

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur karena memiliki kuat tekan yang tinggi, kemudahan pelaksanaan, serta biaya yang relatif ekonomis. Material ini diaplikasikan pada berbagai jenis bangunan, seperti gedung, jembatan, bendungan, reservoir, dan tandon air. Namun demikian, beton bukan merupakan material yang sepenuhnya kedap air. Menurut Gojević dkk. (2021), beton memiliki pori – pori dan rongga kapiler yang memungkinkan terjadinya penetrasi air ke dalam struktur. Selain itu, Azarsa dkk. (2021) menjelaskan bahwa masuknya air dan zat agresif ke dalam beton dapat mempercepat proses segregasi material, meningkatkan risiko korosi tulangan, serta menurunkan durabilitas struktur.

Permasalahan penetrasi air menjadi penting pada struktur yang berfungsi sebagai penampung air, seperti tandon, reservoir, dan bak penampungan. Azarsa dkk. (2021) menyatakan bahwa keberadaan air secara terus – menerus dapat mempercepat kerusakan beton akibat meningkatnya porositas dan masuknya senyawa agresif ke dalam struktur. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan rembesan dan kebocoran yang dapat menurunkan durabilitas struktur. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap penetrasi air sehingga dapat menghasilkan struktur yang lebih kedap dan tahan lama.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap air adalah penerapan sistem *waterproofing*. Pada beton konvensional, *waterproofing* biasanya diaplikasikan sebagai lapisan pelindung pada permukaan struktur. Namun, metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan, seperti risiko kerusakan lapisan akibat cuaca, biaya pemeliharaan yang relatif tinggi, dan ketergantungan terhadap kualitas pemasangan. Sebagai alternatif, Agustiana dkk. (2022) menjelaskan bahwa beton integral memanfaatkan bahan

tambah *waterproofing* yang dicampurkan langsung ke dalam adukan beton sehingga perlindungan terhadap air terbentuk dari dalam struktur beton. Pendekatan ini dinilai lebih efektif dalam meningkatkan ketahanan beton terhadap penetrasi air dibandingkan sistem perlindungan eksternal.

Salah satu bahan tambah yang banyak digunakan pada beton integral adalah *crystalline waterproofing admixture* atau *crystalline powder waterproofing*. Pazderka (2017) menjelaskan bahwa bahan ini mengandung senyawa kimia aktif yang bereaksi dengan air dan produk hidrasi semen untuk membentuk kristal tidak larut di dalam pori-pori beton. Kristal yang terbentuk akan mengisi rongga kapiler dan memperhambat jalur aliran air sehingga mengurangi penetrasi air ke dalam beton. Hasil penelitian Suwondo dkk. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan *crystalline waterproofing admixture* mampu meningkatkan durabilitas beton melalui penurunan permeabilitas dan peningkatan ketahanan terhadap lingkungan yang mengandung air.

Selain penggunaan bahan *waterproofing*, kualitas beton juga dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan material pozzolan. Salah satu material yang banyak digunakan adalah *fly ash*, yaitu hasil pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap. Berdasarkan SNI 2460:2014, *fly ash* dibedakan menjadi Kelas F dan Kelas C. Purwono dkk. (2020) menjelaskan bahwa *fly ash* tipe F memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi sehingga bersifat pozzolanik dominan, sedangkan *fly ash* tipe C memiliki kandungan kalsium yang lebih tinggi dan bersifat pozzolanik sekaligus sementitious. Pada penelitian ini digunakan *fly ash* tipe F karena reaksi pozzolaniknya mampu menghasilkan tambahan gel C – S – H yang berperan dalam meningkatkan kepadatan mikrostruktur beton. Sejalan dengan hal tersebut, Kushartomo dkk. (2024) bahwa penggunaan *fly ash* pada kadar tertentu mampu meningkatkan kuat tekan beton melalui perbaikan struktur pasta semen dan pengurangan porositas.

Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan *fly ash* maupun *crystalline waterproofing admixture* dapat meningkatkan performa beton. Purwono dkk. (2020) menunjukkan bahwa substitusi *fly ash* mampu meningkatkan kepadatan struktur beton dan memperbaiki sifat mekanik beton. Hasil tersebut diperkuat oleh

Kushartomo dkk. (2024) bahwa penggunaan *fly ash* sebesar 20% menghasilkan kuat tekan optimum dibandingkan variasi lainnya. Sementara itu, Pazderka (2017) Agustiana dkk. (2022), dan Suwondo dkk. (2023) menyimpulkan bahwa *crystalline waterproofing admixture* efektif dalam meningkatkan ketahanan beton terhadap penetrasi air. Selain itu, Shelote dkk. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi *fly ash* dan *waterproofing admixture* mampu meningkatkan kuat tekan sekaligus menurunkan permeabilitas beton.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu umumnya berfokus pada penggunaan *fly ash* dan *crystalline waterproofing admixture* secara terpisah. Penelitian yang menggabungkan kedua material tersebut pada beton integral masih relatif terbatas, khususnya pada struktur tandon air. Selain itu, sebagian besar penelitian hanya mengevaluasi kuat tekan atau permeabilitas secara terpisah sehingga belum memberikan evaluasi yang komprehensif mengenai hubungan antara kuat tekan, kedap air, penyerapan air, dan biaya material beton integral. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap kuat tekan, kedap air, penyerapan air, dan biaya material beton integral serta hubungan antarparameter tersebut pada aplikasi struktur tandon air.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian yang telah di uraikan pada bagian latar belakang, rumusan masalah penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap kuat tekan beton integral pada umur 28 hari?
2. Bagaimana pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap kedap air beton integral?
3. Bagaimana pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap penyerapan air beton integral?
4. Bagaimana perbandingan harga material pada setiap variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* dalam campuran beton integral?

5. Bagaimana hubungan hasil pengujian kuat tekan, kekedapan air, penyerapan air, dan analisis harga material terhadap substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* pada beton integral?

### 1.3 Maksud Dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai substitusi semen dan *crystalline waterproofing powder* sebagai bahan tambah beton. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap nilai kuat tekan beton integral.
2. Mengetahui pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap kekedapan air beton integral.
3. Mengetahui pengaruh variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap nilai penyerapan air beton integral.
4. Mengetahui analisis harga material kombinasi variasi substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* pada beton integral.
5. Mengetahui pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap hubungan keterkaitan antara kuat tekan, permeabilitas, penyerapan air, serta harga material pada beton integral.

### 1.4 Batasan Masalah

Menetapkan batasan dan membatasi ruang lingkup agar penelitian dapat dilakukan secara lebih terfokus dan sistematis, ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan beton integral dengan komponen penyusun campuran beton terdiri atas agregat kasar, agregat halus, semen, *fly ash*, *crystalline powder waterproofing* dan air.
2. Penelitian ini menggunakan empat variasi campuran, yaitu variasi A dengan substitusi 0% *fly ash* dan penambahan 0% *crystalline powder waterproofing*, variasi B sebesar 10% dan 2%, variasi C sebesar 20% dan 3%, serta variasi D sebesar 30% dan 4%.

3. *Fly ash* yang digunakan tipe F berasal dari PLTU Batang dan *Crystalline powder waterproofing* yang digunakan dari PT. Kanaka Chemical Indonesia.
4. Penelitian ini menggunakan spesimen silinder dengan dimensi 15 x 30 cm sesuai dengan ketentuan pengujian beton.
5. Pengujian kuat tekan, kekedapan air dan penyerapan air dilakukan pada umur 28 hari.
6. Metode pengujian kuat tekan mengacu pada ketentuan SNI 1974:2011, sementara pengujian permeabilitas mengacu pada ACI 350.1-10, pengujian penyerapan air mengacu pada SNI 03-6433-2000 dan *job mix design* SNI 7656:2012.
7. Parameter yang ditinjau dalam penelitian ini meliputi kuat tekan beton (MPa), kekedapan air (%), penyerapan air (%) dan analisis harga (Rp.)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan referensi mengenai penggunaan *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing* pada beton integral. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi pengetahuan dan pemahaman mengenai pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap karakteristik beton integral.
2. Penelitian ini dapat menjadi referensi tambahan dalam pengembangan ilmu pengetahuan di program studi.
3. Memberikan informasi terhadap pengembangan material beton yang tahan terhadap air sehingga dapat mendukung kualitas dan keberlanjutan teknologi beton.

### 1.6 Identifikasi Masalah

Beton memiliki sifat pori yang menyebabkan air dapat meresap melalui pori-pori sehingga menurunkan durabilitas struktur. Pada beton integral, diperlukan material tambahan untuk meningkatkan ketahanan terhadap air tanpa mengurangi kinerja mekaniknya. Substitusi parsial semen menggunakan *fly ash* mempengaruhi kuat

tekan serta kerapatan beton integral sesuai dalam persentase penggunaannya. Selain itu, *crystalline powder waterproofing* bekerja dengan membentuk kristal di dalam pori-pori beton sehingga mengurangi permeabilitas. Namun, pengaruh kombinasi *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing* terhadap kinerja beton integral yang ditinjau dari kuat tekan dan permeabilitas pada variasi tertentu belum diketahui secara pasti, sehingga diperlukan penelitian untuk menentukan komposisi yang memberikan kinerja optimal.