

# ANALISIS PERILAKU KERUSAKAN BALOK BETON BERTULANG PASCABAKAR

Ricky Andriano<sup>1)</sup>, Reni Suryanita<sup>2)</sup>, Ismeddiyanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email : [ricky.andriano@student.unri.ac.id](mailto:ricky.andriano@student.unri.ac.id)

## Abstract

The current building structure cannot be separated from the risk of fire. So that a research is needed to study the impact of fire hazard on building structures. The purpose of this research is to analyze the form of damage that occurs on reinforced concrete (RC) beam after experiencing a fire. The test specimens used are RC beam with the cross section size 10 x 20 cm and with the length of span of 125 cm. The concrete strength planned in this study is 20 MPa. The combustion process was carried out in a local brick factory furnace with a fire duration of 30 minutes and 60 minutes. The results showed that there was a damage the RC beam in the form of cracks, spalling, and discoloration. The width of the crack measured in RC beam varying from 0.5 - 3 mm. It was also find that spalling width seen at RC beam was 10 cm, it was considend that these beam had been considered as desctructive. More over the color on the concrete surface changed to grayish white. The color changes indicated that the RC bem had been exposed to a temperatures between 600°C-900°C.

Keyword : reinforced concrete beam, cracks, spalling, color change

## A. PENDAHULUAN

Pembangunan struktur bangunan pada saat ini telah mengalami perkembangan yang cukup pesat dalam berbagai bidang yaitu material, metode konstruksi, dan sebagainya. Konstruksi pada sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia yang diperlukan seiring perkembangan teknologi. Pada struktur bangunan terdapat dua elemen utama yang saling berkaitan yaitu balok dan kolom. Balok menjadi suatu elemen yang penting dikarenakan menopang beban yang berada di atasnya dan ikut menyalurkan beban ke kolom. Selain itu, balok juga menjadi parameter untuk investigasi dalam menentukan kesehatan suatu bangunan.

Dalam hal material, beton merupakan pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Salah satu aplikasi beton yang digunakan di lapangan adalah beton bertulang. Beton bertulang merupakan beton yang memiliki tulangan dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari syarat minimum yang

telah ditetapkan dengan maupun tanpa prategang dan direncanakan bahwa kedua bahan tersebut bekerja dalam memikul gaya (SNI 2847:2013). Kombinasi antara beton dan baja bertujuan untuk membantu beton dalam menahan gaya tarik. Menurut Imran & Zulkifli (2014) bahwa beton memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah dibentuk, mudah diperoleh, tingkat kekakuan yang tinggi, serta ketahanan terhadap api yang tinggi.

Dalam hal ini, material beton bertulang dapat dijadikan sebagai material utama pada struktur bangunan dalam menghadapi bencana kebakaran. Penyebab kebakaran dapat disebabkan oleh hubungan arus pendek listrik, meledaknya tabung gas, penggunaan alat elektronik yang tidak sesuai dengan standar, maupun akibat bencana alam seperti dampak dari gunung meletus dan gempa bumi. Meskipun beton memiliki ketahanan suhu yang tinggi, namun beton juga tidak dapat terlepas dari pengaruh kebakaran baik secara mekanik maupun secara fisik.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian terkait pengaruh kebakaran terhadap elemen balok beton bertulang. Benda uji yang digunakan berupa balok beton bertulang pada kondisi prabakar dan pascabakar. Benda uji yang telah dibuat kemudian akan dilakukan proses pembakaran di tungku bakar batu bata dengan durasi kebakaran selama 30 menit dan 60 menit. Proses pendinginan pada benda uji dilakukan selama  $\pm 24$  jam. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan meliputi kerusakan yang terjadi pada benda uji untuk kondisi pascabakar meliputi retak-retak, pengelupasan, dan perubahan warna pada benda uji.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

### **B.1 Beton Bertulang**

Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan / material yaitu beton polos dan tulangan baja yang berfungsi untuk menahan gaya yang bekerja. Mulyono (2006) menyatakan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Tulangan baja merupakan material yang berada di dalam beton yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan pada beton.

Pada umumnya, beton polos memiliki sifat tahan terhadap beban tekan namun juga bersifat getas / mudah patah maupun rusak terhadap beban tarik. Pada baja tulangan memiliki sifat kuat terhadap beban tarik maupun beban tekan. Namun dikarenakan harga baja tulangan yang cukup mahal, maka dapat diminimalkan penggunaan baja tulangan dalam memikul beban tekan (Asroni, 2010).

Bila beton dan tulangan baja yang didasarkan atas sifat utama dipadukan maka akan menjadi satu-kesatuan secara komposit, akan diperoleh bahan baru yang disebut beton bertulang. Beton bertulang memiliki sifat yang sangat sesuai dengan bahan penyusunnya, yaitu kuat terhadap beban tarik yang akan dipikul tulangan

baja serta kuat terhadap beban tekan yang akan dipikul oleh beton. Selain itu, beton dan tulangan baja dapat dikombinasikan atas dasar beberapa hal, yaitu:

1. Lekatan (*bond*) yang merupakan interaksi antara tulangan baja dengan beton di sekelilingnya, yang akan mencegah slip dari baja relatif terhadap beton
2. Campuran beton yang memadai yang memberikan sifat anti resap yang cukup dari beton untuk mencegah karat baja
3. Angka kecepatan muai yang relatif serupa menimbulkan tegangan antara baja dan beton yang dapat diabaikan di bawah perubahan suhu udara.

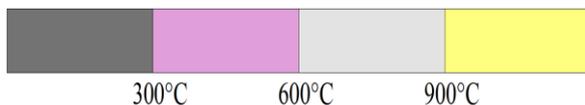
Unsur utama dari beton bertulang terdiri dari beton dan tulangan baja. Beton terdiri dari unsur utama berupa semen, air, dan agregat. Beton kemudian dikombinasikan dengan baja tulangan agar dapat menghasilkan beton bertulang yang mampu bekerja dalam menahan gaya dari luar.

### **B.2 Jenis Kerusakan Beton Bertulang Akibat Kebakaran**

Jenis kerusakan yang dapat terjadi pada beton bertulang terbagi atas bentuk kerusakan. Jenis kerusakan akibat kebakaran kemudian menentukan metode perbaikan yang dapat dilakukan. Berikut beberapa jenis kerusakan yang dapat terjadi pada beton bertulang akibat kebakaran, antara lain:

1. Retak – retak (*cracking*)  
Agung Gede Sutapa & Nyoman Rosita (2016) membagi jenis retak berdasarkan lebar retak, yaitu:
  - a. Retak kecil dengan lebar retak kurang dari 0,5 mm
  - b. Retak sedang dengan lebar retak antara 0,5 mm sampai dengan 1,2 mm
  - c. Retak besar dengan lebar retak lebih dari 1,2 mm

2. Pengelupasan (*spalling*)  
 Pengelupasan dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengelupasan yang merusak dan tidak merusak. Agung Gede Sutapa & Nyoman Rosita (2016) menyatakan bahwa pengelupasan yang merusak menimbulkan pecahan besar yang mempengaruhi kualitas beton. Pengelupasan tidak merusak memiliki beberapa persyaratan yakni terlepasnya komponen beton setebal 5 – 15 mm maupun kulit beton yang mengelupas dengan tebal 0,5 – 3 mm.
3. Perubahan warna (*color change*)  
 Nugraha & Antoni (2007) membagi bentuk perubahan warna yang terjadi pada beton akibat kebakaran, yaitu:
  - a. < 300°C belum terjadi perubahan warna.
  - b. 300°C - 600°C terjadi perubahan warna menjadi merah muda.
  - c. 600°C - 900°C terjadi perubahan warna menjadi putih keabuan – abuan.
  - d. > 900°C terjadi perubahan warna menjadi kekuning – kuning.



Gambar 1 Perubahan Warna Pada Beton

## C. METODOLOGI PENELITIAN

### C.1 Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa balok beton bertulang dengan ukuran dimensi 10 x 20 cm dengan panjang bentang 125 cm. Mutu beton yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 MPa. Tulangan yang digunakan pada penelitian ini berupa tulangan polos. Tulangan tekan yang digunakan berjumlah 2 buah dengan diameter 8 mm. Tulangan tarik yang digunakan berjumlah 2 buah dengan diameter 10 mm. Tulangan sengkang yang digunakan berdiameter 6 mm dengan spasi 53,3 mm. Penelitian ini

menggunakan 2 buah sampel untuk beberapa kondisi, yakni:

- a. Balok BB30 untuk kondisi balok beton bertulang dengan pembakaran selama 30 menit
- b. Balok BB60 untuk kondisi balok beton bertulang dengan pembakaran selama 60 menit

### C.2 Pembakaran Beton Bertulang

Proses pembakaran beton bertulang dilakukan di tungku batu bata yang berlokasi di Jl. Badak Ujung, Kecamatan Tenayan Raya. Pembakaran dilakukan selama 30 menit dan 60 menit dan dilanjutkan dengan pendinginan selama ±24 jam. Tungku batu bata yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Tungku Bakar Batu Bata

Pada proses pembakaran, dilakukan proses pengukuran suhu pada tungku batu bata. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan *infrared thermometer*. Pengukuran suhu dilakukan dengan jarak 20 cm dari pintu tungku pembakaran batu bata. *Infrared thermometer* pada penelitian ini memiliki kapasitas pengukuran suhu antara 200°C - 1850°C. Gambar 3 menunjukkan *infrared thermometer* yang digunakan untuk mengukur suhu pembakaran.



Gambar 3 *Infrared Thermometer*

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### D.1 Hasil Pengujian Karakteristik Material

Hasil pengujian karakteristik material penyusun beton akan digunakan untuk perencanaan campuran beton (mix design). Hasil pengujian karakteristik material penyusun beton adalah sebagai berikut:

- Agregat kasar memiliki karakteristik kadar air 0,1%, berat volume kondisi padat dan gembur sebesar 1,66 dan 1,58  $\text{gr/cm}^3$ , *bulk specific gravity* SSD yaitu 2,53, modulus kehalusan 6,33, dan keausan sebesar 28,26%.
- Agregat halus memiliki karakteristik kadar air 2,99%, berat volume kondisi padat dan gembur sebesar 1,59 dan 1,43  $\text{gr/cm}^3$ , *bulk specific gravity* SSD yaitu 2,64, modulus kehalusan 2,41, kadar lumpur sebesar 0,1%, dan kadar organik pada nomor 2 berdasarkan *organic plate*.

### D.2 Hasil Pengujian Tarik Tulangan

Hasil pengujian tarik tulangan digunakan untuk mengetahui mutu tulangan yang digunakan pada penelitian ini. Hasil pengujian tarik tulangan adalah sebagai berikut:

- Tulangan diameter 6 mm memiliki tegangan leleh sebesar 396,7 MPa dan tegangan *ultimate* 533,5 MPa.
- Tulangan diameter 8 mm memiliki tegangan leleh sebesar 366 MPa dan tegangan *ultimate* 513,9 MPa.

- Tulangan diameter 10 mm memiliki tegangan leleh sebesar 355 MPa dan tegangan *ultimate* 508,8 MPa.

### D.3 Kerusakan Balok Beton Bertulang Pascabakar

Kerusakan pada balok beton bertulang dilakukan dengan melakukan pemeriksaan secara visual. Pada penelitian ini didapatkan kerusakan pada beton bertulang yang meliputi retak-retak, pengelupasan, dan perubahan warna pada penampang balok.

Pada balok BB30 dan BB60 menunjukkan adanya retak pada permukaan beton. Retak yang terjadi pada balok BB30 dan BB60 pada seluruh bentang balok. Pengukuran lebar retak pada balok BB30 berkisar antara 0,5 – 1 mm dan balok BB60 berkisar antara 0,5 – 3 mm. Sehingga, retak yang terjadi pada balok BB30 menunjukkan pola retak sedang dan balok BB60 menunjukkan pola retak besar. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan retak yang terjadi pada balok BB30 dan balok BB60.



Gambar 4 Retak Pada Balok BB30



Gambar 5 Retak Pada Balok BB60

Pengelupasan yang terjadi pada balok BB30 dan balok BB60 dikategorikan sebagai pengelupasan yang bersifat merusak. Hal ini disebabkan dikarenakan terlepasnya bongkahan beton pada balok BB30 dan balok BB60 dengan tebal 10 cm yang menyebabkan ikatan antar beton dan tulangan berkurang. Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan pengelupasan yang terjadi pada balok BB30 dan balok BB60.



Gambar 6 Pengelupasan Pada Balok BB30



Gambar 7 Pengelupasan Pada Balok BB60

Pada permukaan beton juga timbul perubahan warna yang cukup signifikan. Warna permukaan beton pada balok BB30 dan BB60 berubah menjadi warna putih keabu-abuan. Warna putih keabu-abuan menandakan bahwa permukaan beton telah terpapar suhu antara 600°C hingga 900°C. Perubahan warna pada balok BB30 terjadi sepanjang 38 cm dari ujung bentang balok. Sedangkan perubahan warna pada balok BB60 terjadi sepanjang 67 cm dari ujung bentang. Gambar 8 dan 9 menunjukkan perubahan warna pada balok BB30 dan balok BB60.



Gambar 8 Perubahan Warna Pada Balok BB30



Gambar 9 Perubahan Warna Pada Balok BB60

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Kesimpulan

1. Retak yang terjadi pada balok BB30 dan balok BB60 terjadi pada seluruh bentang balok. Lebar retak pada balok BB30 berkisar antara 0,5 – 1 mm dan balok BB60 berkisar antara 0,5 – 3 mm. Retak yang terjadi pada balok BB30 merupakan retak sedang dan balok BB60 merupakan retak besar.
2. Pengelupasan yang terjadi pada balok BB30 dan balok BB60 dikategorikan sebagai pengelupasan yang bersifat merusak. Hal ini disebabkan dikarenakan terlepasnya bongkahan beton pada balok dengan tebal 10 cm yang menyebabkan ikatan antara beton dan tulangan berkurang.
3. Perubahan warna pada permukaan beton terjadi pada balok BB30 dan balok BB60. Warna pada permukaan balok BB30 dan balok BB60 berubah menjadi putih keabu-abuan. Hal ini menandakan bahwa balok telah terpapar suhu antara 600°C - 900°C. Perubahan warna pada balok BB30

terjadi sepanjang 38 cm dari ujung bentang balok. Sedangkan perubahan warna pada balok BB60 terjadi sepanjang 67 cm dari ujung bentang.

## **E.2 Saran**

1. Pada pengujian kebakaran pada benda uji lebih baik dilakukan dengan menggunakan *incinerator*. Hal tersebut dikarenakan suhu pembakaran yang lebih dapat diatur serta suhu awal dapat disetel sesuai dengan suhu ruangan.
2. Perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam pada balok beton bertulang pada kondisi pascabakar terkait hubungan tegangan regangan, kekakuan, dan lainnya.

## **F. UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada penelitian ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas pendanaan penelitian melalui Skema Penelitian Berbasis Kompetensi 2018. Semoga hasil penelitian yang didapatkan dapat memberikan kontribusi bagi riset dan teknologi Indonesia.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agung Gede Sutapa, A., & Nyoman Rosita, N. (2016). *Kekuatan Tekan Kolom Pendek Pasca Kebakaran*, 67.
- Asroni, Al. (2010). *Balok dan Pelat Beton Bertulang* (1st ed.). Yogyakarta.
- Imran, I., & Zulkifli, E. (2014). *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung.
- Mulyono, T. (2006). *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- Nugraha, P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.