

Studi Karakteristik Beton Pasca Kebakaran

Kadriani^{1*}, Jasman², Mustakim³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

**email*: kadekriani171021@gmail.com

Info Artikel	ABSTRAK
Dikirim: 29 Maret 2024 Diterima: 26 Juni 2024 Diterbitkan: 30 November 2024	Beton merupakan bahan struktur yang sering digunakan dalam sebuah konstruksi. Meskipun memiliki banyak kelebihan, kebakaran pada konstruksi merupakan bencana yang pemicunya semakin beragam dan sulit diantisipasi. Kebakaran menyebabkan terjadinya perubahan temperatur pada struktur beton dan mempengaruhi kekuatan sebuah konstruksi. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dan tarik belah beton pasca kebakaran. Penelitian ini dilakukan dengan menguji kuat tekan dan tarik belah beton pasca kebakaran yang diuji pada saat umur beton mencapai 28 hari dengan cara pembakaran benda uji menggunakan tungku (drum) yang dibakar secara bertahap yaitu membakar 3 benda uji, dimana benda uji tersebut masing-masing akan diangkat dan diukur suhunya menggunakan termometer di waktu pembakaran 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Nilai kuat tarik belah untuk beton normal yaitu 12% dari nilai kuat tekan beton, beton dengan lama pembakaran 2 jam yaitu 13% dari nilai kuat tekan beton, beton dengan lama pembakaran 4 jam yaitu 14% dari nilai kuat tekan beton dan beton dengan lama pembakaran 6 jam yaitu 9% dari nilai kuat tekan beton dengan demikian nilai kuat tarik belah beton 9% - 15 % dari nilai kuat tekannya.
Kata kunci: Pasca Kebakaran; Kuat Tekan; Tarik Belah.	

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan yang baik terhadap api dibandingkan dengan material lain, tetapi dapat memengaruhi kualitas struktur beton. Beton sebagai salah satu bagian konstruksi yang penting memiliki penggunaan dan kegunaannya yang sangat luas dan umum. Beton merupakan bahan yang sangat bervariasi, kualitasnya dapat diperoleh melalui berbagai komposisi campuran dan tata cara pembuatannya. Kualitas beton juga sangat ditentukan oleh tata cara perawatannya [1][2].

Kebakaran merupakan suatu bencana yang tidak dapat diprediksi kapan dan di mana akan terjadi. Hal tersebut dapat menyebabkan banyak kerusakan dan kerugian, terutama pada konstruksi bangunan. Kebakaran terjadi karena berbagai hal, seperti korsleting listrik, ledakan tabung gas, kelalaian, atau tindakan kriminal. Pihak-pihak yang menangani dampak kebakaran bangunan tidak hanya pemilik bangunan saja, tetapi juga pihak kepolisian, pengacara hukum, dan perusahaan asuransi. Namun, lebih luas lagi juga melibatkan ahli struktur [3][4].

Kebakaran gedung mulai mendapat perhatian serius dari semua pihak setelah Indonesia dilanda sejumlah kasus kebakaran gedung yang cenderung meningkat tajam. Ditinjau dari segi jenis bangunan yang terbakar, bangunan tempat tinggal menempati urutan pertama dengan jumlah kejadian 62%, bangunan industri 15%, pertokoan 11%, dan lainnya 5% [5].

Terjadinya perubahan temperatur yang cukup tinggi seperti pada bencana kebakaran ternyata dapat memengaruhi sebuah konstruksi, yaitu permukaan struktur berwarna hitam atau gosong dan membawa dampak yang sangat signifikan terhadap kualitas/ketahanan struktur beton pada gedung tersebut [6]. Beberapa penelitian menyatakan bahwa pada tiap variasi durasi pembakaran, beton mengalami kerusakan yang berbeda-beda seperti retak rambut, terkelupas, rapuh, dan pecah. Faktor yang memengaruhi besar penurunan kekuatan beton pasca kebakaran antara lain suhu pembakaran dan durasi pembakaran [6][7][8][9].

Salah satu kegagalan pada struktur konstruksi beton adalah saat terjadi kebakaran. Hal ini mengakibatkan peningkatan suhu yang signifikan, sehingga terjadi perubahan mendasar pada sifat-sifat struktur beton. Dalam kondisi ini, struktur konstruksi mengalami penurunan kemampuan untuk mendukung beban yang ada. Bahkan, dalam kondisi tertentu, konstruksi beton tidak lagi mampu mendukung beban yang bekerja, sehingga dipastikan tidak dapat lagi digunakan atau dimanfaatkan sebagaimana fungsi awalnya [10].

Sampai saat ini, penelitian tentang konstruksi beton pasca kebakaran masih merupakan topik yang hangat diteliti. Keinginan para peneliti untuk mengetahui secara akurat bentuk, gambaran, dan besar pengaruh beton pasca kebakaran merupakan hal yang masih perlu diteliti lebih lanjut. Para peneliti mulai melakukan penelitian dengan membuat benda uji beton yang kemudian dibakar langsung atau dalam oven maupun tungku. Setelah itu, dilakukan pengujian pada benda uji berupa kuat tekan, kuat lentur, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas. Adapun yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah metode pembakaran yang dilakukan secara manual seolah-olah benda uji mengalami kebakaran alami. Dalam pengujian ini juga dilakukan pengujian kuat tarik belah beton, di mana pada penelitian sebelumnya hanya dilakukan pengujian kuat tekan. Perbedaan lainnya adalah mutu beton yang digunakan, yaitu pada penelitian sebelumnya menggunakan mutu beton $f_c' 20$ MPa, sedangkan pada penelitian ini menggunakan mutu beton $f_c' 25$ MPa.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen kuantitatif tentang struktur beton pasca kebakaran dengan karakteristik beton yang berbeda dan durasi terbakar yang berbeda, yaitu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Beton diuji untuk kuat tekan dan kuat tarik belah pada saat umur beton mencapai 28 hari. Pada setiap mutu beton dibuat 3 buah benda uji dengan variabel tanpa pembakaran, pembakaran selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam, sehingga total benda uji yang dibuat sebanyak 24 buah.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare. Waktu penelitian dilakukan selama 5 bulan, dimulai pada bulan April hingga bulan Agustus 2021.

2.3 Pembakaran Benda Uji

Pembakaran benda uji dilakukan dengan menggunakan tungku (drum) yang dibakar secara bertahap. Tiga benda uji dibakar, di mana masing-masing benda uji akan diangkat dan diukur suhunya menggunakan termometer pada waktu pembakaran 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Penambahan kayu bakar dilakukan setiap beberapa menit untuk menjaga benda uji tetap terbakar dan suhu api tetap stabil. Pembakaran dilakukan sebanyak 3 kali, disesuaikan dengan durasi pembakaran, di mana setiap durasi memiliki masing-masing 3 benda uji.

Tabel 1. Rekapitulasi jumlah benda uji

No	Kode Benda Uji	Waktu Pembakaran ^a	Benda Uji ^b
----	----------------	-------------------------------	------------------------

1	BN	-	6
2	KT2	2	3
3	KT4	4	3
4	KT6	6	3
5	KTB2	2	3
6	KTB4	4	3
7	KTB6	6	3
	Jumlah		24

^aWaktu Pembakaran dalam Jam

^bBenda Uji dalam satuan Buah

2.4 Pengujian Beton

1) Kuat Tekan

Kuat tekan adalah beban aksial yang diterima beton silinder pada laju pembebanan tertentu hingga terjadi kehancuran. Kuat tekan beton dihitung dengan membagi beban maksimum yang diterima selama pengujian dengan luas penampang benda uji [11]. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan (MPa)

P = Beban uji maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

2) Kuat Tarik Belah

Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder, dikerjakan secara merata dalam arah diameter sepanjang benda uji. Benda uji akan terbelah dua pada saat kekuatan tarik belah tercapai [12]. Nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus.

$$f'ct = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2)$$

Dimana:

$f'ct$ = Kuat tarik belah beton (MPa)

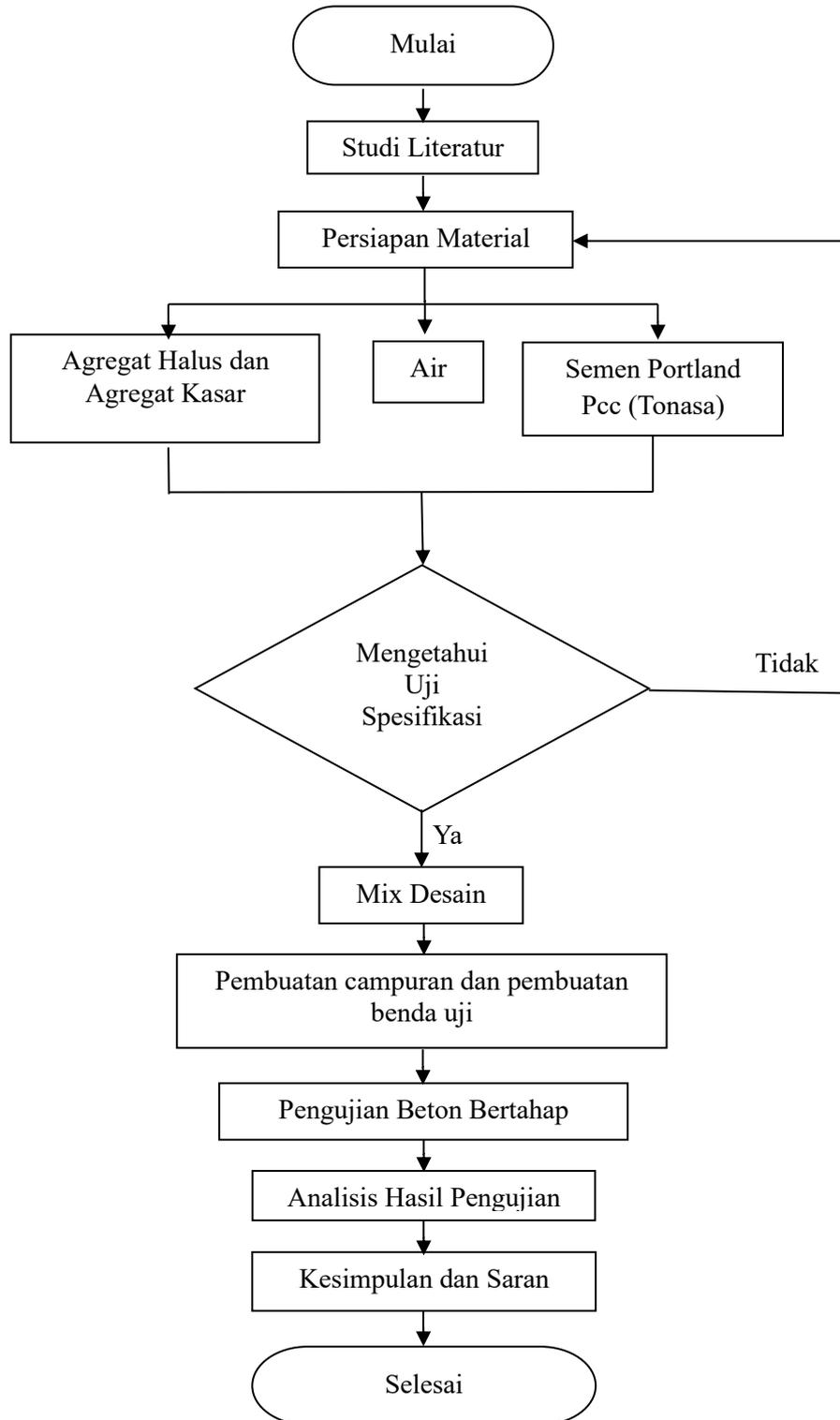
P = Beban uji maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

π = Phi (3,14)

3) Diagram Alir Penelitian



Gambar 1: Diagram alir penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan yang digunakan dalam eksperimen ini adalah:

- a. Tahap Persiapan
Meliputi pengumpulan data-data teori dasar, mempersiapkan material yang diperlukan, serta mempersiapkan alat yang akan digunakan.
- b. Tahap Perhitungan Campuran Beton
Pada tahap ini dilakukan perencanaan *mix design* dengan mutu beton $f'c = 25\text{MPa}$.

- c. Tahap Pengecoran
Meliputi persiapan pencucian agregat kasar dan halus sebelum pembuatan beton, penakaran, dan pengadukan.
- d. Pemeriksaan Kelecekan Adukan Beton
Pada tahap ini, setelah adukan beton segar selesai dibuat, dilakukan uji kelecekan menggunakan *slump test*.
- e. Tahap Pencetakan Beton
Beton segar yang sudah siap kemudian dicetak dalam bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- f. Tahap Pengeringan Beton
Beton yang telah dicetak kemudian dikeringkan selama 1 hari.
- g. Tahap Perawatan/Perendaman Beton
Beton direndam untuk proses perawatan hingga mencapai umur 28 hari.
- h. Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pembakaran
Beton diuji untuk mengetahui kuat tekan tanpa melalui proses pembakaran.
- i. Pembakaran Benda Uji
Beton yang telah berusia 28 hari kemudian dibakar menggunakan tungku.
- j. Pendinginan Beton Setelah Pembakaran dan Pemeriksaan Beton
Beton yang telah dibakar didinginkan, kemudian dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui kondisi pasca pembakaran.
- k. Pengujian Kuat Tekan Beton Setelah Pembakaran
Setelah beton terbakar dan didinginkan, dilakukan pengujian kuat tekan untuk mengetahui perubahan karakteristik beton pasca pembakaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kuat Tekan Beton

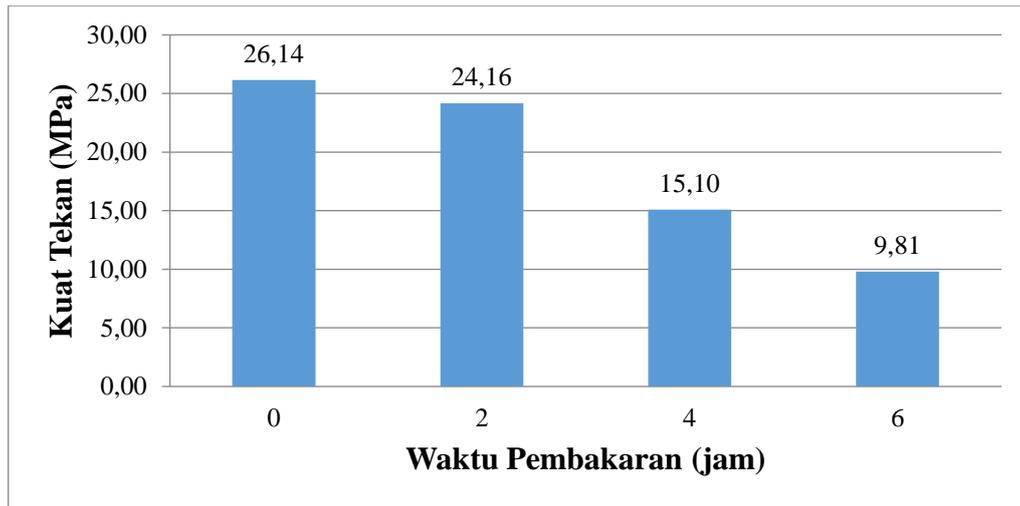
pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari sebanyak 12 sampel yang terdiri dari 4 variasi, yaitu BN, KT2, KT4, dan KT6. Untuk masing-masing variasi dibuat 3 sampel beton normal (BN) dan 9 beton yang dibakar (KT2, KT4, dan KT6) untuk pengujian kuat tekan silinder dengan ukuran benda uji 150 x 300 mm.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai kuat tekan beton dan suhu maksimum

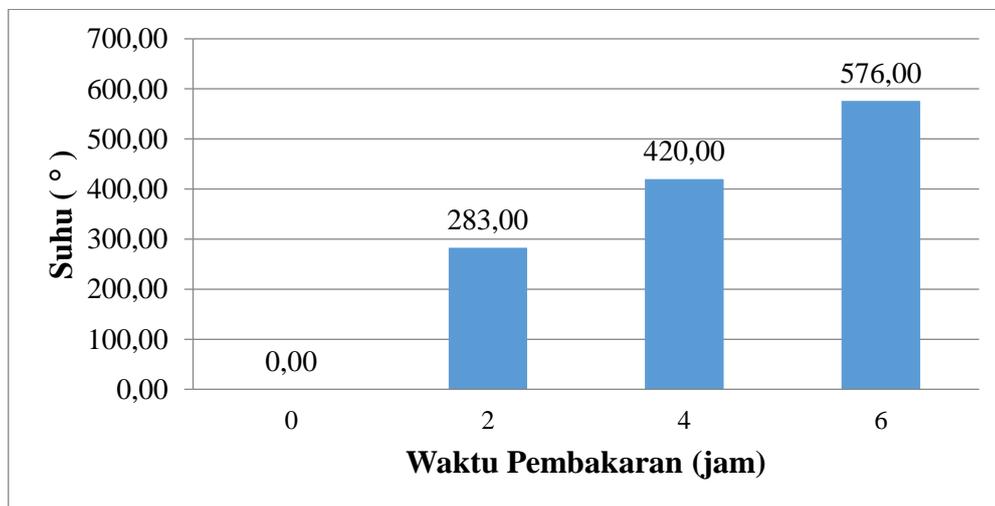
No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan (f'c) ^a	Suhu ^b
1	BN	26,14	0
2	KT2	24,16	283
3	KT4	15,10	420
4	KT6	9,81	576

^aKuat Tekan dalam satuan MPa

^bSuhu dalam satuan °C



Gambar 2. Rekapitulasi nilai kuat tekan beton pasca pembakaran



Gambar 3 : Rekapitulasi hasil pengukuran suhu beton pasca pembakaran

Pada Gambar 2 dijelaskan bahwa beton dengan lama pembakaran 2 jam mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,98 MPa, yaitu sebesar 8% dari beton normal. Beton dengan lama pembakaran 4 jam mengalami penurunan kuat tekan sebesar 11,04 MPa, yaitu sebesar 46% dari beton normal, sedangkan beton dengan lama pembakaran 6 jam mengalami penurunan yang signifikan, yaitu 16,32 MPa, sebesar 62% dari beton normal. Pada Gambar 3 dijelaskan bahwa semakin lama pembakaran, suhu kebakaran semakin tinggi. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, pembakaran pada suhu tinggi (400°C) juga menurunkan tegangan lekat tulangan dalam beton. Tegangan lekat tulangan baja yang ditanam dalam beton dengan kuat tekan beton (f'c) 17.5 MPa, 20 MPa, dan 30 MPa mengalami penurunan berturut-turut sebesar 69.09%, 64.07%, dan 62.02%, atau rata-rata 65.07% dibandingkan dengan beton prabakar [13].

3.2 Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 12 sampel, yang terdiri dari BN, KTB2, KTB4, dan KTB6. Pada Gambar 4 (beton normal), Gambar 5 (beton 2 jam pembakaran), Gambar 6 (beton 4 jam pembakaran), dan Gambar 7 (beton 6 jam pembakaran), dapat dilihat agregat kasar tidak pecah atau lepas akibat uji kuat tarik belah, menandakan distribusi agregat yang merata dalam campuran beton.



Gambar 4. Tarik belah beton normal



Gambar 5. Tarik belah beton 2 jam pembakaran



Gambar 6. Tarik belah beton 4 jam pembakaran



Gambar 7 : Tarik belah beton 6 jam pembakaran

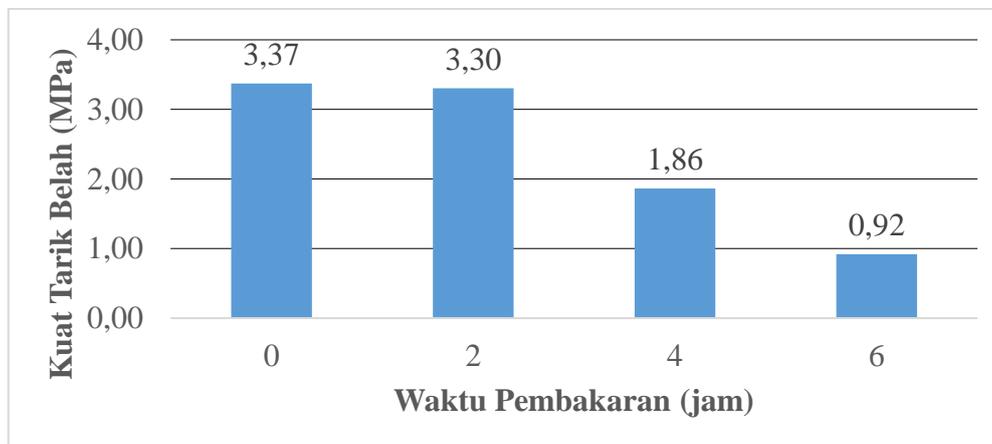
Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak terjadi segregasi (penyebaran agregat yang tidak merata pada beton). Hal ini disebabkan oleh distribusi agregat pada benda uji yang tersebar merata dalam campuran, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 3. Rekapitulasi nilai kuat tarik belah beton dan suhu maksimum

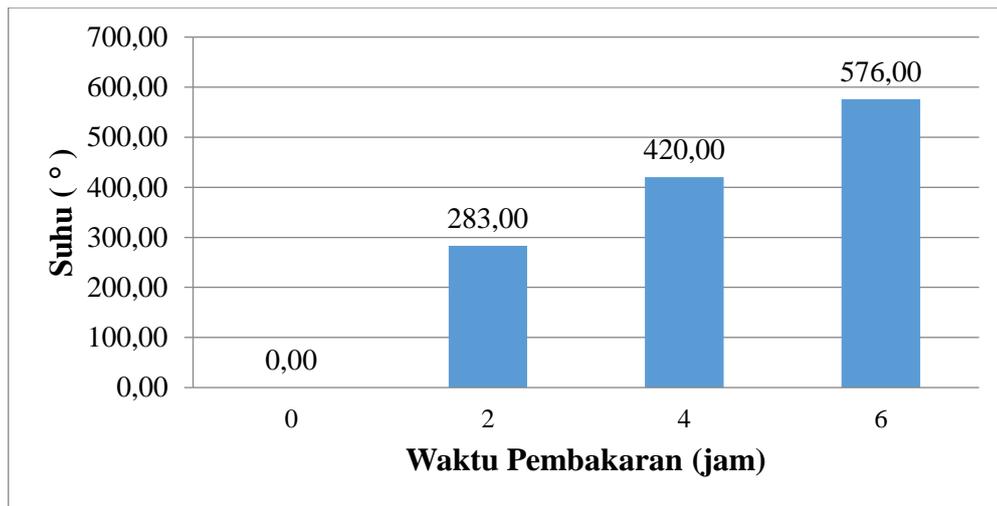
No	Kode Benda Uji	Kuat Tarik Belah (f'ct) ^a	Suhu ^b
1	BN	3,37	0
2	KT2	3,30	283
3	KT4	1,86	420
4	KT6	0,92	576

^aKuat Tarik Belah dalam satuan MPa

^bSuhu dalam satuan °C



Gambar 8 : Rekapitulasi nilai kuat tarik belah beton pasca pembakaran



Gambar 9 : Rekapitulasi hasil pengukuran suhu beton pasca pembakaran

ada Gambar 8 dijelaskan bahwa beton dengan lama pembakaran 2 jam mengalami penurunan kuat tarik belah sebesar 0,07 MPa, yaitu sebesar 2% dari beton normal. Beton dengan lama pembakaran 4 jam mengalami penurunan kuat tarik belah sebesar 1,51 MPa, yaitu 45% dari beton normal, sedangkan beton dengan lama pembakaran 6 jam mengalami penurunan signifikan sebesar 2,45 MPa, yaitu 73% dari beton normal. Pada Gambar 9 dijelaskan bahwa semakin lama pembakaran, suhu kebakaran semakin tinggi. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, beton pasca pembakaran pada suhu +800°C mengalami penurunan kuat tarik belah rata-rata sebesar 68,393%, dengan sisa kuat tarik belah sebesar 31,707% [14]/

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian kuat tekan beton pasca pembakaran pada umur 28 hari menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tekan sebesar 26,16 MPa, beton dengan lama pembakaran 2 jam sebesar 24,16 MPa, beton dengan lama pembakaran 4 jam sebesar 15,10 MPa, dan beton dengan lama pembakaran 6 jam sebesar 9,81 MPa. Sedangkan hasil dari pengujian kuat tarik belah beton pasca pembakaran pada umur 28 hari menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tarik belah sebesar 3,37 MPa, beton dengan lama pembakaran 2 jam sebesar 3,30 MPa, beton dengan lama pembakaran 4 jam sebesar 1,86 MPa, dan beton dengan lama pembakaran 6 jam sebesar 0,92 MPa.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi pembakaran, maka nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton akan semakin menurun. Hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- 1) Penelitian lanjutan dapat dilakukan mengenai sifat mekanik atau fisik beton pasca bakar terhadap beton bertulang yang melibatkan penelitian tulangan yang belum pernah diteliti sebelumnya.
- 2) Pembakaran sebaiknya dilakukan pada tungku atau oven yang dapat diatur otomatis pengaturan suhunya agar memperoleh suhu yang konstan.

REFERENSI

- [1] M. Indra, Y. Lestyowati dan G. S. Budi, "Study of Post Combustion Concrete Strength Using Compression Test and Hammer Test", vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2018.
- [2] D. Andriansyah dan E. Walujodjati, "Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer pada Beton Pori Terhadap Kuat Tekan, Tarik Belah dan Permeabilitas", *J. Konstr.*, vol. 21, no. 2, pp. 207–216, 2023, doi: 10.33364/konstruksi/v.21-2.1386.
- [3] A. Sulfanita, I. Fadly, M. Syahril dan A. S. N. Ruslan, "Studi Eksperimen Pengujian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar terhadap Beton Normal", *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 23, no. 2, p. 1199, 2023, doi: 10.33087/jiubj.v23i2.3005.

- [4] E. Aprianto dan H. Wiyanto, "Penilaian Tingkat Kerusakan Gedung Pasca Kebakaran", *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 273–286, 2022, doi: 10.24912/jmts.v5i1.7067.
- [5] N. Surbakti. 2021, "Analisis Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Terhadap Kuat Tekan Karakteristik Beton", Fakultas Teknik Universitas Medan Area, 2022.
- [6] B. V. Srihayati, S. Murtiadi dan N. N. Kencanawati, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Silica Fume Sebagai Pengganti Sebagian Semen", *SIGMA J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 37–45, 2021.
- [7] Arman.A dan R. Almez Pradipta, "Kajian Kuat Tekan Beton Normal Pasca Bakar" , *Ensiklopedia J.*, vol. 3, no. 5, pp. 52–55, 2021, [Online]. Available at: <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- [8] A. Pemodelan, P. Moda, A. Sepeda, M. Dengan dan A. Umum, "Jurnal Lateral", vol. 1, no. 1, pp. 46–52, 2023.
- [9] S. U. Dewi dan A. Y. Nanda, "Analisis Pengaruh Peningkatan Durasi Waktu Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-250 Pasca Kebakaran", *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 84–90, 2021, doi: 10.24967/teksis.v6i2.1410.
- [10] F. R. Atmaja, D. Triana dan D. R. Ujianto, "Struktur Beton Pasca Kebakaran Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Beton", *J. CIVTECH*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2017, [Online]. Available at: <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/CIVTECH/article/view/177>
- [11] Badan Standardisasi Nasional, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,SNI 1974-2011", *Badan Stand. Nas. Indones.*, p. 20, 2011.
- [12] SNI 03-2491, "SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton", *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 14, 2002.
- [13] I. N. Merdana, "Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Lekat dan Initial Corrosion Tulangan Baja dalam Beton", vol. 13, pp. 33–41, 2022.
- [14] A. A. G. Sutapa, I. G. N. O. Suputra dan K. Mataram, "Pemulihan Kekuatan Tarik Belah Beton Dengan Variasi Durasi Perawatan Pasca Bakar", *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 2, pp. 205–215, 2011.