

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan paling populer dan banyak digunakan saat ini. Bahan-bahan dasar pembuatannya relatif mudah didapat, lebih awet dan tahan lama, serta mudah dalam pembentukannya menjadikan beton material yang banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur. Beton tersusun dari campuran agregat kasar, agregat halus, air, semen, dan tambahan bahan lain bila diperlukan. Salah satu bahan yang membuat beton mengeras dan mengikat semua bahan adalah semen. Semen merupakan bahan perekat yang mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang homogen dan kuat. Untuk dapat digunakan semen perlu dicampurkan dengan air agar dapat menjadi pengikat.

Selain semen, agregat, dan air yang digunakan sebagai material penyusun beton, bahan tambah lain juga dapat digunakan, salah satunya yaitu *slag*. *Slag* merupakan limbah dari proses pembuatan besi dan baja yang berbentuk bongkahan. Kandungan kimia yang terdapat dalamnya menjadikan slag limbah bahan berbahaya beracun, sehingga sangat perlu upaya pengolahan agar tidak memberikan masalah pada lingkungan. Pemerintah melarang keras pembuangan limbah slag tanpa izin. Jumlahnya yang sangat banyak jika tidak dimanfaatkan akan mencemari lingkungan. Penambahan *slag* yang merupakan limbah B3 sebagai material pembentuk beton merupakan salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Keunggulan dalam menggunakan slag antara lain: (1) ramah lingkungan, (2) kuat tekan akhir lebih tinggi, (3) panas hidrasi rendah, (4) tahan sulfat klorida, (5) reaksi alkali silika turun, (6) mudah dikerjakan, (7)

mengurangi bleeding, (8) retensi slump panjang, (9) permeabilitas turun, (10) reflektansi matahari, (11) daya tahan dan tahan panas, serta (12) warna yang cerah hemat listrik.

Slag mempunyai kandungan Kalsium Oksida (CaO) dan silikon dioksida (SiO₂) yang tinggi. Senyawa tersebut diketahui juga terdapat pada semen. Kandungan CaO dan Al₂O₃ bereaksi dengan air saat membentuk C₃A yang berfungsi pada pengikatan awal beton dan proses hidrasi. Kandungan CaO dan SiO₂ bereaksi dengan air membentuk C₃S yang berfungsi memberikan kuat tekan awal pada beton. Berpandingan kandungan senyawa pada *slag* dan semen dapat dilihat pada table 1.1.

Table 1.1 Senyawa pada Semen dan Semen *Slag*

Senyawa	Semen (%)	<i>Slag</i> (%)
CaO	62,82	45,2
SiO ₂	19,39	34,80
Al ₂ O ₃	5,46	14,79
Fe ₂ O ₃	4,9	1,34
SO ₃	2,3	1,74
MgO	1,5	0,99

Sumber: Dokumen Pribadi, 2020

PT. KRAKATAU STEEL sebagai perusahaan baja terbesar di Indonesia dapat memproduksi baja hingga 3,15 juta ton pertahun dan menghasilkan *slag* hingga 750.000 ton per tahun. Pada tahun 2013 PT. KRAKATAU STEEL bekerja sama dengan PT. SEMEN INDONESIA membentuk PT. KRAKATAU SEMEN INDONESIA berupaya mengolah limbah *slag* menjadi produk semen *slag*. Limbah terak baja yang dihasilkan adalah GBFS (*Granulate Blast Furnace Slag*). GBFS

berbentuk butiran pasir yang merupakan residu pembakaran pada tanur (*furnace*) pemurnian baja. Produk hasil pengolahan GBFS ini disebut GGBFS (*Ground Granulate Blast Furnace Slag*). GGBFS merupakan GBFS yang telah dihaluskan, GGBFS menunjukkan kualitas perekat yang sama dengan semen Portland. (<http://krakatausemenindonesia.com/>)

GGBFS memiliki CaO (kalsium oksida) sebesar 45,2% dan SiO₂ (silikon dioksida) sebesar 34,80%. CaO (kalsium oksida) akan bereaksi dengan air selama proses hidrasi menjadi Ca(OH)₂. Reaksi ini yang akan menyebabkan beton mengembang. Sedangkan SiO₂ (silikon dioksida) dalam campuran beton akan bereaksi dengan Ca(OH)₂ (Kalsium hidroksida) membentuk CSH (Calcium Silicate Hydrat). Reaksi terakhir ini dapat mengurangi jumlah pori pada beton (Brindha, diacu dalam Zainul, dkk, 2018).

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh PT. KRAKATAU SEMEN INDONESIA menunjukkan penggunaan GGBFS sebagai pengganti semen dapat digunakan hingga 70% dari berat semen. Namun penggantian ini berefek pada lamanya umur yang dibutuhkan beton untuk mencapai mutu rencana. Penggunaan *slag* sebagai pengganti semen sebanyak 70% baru mencapai kuat tekan rencana pada umur 90 hari. Penelitian lain menunjukkan penggunaan GBFS sebagai pengganti semen pada mortar umur 28 hari optimum pada 2% lebih tinggi 5,09% dari mortar tanpa pengganti (Samsuri, dkk, 2016). Selain itu Zainul, dkk (2018) dalam keadaan umur normal 28 hari penggunaan *slag* sebagai pengganti semen optimum pada 15% lebih tinggi 24,23% dari kuat tekan beton normal. *Slag* sebagai pengganti pasir penggunaannya optimum pada 30% lebih tinggi 49,385% dari beton normal.

Penggunaan beton sebagai perkerasan kaku pada konstruksi jalan raya harus diperhatikan mutu kekuatannya. Dalam pedoman perkerasan jalan beton oleh Departemen Permukiman & Prasarana Wilayah, (2003) kekuatan beton dinyatakan dalam kuat lenturnya. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan jalan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Kuat lentur minimum tidak boleh kurang dari 45 kg/cm² pada umur 28 hari dan harus sudah mencapai kekuatan minimum 80% pada umur 7 hari (Suryana, 2013). Sedangkan pengujian kuat tekan untuk mengetahui kapasitas daya dukung beton berdasarkan Pelaksanaan Pekerjaan Beton Jalan dan Jembatan oleh Departemen Pekerjaan Umum (2005). Kekuatan tekan minimum harus sudah mencapai kekuatan 80% pada umur 7 hari (Wignal, dkk, 2000).

Berdasarkan latar belakang diatas penggunaan semen *slag* sangat bermanfaat pada beton. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik mekanik beton yaitu kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas, dan rasio poisson dengan bahan tambah semen *slag* sebagai upaya memberikan informasi penggunaan semen *slag* sebagai bahan tambah pada beton.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Apakah dengan bahan tambah semen *slag* akan mempengaruhi karektiristik mekanik beton?
2. Apakah dengan bahan tambah semen *slag* akan meningkatkan kuat karakteristik mekanik beton?
3. Apakah dengan bahan tambah semen slag akan menghasilkan nilai optimal kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas, dan rasio poisson beton?

4. Bagaimana hubungan kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas, dan rasio poison beton dengan bahan tambah semen *slag*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Semen menggunakan tipe I karena tidak memerlukan syarat khusus pada pembuatan beton.
2. Agregat halus merupakan pasir Kalimantan.
3. Agregat kasar merupakan krikil Rumpin.
4. Semen *slag*.
5. Penggunaan semen *slag* sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen.
6. Kuat tekan rencana beton $f_c' = 35$ MPa sesuai Pd T-07-2005-B Pelaksanaan Pekerjaan Beton untuk Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum
7. Kuat Lentur rencana beton $f_{cf} = 4,14$ MPa sesuai Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
8. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter = 15 cm dan tinggi = 30 cm untuk pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, dan rasio poison.
9. Benda uji berbentuk balok dengan lebar = 15 cm, tinggi = 15 cm, dan Panjang 60 cm untuk pengujian kuat lentur.

1.4 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan sebagai berikut : **“Apakah dengan bahan tambah semen slag akan mempengaruhi karakteristik Mekanik Beton ?”**

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan semen *slag* sebagai bahan tambah beton terhadap karakteristik mekanik beton yang dihasilkan.

1.6 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat antara lain:

1. Memberikan pengetahuan mengenai penggunaan semen *slag*.
2. Mengetahui apakah penggunaan semen *slag* akan memberikan pengaruh pada karakteristik mekanik beton.

