

Kajian Karakteristik Kuat Tekan Pada Beton Berbasis Semen Terhadap Pengaruh Pembakaran

Yasser Gillan Emerson, Euneke Widyaningsih

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: yassergillan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kuat tekan beton berbasis semen Portland sebelum dan setelah terpapar suhu tinggi simulasi kebakaran. Metode eksperimen melibatkan pembuatan sampel silinder beton (diameter 10 cm, tinggi 20 cm) dengan mutu rencana $f_c'30$ MPa, variasi durasi pembakaran (0, 30, 60, 90, 120 menit), serta pengujian kuat tekan pada umur 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa beton berbasis semen mengalami penurunan kuat tekan rata-rata 15,63 %. Hal ini membuktikan beton berbasis semen memiliki kelemahan terhadap api yang dapat mengakibatkan penurunan terhadap nilai kuat tekan.

Kata kunci: beton berbasis semen, kuat tekan pasca bakar, ketahanan api

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara berkembang mengalami pembangunan infrastruktur masif yang membawa tantangan risiko kebakaran pada struktur bangunan. Kasus kebakaran Pasar Seririt, Buleleng (2014) menunjukkan kerentanan beton berbasis semen terhadap paparan suhu tinggi, mengakibatkan keretakan ringan hingga berat, pengelupasan selimut beton, dan perubahan warna permukaan (Herlambang & Sudiarta, 2015).

Beton berbasis semen Portland, meskipun memiliki durabilitas yang baik, menunjukkan kelemahan signifikan saat terpapar suhu tinggi. Penelitian Ferdiansyah Novriza (2019) membuktikan penurunan kuat tekan hingga 33,61% pada beton yang dibakar pada suhu $>250^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Di sisi lain, produksi semen Portland menyumbang 4-8% emisi CO_2 global (Joint Research Centre, 2016), bertentangan dengan prinsip infrastruktur berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis beton dalam kondisi pasca bakar untuk memberikan solusi konstruksi yang aman dan berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1 Material dan perencanaan campuran

Penelitian menggunakan semen Portland tipe I, agregat kasar (batu pecah maksimal 20 mm), agregat halus (pasir galunggung), dan fly ash PLTU Paiton. Perencanaan campuran beton berbasis semen mengacu SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana $f_c'30$ MPa, menghasilkan proporsi: semen 413 kg/m³, air 190 kg/m³, agregat halus 658 kg/m³, dan agregat kasar 1170 kg/m³.

2.2 Pembuatan sampel dan curing

Dibuat 20 sampel silinder ($\varnothing 10$ cm $\times$ 20 cm. Curing beton berbasis semen menggunakan metode perendaman selama 28 hari.

2.3 Proses pembakaran

Pembakaran dilakukan menggunakan torch burner berbahan bakar LPG dalam tong baja volume ± 50 liter. Variasi durasi pembakaran: 0, 30, 60, 90, dan 120 menit. Suhu pembakaran dipantau setiap 30 menit menggunakan termometer inframerah, dengan rentang suhu 95-213°C.

2.4 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari menggunakan compression testing machine sesuai SNI-03-1974-1990. Setiap variasi durasi pembakaran menggunakan 4 sampel untuk mendapatkan nilai rata-rata yang representatif.

2.5 Metode Pembakaran

Proses pembakaran dilakukan untuk mensimulasikan kondisi beton yang mengalami paparan suhu tinggi seperti dalam peristiwa kebakaran. Metode pembakaran menggunakan tong baja sebagai ruang pembakaran dan torch burner berbahan bakar gas LPG sebagai sumber panas utama. Proses ini dilakukan secara manual namun terukur, dengan pengecekan suhu berkala setiap 30 menit untuk mengetahui suhu yang dihasilkan.



Gambar 1 Proses Pembakaran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik material

Pengujian kualitas material menunjukkan agregat kasar memiliki berat jenis $2,668 \text{ kg/m}^3$ dengan penyerapan $2,915\%$, sementara agregat halus memiliki berat jenis $2,440 \text{ kg/m}^3$. Fly ash memiliki berat jenis $2,933 \text{ kg/m}^3$. Nilai slump beton berbasis semen 35 mm (sesuai rencana $30\text{-}60 \text{ mm}$).

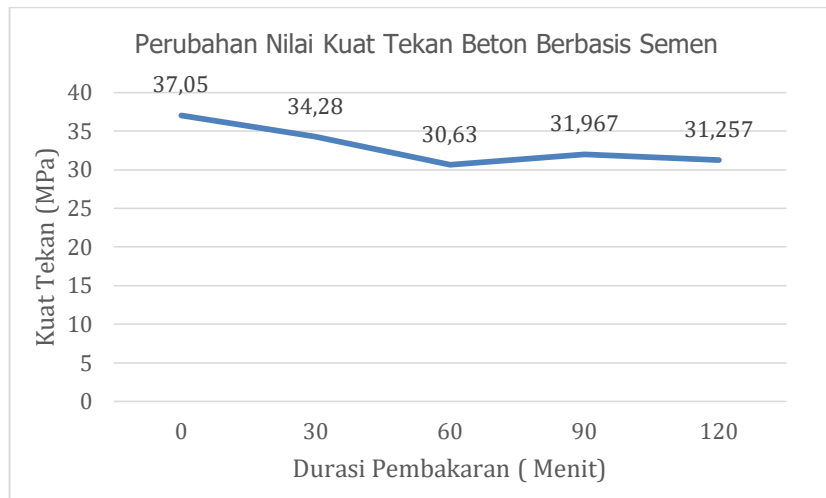
3.2 Berat volume beton

Kedua jenis beton mengalami penurunan berat volume setelah pembakaran. Beton berbasis semen mengalami penurunan bertahap dari $0,26\%$ (30 menit) hingga $0,99\%$ (120 menit).

3.3 Kuat tekan beton berbasis semen

Kuat tekan beton berbasis semen mengalami penurunan progresif seiring peningkatan durasi pembakaran. Kuat tekan awal $37,05 \text{ MPa}$ (0 menit) menurun menjadi $34,28 \text{ MPa}$ (30 menit), $30,63 \text{ MPa}$ (60 menit), $31,97 \text{ MPa}$ (90 menit), dan $31,26 \text{ MPa}$ (120 menit). Penurunan maksimal mencapai $15,63\%$ setelah 120 menit pembakaran.

Penurunan ini disebabkan oleh hasil dari proses hidrasi yang menghasilkan gel pengikat C-S-H (kalsium-silika-hidrasi) yang mana saat terpapar suhu tinggi mengakibatkan dekomposisi senyawa kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) menjadi kalsium oksida (CaO) dan uap air (H_2O) melemahkan ikatan antara agregat dan pasta semen.



Gambar 2 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Berbasis Semen

3.5 Perbandingan kinerja

Tabel 1 menunjukkan perbandingan kinerja kedua jenis beton dalam kondisi pasca bakar.

Tabel 1. Perbandingan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar

Durasi (menit) Beton Semen (MPa) Perubahan (%)

0	37,05	-
30	34,28	-7,46
60	30,63	-17,32
90	31,97	-13,71
120	31,26	-15,63

Hasil menunjukkan bahwa beton berbasis semen mengalami degradasi nilai kuat tekan secara signifikan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa Beton berbasis semen mengalami penurunan kuat tekan hingga 15,63%. Penurunan kinerja beton ini disebabkan oleh proses dekomposisi senyawa kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam pasta semen menjadi kalsium oksida (CaO) dan uap air (H_2O) saat terpapar panas, yang melemahkan struktur internal dan ikatan antara pasta semen dan agregat.

Temuan ini memperkuat bukti bahwa beton konvensional memiliki kelemahan fundamental terhadap bahaya kebakaran. Dalam konteks pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan dan aman, ketergantungan pada semen Portland saja menjadi tantangan, baik dari sisi durability dalam kondisi darurat kebakaran maupun kontribusinya terhadap emisi CO₂.

Oleh karena itu, diperlukan eksplorasi material alternatif yang lebih tahan panas dan ramah lingkungan, seperti beton geopolimer berbasis fly ash, untuk menciptakan solusi konstruksi yang lebih aman dan berkelanjutan di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, pihak laboratorium, serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdiansyah, N. (2019). Kajian Kuat Tekan Beton Berdasarkan Kondisi Bakar dan Tanpa Bakar (Studi Mutu Beton 20 MPa Menggunakan Metode American Concrete Institute). *Skripsi, Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat*.
- Herlambang, S. F., & Sudiarta, K. I. (2015). Kuat Tekan Beton Pasca Kebakaran pada Struktur Beton Bertulang di Pasar Seririt, Buleleng, Bali. *Jurnal Teknik Sipil*, Politeknik Negeri Bali.
- Joint Research Centre. (2016). Decarbonisation options for the cement industry. *European Commission Technical Report*.
- Phan, L. T., & Carino, N. J. (2001). Mechanical properties of high-strength concrete at elevated temperatures. *Fire Safety Journal*, 36(5), 445–466.