

# SENYAWA BARU PASCA KEBAKARAN PENYEBAB RAPUHNYA BETON BERTULANG

**L u k m a n**  
**Jurusan Teknik Sipil**  
**PSD III Teknik UNDIP Semarang**

## *Abstract*

*Fire can be happened everywhere at anytime, including to building which use reinforced concrete construction. As consequence of the fire, a heating and cooling cycle by turns happen which cause complex fisis and chemical phase change. Considering that concrete has teracity againts high temperature without having chemical compound coposition change because of the high silica, which is until 1000 EC of temperature.*

*Keywords: The concrete after fire*

## **PENDAHULUAN**

Akibat dari musibah atau bencana kebakaran yang terjadi pada suatu gedung dengan konstruksi beton bertulang, baik itu kolom, balok, lantai dan dinding akan mengalami suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian. Hal tersebut akan berpengaruh pada fase fisis dan kimiawi secara kompleks yang akan merubah susunan senyawa kimia penyusun beton. Akibat adanya perubahan tersebut maka akan mempengaruhi kekuatan dari struktur beton tersebut.

### **Sifat Beton**

Mengingat material yang membentuk suatu konstruksi beton adalah merupakan bahan komposit yang terdiri dari campuran semen, air dan agregat (pasir dan kerikil). Semen yang sudah dicampur dengan air akan menutup /

menyelimuti seluruh permukaan agregat yang pada proses selanjutnya adalah akan mengeras menjadi batu semen yang menyatu menjadi suatu kekuatan yang solid. Adanya air menyebabkan terjadinya proses hidrasi antara air (H<sub>2</sub>O) dan semen / calsium silikat ( 3CaO)SiO<sub>3</sub> = C3S yang akan menghasilkan senyawa baru yang dominan, Calsium Silikat Hidrat (CaO.SiO<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O atau CSH) dimana senyawa ini adalah penentu sifat semen sebagai bahan pengikat hidrolis.

Suatu bahan / material pada umumnya akan mengalami perubahan sifat akibat dari perubahan temperatur HL Malhotra (1982). Untuk mengetahui pengaruh temperatur tinggi akibat kebakaran pada struktur adalah sangat penting untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap sifat material yang digunakan pada struktur.

Sifat – sifat material dibagi menjadi 4 bagian ( HL Malhotra 1982 )

Sifat –sifat material

Chemical	Physical	Mechanical	Thermal
Decomposition	Density	Strength	Conductivity
Charring	Expansion	Elasticity	Specific heat
	Softening	Strain	
	Melting	Creep	
	Spelling		

Sumber:HL.Malhotra 1982

Dari keempat material yang biasa dipakai pada konstruksi ( beton, baja, batu dan kayu) hanya kayu yang mengalami decomposition dan charring. Dan hanya beton

dan batu yang mengalami pengelupasan (palling ). Pelunakan baja akan terjadi pada temperatur lebih dari 800° C dan akan meleleh pada suhu berkisar 1200° C.

Dari hasil analisa berdasarkan uji coba x-ray Diffraction yang merupakan suatu teknik analitis pengujian non destruktif (bahan yang tidak merusak) yang bertujuan untuk mengidentifikasi suatu fase kristalin / fasa baik

identifikasi kualitatif maupun penghitungan kuantitatif prosentase berat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui susunan kimia beton yang setelah dibakar.

Hasil Uji X-Ray Dinyatakan dalam satuan luas.

Senyawa	Perbandingan Komposisi kimia hasil dari x-ray Defraction		
	Suhu 0	Suhu 400	Suhu 1200
Portlandite, Ca (OH) <sub>2</sub>	13269,4	15797,3	16455,52
Kilalaite, 2 Ca <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> H <sub>2</sub> O			7101,78
Anathase, TiO <sub>2</sub>			3683,93
Potassium Hidroxide hydrate, KOH H <sub>2</sub> O			7050,61
Albite disorded, NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	21720,5	43746,21	21414,66
Anorthite, Al <sub>2</sub> Ca (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	26588,2	52568,31	9996,85
Andhesine low, 0,62NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 0,38(CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> ) <sub>8</sub>			10262,49
Calsium Silicate, Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>		43911,2	
Calsium Silicate, Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>		44652,7	
Bytownite, 0,23NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 0,77CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	5675,9	14762,3	
Hidrogen Silicate Hidrate, H <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O 0,7H <sub>2</sub> O	2558		

Sumber: Hasil Pengujian Retno A

Sifat-sifat beton pada suhu tinggi dipengaruhi dalam batas tertentu oleh jenis agregat. Kebanyakan beton struktural dapat digolongkan pada tiga jenis agregat : karbonat, silikat dan berbobot ringan. Agregat karbonat meliputi batu kapur dan dolomit dan dimasukkan dalam suatu golongan karena zat ini mengalami perubahan susunan kimia pada suhu diantara 1300 °F san pai 1800 °F. Agregat silikat yang meliputi gran t, kuarsit, batu pasir, schist dan bahan lain yang mengandung banyak

silikat, tidak mengalami perubahan kimia pada suhu yang rendah.

Analisa X-Ray Defraction merupakan suatu pengujian untuk mengetahui bagaimana susunan kimia yang terjadi pada beton sebelum dan sesudah mengalami perubahan suhu dalam hal ini pembakaran dengan berbagai variasi suhu. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui senyawa-senyawa yang muncul dan hilang karena mengalami penguraian dan pembentukan senyawa baru pada saat terjadi kebakaran

Prosentase Senyawa Penyusun Beton pada berbagai Variasi Suhu

Senyawa	Suhu 0	Suhu 400	Suhu 1200
Portlandite, Ca (OH) <sub>2</sub>	19,007%	7,333%	21,662%
Kilalaite, 2Ca <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> H <sub>2</sub> O			9,349%
Anathase, TiO <sub>2</sub>			4,849%
Potassium Hidroxide hydrate, KOH H <sub>2</sub> O			9,281%
Albitedisorded, NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	31,113%	20,306%	28,190%
Anorthite, Al <sub>2</sub> Ca(SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	38,085%	24,401%	13,160%
Andhesine low, 0,62NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>8</sub> 0,38CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> ) <sub>8</sub>			13,509%
Calsium Silicate, Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>		20,382%	
Calsium Silicate, Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>		20,726%	
Dickite, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	8,130%	6,852%	
Calsium Silicate Hidroxite, Ca <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>17</sub> (OH) <sub>2</sub>	3,664%		

Sumber: Hasil Pengujian Retno A

Tabel hasil pengujian terlihat bahwa senyawa-senyawa yang terbentuk pada masing-masing

variasi suhu senyawa pembentuknya tidak sama.

Karena pada saat terjadi pembakaran maka akan terjadi proses kimia yang akan menyebabkan munculnya senyawa baru pada beton pasca kebakaran. Pada suhu  $1200^{\circ}\text{C}$  banyak terjadi senyawa-senyawa baru yang pada saat suhu ruang tidak ada. Seperti terbentuknya senyawa baru yaitu Kilalaite ( $2\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_2\text{O}$ ), Anathase ( $\text{TiO}_2$ ), Potasium Hidroxide Hidrate ( $\text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), serta Andhesine ( $0,62\text{NaAlSi}_2\text{O}_8 \cdot 0,38\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ). Dimana senyawa-senyawa baru ini muncul akibat proses kimia penguraian Bwytinite ( $0,23\text{NaAlSi}_2\text{O}_8 \cdot 0,77\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) dan Hidrogen Silicate Hidrate ( $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 0,7\text{H}_2\text{O}$ ) yang hilang serta Portlandite ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Albite ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) serta Anorthite ( $\text{Al}_2\text{Ca}(\text{SiO}_4)_2$ ) yang menjadi berkurang persentasenya.

Dari hasil analisa X-Ray juga terlihat penyebab terjadinya penurunan kuat tekan beton akibat suhu tinggi yaitu dengan munculnya senyawa baru yang menyebabkan beton menjadi rapuh. Senyawa penentu kekuatan beton adalah Calcium Silikat Hidrat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) atau CSH. Yang merupakan gabungan Kaolinite  $\text{AlSiO}(\text{OH})$  dan Anartite  $(\text{CaNa})(\text{SiAl})\text{O}$  yang berubah menjadi senyawa baru. Hal ini karena pada suhu yang rendah belum terjadi penguraian senyawa Calcium Silikat Hidrate, sehingga kekuatan beton masih cukup tinggi. Sedangkan pada suhu tinggi senyawa Calcium Silikat Hidrate yang terkandung dalam beton yang merupakan unsur senyawa penentu kekuatan beton sudah mengalami penguraian (terdekomposisi) menjadi senyawa-senyawa lain sehingga menyebabkan kekuatan beton menurun lebih banyak dibandingkan dengan beton pada suhu yang rendah.

Hal ini karena memang sesuai dengan perilaku dari senyawa Silika dimana pada suhu rendah akan terjadi ikatan yang semakin kuat. Sedangkan pada suhu yang tinggi diatas

$1000^{\circ}\text{C}$  senyawa tersebut mulai mengalami penguraian. Selain itu dengan munculnya senyawa-senyawa baru seperti Potasium Hidroxide Hidrate, Anathase, Kilalaite dan Andhesine merupakan senyawa-senyawa yang menyebabkan beton menjadi rapuh.

Ini semua menunjukkan bahwa memang pada beton yang mengalami perubahan temperatur yang cukup tinggi seperti yang terjadi pada proses kebakaran, maka akan terjadi perubahan susunan senyawa-senyawa kimia pembentuk beton tersebut yang akhirnya akan mempengaruhi sifat-sifat fisik dan mekanik beton tersebut.

## KESIMPULAN

Senyawa Silica yang merupakan unsur utama pembentuk beton yang merupakan penentu kekuatan beton baru bisa terurai pada temperatur  $> 1000^{\circ}\text{C}$ , sehingga senyawa baru yang muncul pasca kebakaran yang mencapai temperatur  $> 1000^{\circ}\text{C}$  (Kilalaite, Anathase, Andhesine dan Potasium Hidroxide Hidrate) menjadi penyebab utama beton menjadi rapuh.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Malhotra, HL, Design of Fire Resisting Structures, Surrey University Press, New York, 1982
2. Mark Fintell, Handbook of Concrete Engineering, Von Nostrand Reinhold Company, New York, 1987
3. Retno nggraini, Jurnal Diagonal, 2002
4. The Aqua Group, Fire and Building, Aguide for the design Team, Collins, London