

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material utama yang berperan penting dalam proses pembangunan. Sebagai salah satu bahan konstruksi, beton mempunyai kelebihan yaitu; memiliki sifat yang mudah diatur sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan serta ketahanan yang sangat tinggi dan relatif murah sehingga sering digunakan (Tjokrodinuljo, 2012). Beton terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

Produksi semen menghasilkan efek yang tidak ramah pada lingkungan, dimana pada proses pembuatan semen menghasilkan asap dan debu yang dikeluarkan melalui cerobong ke udara. Hal ini yang menyebabkan pencemaran udara dan menimbulkan penyakit yang berhubungan dengan sistem pernapasan. Selain itu, pada proses pembuatan semen *portland*, dimana satu ton semen *portland* diproduksi dan menghasilkan sekitar satu ton gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dilepaskan ke atmosfer (Cheak *et al.*, 2008). Berdasarkan data UNEP, pabrik semen memberikan kontribusi emisi gas rumah kaca sebesar 11,37% dari total 35,8 gigaton pada tahun 2016 (UNEP, 2017). Hal ini yang mendukung untuk dilakukannya penelitian guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Salah satu alternatif yang ditemukan memiliki performa komposisi unsur yang menyerupai semen yaitu *fly ash* yang merupakan limbah dari hasil pembakaran abu batubara. Abu batubara dihasilkan sekitar 2-10% dari sejumlah pembakaran batubara. Abu batubara merupakan bahan anorganik yang dihasilkan dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) melalui reaksi pembakaran serta berbentuk partikel halus amorf. Reaksi pembakaran batubara dalam unit pembangkit uap (*boiler*) menyebabkan pembentukan dua jenis abu batubara, yaitu; *fly ash* (abu layang) dan *bottom ash* (abu dasar). Reaksi pembakaran menghasilkan 10-20% *bottom ash* dan 80-90 % *fly ash*. *Fly ash* ditempatkan dalam *electric precipitator* setelahnya dibuang melalui cerobong ke udara (Setiawati, 2018). Hal ini menyebabkan salah satu sumber dampak kerusakan lingkungan dengan melepaskan sumber potensi utama bahan kimia yang berbahaya (Blissett dan Rowson, 2012; Ahmaruzzaman, 2010). Berdasarkan komponen yang terkandung dalam *fly ash*,

terdapat peraturan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan pemerintah No. 6 Tahun 2021 tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, *fly ash* termasuk kategori sebagai limbah B3 dikarenakan kandungan *fly ash* terdapat oksida logam berat yang dapat mencemari lingkungan.

*Fly ash* merupakan salah satu hasil pembakaran batubara yang biasanya berbentuk partikel halus (Setiawati, 2018). *Fly ash* mengandung logam oksida yang termasuk dalam logam berat dengan jumlah yang kecil. Kandungan logam oksida-oksida dalam *fly ash* yaitu; silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), ferioksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ), difosforus pentaoksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), kalium oksida ( $\text{K}_2\text{O}$ ), titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ), magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), mangan dioksida ( $\text{MnO}$ ), seng oksida ( $\text{ZnO}$ ), vanadium pentaoksida ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), nikel (II) oksida ( $\text{NiO}$ ), kromium (III) oksida ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), dan tembaga (II) oksida ( $\text{CuO}$ ) (Mufrodi et al., 2010; Jung et al., 2001).

*Fly ash* memiliki beberapa komposisi kimia yang sama dengan semen, sehingga banyak penelitian-penelitian yang memanfaatkan *fly ash* sebagai pengganti semen. Berdasarkan penelitian Mohamad et al. (2020); pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen, menghasilkan hasil yang belum cukup untuk menjadikan *fly ash* sebagai pengganti semen. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa *fly ash* mengandung kalsium yang rendah, sehingga membuat campuran beton *fly ash* sulit dicetak atau tidak *workability* (Manuahe, 2014). Penggunaan beton *fly ash* hanya bisa disarankan menggunakan perbandingan sebesar  $\leq 30\%$ . Penggunaan *fly ash* pada campuran beton yang melebihi 30% menyebabkan kuat tekan pada beton *fly ash* akan semakin rendah (Mohamad et al., 2020).

Salah satu alternatif yang ditemukan memiliki performa komposisi kimia yang dapat dicampurkan dengan *fly ash* sebagai pengganti semen yaitu limbah karbit yang merupakan limbah hasil sisa dari pembuatan gas asetilena ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) dimana terjadinya reaksi antara karbit dengan air. Limbah karbit biasanya ditemukan di bengkel-bengkel las karbit. Limbah karbit termasuk dalam kategori limbah B3 dimana pada Peraturan PP Nomor 22 tahun 2021 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun mendefinisikan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagai zat, energi, dan/atau komponen lainnya yang memiliki sifat, konsentrasi, dan/atau jumlah, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup

manusia dan makhluk hidup lainnya (Damara dan Lubis, 2018).

Reaksi kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan menghasilkan gas asetilena ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ). Limbah karbit berupa *koloid* (semi cair) pada kondisi mula-mula, dikarenakan hasil campuran antara gas dan air. Setelah 3-7 hari, gas yang terkandung dalam limbah karbit akan menguap secara perlahan-lahan seiring dengan penguapan gas dan air kapur pada limbah karbit yang mulai mengering. Pada saat kondisi kering, limbah karbit akan berbentuk gumpalan-gumpalan yang rapuh dan mudah dihancurkan serta dapat menjadi serbuk (Natania, 2016).

Limbah karbit memiliki kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) yang cukup tinggi, sehingga terdapat beberapa penelitian yang mencampurkan *fly ash* dan limbah karbit sebagai bahan pengganti semen. Unsur kalsium ( $\text{Ca}$ ) yang terdapat dalam limbah karbit, dapat bercampur dengan silika ( $\text{SiO}_2$ ) atau alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang terkandung dalam *fly ash* dan membentuk reaksi *pozzolanic*. Reaksi *pozzolanic* merupakan reaksi antara kalsium ( $\text{Ca}$ ), silika ( $\text{SiO}_2$ ) atau alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dengan air, sehingga membentuk suatu massa menjadi keras dan kaku, yang hampir sama dengan proses hidrasi pada *Portland Cement* (Aswad, 2013).

Penelitian Ashari *et al.* (2016), pemanfaatan limbah karbit yang dicampurkan dengan *fly ash* dalam campuran beton menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari beton kontrol dan kandungan logam berat tembaga ( $\text{Cu}$ ), Chromium ( $\text{Cr}$ ), dan Lead/ timbal ( $\text{Pb}$ ) yang aman bagi lingkungan, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pembuatan beton. Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian tersebut, peneliti ingin meneliti durabilitas pada campuran beton *fly ash* dan limbah karbit. Durabilitas beton adalah salah satu parameter penting yang perlu dipertimbangkan untuk memastikan umur yang lebih lama dari struktur yang dibangun dengannya. Parameter ini berkaitan dengan kemampuan beton untuk mempertahankan bentuk, dimensi, dan kualitas aslinya selama perkiraan masa pemakaiannya saat mengalami kondisi pelapukan terberat, abrasi, dan beragam serangan kimia. Penelitian ini dilakukannya uji durabilitas pada kondisi asam dan garam untuk mengetahui daya tahan beton dengan tambahan campuran *fly ash* dan limbah karbit dari serangan kimia.

Penelitian ini mencoba memanfaatkan kondisi alam Indonesia dengan memanfaatkan bahan lokal seperti limbah *fly ash* PT. ICA dan limbah karbit yang memungkinkan dalam pembuatan beton bermutu baik. Usaha penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan

suatu alternatif terbaru dalam teknologi pembuatan beton, dengan menggunakan semen seefisien mungkin yaitu; dengan mengurangi penggunaan semen dengan limbah *fly ash* dan limbah karbit. Diharapkan dapat menghasilkan daya tahan beton yang tinggi dengan menambahkan campuran limbah *fly ash* dan limbah karbit.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu bagaimana durabilitas campuran beton limbah *fly ash* PT. ICA dan limbah karbit dalam larutan  $H_2SO_4$  (media asam) dan larutan  $MgSO_4$  (media garam).

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini, yaitu mengetahui dan menganalisa durabilitas campuran beton limbah *fly ash* PT. ICA dan limbah karbit dalam larutan  $H_2SO_4$  (media asam) dan larutan  $MgSO_4$  (media garam).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini, diharapkan mampu mengurangi jumlah dari limbah *fly ash* dan limbah karbit. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah *fly ash* dan limbah karbit ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan dilapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kedepannya.