

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton Merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi bangunan. Beton banyak digunakan sebagai material konstruksi karena kemudahan dalam memperoleh Bahan-bahan penyusunnya dan kemudahan dalam proses pengerjaannya. beton memiliki karakteristik kuat terhadap kuat tekan tetapi lemah pada kuat tarik. Dibandingkan dengan bahan material lainnya beton memiliki kelebihan yaitu dapat dibentuk dengan mudah sesuai kebutuhan, tahan terhadap kuat tekan, mampu memikul beban yang berat dan tahan terhadap suhu tinggi (Mulyono, 2004).

Pada konstruksi bangunan, Beton biasanya digunakan sebagai bahan penyusun elemen struktur contohnya balok, kolom, sloof dan slab. Balok merupakan salah satu elemen struktur yang sangat penting pada bangun. Balok dirancang untuk menerima dan meneruskan beban yang diterimanya menuju elemen kolom dan diteruskan ke pondasi. Balok mempunyai karakteristik utama yaitu lentur. Dengan sifat tersebut, balok menjadi elemen bangunan yang dapat diandalkan untuk menangani gaya geser dan momen lentur. Dalam perencanaan konstruksi, balok direncanakan untuk kuat menahan gaya vertikal maupun gaya horizontal. Balok merupakan struktur lentur yang mempunyai karakteristik yang sangat rumit karena banyak gaya-gaya yang diterimanya sehingga rawan terjadinya kerusakan. Oleh sebab itu, struktur balok pada saat proses perencanaan konstruksi harus diperhatikan dengan baik (Darmansyah & Chairani, 2022).

Beton normal diklasifikasikan menjadi beton Struktural dan beton non struktural. Beton struktural adalah beton yang umumnya menghasilkan kuat tekan sekitar 17,5- 41 Mpa. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 6880-2016) Beton struktural adalah beton yang digunakan pada komponen struktur untuk menahan beban dan memiliki kekuatan tekan minimum 17 Mpa. Menurut Mulyono, (2015) berdasarkan kuat tekannya beton diklasifikasi menjadi beton mutu rendah, beton mutu sedang dan beton mutu tinggi. Beton mutu rendah

memiliki mutu antara K170-K250 Kg/cm<sup>2</sup>, beton mutu sedang memiliki mutu antara K250 – K400 Kg/cm<sup>2</sup> dan beton mutu tinggi memiliki mutu sekitar K400-K800 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan beton struktural mutu rendah adalah beton yang dibuat dengan tujuan struktural dan memiliki mutu antara K170-K250 Kg/cm<sup>2</sup> atau memiliki kuat tekan sekitar 15-20 Mpa. Umumnya beton struktural mutu rendah digunakan pada bangunan sederhana atau rumah satu lantai.

Bahan penyusun beton terdiri dari dua komponen utama yaitu agregat sebagai pengisi dan semen sebagai pengikatnya yang bereaksi dengan air (Murdiyanto et al., 2018). Selain itu, komposisi beton juga bisa ditambahkan beberapa bahan tambahan (*Admixture*) untuk menambah kualitas dari beton itu sendiri. Kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dan proporsi dari bahan-bahan penyusun beton (Agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan jika diperlukan). Penggunaan bahan penyusun beton yang sesuai dengan spesifikasi akan menghasilkan beton dengan mutu yang baik. Untuk menjamin mutu dari bahan-bahan penyusun beton alternatifnya bisa menggunakan beton instan (*Dry Mix*).

Beton instan (*Dry Mix*) adalah campuran bahan beton siap pakai yang komposisinya terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan bahan tambahan (*Admixture*), yang diproses dengan pencampuran yang konsisten dan homogen menggunakan mesin. Pencampuran yang solid ini kemudian dikemas dalam karung yang umumnya berukuran 50 kg. Proporsi beton instan sendiri telah diformulasikan secara tepat sehingga kualitas dan mutu beton sesuai dengan standar yang ada. Mutu beton instan sudah terjamin dan konsisten karena terbuat dari campuran material berkualitas tinggi sehingga akan menghasilkan beton yang kuat serta tahan lama (Yulianto & Puspitasari, 2022). Kelebihan dari penggunaan beton instan yaitu lebih praktis dan hemat waktu pada saat proses pengerjaan. Beton instan sangat efisien karena material yang dibutuhkan dalam pembuatan beton sudah ada di dalam zak. Selain itu beton instan juga ramah lingkungan sehingga kebersihan di area proyek terjaga. Dengan banyaknya kelebihan dari penggunaannya, beton instan menjadi salah satu bahan alternatif untuk membuat struktur bangunan yang menggunakan material beton (SCG, 2023)

Bahan struktur dibagi menjadi tiga kategori Rapuh, Semi rapuh dan plastik plastis. Beton sendiri termasuk dalam kategori semi rapuh. Pada bahan kategori semi rapuh, Retak merupakan masalah yang umum karena mikro retak sudah terbentuk ketika pembebanan belum diberikan. Hal itu disebabkan karena beton kehilangan kelembaban pada saat proses pengerjaan maupun *curing*. Retak mikro akan berpotensi merambat dan membentuk retakan yang lebih luas yang diakibatkan dari beban kondisi layan, beban tidak di sengaja atau paparan kondisi lingkungan (Supazaein & Muin, 2021). Setelah retakan ini mencapai tingkat kritisnya, retakan tersebut akan berkembang lebih cepat dan berpotensi mengarah pada keruntuhan struktur (Muin et al., 2020). Untuk mencegah terjadinya keruntuhan semacam itu, perlu dilakukan prediksi batas aman pada struktur sehingga keamanan struktur beton dapat terjamin. Kapasitas fraktur dapat ditentukan dengan menghitung energi yang dipakai dalam perambatan retak dan pembentukan permukaan retak baru atau yang bisa dikenal sebagai energi fraktur (Muin et al., 2020).

Energi fraktur didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk membentuk bidang retak per unit panjang per unit tebal specimen (Dabbaghi et al., 2021). Energi fraktur dapat juga didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menyerap energi pasca retak dan energi ini mewakili energi yang akan diserap oleh material selama keruntuhan. Energi fraktur dapat dinyatakan sebagai energi yang dibutuhkan untuk membuka satu satuan luas permukaan retak pada beton. Selain itu, energi fraktur merupakan faktor utama untuk mencirikan sifat retak beton dan dapat mencerminkan secara langsung ketahanan retak pada beton itu sendiri (Xu et al., 2018).

Pada penelitian Muin dan Buana, (2021) energi fraktur tertinggi : 491.128 N/m didapat dari campuran MSC dengan w/c 0.4 dan agregat dengan diameter maksimum 25 mm. Hal ini disebabkan karena komposisi dari agregat yang terdistribusi secara menerus tidak memungkinkan rambatan energi di interface zone sehingga energi yang diberikan terserap langsung ke dalam agregat yang dapat mengakibatkan runtuh secara seketika apabila energi yang diserap melebihi kemampuan dari agregat.

Ukuran agregat maksimum juga berpengaruh yang signifikan terhadap energi fraktur beton. Ukuran butiran yang lebih kecil membuat komposisi dari agregat menjadi lebih padat, sama dengan gradasi menerus, ukuran agregat yang lebih kecil mengurangi rambatan energi di zona interface sehingga seluruh energi diserap saat *loading* dan digunakan untuk membuka retakan pada beton. Sedangkan untuk ukuran agregat yang besar dan gradasi seragam, energi yang diserap saat *loading* di distribusikan pada hubungan antara agregat dengan matriks, sehingga energi puncak yang didapat lebih rendah dibandingkan dengan gradasi menerus yang ukuran maksimal agregat sama (X. Wang et al., 2020).

Dalam penelitian Khalilpour, et al. (2019) juga menyatakan bahwa dengan meningkatkan ukuran agregat maksimum, energi fraktur meningkat. Hal ini disebabkan karena agregat yang lebih besar membutuhkan lebih banyak penyerapan energi baik dengan meningkatkan energi yang dibutuhkan untuk memecah agregat atau perpanjangan jalur perambatan retak untuk berjalan di sekitar agregat. Dalam penelitian Supazaein & Muin (2021) juga menggunakan diameter agregat maksimum 25 mm berbentuk angular sehingga ada perambatan retak pada permukaan agregat kasar. Agregat kasar yang berbentuk angular dengan diameter maksimum bisa menjadi penahan retak (*crack arrester*).

Dari beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa ukuran agregat maksimum sebagai pengisi dalam campuran beton sangat berpengaruh pada energi fraktur beton. Dengan menggunakan ukuran agregat yang lebih kecil mengurangi rambatan energi di zona interface sehingga seluruh energi diserap saat *loading* dan digunakan untuk membuka retakan pada beton. Sedangkan untuk ukuran agregat yang besar dan gradasi seragam, energi yang diserap saat *loading* di distribusikan pada hubungan antara agregat dengan matriks, sehingga energi puncak yang didapat lebih rendah dibandingkan dengan gradasi menerus yang ukuran maksimal agregat sama.

Energi fraktur, Kuat Tarik lentur, Rasio Poisson dan Modulus elastisitas merupakan karakteristik mekanik beton. Karakteristik adalah sifat yang dapat digunakan untuk menggambarkan atau mengidentifikasi suatu benda. sedangkan karakteristik mekanik beton adalah sifat beton yang bisa diketahui dengan cara diberi perlakuan berupa pembebanan pada beton. Dalam menghitung energi

fraktur, Rasio Poisson, Modulus elastisitas dan kuat Tarik lentur dibutuhkan pengujian seperti pengujian Rasio Poisson dan Modulus elastisitas, pengujian kuat Tarik lentur dan pengujian energi fraktur. Salah satu cara untuk menguji energi fraktur bisa menggunakan metode *Three-Point Bending Test* (3-PBT)

*Three-Point Bending test* (3-PBT) adalah cara pengujian material yang menggunakan dua tumpuan dan satu penekan. Proses pengujian material ini dilakukan dengan cara di tekan sehingga mendapatkan data berupa grafik *Load-Displacement*. Metode ini salah satu metode yang sering digunakan dalam pengujian energi fraktur pada beton. Pada pengujian energi fraktur benda uji yang digunakan berupa balok bertakik. Balok bertakik adalah balok yang diberikan takikan dengan kedalaman 50 mm dan ketebalan 6 mm. Pemberian takikan pada spesimen balok bertujuan untuk mempermudah melokalisasi retak yang terjadi pada saat proses pengujian energi fraktur. Ujung takikan menjadi pintu retak awal pada beton sehingga sebaran retakan akan dengan mudah terdeteksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, Untuk mengetahui energi fraktur, kuat Tarik lentur, Rasio poisson dan Modulus elastisitas pada beton struktural mutu K-250. Maka perlu dilakukan pengujian Kuat Tekan, Modulus elastisitas, Rasio Poisson dan energi fraktur pada beton struktural mutu K-250 yang diberikan takikan pada benda ujinya. Diharapkan dengan pengujian tersebut dapat menambah pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku beton dalam menghadapi beban dan fraktur, yang pada akhirnya dapat membantu dalam mendesain struktur yang lebih efektif dan aman. Selain itu pengujian ini juga sebagai implementasi dari mata kuliah Teknologi Beton. Mata kuliah Teknologi Beton merupakan mata kuliah wajib yang berjumlah 2 SKS. Pada mata kuliah ini memuat seluruh aspek tentang teknologi beton, mulai dari wawasan tentang beton, sifat-sifat bahan penyusun beton (Agregat kasar, agregat halus, semen, air dan bahan tambahan), jenis-jenis beton, mix design, pengendalian mutu beton dan teknologi beton. mata kuliah ini bertujuan untuk menguasai standar kompetensi yang ada (Firmansyah et al., 2022).

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik Mekanik beton struktural mutu K-250 pada pengujian energi fraktur?
- 2) Berapa besar energi yang dibutuhkan untuk membentuk retakan pada beton struktural mutu K-250?
- 3) Berapa nilai Modulus elastisitas pada beton struktural mutu K-250?
- 4) Berapa Nilai Rasio poisson pada beton struktural mutu K-250?
- 5) Berapa nilai kuat Tarik lentur pada beton struktural mutu K-250?

### 1.3. Pembatasan Masalah

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui karakteristik mekanik beton struktural mutu K-250 pada pengujian energi fraktur beton dan pengujian kuat tekan dengan beberapa Batasan yaitu:

- 1) Menggunakan beton instan (*Dry mix* K-250).
- 2) Mutu beton rencana 20,75 MPa.
- 3) Kuat tarik lentur rencana 3,188 MPa
- 4) Tidak melakukan pengujian bahan penyusun beton (Agregat kasar, agregat halus, semen dan air).
- 5) Air yang digunakan berasal dari laboratorium (tidak tercemar bahan kimia)
- 6) Pengujian yang dilakukan uji kuat tekan dengan metode destruktif menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) mengacu pada SNI 1974-2011
- 7) Melakukan uji energi fraktur dengan metode *Three Point Bending Test* menggunakan mesin *Servo-Hydraulic Controlled* UTM yang mengacu pada RILEM TC 50-FMC, (1985)
- 8) Benda uji kuat tekan berupa silinder dengan ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
- 9) Benda uji energi fraktur berupa Balok ukuran 100 mm x 100 mm x 850 mm dengan takikkan. Tebal *notch* (takikan) 6 mm dan kedalaman *notch* 50 mm.
- 10) Pengujian beton dilakukan pada saat umur beton 7 hari.

### 1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan Batasan masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

“Bagaimana karakteristik mekanik beton struktural mutu K-250 pada pengujian energi fraktur beton dengan metode *Three-Point Bending Test* (3-PBT)?”

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik mekanik beton struktural mutu K-250 pada pengujian energi fraktur beton dengan metode *Three-Point Bending Test* (3-PBT).

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca, antara lain:

- 1) Dapat mengetahui karakteristik mekanik beton struktural mutu K-250
- 2) Dapat mengetahui besaran energi fraktur yang dibutuhkan untuk membentuk retakan pada beton struktural mutu K-250
- 3) Dapat dijadikan sebagai acuan dalam menghitung energi fraktur pada beton ringan.
- 4) Dapat memberikan informasi dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
- 5) Dapat menjadi sumber bacaan untuk mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta dalam mata kuliah teknologi beton.