

/BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen Portland, dan air (PBI-2,1971). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras, dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor air semen dan suhu selama perawatan.

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas (Mulyono,2004). Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji SNI 03-4810-1998.

Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun beton yang dibutuhkan. Selain itu, adukan beton diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi pemisahan kerikil dari adukan (segregasi) maupun pemisahan air dan semen dari adukan beton (*bleeding*). Dengan terjadinya segregasi dan *bleeding* beton yang diperoleh akan buruk kualitasnya (Tjokrodinuljo, 2007).

2.2. Beton Pasca Bakar

Menurut Sumardi (2000) kebakaran pada hakekatnya merupakan reaksi kimia dari *combustible* material dengan oksigen yang dikenal dengan reaksi pembakaran yang menghasilkan panas. Panas hasil pembakaran ini diteruskan ke massa beton/mortar dengan dua macam mekanisme yakni pertama secara radiasi yaitu pancaran panas diterima oleh permukaan beton sehingga permukaan beton menjadi panas. Pancaran panas akan sangat potensial, jika suhu sumber panas relatif tinggi. Kedua secara konveksi yaitu udara panas yang bertiup/bersinggungan dengan permukaan beton/mortar sehingga beton menjadi panas. Bila tiupan angin semakin kencang, maka panas yang dipindahkan dengan cara konveksi semakin banyak.

Tjokrodimuljo (2000) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak dirancang 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.

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.

Selanjutnya, Ahmad (2001) membahas kelayakan balok beton bertulang pascabakar secara analisis dan eksperimen. Penelitian dilakukan terhadap lima benda uji berbentuk balok beton bertulang. Empat balok dibakar di dalam tungku pada temperatur 200°C dan 400°C selama \pm 3 jam dan satu balok lain yang tidak dibakar sebagai pembanding. Hubungan tegangan regangan memperlihatkan perubahan kemiringan kurva atau dengan kata lain terjadi penurunan kekakuan sejalan dengan kenaikan temperatur dan diikuti dengan penambahan regangan maksimum.

Adapun hasil penelitian Ahmad dan Taufieq (2006) menyatakan bahwa terjadi penurunan kekuatan pada bangunan beton yang telah dioven. Pada penelitian ini didapatkan kuat tekan pada beton yang tidak dioven sebesar 240,0624 kg/cm². Kekuatan sisa beton yang dioven pada temperatur 200°C dan 400°C adalah 88,89 % dan 70,15 % dari kekuatan beton normal yang tidak dioven.

Rahmah (2000) menggunakan silinder hasil *core case* berdiameter 5 cm dari suatu model balok beton bertulang yang dibakar pada temperatur 200°C, 400°C, 600°C, dan 800°C. Hasil dari penelitian ini adalah terjadi perubahan kuat tekan tiap cm kedalaman *core case* beton sebesar 0,4%, sedangkan perubahan modulus elastisitas tiap cm-nya berkisar 1,2% - 2,2%.

Menurut Zacoeb dan Anggraini (2005) dalam , perubahan temperatur yang cukup tinggi, seperti yang terjadi pada peristiwa kebakaran, akan membawa dampak pada struktur beton. Karena pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan adanya

perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks. Hal ini akan mempengaruhi kualitas/kekuatan struktur beton tersebut. Pada beton normal mutu tinggi dengan suhu 1200°C terjadi penurunan kekuatan dengan kekuatan yang tersisa sebesar 40% dari kekuatan awal. Sedangkan pada beton mutu tinggi dengan *Silikafume* dan *Superplasticizer* akan mengalami perubahan yang cukup berarti pada suhu tinggi dengan kekuatan yang tersisa sebesar 35%.

Penelitian yang dilakukan oleh Sirait (2009), menggunakan balok beton bertulang penampang empat persegi ukuran 15×25×320, terletak pada tumpuan sederhana, bertulangan lemah. Waktu pembakaran mulai dari 30, 60, 90 dan 120 menit dengan balok yang berbeda pada suhu 500°C sejak awal hingga akhir pembakaran dan tanpa pembebanan. Pembebanan pada uji lentur menunjukkan penurunan daya pikul sebesar 26%, demikian juga pada uji kuat tekan beton menunjukkan penurunan kuat tekan beton sebesar 65% dari kekuatan awal.

Tabel 2.1. Sifat Beton Untuk Berbagai Temperatur

Temperatur	Kekuatan Beton	Kekakuan Beton
28°C (suhu ruang)	100%	100%
200°C	95%	90%
400°C	60%	55%
600°C	20%	35%

Sumber : Lianasari (1999)

Tabel 2.2. Estimasi Suhu yang Dialami dari Pengamatan Warna

Temperatur	Warna	Kondisi Beton
0°C-300°C	Normal	Tidak mengalami penurunan kekuatan
300°C-600°C	Merah jambu	Mengalami penurunan kekuatan
600°C-900°C	Putih keabu-abuan	Tidak mempunyai kekuatan
>900°C	Kuning muda	Tidak mempunyai kekuatan

Sumber : Lianasari (1999)

Ada tiga macam cara pengujian yang dapat dilakukan untuk mempelajari atau meneliti pengaruh temperatur terhadap kekuatan beton, yaitu sebagai berikut.

1. *Unstressed test*, yaitu benda uji di berikan perubahan temperatur tanpa beban awal dan kemudian diuji kekuatannya pada temperatur yang diinginkan.
2. *Stressed test*, yaitu benda uji diberikan beban awal konstan dan dipertahankan selama perubahan temperatur dan pada temperatur yang dikehendaki tercapai langsung di uji kekuatannya.
3. *Residual unstressed test*, yaitu benda uji di berikan perubahan temperatur tanpa beban awal, didinginkan setelah tercapai temperatur tertentu kemudian diuji. (Lianasari,1999)

2.3. Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Beton

Peningkatan temperatur akibat kebakaran menyebabkan material beton mengalami perubahan sifat. Suhu yang dapat dicapai pada suatu ruangan gedung yang terbakar adalah $\pm 1000^{\circ}\text{C}$ dengan lama kebakaran umumnya lebih dari 1 jam. Kebanyakan beton struktural dapat digolongkan ke dalam tiga jenis agregat : karbonat, silikat, dan beton berbobot ringan. Agregat karbonat meliputi batu kapur dan dolomit dan dimasukkan dalam satu golongan karena kedua zat ini mengalami perubahan susunan kimia pada suhu antara 700°C sampai 980°C . Agregat silikat yang meliputi granit, kuarsit, batu pasir, tidak mengalami perubahan kimia pada suhu yang biasa dijumpai dalam kebakaran (Norman Ray, 2009).

Beton yang dipanaskan hingga di atas 800°C , mengalami degradasi berupa pengurangan kekuatan yang cukup signifikan yang mungkin tidak akan kembali lagi (*recovery*) setelah proses pendinginan. Tingginya kehilangan kekuatan dan dapat tidaknya kekuatan material kembali seperti semula ditentukan oleh jenis material yang digunakan, tingkat keparahan pada proses kebakaran dan lama waktu pembakaran.

Tingginya tingkat keparahan (temperatur) dan lamanya waktu pembakaran menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan suatu material beton, terlebih lagi timbulnya tegangan geser dalam (*Internal Shear Stress*) sebagai akibat adanya perbedaan sifat thermal antara semen dan agregat.

Agregat berbobot ringan bisa diproduksi dengan mengembang batu karang, batu tulis, tanah liat, terak atau batu apung atau terjadi alami. Batu tulis, tanah liat dan karang yang diekspansi dipanasi sampai sekitar 1040°C sampai 1100°C selama pembuatan. Pada suhu ini agregat tersebut menjadi cair. Akibatnya agregat berbobot ringan ini yang berada dekat permukaan beton yang mulai melunak setelah terbakar selama sekitar 4 jam. Dalam praktek pengaruh pelunakan ini umumnya kecil (Ray, Norman., 2009).

Fenomena yang dapat dilihat pada beton yang terkena beban panas (kebakaran) yang ekstrim adalah terjadinya *sloughing off* (pengelupasan), retak rambut dan retak lebar serta warna beton. Dari pengamatan secara visual dapat diperkirakan suhu yang pernah dialami oleh beton.

Menurut Nugraha (2007) pengaruh temperatur tinggi terhadap beton pada suhu 100°C air kapiler menguap, pada suhu 200°C air yang terserap di dalam

agregat menguap penguapan menyebabkan penyusutan pasta, pada suhu 400°C pasta semen yang sudah terhidrasi terurai kembali sehingga kekuatan beton mulai terganggu. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :

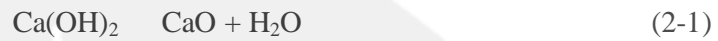


Table 2.3. Perubahan warna yang terjadi pada permukaan beton

Suhu	Perubahan Warna
< 300°C	tidak berubah
300°C - 600°C	merah muda
600°C - 900°C	putih keabu-abuan
> 900°C	kekuning-kuningan

Sumber Nugraha (2007)

2.4. Pengaruh Abu terbang (*Fly Ash*) dan Sikament LN

Abu terbang (*fly ash*) adalah butiran hasil residu pembakaran batubara atau abu batubara *Fly ash* sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Dibawah ini adalah hasil penelitian penambahan *fly ash* sebagai substitusi semen dalam campuran beton dengan berbagai variasi yang pernah dilakukan :

Tabel 2.4. Data Kuat Tekan Beton + *Fly Ash*

Beton Umur (hari)	Beton + <i>Fly Ash</i>			
	BN	BF10	BF15	BF20
14	28.841	24.786	32.769	43.723
28	32.428	33.357	39.182	44.447
90	33.354	33.615	41.559	48.885

Sumber: Lianasari (2010)

Tabel 2.5. Data Kuat Tekan Beton + *Fly Ash* + Sikament LN 0.6%

Beton Umur (hari)	Beton + <i>Fly Ash</i> + Sikament LN (0.6%)			
	BNS	BSF10	BSF15	BSF20
14	39.015	42.873	41.936	49.819
28	42.543	45.493	47.104	51.675
90	47.592	48.885	48.778	52.329

Sumber: Lianasari (2010)

