

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, beton merupakan bahan konstruksi yang umum digunakan dalam desain bangunan. Bahan ini seringkali digunakan untuk membangun infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan struktur lainnya. Pertumbuhan industri konstruksi di Indonesia yang cepat, ada dorongan untuk menggunakan beton sebagai bahan untuk memperkuat struktur. Beton masih merupakan struktur perkuatan populer di Indonesia (Vitri & Herman, 2019).

Berdasarkan konstruksi bangunan, beton dianggap sebagai bahan struktural yang sangat fleksibel. Permintaan terhadap beton meningkat karena material ini menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan alternatif lainnya. Beberapa diantaranya adalah kemudahan dalam proses pembentukannya, ketahanan struktural yang baik, ketersediaan bahan baku yang melimpah, daya tahan jangka panjang, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta tidak rentan terhadap degradasi. Namun, untuk mengatasi tuntutan yang semakin meningkat terhadap pasokan beton, perlu terus dikembangkan inovasi dalam teknologi beton. Hasil produksi beton yang diinginkan memiliki kualitas unggul yang ditandai dengan kemampuan kuat dan ketahanan yang optimal, sembari tetap mempertimbangkan aspek ekonomi. Efisien dan efektivitas dalam penggunaan beton juga memainkan peranan penting dalam pemilihan dan penerapan beton sebagai bahan konstruksi. Bahan pengisi dalam campuran beton umumnya terbuat dari bahan yang mudah diakses, dapat diolah dengan baik (*workability*), serta memiliki daya tahan dan kekuatan yang krusial dalam pembangunan suatu struktur (Dharmawan, 2022).

Beton terus berkembang, baik dalam hal pengisi bahan materialnya, strukturnya, maupun cara pembuatannya, karena semakin banyak perubahan atau pengganti material yang dilakukan saat membuatnya. Kombinasi beton atau perubahan beton dalam peningkatan mutu dan mereduksi permasalahan lingkungan (Karimah, 2016). Material ini terbentuk dari bahan penyusun utama yaitu agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) yang dicampur

dengan pasta yang terbuat dari semen dan air (Puspitasari *et al.*, 2023). Perkembangan infrastruktur di Indonesia yang semakin pesat dapat menyebabkan terjadinya kekurangan bahan-bahan pembuatan beton yang merupakan sumber daya alam. Akibatnya, diperlukan pengganti agregat dalam campuran beton (Irawan & Azhar, 2022).

Kekuatan kontruksi beton sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis material yang digunakan, kualitas semen, ikatan (adhesi) antar material, pemadatan, dan perawatan. Tiga ide dasar dapat digunakan untuk memperbaiki kekuatan tekan beton. Pertama adalah meningkatkan kekuatan pasta semen, yang kedua adalah memilih agregat berkualitas tinggi, dan yang ketiga adalah meningkatkan kekuatan lekatan antara pasta semen dan agregat dengan menambahkan klinker atau miktosilika serta memilih agregat dengan bentuk yang tepat. Selain itu, ada beberapa komponen tambahan yang dapat membantu meningkatkan kekuatan tekan beton, termasuk keadaan semen, faktor air semen (FAS) yang rendah, penggunaan *admixture* dan additive mineral dalam jumlah yang tepat, prosedur produksi beton yang benar dan hati-hati, dan pengawasan yang tekad selama proses secara keseluruhan serta kualitas pelaksanaan (Effendi *et al.*, 2018). Dilakukan dengan memaksimalkan limbah industri dan pertanian yang tidak digunakan (Amna *et al.*, 2017).

Kekayaan alam perkebunan kelapa sawit Indonesia, hampir setiap provinsi di Indonesia memiliki lahan kelapa sawit, yang menunjukkan bahwa limbah kelapa sawit akan banyak. Akibatnya, data menunjukkan bahwa Indonesia adalah salah satu negara agraris terbesar di dunia. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh statistik perkebunan unggulan nasional tahun 2020-2022 Luas areal produksi kelapa sawit di Indonesia mencapai 14.586.597 Ha dimana 6.044.058 Ha milik Pekebunan Rakyat 565.241 Ha perkebunan Negara dan 7.977.298 Ha Perkebunan swasta. Sumatera Utara memiliki luas areal perkebunan mencapai luas 1.286.623 Ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2020).

Produksi minyak kelapa sawit di Indonesia terus meningkat, yang berarti jumlah limbah yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit (PKS) juga meningkat. Sejauh ini, limbah kelapa sawit telah dioptimalkan, seperti dalam pembuatan

kompos dan industri papan, tetapi pertumbuhan industri berdampak pada limbah pengolahan Tandan Buah Segar (TTKS). Sisa limbah yang dihasilkan dari produksi minyak sawit mentah terdiri dari bungkus kosong, cangkang, dan cangkang sawit. Limbah padat berupa sabut kelapa dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler* untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Akibat pembakaran tersebut, jumlah abu yang tersisa didalam *boiler* sepanjang tahun semakin bertambah dan masih belum dimanfaatkan secara maksimal (Suharta *et al.*, 2014).

Abu boiler kelapa sawit, limbah yang dibuat dari sisa minyak kelapa sawit yang dibakar pada abu boiler kelapa sawit. Setelah pembakaran, abu yang disebut POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) biasanya disalurkan ke luar pabrik sehingga menimbulkan masalah pada lingkungan dan gangguan pada kesehatan. Pabrik kelapa sawit menghasilkan uap dari bagian cangkang dan serat, yang membantu pengolahan limbah dan pemulihan energi. 5% (abu kelapa sawit) berbutir halus dibuat saat dibakar dalam ketel uap. Biasanya, abu ini tidak digunakan dan dibuat begitu saja. Unsur kimia silika ( $\text{SiO}_2$ ) 31,45% dan unsur kapur ( $\text{CaO}$ ) 15,2% ditemukan dalam abu *boiler* kelapa sawit yang dihasilkan dari pembakaran kulit dan serat buah kelapa sawit. Abu *boiler* dan sisa pembakaran yang dikumpulkan dari industri kelapa sawit dikeringkan, disaring dan digunakan sebagai campuran beton. Campuran beton dibeli dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

Ketika unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ) ditambahkan ke dalam campuran beton menyebabkan interaksi dengan unsur lemah beton, kapur bebas  $\text{Ca(OH)}_2$  yang menghasilkan gel CSH baru. Gel CSH adalah komponen utama yang menentukan kekuatan pasta semen dan beton secara keseluruhan (Prima *et al.*, 2016).

Salah satu masalah yang mempengaruhi kekuatan tekan pada beton adalah adanya porositas. Semakin besar porositasnya maka kuat tekan betonnya akan semakin kecil, demikian juga sebaliknya jumlah FAS (Faktor Air Semen) mempengaruhi porositas. Untuk mendapatkan kualitas beton mutu tinggi (Kuat tekan tinggi) maka harus dipergunakan FAS yang rendah, namun jika FAS-nya terlalu kecil pengerjaan beton akan menjadi sangat sulit, sehingga pematatannya tidak maksimal dan akan mengakibatkan beton menjadi keropos. Porositas menghasilkan partikel penyusun beton yang besar, mengurangi kekuatannya

(Pujiyanto, 2015).

Untuk meningkatkan kualitas beton (Kuat tekan tinggi) dilakukan menambahkan *additive* dan *superplasticizer* kecampuran beton untuk meningkatkan kekuatan beton dengan mengurangi jumlah air yang digunakan, dengan mengubah kondisi campuran beton menjadi lebih mudah. Penggunaan *superplasticizer* juga dapat memperlambat reaksi pengikatan semen sehingga memperlambat fluktuasi panas hidrasi yang terjadi pada semen. *superplasticizer* mempunyai fungsi yang salah satunya dapat memperlambat (*retarder*) reaksi hidrasi yang terjadi yang berdampak terhadap perilaku panas hidrasi semen (Effendi *et al.*, 2018).

Berikut ini beberapa penelitian mengenai beton yang pernah dilakukan menggunakan abu *boiler* dan *superplasticizer*. (Suharta *et al.*, 2014) telah melakukan penelitian tentang penggunaan abu *boiler* terhadap kekuatan beton dengan campuran abu *boiler* kelapa sawit 2%, 5%, 8%, 10% dan waktu pengujian biasa adalah 7 hari, 14 hari, 28 hari dan membandingkan hasil penyerapan air pada beton campuran abu *boiler* kelapa sawit pada waktu beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Perbandingan campuran beton yang akan dibuat yaitu 1: 2: 3: 0,5. Terjadi kenaikan kekuatan beton pada campuran abu *boiler* 10%. Kuat tekan beton sewaktu pengujian umur 28 hari yang terendah dan tertinggi yaitu 2% dan 10% yaitu  $178,37 \pm 0,27 \text{ Kg/cm}^2$ ; dan  $242,96 \pm 5,13 \text{ Kg/cm}^2$  dengan mutu beton K-225. Dari pengujian mekanik yaitu hasil penyerapan air diperoleh variasi tertinggi dan terendah pada abu beton *boiler* kelapa sawit sebesar 8,0% dan 2,0% untuk abu beton *boiler* kelapa sawit yaitu sebesar 3,63% dan 2,70%.

Hasil Penelitian (Pujiyanto, 2015) menunjukkan bahwa beton berkualitas tinggi dengan campuran *superplastizer* dan aditif *Silicafume*. Kuat tekan optimum tanpa *silicafume* dicapai sebesar 51,35 MPa dengan kadar *superplastisizer* 2%, dan *slump* 12,90 cm. Kuat tekan optimum yang dapat dicapai sebesar 65,06 MPa dengan kadar *siilicafume* 10%, kadar *superplastisizer* 2%, dan *slump* sebesar 9,20 cm.

Dalam studi yang dilakukan oleh (Prianti *et al.*, 2015) melakukan penelitian pemanfaatan abu kerak *boiler* hasil pembakaran limbah kelapa sawit sebagai pengganti parsial pasir pada pembuatan beton dengan memvariasikan kandungan kerak *boiler* 0%, 5%, 10%, 15%, 25%, 50% dan 100%. Hasil pengujian

menunjukkan kuat tekan optimum 25% yakni 17, 83 MPa beton yang diuji tergolong dalam standar mutu tipe beton 225.

Penelitian yang dilakukan oleh (Iqbal et al., 2018) tentang pemanfaatan abu *boiler* kelapa sawit dan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*) dengan penambahan Sikacim *Concrete Additive* dengan komposisi abu *boiler* yaitu: (10%, 15%, 20%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa A1 (10% abu boiler) memiliki kuat tekan tertinggi 9,77 MPa dan waktu ikat awal tercepat yaitu 61,43 menit dan untuk waktu ikat akhir, sama dengan perlakuan yang lainnya yaitu selama 120 menit.

Sebuah penelitian yang dilakukan (Vitri dan Hazmal.2019) mempertimbangkan penggunaan limbah kelapa sawit sebagai sumber tambahan agregat halus dan kasar yaitu 10% dan 20%. Abu *boiler* kelapa sawit digunakan sebagai agregat halus, dan sekam kelapa sawit digunakan sebagai agregat kasar. Kuat tekan rata-rata beton setelah umur 28 hari adalah 21 MPa, tidak sesuai dengan perkiraan awal kuat tekan yang diinginkan sebesar 25 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh (Pratama et al., 2020) melakukan penelitian menggunakan abu *boiler* dan *superplasticizer* dengan variasi 5 % abu *boiler* dan *superplasticizer* 2% 26,37 MPa yang mengalami kenaikan sebesar 62,91% dari beton normal.

Penelitian yang dilakukan (Zulkarnain & Chair, 2022) melakukan penelitian tentang penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan bahan tambahan silica gel ditinjau dari kekuatan Tarik belah beton silinder. Pengujian dilakukan dengan variasi penambahan abu *boiler* kelapa sawit dan agregat normal yaitu 15%, 20, dan 25%. Penelitian ini, mutu campuran beton yang direncanakan pada umur 28 hari adalah sebesar 26 MPa. Hasil uji menunjukkan kuat tarik belah optimum beton 25% yakni 4, 88 MPa.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Puspitasari et al., 2023) menggunakan abu *boiler* dengan tambahan peredam air sebagai pengganti sebagian semen untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan tekan dan lentur semen beton dengan air 10% lebih sedikit. Tingkat penggantian semen oleh abu *boiler* adalah 0%, 1%, 2,5%, dan 4%. Mutu beton yang direncanakan adalah 25 MPa dan lama perendaman selama 28 hari. Kuat tekan dan lentur beton dapat ditingkatkan dengan menambahkan *boiler* dan pengutang air pada campuran beton. Nilai uji kuat tekan

optimum beton umur 28 hari adalah 26,37 MPa dengan variasi 4%, meningkat 62,91% dibandingkan beton normal. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dengan bahan tambahan *superplastisizer* pada beton, maka dari itu peneliti mengambil judul “**Sintesis Dan Karakteristik Beton Menggunakan Abu Boiler Kelapa Sawit Dan Superplasticizer terhadap Kekuatan Beton**”.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, identifikasi beberapa permasalahan yang ada, antara lain :

1. Limbah TKKS berupa abu *boiler* kelapa sawit belum dikelola secara maksimal sehingga menjadi limbah di lingkungan dan menyebabkan polusi udara.
2. Sintesis abu *boiler* dan *superplasticizer* sebagai bahan campuran agregat halus dalam meningkatkan mutu beton.
3. Pencampuran zat aditif berupa *superplasticizer* dalam mengoptimalkan penggunaan FAS dalam menjaga kekuatan dan porositas beton.
4. Pembuatan beton dengan sintesis abu *boiler* kelapa sawit dapat membantu masyarakat dalam pembuatan beton.

## 1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, ruang lingkup permasalahan yang ada, antara lain :

1. Mengidentifikasi sintesis beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
2. Mengidentifikasi daya serap air beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
3. Mengidentifikasi kuat tekan beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
4. Mengidentifikasi mutu beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.

5. Mengidentifikasi kandungan dan morfologi terhadap struktur beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.

#### 1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sintesis beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*?
2. Bagaimana daya serap air pada beton menggunakan abu *Boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*?
3. Bagaimana kuat tekan beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*?
4. Bagaimana mutu beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*?
5. Bagaimana kandungan dan morfologi beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*?

#### 1.5 Batasan Masalah

1. Pembuatan beton dikerjakan secara manual dengan mutu beton yang akan dilaksanakan yaitu K-300.
2. Pembuatan beton menggunakan semen portland tipe 1, pasir putih serta campuran abu *boiler* kelapa sawit dan penambahan *superplasticizer*.
3. Variasi campuran abu *boiler* kelapa sawit adalah 0%, 1,5%, 3%, 4,5%, dan 7,5%. Variasi zat aditif *superplasticizer* yang digunakan adalah 0%, dan 2%.
4. Cetakan beton yang digunakan adalah kubus ukuran 15cm x 15 cm x 15 cm.
5. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari.
6. Pengujian kuat tekan beton, daya serap air, morfologi dan kandungan pada beton dilakukan pada umur 28 hari masing-masing 3 buah benda uji untuk tiap variasi beton.

## 1.6 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sintesis beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
2. Untuk mengetahui daya serap air pada beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
3. Untuk mengetahui kuat tekan beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
4. Untuk mengetahui mutu beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
5. Untuk mengetahui kandungan dan morfologi beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang berarti, diantaranya yaitu:

1. Bagi khalayak umum, memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu bahan dan struktur serta mengetahui sintesis dan karakteristik beton menggunakan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer* terhadap struktur beton sekaligus sebagai bahan tambahan informasi kepada masyarakat tentang keunggulan abu *boiler* kelapa sawit dalam produksi beton agar dapat dimanfaatkan secara optimal.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti dan mahasiswa untuk melakukan penelitian tambahan tentang aplikasi beton dengan menggunakan *dopping* abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer*.
3. Bagi pihak produsen beton, penelitian ini dapat dijadikan alternatif dan cara memanfaatkan abu *boiler* kelapa sawit dan *superplasticizer* dalam pembuatan beton.