

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna. Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan penambahan kekuatan.

Mulyono (2006) mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Sedangkan Sagel dkk. (1994) menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, kebersihan, dan gradasi agregat mempengaruhi kekuatan pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton.

Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan (Murdock dan Brook, 2003).

Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya. Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya. Adapun faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah perbandingan berat air dan semen, tipe dan gradasi agregat, kualitas semen, dan perawatan (*curing*).

2.2. Beton Pasca Bakar

Menurut Sumardi, 2000 (dalam Ahmad et al, 2009) 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.

Tjokrodinuljo (2000) mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak 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 ± 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 beton yang telah dioven. Pada penelitian ini didapatkan kuat tekan pada beton yang tidak dioven sebesar $240,0624 \text{ kg/cm}^2$. 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), 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 tekan sampai tinggal 40% dari kekuatan awal. Sedangkan pada beton mutu tinggi dengan Silikafume dan *Superplasticizer* akan mengalami perubahan yang cukup berarti pada suhu tinggi dimana kekuatannya tinggal 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 :

1. *Unstressed test*, yaitu benda uji diberikan 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 diberikan perubahan temperatur tanpa beban awal, didinginkan setelah tercapai temperatur tertentu kemudian diuji.

(Lianasari 1999)

2.3. Fly ash (Abu Terbang)

Abu terbang (*fly ash*) diperoleh dari hasil residu PLTU. Material ini berupa butiran halus ringan, bundar, tidak porous, mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik, yaitu dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

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

Tabel.2.3. Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Normal dan Abu Terbang (dengan Kuat Tekan Rencana f_c' 30 MPa)

No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)			
		3	7	14	28
1	BN	18.04	22.83	31.68	33.66
2	BFA5	14.50	22.97	31.68	35.08
3	BFA10	17.00	22.93	31.43	35.84
4	BFA15	14.04	24.38	30.67	35.75
5	BFA20	14.06	22.70	37.28	40.08
6	BFA25	27.35	36.99	34.26	36.00

Sumber :Tilik (2011)

Tabel.2.4. Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Normal dan Abu Terbang (dengan Kuat Tekan Rencana f_c' 40 MPa)

No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)			
		7	14	21	28
1	BN	33.26	37.95	40.09	40.85
2	BFA10	33.71	34.57	37.99	41.57
3	BFA20	32.47	33.58	36.74	41.28
4	BFA30	27.10	27.60	32.99	35.57
5	BFA40	26.54	27.60	30.58	33.91

Sumber : Mardiono (2010)