

Identifikasi Sifat Fisik pada Beton Setelah Paparan Suhu Tinggi 400°C, 600°C dan 800°C

Rizki Prasetya

*Jurusan Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang
Jalan Terusan Dieng No. 62-64 Malang Indonesia*

rizki.prasetya @unmer.ac.id

Abstrak— Kebakaran adalah reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api/penyalaan. Proses terjadinya kebakaran begitu cepat sehingga menimbulkan efek pada bangunan jika kebakaran tersebut terjadi di kawasan padat baik perumahan maupun perkantoran. Ada beberapa bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif baik, salah satunya adalah beton. Kualitas daya tahan beton terhadap api lebih baik jika dibandingkan dengan baja dan kayu. Pada saat terjadi kebakaran khususnya yang terjadi pada gedung dengan struktur menggunakan beton bertulang, suhu panas dari api akan mempengaruhi sifat fisik pada beton. Perubahan sifat fisik pada beton dapat mempengaruhi kekuatan beton. Pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan benda uji balok berukuran (10 x 15 x 120) cm. Variasi penelitian ini yaitu balok beton bertulang suhu normal (BL1), terpapar suhu 400°C (BL2), terpapar suhu 600°C (BL3), dan terpapar suhu 800°C (BL4). Dari hasil penelitian beton terpapar sampai suhu sedikit di atas 400°C, beton akan berubah warna menjadi merah muda. Untuk suhu diatas 600°C, akan menjadi abu-abu agak hijau dan suhu mencapai 800°C menjadi abu-abu. Kemudian beton akan mengalami retak rambut serta terkelupas saat terpapar suhu hingga 400°C, kemudian saat terpapar suhu 600°C hingga 800°C beton mengalami retak dan mengelupas.

Kata kunci— Beton, sifat fisik, suhu tinggi.

Abstract— Fire is an exothermic oxidation reaction that takes place quickly from a fuel which is accompanied by the onset of a fire/ignition. The process of fire is so fast that it has an effect on buildings if the fire occurs in a densely populated area, both housing and offices. There are several building materials that have relatively good fire resistance, one of which is concrete. The quality of the resistance of concrete to fire is better when compared to steel and wood. When a fire occurs, especially in buildings with structures using reinforced concrete, the heat from the fire will affect the physical properties of the concrete. Changes in the physical properties of concrete can affect the strength of the concrete. The test is done by observing the beam test object measuring (10x15x120) cm. The variations of this research are reinforced concrete block with normal temperature (BL1), exposed to 400°C (BL2), exposed to 600°C (BL3), and exposed to 800°C (BL4). From the results of research exposed concrete to temperatures slightly above 400°C, the concrete will turn pink. For temperatures above 600°C, it will turn gray slightly green and temperatures up to 800°C will turn gray. Then the concrete will experience hair cracks and peel off when exposed to temperatures up to 400°C, then when exposed to temperatures of 600°C to 800°C the concrete cracks and peels.

Keywords— Concrete, physical properties, high temperature.

I. PENDAHULUAN

Kebakaran adalah reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api/penyalaan. Terjadinya kebakaran tidak bisa diprediksi seperti bencana meletusnya gunung berapi ataupun terjadinya tsunami. Proses terjadinya kebakaran begitu cepat sehingga menimbulkan efek pada bangunan jika kebakaran tersebut terjadi di kawasan padat baik perumahan maupun perkantoran.

Ada beberapa bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif baik, salah satunya adalah beton. Kualitas daya tahan beton terhadap api lebih baik jika dibandingkan dengan baja dan kayu, untuk kayu kualitas tahan terhadap api amat sangat rendah. Oleh karena itu beton menjadi material yang mempunyai daya hantar panas rendah, sehingga rambatan panas yang ada untuk masuk kedalam inti beton sangatlah kecil.

Pada saat terjadi kebakaran khususnya yang terjadi pada gedung dengan struktur menggunakan beton bertulang, suhu panas dari api akan mempengaruhi sifat fisik pada beton. Perubahan sifat fisik pada beton dapat mempengaruhi kekuatan beton. Sejauh mana perubahan fisik yang terlihat pada beton setelah terjadinya kebakaran dapat diketahui dengan pendekatan pada penelitian ini.

Menurut SNI-03-2847-2019, pengertian beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.. Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, yaitu beton adalah bahan yang terbuat dari

berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, serat, fiber dll (Neville dan Brooks, 1987).

Pada umumnya beton terdiri dari ± 15 % semen, ± 8 % air, ± 3 % udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton (Wuryati Samekto, 2001).

Beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik dibandingkan dengan material lain seperti baja, terlebih lagi kayu. Hal ini disebabkan karena beton merupakan material dengan daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rembetan panas ke bagian dalam struktur beton tersebut.

Efek meningkatnya suhu pada pasta semen yang terhidrasi tergantung pada tingkat hidrasi dan kelembaban yang terjadi, biasanya terjadi pada pasta portland semen yang sebagian besar terdiri dari Calcium Silicate Hydrate (CSH), Calcium hydroxide, dan Calcium sulfoaluminate hydrates. Pasta semen dalam kondisi jenuh mengandung sejumlah besar air bebas dan air kapiler, selain air yang terserap. Berbagai jenis air tersebut dapat segera hilang jika terjadi peningkatan suhu beton. Namun, dari sudut pandang perlindungan terhadap kebakaran, dapat dicatat bahwa, karena panas yang cukup maka penguapan dibutuhkan untuk mengkonversi air menjadi uap, suhu beton tidak akan naik sampai semua air yang telah ter-evaporasi hilang (Mehta, Montero, 2006:149).

Porositas dan mineralogi agregat mempunyai pengaruh penting pada perilaku beton pada waktu terbakar. Tergantung pada tingkat pemanasan dan ukurannya, permeabilitas, dan kelembaban agregat, serta pori agregat itu sendiri sangat mungkin rentan proses pembakaran tersebut dan pada saat pendinginan (Mehta, Montero, 2006:150).

Sifat kimia maupun fisika serta perubahan mineral yang terkandung pada suatu agregat mengalami perubahan akibat suhu tinggi. Transformasi agregat yang terjadi akibat suhu tinggi tergantung pada jenis agregatnya 350°C - kerikil sungai, 570°C - agregat mengandung silika, 650°C - agregat berkapur, 700°C - agregat basalt.

Agregat yang mengandung silika seperti kuarsa (misalnya, granit dan batu pasir), bisa menyebabkan kehilangan tegangan dalam beton pada suhu sekitar 573°C , karena pada temperatur ini kuarsa bertransformasi dari bentuk α menjadi β dikaitkan dengan ekspansi sekitar 0,85 persen. Dalam kasus karbonat batuan, kehilangan tegangan yang sama dimulai di ketika suhu diatas 700°C sebagai akibat dari reaksi decarbonation. Selain kemungkinan transformasi fase dan panas dekomposisi agregat, mineralogi agregat juga menentukan respon ketika beton terbakar.

Tidak bisa diabaikan bahwa suhu dapat mengakibatkan keretakan pada beton bertulang. Perubahan suhu dari suhu rendah ke suhu tinggi mengakibatkan pemuaiian pada beton dan akan mengakibatkan keretakan. Uji XRD dan uji EDAX yang telah dilakukan oleh Edhi Wahyuni menunjukkan bahwa suhu pembakaran mempengaruhi kondisi senyawa kimia, senyawa kimia $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau portlandite dan SiO_2 atau silika yang mengakibatkan perubahan sifat mekanik pada beton.

Portlandite bertindak sebagai bahan pengikat pada campuran beton, penurunan portlandite sangat mempengaruhi kekuatan beton. Dalam penelitian Edhi Wahyuni, hal tersebut ditunjukkan oleh beban yang diperlukan untuk mendapatkan lebar retak lebih rendah ketika suhu pembakaran beton lebih tinggi dari 400°C . Pada penelitiannya didapatkan bahwa SiO_2 sangat penting dalam beton dikarenakan senyawa ini memiliki fungsi sebagai bahan pengisi. Selain itu, senyawa tersebut dapat meningkatkan kuat tekan dan permeabilitas beton karena kemampuan dalam mengisi pori – pori pada beton.

Pada beton juga terjadi retak susut. Retak susut terjadi karena pengurangan volume (susut) ketika beton mengeras dimulai dari ketika setelah beton diaduk yang disebabkan oleh penyerapan air oleh semen dan agregat kemudian berlanjut pada penguapan air yang naik ke permukaan beton. Hidrasi semen yang terjadi menimbulkan sejumlah besar panas dan dengan mendinginnya beton terjadi penurunan panas. Apabila proses tersebut berlangsung lama maka akan terjadi muai/susut pada beton itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan fisik pada beton pasca paparan suhu tinggi untuk mengetahui tingkat kerusakan lingkungan atau perlindungan/penyelamatan lingkungan secara dini.

II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian Eksperimental. Pembuatan benda uji beton bertulang untuk uji kuat lentur beton bertulang maupun benda uji silinder untuk uji kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Paparan benda uji beton dengan suhu tinggi dilakukan di UPT Keramik Disperindag Provinsi Jawa Timur di Jalan Sunandar Priyo Sudarmo No 22, Kota Malang.

Benda Uji balok yang dibuat dengan mutu beton 35 Mpa.

TABEL I.
TABEL BENDA UJI BALOK

Benda Uji Balok	Suhu	Jumlah
BL1	27°C	3
BL2	400°C	3
BL3	600°C	3
BL4	800°C	3

Setelah balok beton selesai dicetak maka akan diberi paparan panas dengan variasi suhu 400° C, 600° C dan 800° C. Kemudian diidentifikasi sifat fisik beton setelah paparan suhu tinggi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu Pembakaran

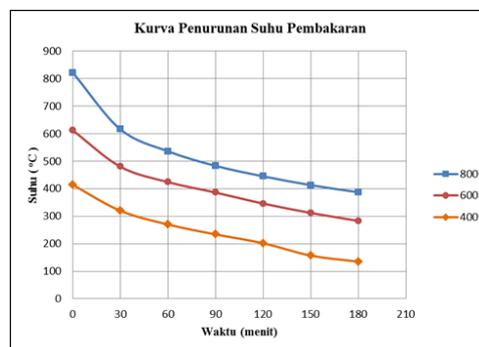
Setelah benda uji silinder dan benda uji balok beton bertulang jadi maka proses berikutnya adalah paparan benda uji ke dalam tungku pembakar. Pembagian waktu dan hari pada waktu paparan suhu tinggi pada tungku pembakar disesuaikan dengan benda uji yang telah dibuat yakni benda uji untuk suhu 400°C, 600°C, dan 800°C.



Gambar 1 Kurva kenaikan suhu pembakaran

Kurva diatas adalah kurva perbandingan antara kurva pada peraturan ASTM dan pada penelitian yang dilakukan. Terjadi perbedaan kurva dikarenakan alat pembakar yang berbeda sehingga kenaikan suhu pada alat pembakar juga berbeda. Untuk penelitian ini menggunakan tungku pembakar keramik, dan sistem pembakaran yang digunakan juga memakai sistem pembakaran keramik. Kenaikan suhu pada penelitian ini untuk suhu 400°C, 600°C dan 800°C kurang lebih sama dengan periode kenaikan suhu 10°C tiap 5 menit. Untuk pencapaian suhu maksimal yakni suhu 400°C dicapai pada waktu 195 menit, suhu 600°C dicapai pada waktu 285 menit dan suhu 800°C dicapai pada waktu 390 menit.

Penurunan suhu pada tungku pembakar setelah mencapai suhu maksimal pada penelitian ini juga dapat dilihat pada kurva dibawah ini.



Gambar 2 Kurva penurunan suhu

Pola penurunan suhu pada tungku pembakar pada suhu 400°C, 600°C dan 800°C kurang lebih hampir sama yakni 15°C tiap lima menit. Pola kenaikan dan penurunan suhu yang kurang lebih sama ini diharapkan setiap benda uji yang di uji pada suhu 400°C, 600°C dan 800°C mengalami proses paparan suhu yang sama.

Sifat Fisik Beton Setelah Paparan Suhu Tinggi

Keunggulan lain yang dimiliki beton dibandingkan dengan material lainnya adalah mempunyai kuat tekan dan stabilitas volume yang baik dan biaya perawatannya relatif lebih murah. Selain itu, material beton lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan, tidak mudah terbakar, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi, sehingga banyak digunakan Universitas Sumatera Utara sebagai pelindung struktur baja terhadap pengaruh kebakaran pada bangunan gedung. (Syarif Hidayat, 2009).

Setelah terjadinya paparan suhu tinggi pada benda uji beton maka sifat fisik yang dapat dilihat yakni pada gambar dibawah ini :



Gambar 3 Benda Uji setelah paparan suhu 400°C



Gambar 4 Benda Uji setelah paparan suhu 600°C



Gambar 5 Benda Uji setelah paparan suhu 800°C

Terjadi perubahan sifat fisik pada beton setelah proses paparan suhu tinggi pada beton baik benda uji silinder maupun balok beton. Beton normal yang pada awalnya mempunyai warna yang abu-abu setelah terkena paparan suhu tinggi mengalami perubahan warna menjadi sedikit memutih dan menguning. Hal ini disebabkan karena terjadi hidrasi pada pasta semen. Dan permukaan benda uji beton menjadi retak permukaan (*spalling*). *Spalling* terjadi ketika tekanan uap air di dalam beton meningkat lebih cepat daripada tekanan permukaan ketika uap air terbebas ke atmosfer.

Selain hal tersebut di atas, panas juga menyebabkan beton berubah warna. Bila beton dipanasi sampai suhu sedikit di atas 300° C, beton akan berubah warna menjadi merah muda. Jika di atas 600° C, akan menjadi abu-abu agak hijau dan jika sampai di atas 900° C menjadi abu-abu. Namun jika sampai di atas 1200° C akan berubah menjadi kuning. Dengan demikian, secara kasar dapat diperkirakan berapa suhu tertinggi selama kebakaran berlangsung berdasarkan warna permukaan beton pada pemeriksaan pertama.

Tjokrodimuljo (2000) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak diharapkan mampu menahan panas sampai di atas 250° C. Akibat panas, beton akan mengalami retak, terkelupas (*spalling*), dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya.

Berat benda uji baik silinder maupun balok beton berkurang akibat paparan suhu tinggi. Berat benda uji silinder turun kurang lebih 10% dari berat awal pada suhu normal dan berat benda uji balok beton turun kurang lebih 7% dari berat awal pada suhu normal. Jadi dapat disimpulkan paparan suhu tinggi mempengaruhi sifat fisik beton baik dari permukaan beton, warna beton hingga berat beton itu sendiri.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai bahwa berkurangnya durabilitas beton dikarenakan paparan suhu tinggi akan mengakibatkan perubahan warna pada beton, terkelupasnya beton dan berkurangnya kekuatan pada beton.

REFERENSI

- [1] Kardiono Tjokrodimulyo, 2000, Pengujian Mekanik Laboratorium Beton Pasca Bakar, Yogyakarta: Nafri.
- [2] Mehta, P Kumar, dan Monteiro, PJM. 2006. Concrete – Structure, Properties, and Materials. Prentice-Hall, New Jersey.
- [3] Neville, A.M., Brooks, J.J., “Concrete Technology”, London: Longman Group Ltd, 1987.
- [4] Standar Nasional Indonesia “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 2847 – 2019).” ITS Press. Surabaya.
- [5] Samekto, Wuryati dan Rahmadiyahanto, Candra. 2001. Teknologi Beton. Yogyakarta. Kanisius.
- [6] Wahyuni, Edhi. 2012. Perilaku Retak Balok Beton Bertulang Akibat Suhu Tinggi, Malang.