara 15%-35% (ACI Committee 522R, 2010). Rongga-rongga yang saling terhubung ini memungkinkan air meresap langsung ke dalam struktur perkerasan hingga ke tanah dasar. Namun, keberadaan rongga yang besar tersebut berbanding terbalik dengan kekuatannya; semakin tinggi porositas, maka kuat tekan beton akan semakin menurun (Chandrappa & Biligiri, 2016).

Di sisi lain, kebutuhan akan efisiensi waktu dalam proyek rehabilitasi jalan di area padat lalu lintas mendorong pengembangan teknologi Fast Track Concrete. Teknologi ini memungkinkan beton mencapai kekuatan rencana dalam waktu yang sangat singkat, sehingga meminimalisir gangguan ekonomi akibat penutupan jalan yang terlalu lama. Menggabungkan konsep *porous* dan *fast track* merupakan tantangan teknis, karena beton harus memiliki kecepatan hidrasi tinggi sekaligus

struktur internal yang mampu mengalirkan air dengan baik.

Untuk mengatasi rendahnya kuat tekan pada beton porus tanpa mengorbankan nilai Permeabilitas, diperlukan modifikasi pada matriks pasta semen. Penambahan Silica Fume sebagai bahan pengisi (*filler*) sekaligus material pozzolanik menjadi solusi yang potensial. *Silica fume* memiliki ukuran partikel yang sangat halus (sekitar 0,1 hingga 0,5 mikron), yang mampu mengisi celah mikro pada zona transisi antara pasta semen dan agregat (*interfacial transition zone*). Selain itu, kandungan silika dioksida (SiO_2) yang tinggi pada *silica fume* akan bereaksi dengan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hasil hidrasi semen menjadi kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang jauh lebih kuat dan padat disamping itu ditambahkan juga additive F (Water Reducer)

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai **"PENGARUH PRESENTASE AGREGAT KASAR BATU SUNGAI TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS BETON FAST TRACK POROUS DENGAN PENAMBAHAN FILLER SILICA FUME"**.

Pemilihan jenis agregat juga memegang peranan vital dalam kestabilan struktur beton porus. Penggunaan agregat batu sungai (Batu Koral/Kerikil) dipilih karena memiliki bentuk yang bulat dan tekstur permukaan yang agak sedikit kasar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan infrastruktur jalan yang tidak hanya kuat dan cepat dalam pengerjaan, tetapi juga memiliki aspek ekologis yang baik.

1.1.1 Rumusan Masalah

Permasalahan utama dalam penelitian ini terletak pada aspek teknis pengendalian keseimbangan antara kinerja hidrolik dan kapasitas struktural beton porous, khususnya pada aplikasi fast track yang menuntut pencapaian kuat tekan dalam waktu relatif singkat. Secara spesifik mengkaji pengaruh variasi rasio agregat terhadap semen serta penambahan silica fume sebagai material pengisi terhadap pembentukan porositas, mengingat kinerja beton porous sangat ditentukan oleh keberadaan pori-pori saling terhubung untuk memenuhi persyaratan laju

infiltrasi sesuai standar ACI 522R-10. Permasalahan ini menjadi semakin kompleks akibat penggunaan agregat batu kerikil sungai, sementara keberadaan silica fume diperkirakan akan memodifikasi viskositas pasta semen dan ketebalan lapisan pengikat di sekeliling agregat. Kondisi tersebut menimbulkan pertanyaan mengenai sejauh mana penambahan silica fume mampu meningkatkan kekuatan ikatan antar butiran tanpa mengurangi volume pori efektif yang berperan penting terhadap permeabilitas.

Selain itu, fenomena ini memunculkan ketidakjelasan hubungan antara porositas dan kinerja mekanis beton, mengingat kecenderungan hubungan invers di mana peningkatan kuat tekan melalui penambahan filler sering kali diikuti oleh penurunan nilai permeabilitas. Oleh sebab itu, permasalahan penelitian ini berfokus pada penentuan kombinasi optimal antara rasio agregat-semen dan kadar silica fume yang mampu menghasilkan beton porous *fast track* dengan permeabilitas tinggi sekaligus memenuhi persyaratan kuat tekan minimum. Melalui pendekatan eksperimental, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan sifat fisik dan mekanis beton akibat variasi tersebut, sehingga dapat dirumuskan rekomendasi proporsi campuran yang paling efektif dan efisien dengan memanfaatkan agregat batu kerikil sungai lokal sebagai upaya mendukung pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Indonesia.

1.2. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, penulis membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut:

1. Material :
 - a. Agregat kasar yang digunakan adalah Batu Sungai yang berasal dari wilayah Garut , dengan ukuran 1,2 cm dan di 2,5 cm.
 - b. Semen yang digunakan adalah Portland Cement Tipe 1 atau

High Early Strength Cement.

- c. Bahan tambah berupa *Silica Fume* dengan variasi 5%, dari berat semen.
 - d. Menggunakan *Admixture* (**Consol N11 LN**) untuk memfasilitasi konsep *fast track*.
2. Pengujian :
- a. Pengujian Kuat Tekan dilakukan pada umur beton 3, 7, dan 28 hari untuk memverifikasi karakteristik *fast track*.
 - b. Pengujian Permeabilitas menggunakan metode *Constant Head* atau *Falling Head* (pilih satu).
3. Penelitian ini tidak meninjau kuat tarik belah maupun kuat lentur balok secara mendalam, fokus utama pada kuat tekan dan porositas.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Merencanakan campuran (*Mix Design*) beton *fast track porous* dengan memanfaatkan potensi material lokal agregat kasar batu sungai dan bahan tambah *Silica Fume*.
2. Melakukan pengujian laboratorium untuk mengevaluasi perilaku fisik dan mekanis beton *porous* akibat modifikasi matriks semen oleh *Silica Fume*.
3. Mengkaji kelayakan penggunaan batu sungai sebagai substitusi agregat standar pada aplikasi beton perkerasan yang membutuhkan kekuatan awal tinggi (*fast track*).

1.3.2 Tujuan

Berdasarkan pemaparan rumusan masalah, tujuan spesifik yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh penambahan variasi kadar *Silica Fume* (sebagai *filler*) terhadap nilai kuat tekan beton *fast track porous* dengan agregat batu sungai pada berbagai umur beton (umur awal

dan umur rencana).

2. Menganalisis pengaruh penambahan variasi kadar *Silica Fume* terhadap koefisien *permeabilitas* (kemampuan meloloskan air) pada beton *fast track porous* dengan agregat batu sungai.
3. Menentukan kadar optimum penggunaan *Silica Fume* yang menghasilkan keseimbangan terbaik antara peningkatan kuat tekan dan kemampuan drainase (*permeabilitas*) yang memenuhi standar perkerasan *pervious concrete*.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat Akademis
Memberikan referensi ilmiah dan data empiris mengenai pemanfaatan batu sungai dan silica fume dalam teknologi beton porous, khususnya untuk aplikasi *fast track* (kekuatan awal tinggi).
2. Manfaat Praktis
Sebagai alternatif acuan bagi industri konstruksi dalam pembuatan perkerasan jalan lingkungan, area parkir, atau trotoar yang ramah lingkungan (*Eco-Drainage*) dengan memanfaatkan material lokal yang lebih ekonomis.
3. Manfaat Lingkungan
Mendukung upaya mitigasi banjir perkotaan dan konservasi air tanah melalui penerapan teknologi perkerasan yang mampu menyerap air hujan.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas dan menyeluruh mengenai penyusunan tugas akhir ini, maka materi pembahasan disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang pemilihan topik mengenai beton *fast*

track porous dengan agregat batu sungai dan *silica fume*. Di dalamnya mencakup identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah (ruang lingkup), maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori yang bersumber dari literatur buku, jurnal, dan standar peraturan yang relevan (**SNI**, **ASTM**, atau **ACI**). Materi yang dibahas meliputi teori dasar beton porous (*Pervious Concrete*), konsep beton *fast track*, karakteristik agregat kasar batu sungai, karakteristik dan mekanisme kerja *Silica Fume* dalam campuran beton, serta teori parameter pengujian yaitu kuat tekan dan permeabilitas. Bab ini juga memuat tinjauan penelitian terdahulu yang sejenis sebagai referensi pembandingan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis yang digambarkan dalam diagram alir (*Flowchart*). Penjelasan mencakup lokasi penelitian, persiapan alat dan bahan, pemeriksaan karakteristik material dasar (agregat batu lava, semen, *silica fume*), perencanaan campuran beton (*Mix Design*), proses pembuatan benda uji, metode perawatan (*Curing*), hingga prosedur pengujian kuat tekan dan permeabilitas di laboratorium.

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.