

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan, khususnya pada industri kelapa sawit. Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen kelapa sawit terbesar di dunia, sehingga aktivitas pengolahan minyak sawit menghasilkan limbah dalam jumlah besar, baik limbah cair maupun limbah padat. Salah satu limbah padat yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak sawit adalah *Spent Bleaching Earth* (SBE). Menurut Mahida 1984, limbah industri yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan makhluk hidup.

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan limbah hasil proses pemucatan (*bleaching*) minyak sawit yang masih mengandung residu minyak serta mineral lempung aktif. Limbah ini berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Elyza et al., 2015). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pemanfaatan limbah SBE agar memiliki nilai tambah dan tidak menjadi beban lingkungan. Menurut Nababan et al. dalam , limbah SBE dapat dimanfaatkan sebagai material substitusi sebagian semen dalam campuran beton sehingga mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Di sisi lain, sektor konstruksi merupakan salah satu sektor dengan konsumsi semen yang sangat tinggi. Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur. Menurut A.M. Neville dalam *Properties of Concrete*, beton adalah material komposit yang terbentuk dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang mengalami reaksi hidrasi sehingga menghasilkan massa yang memiliki kekuatan tekan tinggi. Kuat tekan beton merupakan parameter utama dalam menentukan mutu dan kinerja struktur beton.

Selain itu, M.S. Shetty menyatakan bahwa sifat mekanik beton sangat dipengaruhi oleh komposisi campuran, faktor air-semen (*water-cement ratio*), serta

penggunaan bahan tambahan (*admixture*) maupun bahan pengganti sebagian semen. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi campuran beton dapat mempengaruhi performa mekaniknya, khususnya kuat tekan. Menurut penelitian, penggunaan SBE sebagai substitusi semen pada kadar tertentu masih menghasilkan kuat tekan yang mendekati beton normal.

Namun demikian, produksi semen diketahui memberikan dampak lingkungan yang cukup besar. Berdasarkan *International Energy Agency* (IEA), industri semen menyumbang sekitar 7–8% emisi karbon dioksida (*carbon dioxide* / CO₂) global. Oleh karena itu, pengurangan penggunaan semen melalui substitusi material alternatif menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung *sustainable development* dan pengurangan emisi karbon.

Dalam perkembangan teknologi beton, penggunaan material pozzolanik sebagai bahan substitusi sebagian semen telah banyak diteliti. Menurut *American Concrete Institute* (ACI), material *pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika atau alumina yang dalam bentuk halus dan dengan adanya air dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen pada suhu normal untuk membentuk senyawa yang memiliki sifat sementasi. Reaksi ini menghasilkan pembentukan *calcium silicate hydrate* (*C-S-H gel*) yang berperan dalam meningkatkan kerapatan mikrostruktur dan kekuatan beton.

Spent Bleaching Earth (SBE) diketahui memiliki kandungan mineral tertentu yang berpotensi menunjukkan sifat *pozzolanik*. Jika kandungan tersebut mampu bereaksi dengan produk hidrasi semen, maka secara teoritis SBE dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam campuran beton. Menurut penelitian, penggunaan SBE dalam persentase rendah masih berada dalam batas yang dapat diterima terhadap kuat tekan beton.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian untuk menganalisis pengaruh substitusi *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material beton yang lebih ramah lingkungan, efisien, serta mendukung prinsip *green construction* dan *sustainable development*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi teknis material komposit SBE-semen hasil prakondisi berdasarkan karakteristik material yang digunakan sebagai bahan substitusi parsial semen?
2. Berapa persentase optimal penggunaan komposit SBE-semen hasil prakondisi sebagai material substitusi parsial semen berdasarkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan komposit SBE-semen hasil prakondisi sebagai material substitusi parsial semen terhadap kuat tekan dan susut beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian dari rumusan masalah ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui spesifikasi teknis material komposit SBE-semen hasil prakondisi berdasarkan karakteristik material yang digunakan sebagai bahan substitusi parsial semen.
2. Menentukan persentase optimal penggunaan komposit SBE-semen hasil prakondisi sebagai material substitusi parsial semen berdasarkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan.
3. Menganalisis pengaruh penggunaan komposit SBE-semen hasil prakondisi sebagai material substitusi parsial semen terhadap kuat tekan dan susut beton.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan terarah, berikut adalah batasan masalahnya antara lain:

1. Penelitian ini hanya membahas penggunaan *spent bleaching earth* (SBE) sebagai material substitusi sebagian (parsial) semen dalam pembuatan beton.
2. Variasi campuran yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 variasi persentase substitusi *spent bleaching earth* (SBE) terhadap berat semen. Persentase substitusi yang digunakan yaitu sebesar 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dari total berat semen, sedangkan sisanya merupakan semen murni.
 - a. 5% SBE + 95% semen, Sebanyak 9 sampel disiapkan untuk pengujian kuat tekan dengan rincian 3 sampel untuk masing-masing umur 7 dan 28 hari. Selain itu, disiapkan 2 sampel untuk pengujian penyusutan beton (shrinkage) sesuai dengan durasi pengamatan yang telah ditentukan.
 - b. 7,5% SBE + 92,5% semen, Sebanyak 9 sampel disiapkan untuk pengujian kuat tekan dengan rincian 3 sampel untuk masing-masing umur 7 dan 28 hari. Selain itu, disiapkan 2 sampel untuk pengujian penyusutan beton (shrinkage) sesuai dengan durasi pengamatan yang telah ditentukan.
 - c. 10% SBE + 90% semen, Sebanyak 9 sampel disiapkan untuk pengujian kuat tekan dengan rincian 3 sampel untuk masing-masing umur 7, dan 28 hari. Selain itu, disiapkan 2 sampel untuk pengujian penyusutan beton (shrinkage) sesuai dengan durasi pengamatan yang telah ditentukan.
 - d. 12,5% SBE + 87,5% semen, Sebanyak 9 sampel disiapkan untuk pengujian kuat tekan dengan rincian 3 sampel untuk masing-masing umur 7 dan 28 hari. Selain itu, disiapkan 2 sampel untuk pengujian penyusutan beton (shrinkage) sesuai dengan durasi pengamatan yang telah ditentukan.

3. Pengujian beton difokuskan pada parameter kuat tekan, tanpa membahas sifat-sifat beton lainnya seperti kuat tarik, modulus elastisitas, maupun sifat *durability*.
4. Proses pengujian dilakukan dengan membandingkan beton yang menggunakan substitusi *Spent Bleaching Earth* (SBE) dengan beton konvensional (tanpa material substitusi).
5. Pengambilan sampel, proses pencampuran, serta pengujian beton dilakukan berdasarkan standar SNI 03-2834-2000.
6. Penelitian ini tidak membahas analisis kimia secara mendalam terhadap kandungan *Spent Bleaching Earth* (SBE) serta tidak mencakup pengujian jangka panjang seperti permeabilitas dan ketahanan terhadap serangan sulfat.
7. Pengujian ini menggunakan sampel beton silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi beton dan material konstruksi. Menurut beberapa penelitian terdahulu, pemanfaatan limbah industri sebagai bahan substitusi dalam campuran beton dapat meningkatkan nilai guna limbah serta membuka peluang inovasi material baru. Oleh karena itu, penggunaan *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai substitusi parsial semen diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah mengenai pemanfaatan limbah dalam bidang konstruksi, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan *sustainable materials*.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi praktisi di bidang konstruksi dalam memanfaatkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai bahan alternatif dalam campuran beton. Menurut para ahli di bidang

teknik sipil, penggunaan bahan substitusi parsial semen dapat membantu mengurangi penggunaan semen konvensional yang cenderung mahal dan berdampak terhadap lingkungan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh komposisi campuran yang optimal sehingga dapat diterapkan dalam pekerjaan konstruksi secara efisien dan ekonomis tanpa mengurangi mutu beton.

3. Manfaat Lingkungan

Dari aspek lingkungan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam pengelolaan limbah industri kelapa sawit, khususnya *Spent Bleaching Earth* (SBE), yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut konsep *sustainable construction*, pemanfaatan limbah sebagai material konstruksi merupakan salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan SBE dalam campuran beton diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan serta mendukung pembangunan yang lebih ramah lingkungan.