

## **Kuat Tekan Beton Pasca Kebakaran pada Struktur Beton Bertulang di Pasar Seririt, Buleleng, Bali**

**Fajar Surya Herlambang, I Komang Sudiarta**

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 0361-701981, fajarpnb@yahoo.com

**Abstrak** : struktur beton bertulang yang mengalami kebakaran dalam jangka waktu lebih dari 4 jam dan menghanguskan seluruh isi bangunan diyakini akan mengalami penurunan nilai kuat tekan. Walaupun demikian tidak serta merta struktur tersebut dibongkar jika bangunan akan difungsikan kembali. Untuk itu perlu dilakukan analisis menyeluruh terhadap struktur bangunan tersebut. Salah satu data penting dalam melakukan analisis adalah nilai kuat tekan beton pasca kebakaran. Dalam penelitian ini, tinjauan permasalahan adalah mengetahui kuat tekan beton pasca kebakaran pada Pasar Seririt di Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Pengujian kuat tekan beton yang digunakan adalah uji kuat tekan beton inti dan uji *Hammer*. Karena Pasar Seririt telah berdiri sejak tahun 1990-an dan tidak ditemukannya data teknis, maka digunakan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 sebagai acuan dasar pembahasan. Dari hasil pengamatan di lapangan diketahui beton mengalami keretakan, pengelupasan selimut beton, perubahan warna dan menjadi rapuh sedangkan dari hasil pengujian diketahui bahwa kuat tekan beton masih dalam kriteria struktur atau lebih besar dari  $225 \text{ kg/cm}^2$  (K225). Berdasarkan hasil pengukuran dimensi di lapangan diketahui bahwa tebal plat lantai tidak memenuhi kriteria tebal minimum ketahanan terhadap kebakaran sehingga mengalami kerusakan yang menyeluruh.

**Kata kunci** : kuat tekan beton, kerusakan beton, ketahanan beton

### *Post-Fire Concrete Compressive Strength on Reinforced Concrete Structures in Market Seririt, Bali*

**Abstract** : reinforced concrete structure affected by fire in a period of more than 4 hours is believed to be severely degraded. Nevertheless, not necessarily the structure of the building will be demolished if used again. It is necessary for a thorough analysis of the structure. One of the important data in the analysis is the compressive strength of concrete after fire. In this study, a review of the problem is knowing the compressive strength of concrete after fire in Seririt Market in Buleleng, Bali Province. The testing of concrete used is the core concrete and Hammer Test. Because Seririt Market has been established since the 1990s and the discovery of technical data, then Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 is used as the reference basis for discussion. From observations is known that concrete have cracks, flaking, change color and become brittle, while the results of the test is known that the quality of the concrete is still in the criteria structure or greater than  $125 \text{ kg/cm}^2$  (K125). Based on the results of measurements of the dimensions, is known that thick slab thickness does not meet the minimum criteria for fire resistance so that the overall damage.

**Keywords** : compressive strength of concrete, concrete damage, resistance of concrete.

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kebakaran merupakan salah satu musibah yang sering menimpa masyarakat salah satunya adalah kebakaran yang terjadi pasar Pasar Seririt di Kota Seririt, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Kebakaran terjadi pada tanggal 3 Juli 2014 yang menghanguskan seluruh kios yang ada di dalam pasar. Kondisi Pasar Seririt pasca kebakaran ditunjukkan pada Gambar 1, di mana seluruh area pasar terlihat gosong namun tidak merata karena masih ada bagian yang tampak baik.

Dalam rangka pemulihan pasar kembali, dilakukan penyelidikan kondisi eksisting pasar pasca kebakaran khususnya penyelidikan keandalan struktur bangunan. Mengetahui tingkat kehandalan struktur ini sangat penting karena dapat menjadi dasar untuk

memutuskan apakah bangunan tersebut akan dibongkar lalu diganti bangunan baru atau tidak perlu dibongkar tetapi diberi perkuatan sehingga mampu memikul beban mati dan beban hidup sebagai pasar. Perbaikan struktur dengan melakukan perkuatan tentunya dapat menekan biaya dan mempersingkat waktu pelaksanaan renovasi.

Kehandalan sebuah struktur bangunan pasca kebakaran dapat ditinjau dari nilai kuat tekan betonnya sebagai parameter mutu beton. Kuat tekan beton pasca kebakaran sangat penting diketahui karena struktur utama bangunan adalah beton bertulang dan beton memikul beban yang besar bersama dengan tulangan. Selain itu, kuat tekan beton pasca kebakaran adalah data masukan utama pada analisis struktur lanjutan.



Gambar 1. Tampak dari Depan Kondisi Pasar Seririt Pasca Kebakaran

**1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah berapa nilai kuat tekan beton pasca kebakaran pada Pasar Seririt, Buleleng?

**1.3. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan Latar Belakang dan Rumusan Masalah maka, tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan nilai kuat tekan beton yang dapat digunakan sebagai data masukan saat dilakukan analisis struktur lanjut.

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Penelitian Pendahuluan**

Penentuan kuat tekan beton pasca kebakaran telah dilakukan oleh banyak peneliti. Abdul Rochman [1], menyatakan bahwa beton yang mengalami kebakaran akan kerusakan pada tingkat ringan, sedang, berat dan sangat berat. Kerusakan ditandai dengan terjadinya retak-retak, pengelupasan selimut beton, lendutan struktur dan melelehnya baja tulangan. Nilai kuat tekan beton akan mengalami penurunan hingga 50% pada struktur beton yang terbakar pada suhu 500°C karena terurainya ikatan C-S-H dalam beton menjadi CaO dan SiO<sub>2</sub>. Penelitian Fajar Surya Herlambang [3], menyatakan bahwa beton yang mengalami pembakaran akan kehilangan berat, perubahan warna, retak-retak dan rapuh. Nilai kuat tekannya akan mengalami penurunan sebesar 45.31% pada benda uji yang pendinginannya

disiram dan 53.72% pada benda uji yang pendinginannya tidak disiram. Irma Aswani Ahmad, dkk [4], menyatakan bahwa temperatur yang tinggi mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton yang telah dipanasi pada temperatur 200°C, 400°C dan 600°C adalah 85.83%, 58.40% dan 35.08% dari beton normal. Yuzuar Afrizal [9], menyatakan kuat tekan beton menurun hingga 50% pada suhu 550°C dan dibutuhkan waktu kebakaran selama 30 menit untuk merusak mutu beton setebal selimut beton.

**2.2. Destructive Test**

Pengambilan sampel inti beton dilakukan dengan cara dibor dan (*core drill*). Pengambilan cara ini akan mengakibatkan rusaknya elemen di lokasi sampel diambil. Pengambilan sampel beton inti mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2492-2002 [6]. Hasil bor berupa silinder beton. Silinder beton ini kemudian dites kuat tekannya untuk mengetahui nilai kuat tekannya dengan mengacu pada SNI 03-3403-1994 [7] dan C 42/C 42M – 04 [2]. Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.

**2.3. Non-Destructive Test**

Jenis pengujian yang dilakukan adalah dengan palu beton atau *Schmidt Hammer*. Mengacu pada SNI 03-4430-1997 [8], pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban *impact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan energi pada besaran tertentu. Jarak pantulan yang timbul dari massa tersebut pada saat terjadi tumbukan akan memberikan indikasi kekerasan. Pengoperasian alat ini sangat sederhana sehingga dalam waktu singkat dapat dilakukan banyak pengujian yang mencakup suatu areal yang luas.

**2.4. Kelas dan Mutu Beton**

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971[5], beton untuk konstruksi beton bertulang dibagi dalam mutu dan kelas seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	$\sigma'_{bk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Tujuan
I	B <sub>0</sub>	-	-	Non-struktural
II	B <sub>1</sub>	-	-	Struktural
	K125	125	200	Struktural
	K175	175	250	Struktural
	K225	225	300	Struktural
III	k.225	>225	>300	Struktural

**2.5. Ketahanan Beton Saat Kebakaran**

Sesuai dengan fungsi, kegunaan dan peruntukan suatu bangunan, maka konstruksi beton bertulangan harus tahan dalam kebakaran selama jangka waktu yang

diisyaratkan. Ketahanan dalam kebakaran (dinyatakan dalam jam) menentukan tebal penutup beton dan ukuran konstruksi yang ditinjau. Beton yang tidak diberi lapisan khusus tahan kebakaran harus memenuhi dimensi minimum yang disyaratkan pada Tabel 2 dan 3 berikut :

Tabel 2. Dimensi Kolom untuk Ketahanan terhadap Kebakaran

Lama Terjadi Kebakaran	Dimensi Minimum (cm)
4 jam	45
3 jam	40
2 jam	30
1,5 jam	25
1 jam	20
0,5 jam	15

Tabel 3. Tebal Lantai untuk Ketahanan terhadap Kebakaran

Lama Terjadi Kebakaran	Tebal Minimum (cm)
4 jam	15
3 jam	15
2 jam	12,5
1,5 jam	12,5
1 jam	10
0,5 jam	9

Tebal lapis penutup beton (selimut beton) yang disyaratkan untuk memberi ketahanan terhadap kebakaran ditunjukkan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Tebal Penutup Beton untuk Balok

Lama Terjadi Kebakaran	Tebal Minimum (cm)
4 jam	6
3 jam	5
2 jam	5
1,5 jam	3,5
1 jam	2,5
0,5 jam	1

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian mutu beton untuk bangunan yang telah berdiri dapat dilakukan dengan metode *destructive test* dan *non-destructive test*. Pengujian *destructive* dilakukan dengan mengambil sampel inti beton dengan cara dibor (*core drill*) untuk kemudian di tes kuat tekannya di laboratorium sedangkan *non-destructive test* dilakukan dengan menguji mutu beton di lapangan menggunakan alat Palu (*Schmidt Hammer*).

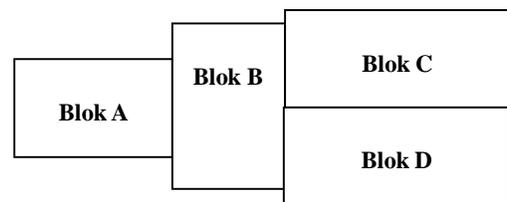
Pada penelitian ini, tidak dilakukan perbandingan mutu beton sebelum kebakaran dengan sesudah kebakaran karena tidak tersedia data teknis bangunan. Dengan demikian penelitian ini bertujuan hanya

mendapatkan nilai mutu beton pasca kebakaran dan menganalisis berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

Penggunaan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 [5] sebagai dasar analisis dalam penelitian ini karena minimnya informasi teknis dan asumsi Pasar Seririt telah dibangun pada tahun 1990-an di mana penggunaan PBI 71 masih sangat lazim.

#### 3.2. Pengambilan Sampel di Lapangan

Pasar Seririt memiliki 4 blok bangunan yang masing-masing bangunan berlantai 2 seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Masing-masing blok memiliki jarak terpisah sehingga tidak saling terhubung secara struktural.



Gambar 2. Blokplan Bangunan Pasar Seririt, Buleleng

Pengujian mutu beton dilakukan pada semua blok dengan perincian jumlah titik pengujian ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut ini,

Tabel 2. Jumlah Titik Pengujian *Hammer* di Setiap Blok pada Pasar Seririt

Elemen Struktur		Jumlah Titik Pengujian			
		Blok A	Blok B	Blok C	Blok D
Kolom	Lantai 1	10	10	10	10
	Lantai 2	10	10	10	10
Balok	Lantai 1	7	6	5	5
	Lantai 2	-	-	5	5
Plat Lantai		6	5	5	5

*Core Drill* hanya akan dilakukan pada elemen plat lantai karena kemungkinan tulangan yang ikut terpotong tidak membahayakan struktur secara keseluruhan. Sedangkan *Hammer Test* akan dilakukan pada elemen balok, kolom dan plat lantai.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengamatan Visual

Kerusakan yang terjadi akibat kebakaran pada elemen struktur kolom, balok dan plat lantai berupa keretakan dari retak ringan hingga retak berat yang meliputi sebagian besar penampang, pengelupasan selimut beton dan perubahan warna permukaan beton. Lebih jauh lagi kerusakan tersebut mengakibatkan beton menjadi getas dan rapuh. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian terdahulu [1] [3].

Berdasarkan pengamatan visual, pasar telah

mengalami kebakaran seluruhnya namun tingkat kerusakan tidak sama antara satu blok dengan blok yang lain. Kerusakan pada lantai 1, paling parah terjadi di blok A dan B yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Kerusakan meliputi kolom, balok dan plat lantai dengan keretakan dan pengelupasan selimut beton yang cukup luas dan merata. Kerusakan seperti itu tidak terjadi di lantai 1 blok C dan D.



Gambar 3. Kondisi Atap di Blok A dan B yang Masih Utuh

Kerusakan pada lantai 2 paling parah terjadi di blok C dan D yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Besarnya api dan panas yang timbul dari kebakaran menyebabkan kerusakan struktur rangka baja atap. Keretakan dan pengelupasan yang cukup luas juga terjadi di area ini namun hal ini tidak terjadi di blok A dan B.



Gambar 4. Kondisi Atap di Blok C dan D yang Rusak Parah

**4.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Inti**

Sampel beton inti berasal dari *core drill*. Sampel sebelum dites dipersiapkan terlebih dahulu dengan cara dipotong tingginya hingga rasio *L/D* adalah 1 seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Di mana *L* adalah tinggi dan *D* adalah diameter benda uji. Pada kedua ujung benda uji diberi lapis perata beban (*capping*) dengan belerang.



Gambar 5. Benda Uji Beton Inti

Hasil uji tekan terhadap sampel inti beton disajikan Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Nilai Kuat Tekan Benda Uji Inti Beton

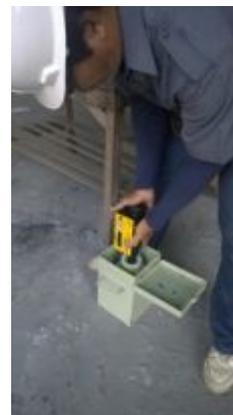
Blok	Nilai Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Minimum	Maksimum
A	220	241
B	146	186
C	288	467
D	317	338

Berdasarkan data yang ditunjukkan Tabel 3, mutu beton pada plat lantai di blok B nilainya paling kecil diikuti oleh blok A, D dan C. Hal ini sesuai dengan pengamatan visual yang ada di lapangan. Jika dikaitkan dengan barang-barang yang terbakar di lokasi, maka dapat dinyatakan bahwa barang di lantai 1 pada blok A dan B adalah barang yang mudah terbakar.

Mutu beton plat lantai pada Tabel 3 tersebut di atas masuk dalam beton struktural sesuai dengan Tabel 1. Nilai kuat tekannya di atas 125 kg/cm<sup>2</sup>.

**4.3. Pengujian Kuat Tekan Hammer**

Alat Hammer sebelum digunakan, dilakukan uji ketepatan pengukuran menggunakan Anvil. Uji ketepatan ini penting untuk mengetahui tingkat kebenaran hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Ketepatan Pengukuran Hammer dengan Anvil

Hasil pengujian kuat tekan dengan Hammer ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5 di bawah. Tabel 4 memperlihatkan hasil kuat tekan untuk kolom sedangkan Tabel 5 hasil kuat tekan untuk balok.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Hammer pada Kolom

Blok	Nilai Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Minimum	Maksimum
A	Lantai 1	254.18
	Lantai 2	402.45
B	Lantai 1	228.05
	Lantai 2	401.44
C	Lantai 1	218.82
	Lantai 2	362.50
D	Lantai 1	222.30
	Lantai 2	332.97
E	Lantai 1	287.80
	Lantai 2	590.57
F	Lantai 1	231.60
	Lantai 2	426.31
G	Lantai 1	223.12
	Lantai 2	556.17
H	Lantai 1	297.20
	Lantai 2	500.75

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Hammer pada Balok

Blok	Nilai Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Minimum	Maksimum
A	Lantai 1	234.01
	Lantai 2	524.78
B	Lantai 1	-
	Lantai 2	-
C	Lantai 1	170.24
	Lantai 2	435.35
D	Lantai 1	-
	Lantai 2	-
E	Lantai 1	353.88
	Lantai 2	459.27
F	Lantai 1	431.81
	Lantai 2	444.29
G	Lantai 1	310.31
	Lantai 2	530.81
H	Lantai 1	402.66
	Lantai 2	530.71

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan Tabel 4 dan 5, beton masih masuk katagori struktural karena nilai kuat tekannya lebih besar dari 125 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4. Dimensi dan Selimut Beton Pasca Kebakaran

Hasil pengambilan sampel inti beton pada plat lantai memberikan data tebal plat lantai sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Pengukuran Tebal Beton Plat Lantai

Blok	Tebal Beton Plat Lantai (cm)
A	7
B	8
C	8
D	9

Dari data yang ditunjukkan Tabel 9 diketahui bahwa seluruh plat lantai tidak memenuhi kriteria ketahanan terhadap gempa. Keadaan tersebut diperparah dengan tipisnya selimut beton yang rata-rata kurang dari 2 cm. Kondisi ini menyebabkan kerusakan pada plat lantai sangat parah dan merata di seluruh bidang plat lantai.

Untuk kolom dan balok, selimut beton sangat bervariasi dan rata-rata ketebalannya 2,5 cm. Ketebalan selimut beton tersebut masuk pada ketahanan kebakaran selama 1 jam sedangkan jangka waktu kebakaran yang terjadi lebih dari 1 jam. Hal ini menyebabkan kerusakan

yang parah pada selimut beton hingga pada beberapa bagian terjadi pengelupasan.

Dimensi kolom terkecil yang ada di Pasar Seririt adalah 40 x 40 cm dan dimensi balok terkecil adalah 35 cm. Dimensi tersebut memenuhi ketahanan terhadap kebakaran selama 3 jam. Namun, tidak seluruh area pasar yang terbakar besar sehingga masih banyak kolom dan balok yang kondisinya baik.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Dari hasil pengujian yang telah disampaikan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton kolom, balok dan plat lantai pada semua blok di Pasar Seririt di atas K125 atau lebih besar dari 125 kg/cm<sup>2</sup> dan beton masih masuk dalam katagori beton struktural.
2. Tebal beton dan tebal selimut beton plat lantai tidak memenuhi kriteria ketahanan kebakaran sehingga mengalami kerusakan yang sangat parah.
3. Dimensi kolom dan balok memiliki ketahanan yang lebih lama terhadap kebakaran yaitu 3 jam sehingga masih banyak yang kondisinya baik..

### 5.2. Saran

Sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan, maka jika struktur pasar akan digunakan kembali dapat disarankan beberapa hal :

1. Analisis struktur menggunakan mutu beton yang terkecil agar diperoleh kondisi paling ekstrim dan diperoleh perbaikan yang maksimal.
2. Mengupas seluruh selimut beton yang ada dan menggantikannya dengan selimut beton yang baru.
3. Mengganti seluruh plat lantai beton dengan yang baru sehingga kriteria ketebalam minimum untuk ketahanan kebakaran tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Rochman, Gedung Pasca Kebakaran Estimasi Kekuatan Sisa dan Teknologi Perbaikannya, Dinamika Teknik Sipil, Volume 6, Nomor 2, Halaman 94-100, Surakarta, Juli 2006.
- [2] ASTM C 42/C 42M - 04, Standar Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete, USA.
- [3] Fajar Surya Herlambang dan I Komang Sudiarta, Pengaruh Pembakaran Beton Bertulang terhadap Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Baja Tulangan, Logic Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi, Volume 4, Nomor 2, Bukit Jimbaran, Nopember 2004.
- [4] Irma Aswani Ahmad dkk, Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton, Jurnal Teknik Sipil Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang rekayasa Sipil, Volume 16, Nomor 2, Makasar, Agustus 2009.

- [5] Panitia Pembaruan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. - 2, Cetakan ke 7, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta, April 1979.
  - [6] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2492-2002, "Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti ", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [7] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3403-1994, "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [8] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4430-1997, "Metode Pengujian Elemen Struktur Beton Dengan Alat Palu Beton Tipe N Dan NR", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [9] Yuzuar Afrizal, Analisis Kekuatan Beton Pasca Bakar dengan Metode Numerik, Teknosia Jurnal Ilmiah Bidang Sains-Teknologi Murni Disiplin dan Antar Disiplin, Volume 1, Nomor 13, Bengkulu, Maret 2004.