

Studi Dasar Possibilitas Pemanfaatan Bubuk Silika dari Batuan Alam Lokal LAPINDO sebagai Bahan Tambahan Semen

Widhya B.,* Suryadi, W. Firmansyah., Wahyu B.W, Alfian N., M. I. Amal, Agus S.W., dan Nurul T.R.
Lab Material Lanjut dan Nanoteknologi, Pusat Penelitian Fisika- LIPI Kawasan PUSPIPTK Serpong Tangerang 15314

Intisari

Bubuk silika telah diketahui banyak digunakan sebagai bahan penguat beton. Sementara itu, Indonesia kaya akan batuan alam yang mengandung silika. Dewasa ini, Lumpur Lapindo jumlahnya melimpah sekitar 480 hektar yang kandungannya kaya silika. Oleh karena itu, dilakukan studi dasar possibilitas pemanfaatan bubuk silika dari batuan lokal dan Lumpur Lapindo sebagai bahan tambahan semen. Batuan silika dihancurkan selama satu jam dan Lumpur Lapindo dikeringkan juga terlebih dahulu kemudian dihancurkan dengan *milling* selama satu jam. Bubuk hasil dicampur dengan Semen Gresik dan Semen Tiga Roda dengan substitusi 10% dan 20% terhadap semen, selanjutnya dijadikan adonan semen dengan rasio air 1/3 terhadap total campuran dan dicetak dengan bentuk silinder berdiameter 2 cm dan tinggi rata-rata 5 cm. Hasilnya diuji tekan dengan UTM (*Universal Test Machine*) terhadap usia semen. Hasil uji tekan pada usia 91 hari menunjukkan bahwa semen dengan bubuk silika baik dari campuran silika Kalimantan Putih dengan komposisi 20% bubuk silika dan 80% semen Gresik dengan penguatan 50% dibandingkan dengan standar. Sedangkan untuk Lumpur Lapindo dengan penambahan 10% pada Semen Gresik memberikan hasil yang hampir sama dengan standar dan pencampuran Lumpur Lapindo dengan Semen Tiga Roda tidak memberikan hasil yang signifikan. Dengan demikian, Lumpur Lapindo dan Batu silika Kalimantan Putih memiliki possibilitas sebagai bahan tambahan Semen Gresik.

KATA KUNCI: semen, bubuk silika, batuan alam, Lumpur Lapindo, kuat tekan

I. PENDAHULUAN

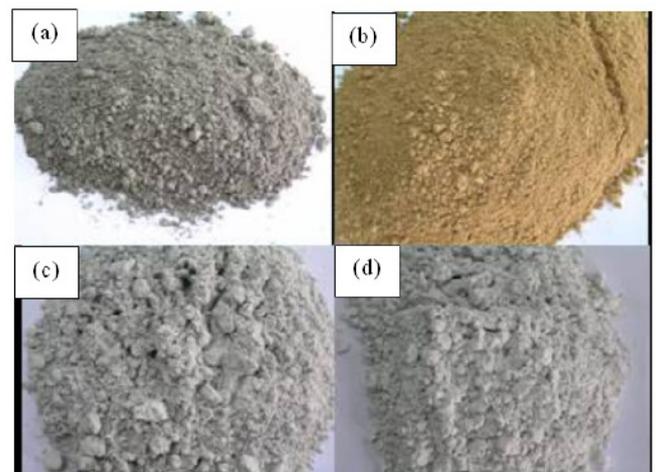
Semburan Lumpur panas di Porong, Sidoarjo, hingga saat ini masih belum berhasil diantisipasi. Sementara itu, tercatat kerugian akibat semburan dan luapan Lumpur Lapindo Brantas mencapai Rp. 7,6 triliun [1]. Sedikitnya 4 desa atau sekitar 480 hektar lahan telah tergenang luapan Lumpur tersebut [2]. Jumlah lumpur yang sangat banyak dan kaya kandungan silika memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambahan semen, agar didapatkan kualitas semen yang lebih baik.

Penggunaan silika (khususnya mikrosilika) sebagai zat aditif sebenarnya sudah banyak dikembangkan dan diterapkan dalam industri semen [3]), namun demikian, harga mikrosilika sangat mahal, yaitu mencapai 10 kali harga semen, dan selama ini pemenuhan kebutuhan mikrosilika di Indonesia dipenuhi dengan impor. Sementara itu, di Indonesia terdapat batuan silika yang melimpah, yang tersebar di seluruh Indonesia. Sehingga jika ada teknologi yang dapat mengubah bahan baku silika alam ini, diharapkan dapat menggantikan peran mikrosilika. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan Studi Dasar Possibilitas Pemanfaatan Bubuk Silika dari Batuan Alam Lokal dan Lumpur Lapindo sebagai bahan Tambahan Semen.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lumpur Lapindo yang telah dikeringkan dan dimilling selama satu jam. Selain itu juga digunakan batu alam silika dari Kalimantan dan Lampung yang juga dimilling selama satu jam. Bubuk yang dihasilkan seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Bubuk hasil milling dicampur dengan Semen Gresik dan Semen Tiga Roda dengan substitusi 10% dan 20% terhadap



Gambar 1: Bubuk hasil milling (a) Lumpur Lapindo (b) Kalimantan Kuning (c) Kalimantan Putih (d) Lampung

*E-MAIL: widhya_budiawan@yahoo.com

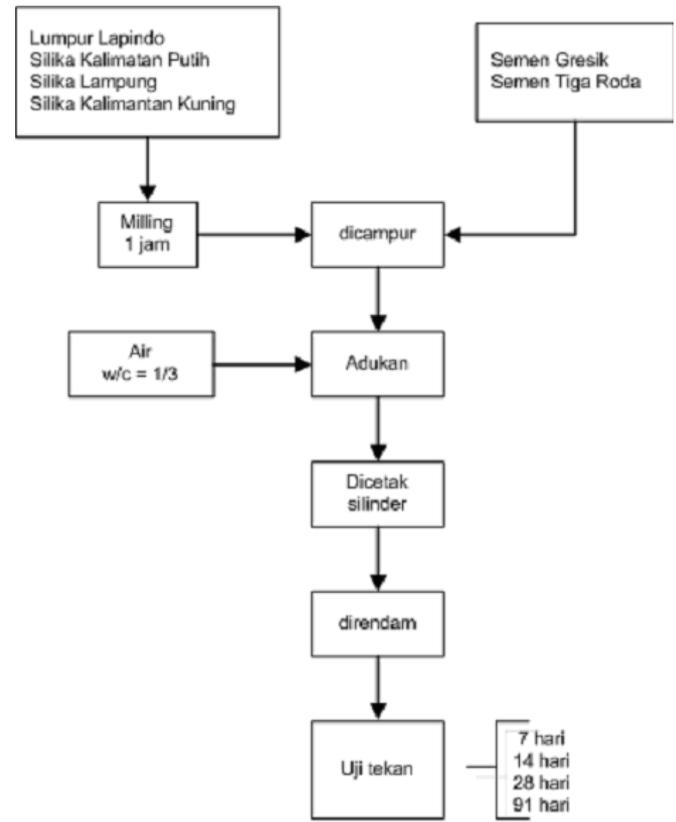
semen, selanjutnya dijadikan adonan semen dengan rasio air 1/3 terhadap total campuran dan dicetak dengan bentuk silinder berdiameter 2 cm dan tinggi rata-rata 5 cm. Cetakan dikeringkan dengan didiamkan dalam kondisi suhu ruang selama 24 jam. Selanjutnya hasil cetakan direndam dalam air untuk mendapatkan kelembaban yang seragam dan diuji tekan dengan UTM (*Universal Test Machine*) dengan usia yang bervariasi. Bagan langkah kerja dari penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Guna mempermudah dalam pembahasan maka digunakan kode-kode seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL I: Keterangan kode dan komposisi

Komposisi	Kode
Semen Gresik murni (100%)	SG100
Semen Tiga Roda murni (100%)	3R100
Semen Gresik 80% silika Kalimantan Kuning 20%	SG8KK2
Semen Gresik 80% silika Kalimantan Putih 20%	SG8KP2
Semen Gresik 80% silika Lampung 20%	SG8LP2
Semen Gresik 80% Lumpur Lapindo 20%	SG8LAPIN2
Semen Gresik 90% silika Kalimantan Kuning 10%	SG9KK1
Semen Gresik 90% silika Kalimantan Putih 10%	SG9KP1
Semen Gresik 90% silika Lampung 10%	SG9LP1
Semen Gresik 90% Lumpur Lapindo 10%	SG9LAPIN1
Semen Tiga Roda 80% silika Kalimantan Kuning 20%	3R8KK2
Semen Tiga Roda 80% silika Kalimantan Putih 20%	3R8KP2
Semen Tiga Roda 80% silika Lampung 20%	3R8LP2
Semen Tiga Roda 80% Lumpur Lapindo 20%	3R8LAPIN2
Semen Tiga Roda 90% silika Kalimantan Kuning 10%	3R9KK1
Semen Tiga Roda 90% silika Kalimantan Putih 10%	3R9KP1
Semen Tiga Roda 90% silika Lampung 10%	3R9LP1
Semen Tiga Roda 90% Lumpur Lapindo 10%	3R9LAPIN1

III. HASIL DAN DISKUSI

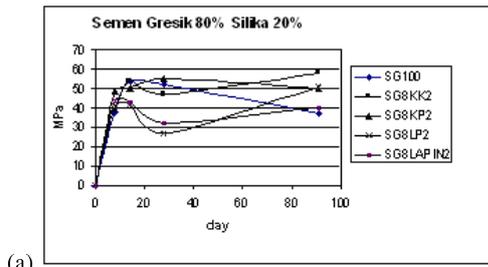
Gambar 3 menunjukkan kuat tekan Semen Gresik dengan variasi campuran bubuk silika dan Lumpur Lapindo. Pada tahap awal pengerasan (ketika umur semen mencapai 28 hari), penambahan bubuk silika Lampung dan Lumpur Lapindo 20 % pada Semen Gresik secara drastis menurunkan kuat tekan sampai sekitar 40 % dari sampel standard (lihat Gambar 3 (a)). Sementara itu, ketika umur semen mencapai 90 hari, kuat tekan Semen Gresik standard menurun dan penambahan bubuk silika dapat meningkatkan kuat tekannya sampai 25 - 40 % melebihi kuat tekan standard. Pada penambahan 10 %, Kuat tekan Semen Gresik-Lumpur Lapindo (SG9LAPIN1) sedikit di atas standard pada tahap awal pengerasan sampai 28 hari (lihat Gambar 3 (b)). Sementara itu, Semen Gresik dengan penambahan bubuk silika berada dibawah standard. Namun, ketika umur semen mencapai 91 hari, kuat tekan dengan penambahan baik silika ataupun Lumpur Lapindo berada di atas standard. Bahkan, kuat tekan Semen Gresik dengan penambahan silika Kalimantan putih meningkat hampir 50 % dari standard. Gambar 4 menunjukkan kuat tekan



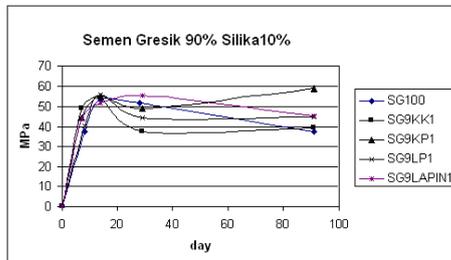
Gambar 2: Bagan langkah kerja percobaan

Semen 3 Roda dengan variasi campuran bubuk silika dan Lumpur Lapindo. Pada penambahan 20 %, kuat tekan Semen 3 Roda-Lumpur Lapindo (3R8LPIN2) berada di bawah sekitar 20 % dari standard. Sementara itu, penambahan bubuk silika menunjukkan peningkatan kuat tekan 20 - 50 % dari nilai standard. Pada penambahan 10 %, penurunan kuat tekan dengan penambahan Lumpur Lapindo dan peningkatan kuat tekan dengan penambahan silika memiliki kecenderungan yang sama dengan kuat tekan dengan penambahan 20 %. Penambahan Lumpur Lapindo 10 dan 20 % pada Semen 3 Roda akan mengurangi kuat tekan hingga 20 %, sementara itu penambahan bubuk silika dapat meningkatkan kuat tekan hingga mencapai 20 - 40 %.

Gambar 5 menunjukkan foto pecahan Semen Gresik dengan penambahan bubuk silika Kalimantan putih 10 % (SG9KP1) dengan kekuatan maksimal 59 MPa dan pecahan Semen 3 Roda dengan penambahan Lumpur Lapindo 10 % (3R9LPIN1) dengan kekuatan minimum 34 MPa setelah berumur 91 hari. Sementara itu Gambar 5 menunjukkan mikrostruktur kedua sampel tersebut. Dari Gambar 5 (a) terlihat bahwa pecahan sampel SG9KP1 banyak berbentuk serpihan yang memanjang menunjukkan bahwa pengerasan pasta semen berjalan dengan baik. Terlihat bahwa mikrostruktur SG9KP1 terdiri dari partikel-partikel kecil yang rata di seluruh bagian yang memungkinkan kerapatannya atau densitasnya lebih sempurna. Oleh karena itu, kuat tekan SG9KP1 mencapai maksimal (59 MPa). Sementara itu, pecahan

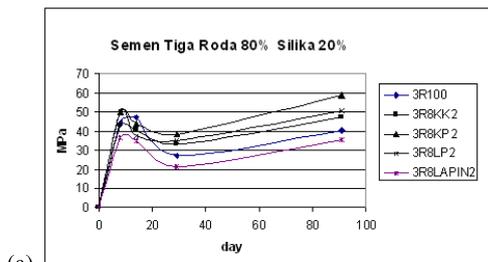


(a)

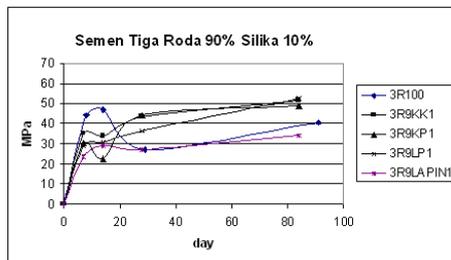


(b)

Gambar 3: (a) Semen Gresik 80% Silika 20% dan (b) Semen Gresik 90% Silika 10%.



(a)



(b)

Gambar 4: (a) Semen Tiga Roda 80% Silika 20% dan (b) Semen Tiga Roda 90% Silika 10%.

sampel 3R9LPIN1 berbentuk potongan-potongan yang tumpul dan banyak partikel halus. Hal ini menunjukkan bahwa pengerasan pasta semen pada 3R9LPIN1 belum optimum berjalan. Sementara itu mikrostruktur 3R9LPIN1 mengandung void yang mengakibatkan penurunan kerapatan atau densitasnya, sehingga kuat tekan 3R9LPIN1 jauh di bawah standard yaitu hanya 34 MPa.



(a)

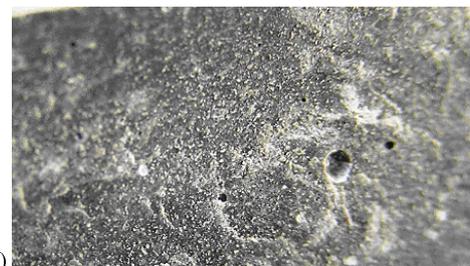


(b)

Gambar 5: Pecahan (a) Semen Gresik 90% Kalimantan Putih 10% dan (b) Semen Tiga Roda 90% Lumpur Lapindo 10%.



(a)



(b)

Gambar 6: Mikrostruktur (a) Semen Gresik 90% Kalimantan Putih 10% dan (b) Semen Tiga Roda 90% Lumpur Lapindo 10%.

IV. SIMPULAN

1. Bubuk silika dari batuan alami lokal dapat meningkatkan kuat tekan semen, baik Semen Gresik maupun Semen Tiga Roda hingga penguatan 40%
2. Penambahan Lumpur Lapindo pada Semen Tiga Roda menurunkan kekuatan hingga 10%, sedangkan penam-

bahan Lumpur Lapindo pada Semen Tiga Roda memiliki kekuatan yang sama dengan standar

memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan tambahan khusus untuk Semen Gresik.

3. Batuan silika dari batuan alami lokal dapat digunakan sebagai bahan penguat semen dan Lumpur Lapindo

-
- [1] Kompas, 5 Maret 2007, Kerugian akibat lumpur lapindo Rp. 7,6 triliun. www.kompas.com
 - [2] Metro TV News, 12 Maret 2007, Today's Dialogue, www.metrotvnews.com
 - [3] Malhotra, *Fly Ash, Silica Fume, Slag, and Natural Pozolans in*

- Concrete*, American Concrete Institute, Detroit (1989)
- [4] Shetty, M.S., *Concrete Technology Theory and Practice*, S Chand & Company Ltd. New Delhi (1982)