

Nota Teknikal

**Kesan Pengawetan Stim Terhadap
Kekuatan Konkrit**

Abu Bakar Mohamad Diah, Ph.D

Rosli Hamir, Ph.D

Kamarul Badlishah Kamarulzaman, Pelajar Sarjana

Ahmad Ruslan Mohd Ridzuan, M.Sc

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam

Kampus Kejuruteraan

Universiti Sains Malaysia

ABSTRAK

Peningkatan kualiti konkrit bukan sahaja pada masa segar tetapi juga sepanjang umur konkrit tersebut. Bagi mencapai matlamat tersebut konkrit mestilah menjalani proses pengawetan yang terbaik dan sempurna. Kajian ke atas kaedah pengawetan yang terbaik perlu dilakukan sebelum konkrit yang dibentuk diawet. Seharusnya kita tidak boleh berpuas hati dengan kaedah pengawetan konvensional iaitu menggunakan air dalam mendapatkan kualiti konkrit yang terbaik. Analisa dan keputusan yang didapati menunjukkan bahawa kaedah pengawetan menggunakan stim memberikan kekuatan yang tinggi berbanding dengan kaedah pengawetan air dan udara.

PENGENALAN

Pengawetan adalah proses terakhir yang akan mempengaruhi kekuatan dan kualiti yang akan dihasilkan (Diah et al, 1998). Pengawetan yang baik dan sempurna seperti mana ditetapkan dalam spesifikasi bukan sahaja dapat memberikan kekuatan seperti yang direka bentuk tetapi juga dapat meningkatkan kualiti konkrit dari segi ketahananlasakan (Diah dan Nuruddin, 1998). Pengawetan memastikan konkrit dapat mengekalkan kandungan lembapan yang mencukupi bagi membolehkan proses penghidratan atau tindakbalas dalaman konkrit bertambah dan pembentukan simen gel dapat meningkat.

Keadaan persekitaran di Malaysia, di mana kehilangan air adalah disebabkan oleh suhu yang tinggi, penyejukan dan tiupan angin maka pengawetan adalah proses yang sangat penting dan perlu diberi perhatian supaya konkrit yang dihasilkan dapat mencapai kekuatan yang diharapkan. Piawaian Malaysia MS 1195 (1991) telah menyenaraikan kaedah-kaedah pengawetan yang biasa digunakan iaitu:

1. Mengekalkan acuan yang lembap pada kedudukan asalnya dalam tempoh tertentu.
2. Menutup permukaan konkrit dengan lapisan yang tak telap air.
3. Menyembur permukaan konkrit dengan lapisan yang dapat menahan pancaran matahari keatasnya.
4. Membekalkan air secara berterusan dan kerap secara sistematik.

Diah et al (1999) telah menunjukkan bahawa pengekalan kandungan air membolehkan tindakbalas kimia berlaku di dalam konkrit secara berterusan. Penggunaan agen pengawetan stim membolehkan kadar tindakbalas bertambah pantas berlaku terhadap proses penghidratan bagi membolehkan peningkatan terhadap kekuatan konkrit. Kadar tindakbalas yang cepat ini disumbangkan oleh peningkatan suhu secara terkawal. Definisi keadaan yang terkawal di sini ialah penggunaan sejenis lapisan yang dapat mengawal pergerakan stim di bahagian permukaan konkrit seperti lapisan kain yang tidak telap air contohnya kanvas semasa proses stim sedang berjalan. Ini dapat mengelakkan kehilangan stim dan juga memudahkan kerja pengawalan suhu semasa stim disamping mengelakkan pembaziran.

Prinsip asas penggunaan kaedah pengawetan stim adalah mengelakkan peningkatan suhu secara serta merta terhadap konkrit. Sekiranya peningkatan suhu secara tiba-tiba berlaku, ini akan memberikan kesan-kesan yang seterusnya terhadap konkrit. Antaranya ialah

1. Tegangan suhu di dalam konkrit.
2. Tegangan ikatan di antara konkrit dan tetulang disebabkan oleh darjah pengembangan bahan yang berbeza terhadap haba termasuk juga bahan acuan yang digunakan.
3. Kejutan pendedahan terhadap suhu yang tinggi boleh menyebabkan retakan permukaan dan retak struktur.

Stim yang bersuhu tinggi boleh digunakan untuk mempertingkatkan kekuatan konkrit semasa peringkat awal proses pengawetan. Kajian ini adalah untuk mengkaji kesan terhadap kekuatan konkrit apabila diawet dengan menggunakan stim dan terus direndam di dalam air. Perbandingan telah dibuat dengan tiga kaedah pengawetan yang lain.

BAHAN UJIKAJI

Simen

Simen Portland Biasa (OPC) telah digunakan disepanjang kajian dijalankan. Ini adalah simen yang banyak digunakan di Malaysia untuk kegunaan biasa dalam projek pembinaan (MS 552,1989).

Agregat

Batu granit bersaiz maksimum 20 mm telah digunakan sebagai agregat kasar manakala pasir sungai bersaiz maksimum 5 mm telah digunakan sebagai agregat halus (pasir). Semua agregat memenuhi piawaian MS 30 (1971).

Air

Air paip telah digunakan sepanjang kajian.

REKA BENTUK CAMPURAN

Campuran konkrit telah dibuat menggunakan campuran seperti Jadual 1 dibawah. Nisbah air dan simen yang digunakan dalam ujiakai ini ialah 0.39.

Jadual 1 Kadar campuran yang digunakan dalam campuran konkrit.

Simen (kg)	Air (kg)	Agregat (kg)		Pasir (kg)
		10 mm	20 mm	
19.98	7.72	9.00	49.03	43.20

UJIAN MAMPATAN

Ujian mampatan dijalankan dengan menggunakan kiub 100 mm x 100 mm x 100 mm. Ujian telah dijalankan serta-merta apabila kiub dikeluarkan dari tangki pengawetan. Kaedah ujian telah mengikuti piawaian MS 26 (1971).

KAEDAH PENGAWETAN

Empat kaedah pengawetan adalah seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2 Empat kaedah pengawetan yang telah dikaji.

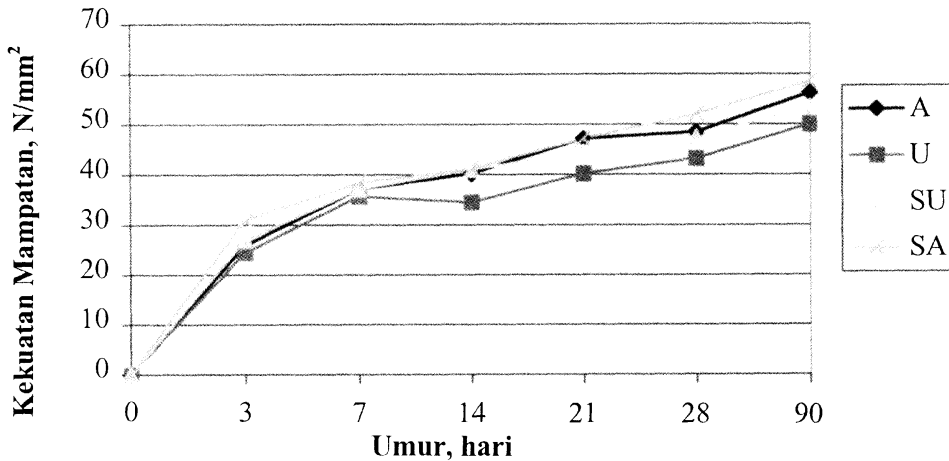
Kod	Kaedah Pengawetan
A	Diletakkan di dalam air sepanjang ujikaji
U	Diletakkan di udara sepanjang ujikaji
SU	Dikenakan stim dan didedahkan di udara
SA	Dikenakan stim dan dimasukkan ke dalam air

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Ujian mampatan untuk semua kaedah pengawetan telah dilakukan sehingga hari ke 90. Keputusan ditunjukkan dalam Jadual 3 dan Rajah 1. Kesemua kaedah pengawetan telah menunjukkan peningkatan kekuatan sehingga hari ke 90. Konkrit yang telah diawet dengan kaedah SA telah menunjukkan kekuatan yang tinggi berbanding dengan ketiga-tiga kaedah pengawetan yang lain. Konkrit yang didedahkan pada udara, sepanjang kajian (kaedah U) telah menunjukkan kekuatan yang paling rendah. Kaedah A telah menunjukkan peningkatan kekuatan yang baik juga tetapi tidak setinggi konkrit yang telah diawet dengan kaedah SA. Ini diikuti pula dengan konkrit yang diawet dengan kaedah pengawetan stim dan didedahkan ke udara (kaedah SU).

Jadual 3 Kekuatan mampatan konkrit untuk berbagai kaedah pengawetan.

Pengawetan	Kekuatan, N/mm²					
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	90 hari
A	26.0	37.2	40.2	47.2	48.5	56.2
U	24.5	35.7	34.5	40.2	43.2	50.0
SU	27.0	37.2	41.0	44.5	47.5	53.5
SA	31.0	38.5	41.2	47.2	52.0	58.5



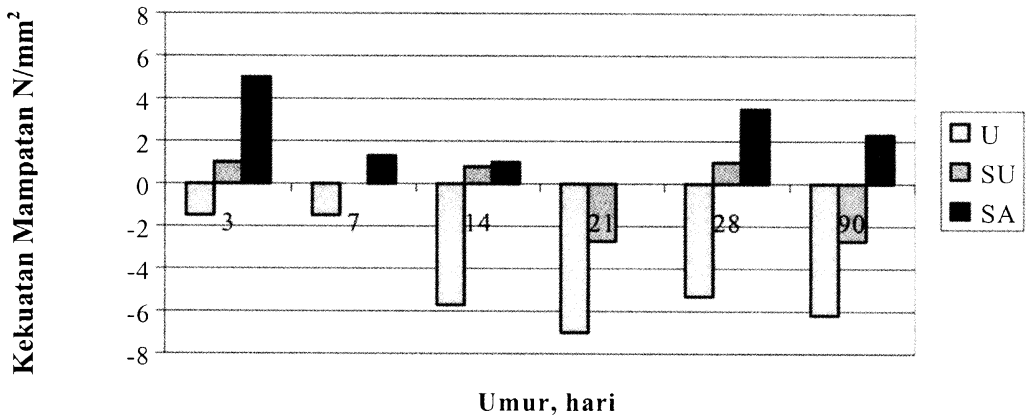
Rajah 1 Peningkatan kekuatan konkrit untuk berbagai kaedah pengawetan.

Sebagai perbandingan, perbezaan kekuatan dengan kaedah A telah dikira dan ditunjukkan dalam Jadual 4 dan Rajah 2. Kekuatan konkrit yang didedahkan kepada udara (kaedah U) telah menunjukkan kekuatan yang rendah dari kekuatan konkrit yang direndam dalam air. Kedua-dua kaedah pengawetan stim menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi dari pengawetan udara, tetapi kaedah pengawetan SA menunjukkan kekuatan yang sangat tinggi dan terbaik.

Dari Jadual 4 dapat dilihat perbezaan kekuatan antara Kaedah SU agak sekata sepanjang umur konkrit . Perbezaan yang agak sekata juga ditunjukkan untuk kaedah pengawetan SA walaupun agak tinggi, iaitu 5 N/mm² pada hari ketiga. Kesan pengawetan udara agak tinggi selepas hari ke 14. Ini kerana air telah berkurangan untuk konkrit terus bertindak balas.

Jadual 4 Perbezaan kekuatan konkrit berbanding awetan air.

Pengawetan	Perbezaan Kekuatan, N/mm ²					
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	90 hari
U	-1.5	-6.7	-5.7	-4.3	-4.3	-6.2
SU	1.0	1.5	0.8	2.7	1.0	-2.7
SA	5.0	2.8	1.0	2.7	4.5	2.3



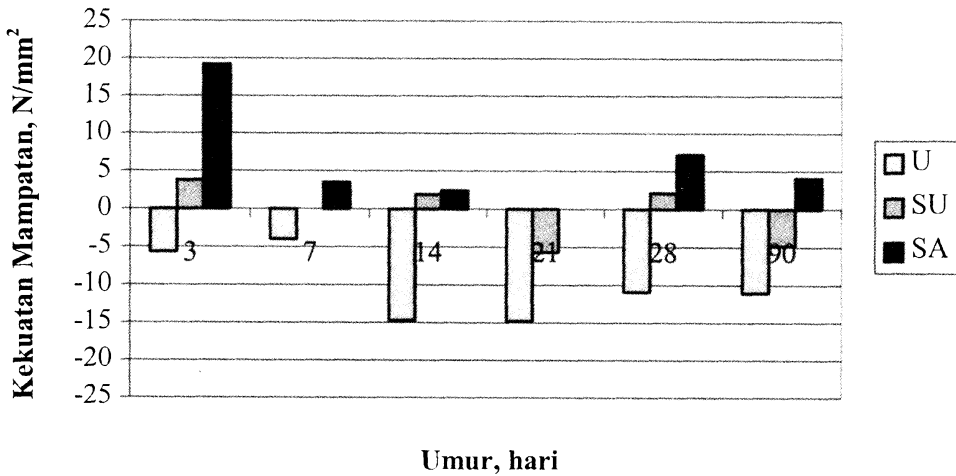
Rajah 2 Perbandingan kekuatan mampatan berbanding pengawetan air.

Peratus perbezaan dengan kaedah awetan air ditunjukkan dalam Jadual 5 dan Rajah 3. Sangat jelas pengawetan kaedah SA telah menunjukkan peratus perbezaan yang sangat tinggi. Kaedah pengawetan U menunjukkan peratusan yang negatif iaitu lebih rendah dari pengawetan air. Untuk kaedah pengawetan SU, kekuatan pada hari ke 90 menunjukkan kekuatan yang rendah (negatif) dari kekuatan pengawetan kaedah A. Ini menunjukkan pada jangka masa panjang, pendedahan pada udara akan memberi kesan pada kekuatan konkrit. Kaedah pengawetan SA pula menunjukkan peratus ketinggian yang agak tinggi pada awal umur konkrit dan agak sekata pada tempoh jangka masa panjang.

Perbezaan yang agak jelas dapat dilihat untuk pengawetan kaedah SU dan SA dimana kesan pendedahan pada udara telah mula dirasai pada awal umur konkrit. Ini dapat dilihat pengawetan kaedah SU hanya memberi peratus perbezaan kekuatan hanya 3.8% sahaja berbanding 19.2% pada kaedah pengawetan SA.

Jadual 5 Peratus perbezaan kekuatan konkrit berbanding pengawetan air.

Pengawetan	Perbezaan Kekuatan, N/mm ²					
	3 hari	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	90 hari
U	-5.7	-18.7	-14.7	-9.6	-9.1	-11.0
SU	3.8	4.2	1.9	6.1	2.1	-4.8
SA	19.2	7.8	2.4	6.1	9.4	4.1



Rajah 3 Peratus perbezaan kekuatan konkrit berbanding pengawetan air.

KESIMPULAN

Keputusan menunjukkan semua kaedah pengawetan telah menunjukkan peningkatan kekuatan sehingga hari ke 90. kaedah pengawetan stim dan direndam dalam air telah menunjukkan kaedah pengawetan yang terbaik. Ini diikuti dengan pengawetan air dan kaedah pengawetan stim dan didedahkan diudara. Kaedah pengawetan pendedahan udara menunjukkan kekuatan paling rendah. Ini adalah seperti dilaporkan terdahulu oleh Mohd dan Diah (1997).

RUJUKAN

- Diah, A. B. M., Mohd. S. dan Said, M. A. (1998), Strength Development of OPC Concrete for Structure Under Water Design, *International Conference on Hydrology and Water Resources of Humid Tropics (HUMID TROPICS '98)*. School of Civil Engineering, Universiti Sains Malaysia, Ipoh, Perak, 24-26 November 1998.
- Diah, A. B. M. dan Nuruddin, M. F. (1998), Concrete: Why Curing So Important for Engineers and Architect to Produce Durable Structures, *Proceeding of 16th Conference of ASEAN Federation of Engineering Organization*, Clark Field, Angeles City, Pampanga, Philippines, 24-26 November 1998.
- Diah, A. B. M., Majid, T. A., dan Azizli, K. A. (1999), Performance of High Strength Concrete for Next Millenium. *The 2nd International Conference of Recent Advances in Materials and Mineral Resources (RAMM '99)*, School of Material and Mineral Resources Engineering, Universiti Sains Malaysia, Penang, 3-5 May 1999, ms. 248-256.
- Malaysian Standards (1991), MS 1195:1991 *Structural Use of Concrete*. Standard Industrial Research Institutions Of Malaysia (SIRIM).
- Malaysian Standards (1971), MS 26:Part 4:1971. *Method of Testing Concrete For Strength*, Standard Industrial Research Institutions Of Malaysia (SIRIM).
- Malaysian Standards (1971), MS 30:1971 *Methods For Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sands and Fillers*. Standard Industrial Research Institutions Of Malaysia (SIRIM).
- Malaysian Standards (1989), MS 552:Part 1:1989 *Specification For Portland Cement (Ordinary and Rapid-Hardening)*, Standard Industrial Research Institutions Of Malaysia (SIRIM).
- Mohd, S. dan Diah, A. B. M. (1997), The Significance of Early Water-Cured on Strength Development of OPC Concrete. *Proceeding of 5th International Conference on Concrete Engineering and Technology (CONCET 97)*, Kuala Lumpur, 6-8 May 1997, ms. 91-94.