

PENENTUAN WAKTU MENERAS DAN KEKUATAN TEKAN DARI BERBAGAI PERBANDINGAN AIR SEMEN DENGAN BERBAGAI KOMPOSISI LIMBAH SIMULASI

Sugardi

Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta-Batan

ABSTRAK

PENENTUAN WAKTU MENERAS DAN KEKUATAN TEKAN DARI BERBAGAI PERBANDINGAN AIR SEMEN DENGAN BERBAGAI KOMPOSISI LIMBAH SIMULASI. Telah diteliti proses sementasi dari berbagai tipe dan jumlah komponen serta perbandingan air semen untuk pengujian tentang waktu mengeras dan kekuatan tekan. Hasil terbaik yang diperoleh dari penelitian ini pada perbandingan air semen 0,4 untuk perbandingan air semen saja atau dengan penambahan garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l. Pada kondisi ini mempunyai kekuatan tekan tinggi yaitu 14,90 newton/mm² dengan waktu mengeras selama 5 jam dan 17,52 newton/mm² dengan waktu mengeras selama 6,15 jam.

ABSTRACT

DETERMINATION OF SETTING TIME AND COMPRESSING STRENGTH OF VARIOUS WATER CEMENT RATIOS WITH VARIOUS COMPOSITIONS OF SIMULATION WASTE. Study has been done on cementation process for various types and components, as well as water cement ratios, to determine setting time and compressing strength. Best result was obtained at water cement ratio of 0.4 for only water cement or for adding NaNO_3 of 200 g/l. At this condition the strength was 14.90 newtons/mm² with setting time of 5 hours and 17.52 newtons/mm² with setting time of 6.15 hours.

PENDAHULUAN

Limbah cair aktivitas menengah (MAW) dan rendah (LAW) datang dari proses olah ulang bahan bakar bekas (WAK), dari beberapa laboratorium. Jika kandungan garam limbah itu tinggi, maka perlu dilakukan proses pengendapan kimia. Tetapi jika kandungan garam limbah rendah, dapat langsung dilakukan proses sementasi setelah dipadatkan dengan alat pemekat. Dalam proses ini digunakan bahan dasar semen (1). Semen telah diketahui mempunyai sifat yang bagus sekali untuk penyerap radionuklida hasil belah, seperti Sr, Cs, Ce, Co dan lain-lainnya karenanya. Unsur tersebut mempunyai kecepatan lindi yang sangat rendah. Di samping itu hasil proses sementasi tidak terlalu memerlukan banyak perlindungan khusus terhadap kecelakaan, misalnya guncangan dan benturan. Itulah sebabnya metoda ini dipertahankan sampai sekarang dan dikembangkan

untuk berbagai tipe limbah. (2) Proses lain yang dapat dilakukan pula proses bituminasi. Untuk limbah cair aktivitas tinggi dilakukan proses vitrifikasi. Dalam percobaan ini telah diteliti proses sementasi dari berbagai tipe limbah. Hasil penelitian diuji tentang waktu mengeras dan kekuatan tekan. Sedangkan Uji yang lainnya belum diteliti uji kecepatan lindi, pH yang berubah, korosi, sifat mudah patah dan lain-lainnya (3,4).

TATAKERJA

Bahan yang dipakai :

Air, semen (P.C) dan larutan limbah simulasi dari berbagai jenis serta jumlah komponen dari limbah.

Peralatan

Alat pengaduk listrik (mixer), tabung plastik polietilen lengkap dengan tutupnya (garis tengah 39 mm dan panjang 45 mm) dan gelas piala ukuran 1000 ml.

Dengan menentukan perbandingan air semen, jenis dan jumlah komponen limbah dapat dilakukan di dalam gelas piala ukuran 1000 ml. dan diaduk dengan alat pengaduk listrik sampai serba sama. Hal seperti ini diulangi lagi sesuai dengan yang dikehendaki dalam variasi. Setelah itu diisikan ke dalam tabung plastik sebanyak 6 atau 7 buah sesuai dengan rencana dan masing-masing luluhan yang telah ada di dalam tabung plastik harus diketuk-ketuk atau ditusuk-tusuk dengan lidi supaya udara dalam luluhan sesedikit mungkin atau tak ada sama sekali. Kemudian ditutup rapat supaya tak terjadi penguapan dan diamankan sampai 28 hari. Hal ini dimaksudkan supaya waktu memadat atau mengeras telah dianggap benar-benar mantap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menyatakan hubungan perbandingan air semen terhadap kekuatan tekan dari berbagai komposisi dan kandungan garam. Gambar 2 menunjukkan hubungan perbandingan air semen terhadap waktu mengeras dari berbagai komposisi dan kandungan garam.

Dapat dilihat disini bahwa kondisi terbaik adalah pada perbandingan air semen 0,4. Hal ini disebabkan perbandingan tersebut tepat sekali untuk proses sementasi sehingga selama peristiwa hidrasi proses penyusutan tak mengalami gangguan. Hasil uji kekuatan tekan terlihat sangat baik (Gambar 1).

Pada perbandingan air semen 0,5 terlihat bahwa air dalam campuran sedikit berlebihan karena campuran atau luluhan yang terjadi agak basah meskipun belum terjadi air bebas yang terpisah. Keadaan seperti ini menurunkan kekuatan tekan proses sementasi yang terjadi (Gambar 1). Pada perbandingan air semen 0,6 terlihat bahwa diatas luluhan yang telah keras terdapat sedikit air.

Adanya sedikit air bebas disini menambah mudahnya udara lepas dari luluhan sehingga pori-pori dalam luluhan relatif lebih sedikit. Akibatnya kekuatan tekan menjadi lebih besar dibanding contoh nomor 3. Hal seperti ini tak dikehendaki, karena adanya air diatas luluhan mempercepat terjadinya korosi dan kenyataan dalam praktek juga harus tak boleh ada air atau cairan bebas.

Pada perbandingan air semen 0,7 terlihat adanya air bebas diatas permukaan luluhan (adukan semen) yang telah keras lebih banyak yang berarti bahwa pengadukan kesempatan udara tertinggal semakin banyak dan untuk lepas semakin sukar waktu terjadi proses hidrasi dan akibatnya menurunkan kekuatan tekan.

Untuk perbandingan air semen dengan kandungan garam 100 g/l NaNO_3 (Gambar 1).

Terlihat bahwa kondisi terbaik dicapai pada perbandingan air semen 0,3. Pada kondisi ini pengadukan larutan semen dapat serba sama dan gelembung udara yang terdapat dalam adukan semen selama proses hidrasi sedikit sekali, sehingga proses pengerutan tanpa mengalami gangguan.

Akibatnya kekuatan tekan menjadi besar, tetapi bila perbandingan air semen diperbesar kekuatan tekan menurun karena adanya cairan bebas yang makin banyak diatas permukaan adukan semen yang telah keras.

Perubahan konsentrasi garam NaNO_3 yang ditambahkan akan mempengaruhi kekuatan tekan hasil proses sementasi (Gambar 1).

Pada penambahan konsentrasi garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l maka kondisi terbaik dicapai pada perbandingan air semen 0,4 dimana adukan semen dapat serba sama sehingga selama proses hidrasi, proses pengerasan dapat lebih baik sehingga kekuatan tekan yang dihasilkan lebih baik.

Pada penambahan konsentrasi garam NaNO_3 300 g/l kondisi terbaik pada perbandingan air semen 0,3. Proses sementasi dipengaruhi banyaknya penambahan garam NaNO_3 tiap literinya juga perbandingan air semen yang digunakan. Untuk dapat menentukan kondisi terbagus dalam hal ini belum dapat karena masih ada kaitannya dengan hasil uji waktu mengeras. Dalam proses sementasi disini umumnya cenderung menurun bila perbandingan air semen makin besar kecuali kekuatan tekan hasil uji pada penambahan garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l. Pada perubahan perbandingan air semen dengan menggunakan garam Na_2SO_4 (Gambar 1), ternyata bahwa makin besar perbandingan air semen makin kecil kekuatan tekanannya bahkan untuk perbandingan air semen 0,6 dan 0,7 tak dapat dilakukan uji tekan karena lunak.

Untuk perubahan perbandingan air semen dengan menggunakan larutan borat tak dilakukan uji tekan karena hasilnya lunak meskipun telah mengalami waktu pengerasan yang mantap selama 28 hari. Dalam hal ini tak terjadi air bebas di atas adukan semen meskipun adukan semen secara visual agak basah.

Disamping hasil-hasil proses sementasi diuji kekuatan tekan juga perlu diuji waktu mengeras supaya tahu berapa lama proses sementasi berlangsung menjadi keras dalam kondisi terbuka. Untuk jelasnya dapat dilihat tabel 6 dan gambar 2. Dalam perlakuan ini untuk masing-masing tipe diambil 2 buah contoh yaitu pada perbandingan air semen 0,4 dan 0,6. Dari kedua grafik yaitu gambar 1 dan gambar 2 dapat diambil hubungannya bahwa untuk proses sementasi didapat hasil terbaik pada 0,4 untuk perbandingan air semen saja dan juga pada penambahan kadar garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l.

Pada perbandingan air semen saja didapat hasil uji kekuatan tekan 15,70 newton/mm² dan waktu mengeras selama 5 jam.

Sedangkan untuk perbandingan air semen seperti di atas dengan penambahan kadar garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l maka hasil uji kekuatan tekan 17,52 newton/mm² dengan waktu mengeras selama 6,15 jam.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapat kondisi terbaik untuk proses sementasi pada perbandingan air semen saja ataupun dengan penambahan garam NaNO_3 sebanyak 200 g/l pada perbandingan air semen 0,4. Pada kondisi ini adukan semen benar-benar dapat serba sama dan tak ada air bebas yang terjadi sehingga daya ikat sangat kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

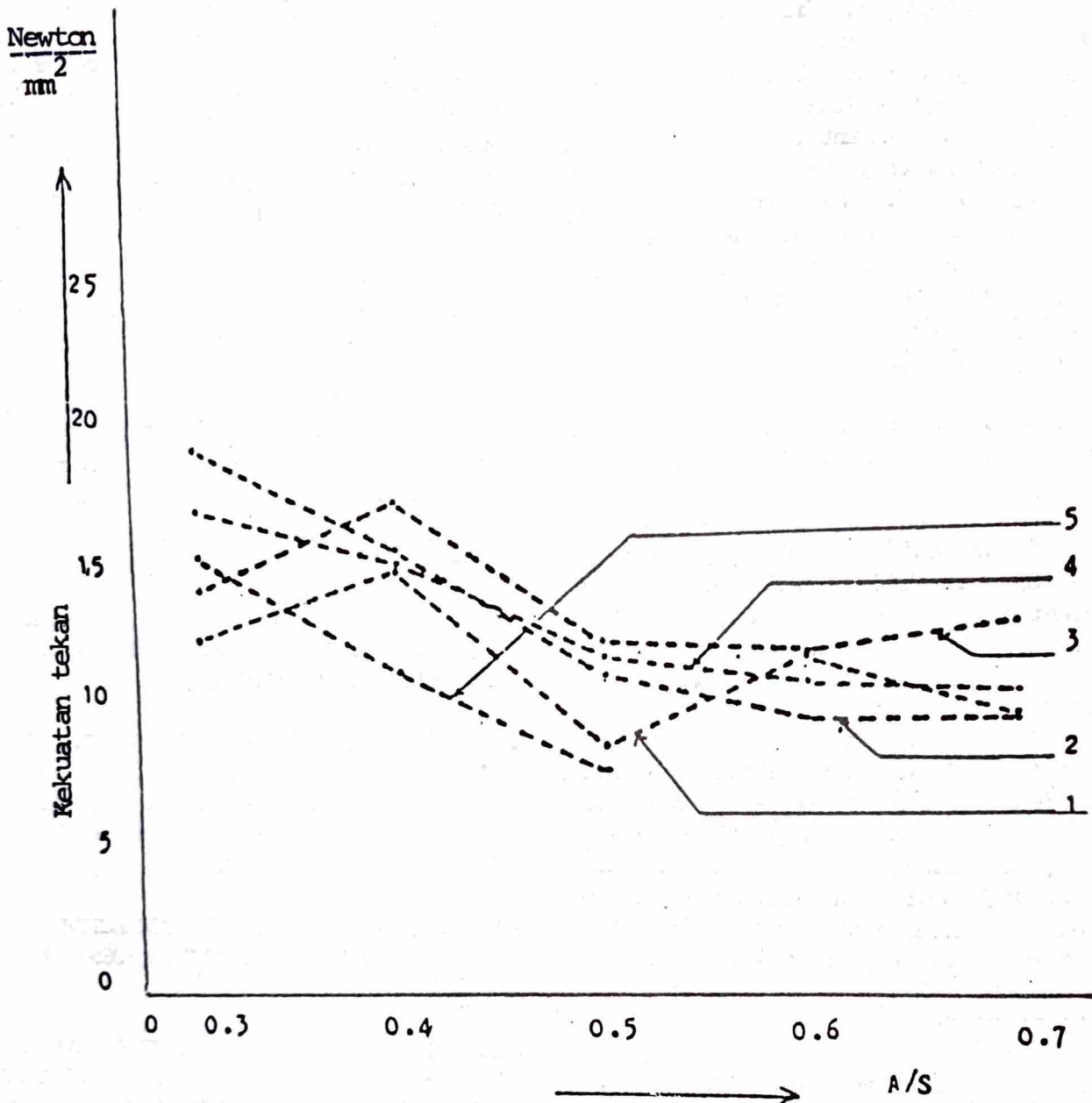
Penulis ucapkan terima kasih kepada Dr. Vejmelka sebagai pembimbing yang telah banyak memberi saran pada penelitian ini dari permulaan sampai selesai tugas ini.

Ucapan yang sama untuk Ny.M. Graf yang telah membantu selama penelitian ini sehingga selesai tugas tersebut. Penulis ucapkan terima kasih banyak kepada Dr. Helmut Krause selaku pimpinan Institut für Nukleare Entsorgungstechnik pusat penelitian nuklir Karlsruhe, Jerman Barat yang telah sudi memberikan segala fasilitasnya dalam penelitian ini.

Juga penulis ucapkan terima kasih banyak kepada kelompok peneliti-peneliti sementasi yang telah banyak memberikan sumbangan sesuatu dalam penelitian ini. Akhirnya penulis ucapkan terima kasih banyak kepada BATAN Indonesia dan Pusat Penelitian Nuklir Julich GKFAO di Jerman Barat atas terealisimya persetujuan bilateral ini.

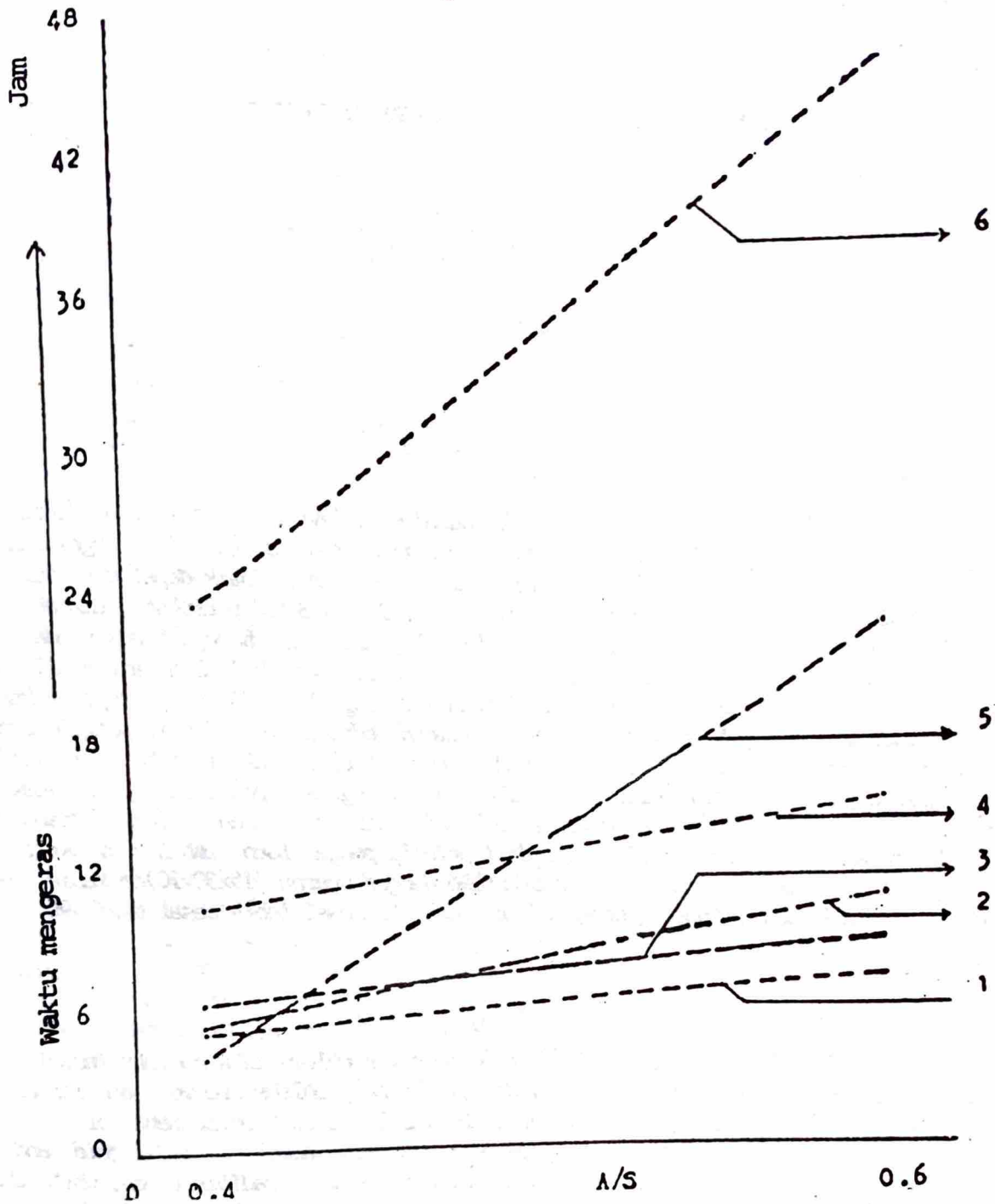
PUSTAKA

1. BROWNSTEIN, N., dan LEVESQUE, R.G., "Experience with Cement Usage as the Binding Agent for Radwaste" ASME-78-NE-15.
2. Vejmelka, P., dan Sambell, R.A.J., ed., "Characterization of low and medium-level radioactive waste forms" Joint annual progress report 1982 Commission of the European Communities EUR-9423 KW.
3. Lokken, R.O., "A REVIEW OF RADIOACTIVE WASTE IMMOBILIZATION IN CONCRETE" ENL-2654 UC-70, Juni 1978.
4. CAPP, P.D., dan SMITH, D.L., "THE INCORPORATION OF LOW AND MEDIUM LEVEL RADIOACTIVE WASTES (SOLIDS AND LIQUIDS) IN CEMENT" Research Contract No. 166-81-15-WAS-UK(n)". Ist six-monthly Report Jan.- June 1981, AEW-R-1465.



Gambar 1. Kekuatan tekan untuk berbagai contoh dengan perbandingan air semen serta kandungan garam yang berbeda

1	Perbandingan air semen tanpa aditif
2	" " " ditambah NaNO_3 100 g/l
3	" " " " 300 g/l
4	" " " " 300 g/l
5	" " " " Na_2SO_4



Gambar 2 : Waktu mengeras untuk berbagai contoh dari perbandingan air semen yang berbeda komposisi serta kandungan garamnya.

- 1 Tanpa penambahan garam
- 2 Ditambah NaNO_3 100 g/l
- 3 " " 200 g/l
- 4 " " 300 g/l
- 5 " Na_2SO_4