

PENGARUH TEMPERATUR AIR CAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Khairul Miswar

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

ABSTRACT

This research is to know effect of variation of semen water and the temperature toward pressure strength of concrete with a few temperature level that is normal temperature (24^o C), 50^o C, 75^oC, and 100^oC. Cemen water factor (FAS) used 0,45 and 0,55. Test object at this research is selinder of concrete of standard with diameter 15 cm and high 30 cm amount to the this 24 sample. This research evaluate the slump mortar and pressure strength the concrete. Result of examination show that degradation ratio assess the maximum slump for the FAS 0,45 and FAS 0,55 are 80,64 % and 90,33 %. It is happened when concrete mixture with the water temperature is 100^o C. Result of research also show that concrete mixture with the normal temperature water (24^o C) pressure strength maximum is 33,83 MPa for the FAS 0,45 and 20,80 MPa for the FAS 0,55.

Key words: cemen water factor, pressure strength, temperature, degradation ratio, slump

PENDAHULUAN

Masalah yang dihadapi di lapangan adalah mutu beton menurun akibat perbedaan temperatur antara lapisan luar beton pada pengecoran elemen konstruksi. Tindakan pencegahan dilakukan terhadap beton yang masih muda/lunak maupun yang sudah keras. Salah satu tujuannya ialah mengendalikan semaksimal mungkin penguapan air dalam beton yang berlebihan bila temperaturnya tinggi. Keadaan ini akan semakin kritis apabila temperatur yang tinggi diikuti kelembaban yang rendah dan tiupan angin yang kencang. Keadaan semacam ini mempengaruhi terbentuknya retak-retak pada beton, sebelum maupun setelah pengerasan. Dalam penelitian Azwir (2001), dikatakan perbedaan temperatur antar lapisan beton mengakibatkan beton kehilangan kekuatan 20%

Tujuan penelitian ini untuk mengamati perubahan-perubahan yang terjadi dari struktur beton dengan berbagai variasi faktor air semen dan temperatur. Variasi faktor air semen diambil 0,45 ; 0,55 dan temperaturnya dipilih 100^o C, 75^o C, 50^o C dan 24^o C (temperatur normal)

Pelaksanaan dilapangan, bahan campuran beton seperti air, agregat halus dan agregat kasar tidak diberi perlindungan dari panas matahari. Akibatnya temperatur bahan-bahan tersebut lebih tinggi beberapa derajat dibandingkan dengan bahan-bahan yang mendapat perlindungan. Temperatur bahan campuran yang tinggi akan menyebabkan temperatur campuran beton akan tinggi. Peningkatan temperatur beton segar juga dipengaruhi oleh jenis semen. Penelitian yang dilakukan oleh Park dan Paulay (1974) terhadap pasta semen menunjukkan bahwa kekuatan dan kualitas pasta semen dipengaruhi oleh temperatur dari pasta semen pada saat masih segar.

Temperatur beton segar yang tinggi, jika tidak mendapatkan perlakuan khusus, dapat menyebabkan terjadinya internal crack, terlebih pada pengecoran bervolume besar. Hal ini disebabkan sifat beton yang tidak menghantar panas sehingga pada bagian tengahnya temperatur meningkat selama proses hidrasi berlangsung. Sedangkan pada bagian luar relatif rendah karena panas mudah terbebaskan ke udara sekitarnya. Menurut Raju (1983), internal crack akan terjadi jika terdapat perbedaan temperatur antar lapisan beton melebihi 20^o C. ACI 211-77 menyarankan temperatur beton maksimum 32^o C. Akan tetapi di Indonesia sebagai negara tropis, temperatur harian dapat berkisar (30±5)^o C, akan mempengaruhi sifat dan kekuatan beton.

Murdock dan Brook (1991) menyebutkan bahwa pengembangan dan penyusutan temperatur tidak selalu seragam pada seluruh massa beton. Kombinasi kimiawi dari semen dan air diikuti pelepasan sejumlah panas dan hanya dapat lepas dengan cara konduksi pada permukaan luar beton. Hal ini berarti semakin besar massa beton, maka semakin besar temperatur dalam beton yang masih muda umurnya

dibandingkan dengan temperatur pada permukaan luar. Konsekwensinya adalah jika perbedaan penyusutan karena temperatur maka akan menyebabkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak pada beton.

Peningkatan temperatur beton saat masih dalam keadaan segar disamping mempengaruhi kecepatan proses hidrasi juga akan mempengaruhi kecepatan penguapan air dari permukaan beton yang dapat menyebabkan plastic shrinkage sehingga menyebabkan timbulnya retak plastis. Besar kecilnya retak plastis menurut Neville and Brooks (1987), tergantung pada kelembaban dan temperatur beton.

METODE PENELITIAN

Perencanaan campuran beton dihitung berdasarkan metode ACI 211-77. Sebelum dilakukan campuran beton, terlebih dahulu air dipanaskan sampai dengan temperatur yang direncanakan. Pada pembuatan beton, air digunakan untuk proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak atau bahan kimia lainnya, bila digunakan dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan mengubah sifat – sifat beton yang dihasilkan.

Air yang dapat digunakan adalah air tawar yang memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Syarat – syarat air sebagai bahan bangunan sebagai berikut : (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam), SK-SNI-S-04-1989-F).

- a. Air harus bersih.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda – benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam – garam yang dapat larut dan dapat merusak beton, lebih dari 15 gram/liter.
- d. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter, khusus untuk beton prategang tidak boleh lebih 0,05 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat (SO₃) lebih dari 1 gram/liter.

Sebelum pengadukan dimulai, temperatur air dibuat lebih tinggi 2° C dari temperatur rancangan dengan tujuan ketika bahan campuran dimasukkan ke molen, temperatur air diperkirakan sesuai dengan yang direncanakan. Perlakuan benda uji dan variasi temperatur diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Kelompok Benda Uji dengan Membedakan Temperatur Air

Faktor Air Semen (FAS)	Temperature Air (°C)	Jumlah Benda Uji (buah)
0,45	100	3
	75	3
	50	3
	24(Normal)	3
0,55	100	3
	75	3
	50	3
	24(Normal)	3
TOTAL		24

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian yaitu:

1. Tahapan persiapan bahan
2. Tahapan *mix design*

3. Pemanasan air campuran (temperatur)
4. Tahapan pengecoran
5. Pemeriksaan kekentalan adukan beton
6. Tahapan pembuatan benda uji
7. Tahapan perendaman benda uji
8. Pengeluaran benda uji
9. Pengujian kuat tekan beton

Peralatan yang digunakan adalah mesin pembebanan (*loading tester*), cetakan benda uji silinder, timbangan, oven, gelas ukur, bejana kaca, peralatan slump tes, pengaduk beton/molen, pemadat mortar dan sat set saringan. Material yang digunakan terdiri atas: semen portland, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir kasar dan pasir halus) dan air.

Pembuatan benda uji dimulai dengan memasukkan material ke dalam molen yaitu kerikil, pasir kasar, pasir halus, semen dan air. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan kekuatan beton yang baik dan mencegah terjadinya pengumpalan yang mengakibatkan campuran beton tidak merata. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam bak perendaman yang berisi air tawar. Tiga jam sebelum pengujian, benda uji dikeluarkan dari perendaman agar air permukaan menjadi kering.

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji mencapai umur sesuai dengan yang direncanakan. Metode yang digunakan untuk percobaan kuat tekan berdasarkan pada ASTM C39-72. Beban dibebani sentris sejajar sumbunya. Beban maksimum diperoleh dengan ditandai turunnya jarum penunjuk angka pembebanan serta diikuti retak atau hancurnya benda uji. Pengujian kuat tekan dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

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

Di mana:

f'c= kuat tekan beton (N/mm²);

P= beban tekan waktu percobaan (N);

A= luas penampang silinder beton(mm²).

Data hasil pengujian diseleksi secara statistik. Mutu pelaksanaan penelitian dapat dilihat dari penyebaran nilai-nilai hasil pemeriksaan. Baik tidaknya penyebaran data dapat dilihat dari simpangan baku (standar deviasi) yang diperoleh. Standar deviasi dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}} \quad \dots (2)$$

Dengan:

S = standar deviasi (kg/cm²);

X_i= kuat tekan benda uji ke-l (kg/cm²);

X= kuat tekan rata-rata benda uji (kg/cm²).

Analisa regresi digunakan untuk menganalisa hubungan antara dua variabel atau lebih. Variabel-variabel yang harus diketahui dalam analisis regresi adalah variabel-variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas (*independent variable*) dan dipengaruhi disebut variabel terikat (*dependent variable*). Pada penelitian ini variabel bebas adalah temperature mortar dan umur benda uji. Sedangkan variabel terikat adalah persentase atau rasio kuat tekan benda uji akibat perlakuan terhadap kuat tekan benda uji kontrol. Menurut Hines (1990), analisis regresi berganda digunakan apabila variabel bebasnya lebih dari satu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai slump semakin kecil seiring bertambahnya temperature mortar. Semakin rendah nilai slump mortar menandakan kemudahan pengerjaan (*workability*) semakin menurun. Pengujian kuat tekan silinder beton dilakukan pada saat beton mencapai umur sesuai dengan yang direncanakan. Masing-masing benda uji ditimbang beratnya terlebih dahulu guna menyeleksi kembali hasil pemadatan tiap-tiap benda uji saat pengecoran berlangsung. Hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder beton diperoleh berdasarkan beban maksimum dari masing-masing benda uji dibagi dengan luas penampang benda uji silinder beton.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan
1	Kadar Lumpur	2,332 %
2	Berat isi	1,287 gr/cm ³
3	<i>Bulk density</i>	2,853
4	SSD	2,865
5	% Penyerapan	1,861 %
6	% Kadar air	2,658 %

Tabel 3. Pengujian Slump

FAS	Nilai Slump Kontrol (cm)	Beton dengan pengaruh temperature			Rasio Nilai Slump (%)	Penurunan Nilai Slump (%)
		Temp Air (°C)	Temp Mortar (°C)	Slump (cm)		
0,45	8,635	50	35	5,586	64,69	35,31
		75	40	2,528	29,28	70,72
		100	45	1,672	19,36	80,64
0,55	9,111	50	35	4,485	49,23	50,77
		75	45	1,659	18,21	81,79
		100	35	0,881	9,67	90,33

Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan silinder beton dilakukan pada saat beton mencapai umur sesuai dengan yang direncanakan. Masing-masing benda uji ditimbang beratnya terlebih dahulu guna menyeleksi kembali hasil pemadatan tiap-tiap benda uji saat pengecoran berlangsung. Hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder beton diperoleh berdasarkan beban maksimum dari masing-masing benda uji dibagi dengan luas

penampang benda uji silinder beton. Nilai slump semakin kecil seiring bertambahnya temperatur mortar. Semakin rendah nilai slump mortar menandakan kemudahan pengerjaan (*workability*) semakin menurun.

Karena pengaruh temperatur air campuran mencapai 100 °C menyebabkan terjadi penurunan lekatan antara agregat dan pasta semen, yang ditandai dengan terjadinya retak-retak dan kerapuhan beton sehingga kekuatan beton menjadi kecil. Campuran beton pada dasarnya diharapkan mampu menahan panas sampai diatas 100 °C. Tetapi ternyata akibat panas tersebut beton berubah komposisi kimianya, retak, lepas dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan Beton FAS 0,45

Temperature Air (°C)	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
24	28	33,67	33,83
24	28	33,83	
24	28	33,98	
50	28	31,56	31,52
50	28	31,34	
50	28	31,66	
75	28	26,48	27,35
75	28	27,74	
75	28	27,82	
100	28	12,10	12,45
100	28	13,73	
100	28	11,52	

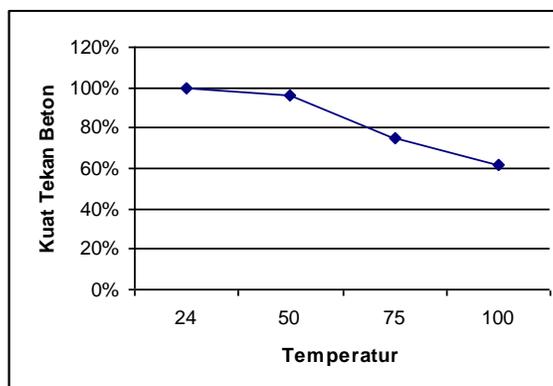
* Temperature Air 24 °C adalah Temperatur Normal

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton FAS 0,55

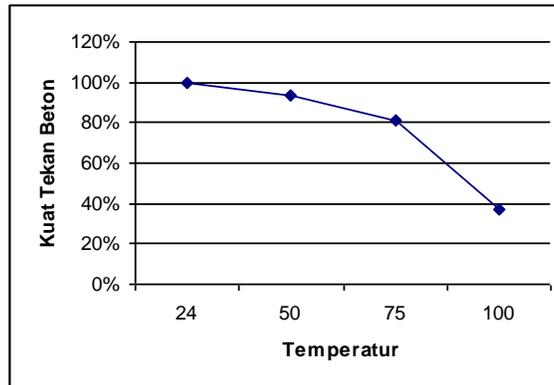
Temperatur Air (°C)	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
24	28	20.57	20.80
24	28	20.39	
24	28	21.45	
50	28	20.03	19.66
50	28	19.34	
50	28	19.61	
75	28	17.87	17.34
75	28	16.54	
75	28	17.61	
100	28	12.50	13.24
100	28	13.91	
100	28	13.32	

Tabel 6. Hubungan Antara Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Beton

FAS	Kuat Tekan Beton (MPa)			
	Temperatur Normal(24 °C)	Temperatur 50°C	Temperatur 75 °C	Temperature 100 °C
0,45	33.83 100%	31.57 93.31%	27.35 80.84%	12.45 36.80%
0,55	20.80 100%	19.66 94.51%	17.34 83.37%	13.24 63.65%



Gambar 1 Hubungan Antara Temperatur dan Kuat Tekan Beton fas 0.45



Gambar 2. Hubungan Antara Temperatur dan Kuat Tekan Beton fas 0.55

Penurunan kuat tekan beton dapat disebabkan akibat perbedaan suhu pemuaian pada agregat dan pasta semen. Perbedaan pemuaian ini menyebabkan kerusakan pada lekatan yang terjadi pada beton. Tetapi kerusakan yang terlihat yaitu beton terkupas disebabkan tekanan uap panas air. Beton yang telah padat makin mudah mengelupas karena uap panas air tidak keluar melalui pori ke daerah yang lebih dingin.

KESIMPULAN

1. Perbedaan temperatur mortar dan umur beton berpengaruh signifikan terhadap penurunan kuat tekan beton.
2. Penurunan nilai slump tertinggi untuk kedua FAS terjadi pada mortar yang dicor dengan air bertemperatur 100°C.
3. Penurunan kekuatan beton dapat pula disebabkan oleh perbedaan angka muai antara agregat dan pasta semen.
4. Nilai slump semakin kecil seiring bertambahnya temperatur mortar. Semakin rendah nilai slump mortar menandakan kemudahan pengerjaan (*workability*) semakin menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211-77, 1991, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete, Detroit, Michigan
- Anonim, 1973, American Society for Testing Material (ASTM)
- Azwir 2001, Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Mutu Beton, Skripsi Unsyiah, Banda Aceh
- Raju 1983, *Struktur Beton Bertulang, Edisi kesatu*, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hines, W.W 1990, " Probabilitas Statistik dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen, UI Press, Jakarta
- Murdock dan Brook 1991, " Bahan dan Praktek Beton, Terjemahan Stephanus Hindarko, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Neville, A.M. Brooks, J.J., 1987, "Concrete Technology", Hohn Willey and Sons Inc., New York.
- Park dan Paulay, 1974, "Concrete Technology", Applied Science Publishers LTD, London.