

PENGGUNAAN DEBU KACA SEBAGAI SEBAHAGIAN BAHAN PENGANTI SIMEN DI DALAM KONKRIT - CIRI-CIRI KEJURUTERAAN

Noor Faisal Abas¹ dan Mahyuddin Ramli²
Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia
¹nfaisal@usm.my, ²mahyudin@usm.my

ABSTRACT: The main objective of this research is to investigate the use of waste material as a partial cement replacement in concrete. The glass dust is considered as a waste material derived from the manufacture of glass, and has been selected as the cement replacement material for this study. The concrete mixture with this glass dust as a partial cement replacement material has been investigated to identify the engineering properties. For engineering, concrete specimens of 100mm x 100mm x 100mm cubes and 100mm x 100mm x 500mm prisms were cast in accordance to relevant British Standard and the mix proportion following the method proposed by the Environment Department of United Kingdom. Various engineering parameters were studied which include compressive strength, flexural strength, and density. From the result of laboratory test, the engineering properties of concrete with glass dust as a partial cement replacement compared well with the conventional concrete, thus revealed that this waste material from the glass production has a great potential to be used as a building material in the future building industry.

Keywords: Concrete, replacement, cement

ABSTRAK: Objektif utama kajian ini adalah untuk mengkaji sama ada penggunaan bahan terbuang di negara kita ini sesuai untuk dijadikan bahan pengganti kepada simen di dalam konkrit. Bahan pengganti yang menjadi fokus utama kepada kajian ini adalah debu kaca iaitu bahan terbuang di dalam industri kaca di negara kita. Campuran konkrit yang mengandungi bahan pengganti simen ini iaitu debu kaca dikaji untuk mengetahui kekuatannya dari ciri-ciri kejuruteraan. Bagi ciri-ciri kejuruteraan, kiub dan prisma konkrit yang masing-masing bersaiz 100mm x 100mm x 100mm dan 100mm x 100mm x 500mm disediakan berdasarkan piawaian British yang berkaitan dan direkabentuk berdasarkan kaedah alam sekitar. Beberapa sifat kejuruteraan termasuk kekuatan mampat, kekuatan lentur, dan ketumpatan. Daripada keputusan ujian makmal terhadap ciri-ciri kejuruteraan konkrit berdebu kaca, didapati kekuatan konkrit berdebu kaca ini setanding dengan kekuatan konkrit kawalan. Ini menunjukkan bahawa bahan buangan industri ini berpotensi sebagai bahan binaan pada masa akan datang.

Katakunci: konkrit, bahan pengganti, simen

1. PENGENALAN

Mengapa debu kaca dipilih untuk menjadi bahan pengganti kepada penggunaan simen di dalam konkrit? Menurut Neville ("Properties of Concrete", 1995) terdapat sejenis simen yang dipanggil 'pozzolan simen', di mana simen pozzolan ini boleh bertindak balas dengan kalsium hidroksida di dalam simen biasa yang akan membentuk produk bersimen. Ianya sama seperti simen portland biasa yang mempunyai trikalsium silikat (C_3S) yang bertindakbalas dengan akuas dan menghasilkan produk yang sama.

Bahan-bahan Pozzolan adalah boleh didefinisikan sebagai bahan yang mempunyai silika atau silika dan aluminium yang boleh sedikit atau tidak langsung dengan sendirinya membentuk nilai bersimen dan dengan kehadiran kalsium hidroksida ianya akan membentuk produk bersimen.

ICCI - 2006

Persamaan kimia mengenai tindakbalas ini ditunjukkan di dalam Rajah 1



Rajah 1. Persamaan kimia antara simen Portland dan simen pozzolan

Tindakbalas antara pozzolan dan kalsium hidroksida ini dipanggil tindakbalas pozzolanik. Tindakbalas ini pada dasarnya menghasilkan tiga keadaan iaitu: Pertama, tindakbalas ini adalah perlahan berbanding dengan simen portland biasa, jadi secara langsung penghasilan haba serta penambahan kekuatan juga akan menjadi perlahan. Kedua, Tindakbalas ini menggunakan kapur berbanding simen portland biasa yang menghasilkan kapur. Ketiga, kajian saiz liang terhadap simen pozzolan menunjukkan hasil tindakbalas ini sangat berkesan untuk mengisi liang-liang kapilari yang besar, dan membolehkan simen pozzolan ini meningkatkan kekuatan dan ketelusannya.

Secara umumnya, memang telah diketahui bahawa debu kaca mempunyai kadar kandungan silika yang tinggi. Oleh sebab itulah debu kaca dikenalpasti sebagai bahan gantian yang berkemungkinan besar akan dapat bertindak seperti simen pozzolan.

2. METODOLOGI

Ujian Makmal ataupun eksperimen yang dijalankan untuk kajian ini adalah ujian pretasi terhadap konkrit kiub bersaiz 100mm x 100mm x 100mm dan konkrit prisma bersaiz 100mm x 100mm x 500mm. Ujian prestasi ini melibatkan ciri-ciri kejuruteraan, ini bermakna cuma ujian mampatan, lenturan dan ketumpatan yang dilakukan. Jenis debu kaca yang digunakan adalah gedu kaca tempatan, hasil daripada sisa buangan industri kaca. Peratusan debu kaca yang digunakan ialah 5%, 10%, 20% dan 50% dan dibandingkan dengan konkrit kawalan tanpa debu kaca. Manakala umur specimen diuji seawal satu hari sehinggalah 360 hari.

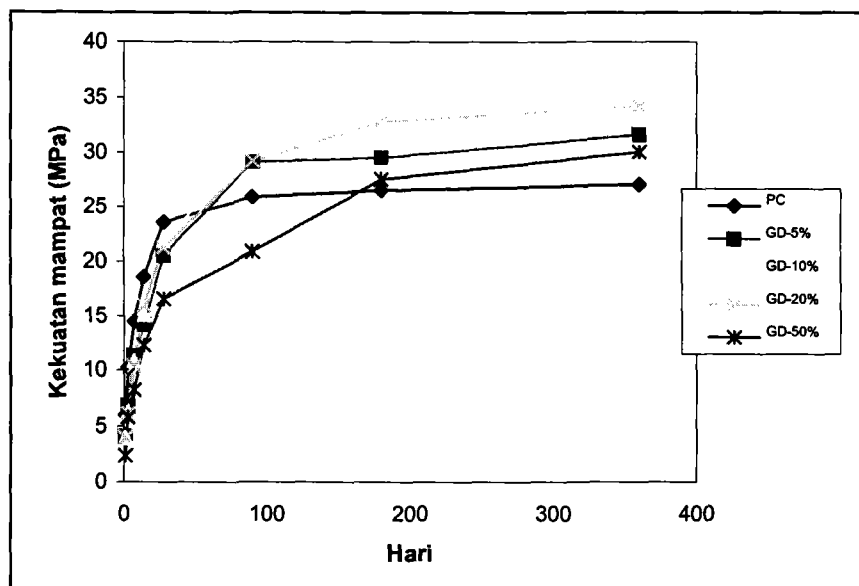
2.1 Keputusan

Keputusan dari hasil ujian-ujian yang telah dijalankan iaitu ujian mampatan, ujian lenturan dan ujian ketumpatan telah di perincikan didalam jadual 1 dan rajah 1a bagi kekuatan mampat. Untuk Kekeatan lentur pula diperincikan di dalam Jadual 2 dan Rajah 2a, manakala Jadual 3 dan Rajah 3a pula untuk ketumpatan konkrit.

a. Ujian mampatan

Jadual 1. Kekuatan mampat konkrit dengan debu kaca tempatan (GD)

Spesimen	Gred konkrit	Kekuatan mampat (MPa)							
		Tempoh pengawetan (hari)							
		1	3	7	14	28	90	180	360
PC	25	6.0	10.2	14.5	18.6	23.6	25.9	26.5	27.0
GD-5%	25	4.1	6.8	11.3	14.2	20.6	29.1	29.5	31.6
GD-10%	25	4.0	6.3	10.8	15.1	21.9	30.5	31.0	34.9
GD-20%	25	4.0	6.1	10.4	16.0	21.3	29.2	32.8	34.2
GD-50%	25	2.4	5.8	8.2	12.3	16.6	20.9	27.5	30.0

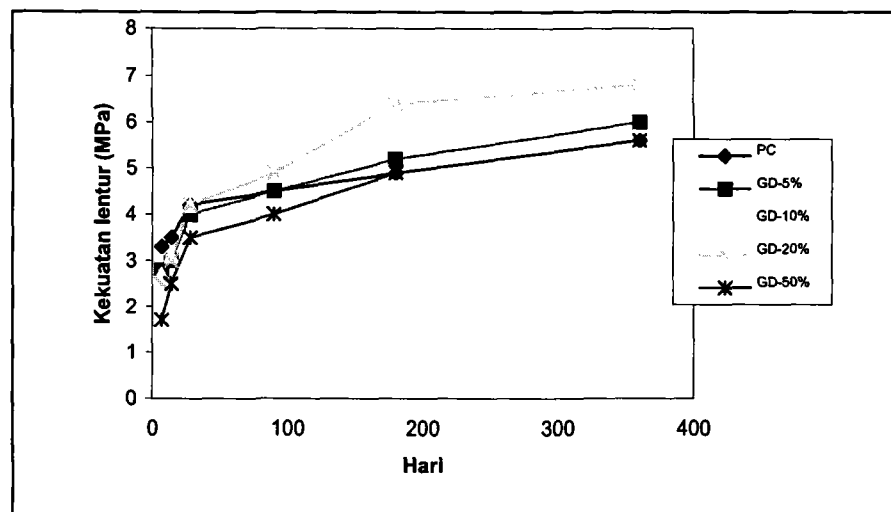


Rajah 1a: Peningkatan kekuatan mampat konkrit Gred 25 berdebu kaca tempatan dengan kadar peratusan berbeza

b. Ujian Lenturan

Jadual 2: Kekuatan lentur konkrit dengan debu kaca tempatan (GD)

Spesimen	Gred konkrit (MPa)	Kekuatan lentur (MPa)					
		Tempoh pengawetan (hari)					
		7	14	28	90	180	360
PC	25	3.3	3.5	4.2	4.5	4.9	5.6
GD-5%	25	2.8	3.0	4.0	4.5	5.2	6.0
GD-10%	25	2.7	3.1	4.2	5.7	6.3	7.1
GD-20%	25	2.5	3.0	4.2	4.9	6.4	6.8
GD-50%	25	1.7	2.5	3.5	4.0	4.9	5.6



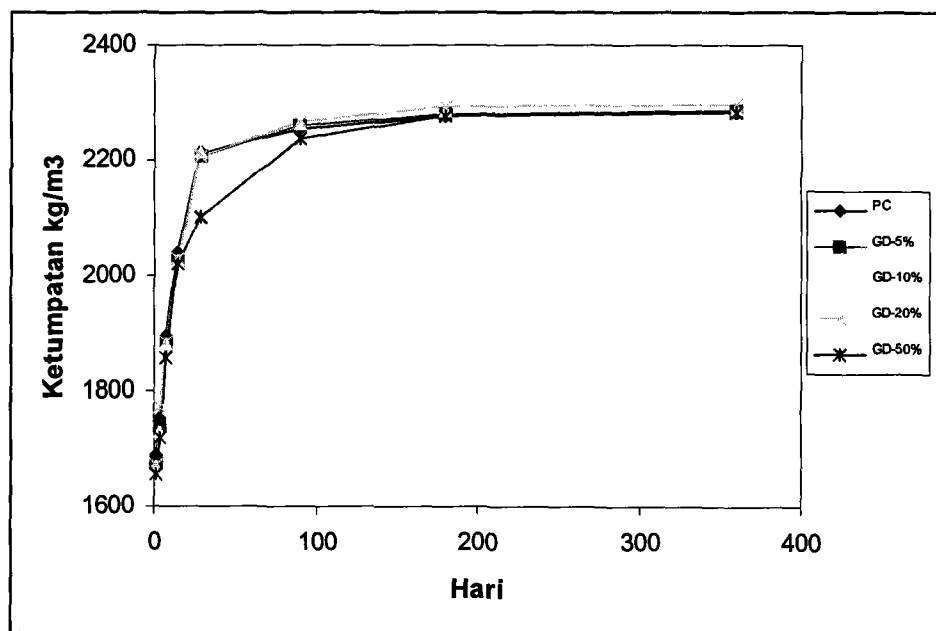
Rajah 2a: Peningkatan kekuatan lentur konkrit Gred 25 berdebu kaca tempatan dengan kadar peratusan berbeza

10001-20006

c. Ujian Ketumpatan

Jadual 3 : Ketumpatan konkrit berdebu kaca tempatan (GD)

Spesimen	Gred konkrit (MPa)	Ketumpatan (kg/m ³)							
		Tempoh pengawetan (hari)							
		1	3	7	14	28	90	180	360
PC	25	1690	1754	1892	2037	2215	2254	2278	2284
GD-5%	25	1675	1740	1880	2025	2207	2259	2282	2287
GD-10%	25	1670	1731	1878	2026	2214	2264	2288	2292
GD-20%	25	1674	1771	1883	2028	2206	2267	2294	2297
GD-50%	25	1657	1718	1856	2018	1100	2237	2277	2285



Rajah 3a: Peningkatan ketumpatan konkrit gred 25 berdebu kaca tempatan dengan kadar peratusan berbeza

3. KESIMPULAN

Didapati daripada ujian ciri-ciri kejuruteraan, penggunaan debu kaca tempatan sebagai bahan pengganti kepada simen di dalam konkrit adalah sangat berpotensi. Kesemua campuran konkrit berdebu kaca kecuali campuran kandungan debu kaca sebanyak 50%, telah menunjukkan prestasi yang hampir sama dan malah ada yang melebihi daripada prestasi konkrit kawalan terutamanya pada umur spesimen yang agak lama.

Melalui kajian makmal juga didapati penghasilan konkrit berdebu kaca tidak ada perbezaan dari segi tekstur konkrit serta pengamatan secara visual. Bagi spesimen yang menjangkau masa yang lama, iaitu selama 360 hari, keadaan spesimen konkrit berdebu kaca masih baik setanding dengan spesimen konkrit kawalan.

Kadar peratusan debu kaca digunakan di dalam konkrit yang paling ideal, ini dengan mengambil kira kekuatan kejuruteraan serta faktor ekonomikal adalah sekitar 10 hingga 20%. Penggunaan debu kaca sehinggalah 50% adalah kurang sesuai kerana kekuatan kejuruteraannya hanya setanding dengan konkrit kawalan apabila usia spesimen menjangkau tempoh yang sangat panjang walaupun campuran ini lebih ekonomikal.

Secara keseluruhannya daripada kajian ini didapati debu kaca tempatan yang selama ini dibuang begitu saja, malah untuk sistem pelupusannya juga memerlukan kos yang tinggi boleh digunakan bagi mengganti sebahagian daripada simen di dalam konkrit. Ini menunjukkan strategi serampang dua mata yang difokuskan pada kajian ini mencapai matlamatnya, iaitu pertama untuk membantu negara mengatasi masalah bekalan simen dan yang kedua untuk menggunakan semula bahan sisa buangan industri dan mengurangkan kos pelupusannya.

4. RUJUKAN

- Aitciin, P.C, Pinsonneault, P. and Roy, D.M. (1984) *Physical and Chemical Characterisation of Condensed Silica Fume*. Am. Ceram. Soc. Bull., 63 pp 1478.
- Bubphachat, M. (1995) *Influence of Silica Fume on Properties and Performance of High Strength Normal Weight and Lightweight Concrete*. Ph.D Thesis, University of Sheffield.
- Figg, J.W. (1981) *Reaction Between Cement and Artificial Glass in Concrete*. Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, Cape Town, South Africa. Pretoria, National Building Research Institute, CSIR, pp 1-20
- Fraay, A.L.A. (1990) *Fly Ash A Pozzolan in Concrete*. Thesis, Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering, March.
- Johnson, C. D. (1974). *Waste Glass as Coarse Aggregate for Concrete*. Journal of Testing and Evaluation, Vol. 2. 1974.
- Lepper, W. (1969) *Concrete with Refuse Glass Aggregates*. German Patent No 1939714, 1969 (quoted in paper by Figg, W.J. 1981. ref. no. 12).
- Mukherjee, P. K. and Bickley, J..A. (1987) *Performance of Glass as Concrete Aggregates*. Proceedings of the 7th International Conference, Ontario, Canada, 1986. Park Ridge, New Jersey, Noyes Publications, pp 36-42
- Neville, A.M. (1994) *Sifat-sifat Konkrit*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Neville, A.M. (1995) *Properties of Concrete*, Longman, London.
- Pietersen, H.S. (1993) *Reactivity of Fly Ash and Slag in Cement*. Thesis, Delft University of Technology, September.
- Ramli, M. (1991) *Teknologi Konkrit dan Pembinaan*, Dewan bahasa dan Pustaka.
- Samarin, A. (1980) *Use of Fine Crush Bottle Glass Sand and Partial Cement Replacement in Concrete*. UNICV Report No 193, The University of New South Wales, Australia., pp 1-25

CC1-1001-2006