

Pengaruh Silika Halus terhadap Ketahanan Mortar

W. Firmansyah,* Widhya B, Suryadi, Wahyu B.W, Agus S.W, Alfian N., M. I. Amal, dan Nurul T.R.

Lab Material Lanjut dan Nanoteknologi,
Pusat Penelitian Fisika- LIPI
Kawasan PUSPIPTEK Serpong Tangerang 15314

Intisari

Penggunaan bahan bangunan beton dengan penambahan (aditif) mikrosilika atau silika telah diketahui merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan beton dengan kinerja yang tinggi, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan aditif silika pada mortar pada berbagai komposisi silika terhadap berat semen. Setelah itu kemudian diuji pengaruh penggunaan aditif silika pada mortar terhadap serangan H_2SO_4 dan CH_3COOH . Aditif silika yang digunakan yaitu mikrosilika impor dan bubuk silika hasil mechanical milling mineral alam. Sampel yang digunakan berdiameter 0,5 in dan tinggi 5 cm. Sampel mortar ini kemudian diuji kuat patah, kuat tekan, densitas dan porositasnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa komposisi 10% bubuk silika terhadap berat semen merupakan komposisi silika yang optimal untuk memperkuat mortar. Hasil pengujian yang dilakukan juga menunjukkan bahwa bubuk silika memiliki peran yang sama dengan mikrosilika yaitu dapat meningkatkan ketahanan mortar terhadap serangan H_2SO_4 dan CH_3COOH mencapai hampir sekitar 50% dari mortar tanpa penggunaan aditif silika, sehingga bubuk silika ini memiliki peluang untuk menggantikan mikrosilika yang merupakan produk impor.

KATA KUNCI: mikrosilika, mechanical milling

I. PENDAHULUAN

Beton telah digunakan sebagai material konstruksi sejak dahulu. Namun demikian, dengan meningkatnya kebutuhan akan kekuatan bangunan, dibutuhkan beton yang mampu memenuhi kriteria untuk kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, telah dikembangkan penggunaan zat aditif pozzolan, seperti mikrosilika, *waterproofing*, abu terbang, batu bara, polimer dan lain-lain [1, 2].

Penggunaan mikrosilika maupun bubuk silika diketahui dapat meningkatkan kekuatan beton, namun pada komposisi berapa dan sejauh mana ketahanannya terhadap serangan asam sulfat dan asam asetat belum banyak diketahui. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat mortar dengan variasi tanpa zat aditif, dengan zat aditif berupa bubuk silika dan zat aditif mikrosilika dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 20% dari berat semen. Pada komposisi yang menunjukkan nilai porositas terkecil kemudian direndam dalam dua larutan yang berbeda, yaitu larutan H_2SO_4 dan CH_3COOH , sehingga dapat diketahui sejauh mana pengaruh penggunaan aditif silika pada mortar tersebut terhadap serangan H_2SO_4 dan CH_3COOH .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi silika optimal untuk meningkatkan kekuatan beton dan pengaruh penggunaan aditif silika (khususnya bubuk silika dari Lampung) pada mortar, terhadap serangan H_2SO_4 dan CH_3COOH .

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Persiapan Sampel

Batuan silika diambil dari provinsi Lampung (Gambar 1.(a)) dan alat yang digunakan untuk membuat nanopartikel adalah Disk Mill dan Rotary Mill. Silika dimilling selama 500 jam. Bubuk silika hasil milling (Gambar 1.(b)) kemudian dianalisis ukurannya menggunakan SEM, dan didapatkan bubuk silika dengan ukuran beberapa nanometer.

Selain zat aditif, juga digunakan bahan pembuat beton, yaitu pasir, air, dan semen dengan rasio perbandingan pasir : air : semen sebesar 3 : 0,6 : 1. Proses pembentukan sampel dilakukan dengan menggunakan alat cetak (paralon) dengan diameter 0,5 in dan tinggi 5 cm, hal ini sesuai dengan standar pengujian kuat tekan, yaitu SNI 1974-1990-F [3], kemudian dijaga kelembabannya selama 28 hari.

B. Pengujian Sampel

1. Pengukuran Porositas dan Densitas

Nilai porositas dan densitas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Porositas } (\%) = \frac{BB - BK}{BB - BG - BKw} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Densitas, } \rho = \frac{BK}{BB - BG - BKw} \times 1 \quad (2)$$

dengan $\rho_{air} = 1$ (gr/cm³), ρ = densitas (gr/cm³), Berat Basah (BB), Berat Kering (BK), Berat Gantung (BG), dan Berat Kawat (BKw), semua satuan berat dalam gram (gr).

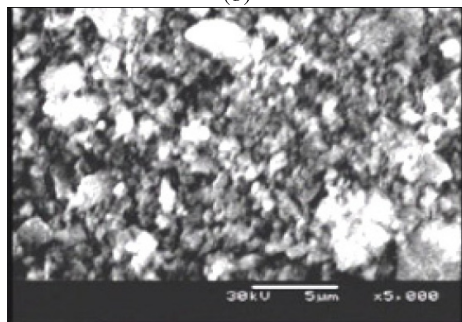
*E-MAIL: wahyufirmansyahdinasty@yahoo.com



(a)



(b)



(c)

Gambar 1: (a). Batu silika sebelum dimilling, (b). Bubuk silika hasil milling selama 500 jam, (c). Hasil SEM dari bubuk silika setelah dimilling.

2. Pengujian Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Kuat tekan (*Compressive Strength*) beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Compressive Strength} = \text{Force} / \text{Area}$$

$$\rho_{CS} = \frac{F}{A} \tag{3}$$

dengan ρ_{CS} = Kuat Tekan (MPa), F = Gaya Tekan (N), A = Luas Penampang (cm²)

3. Uji Patah (*Bending Strength*)

Kekuatan patah dari suatu bahan berbentuk silinder dapat dirumuskan sebagai berikut :

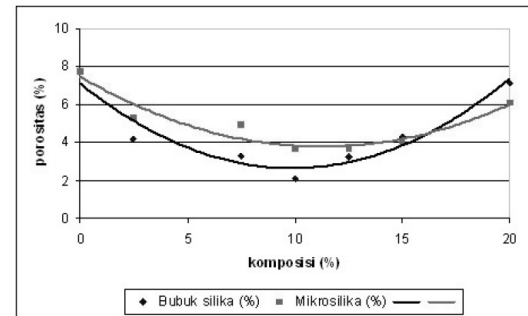
$$\text{Kuat Patah} = \frac{8PL}{\pi d^3} \tag{4}$$

dengan P = Gaya pada puncak beban (MPa), L = Jarak antar kedua tumpuan (cm), d = Diameter benda uji (cm)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Uji Porositas

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil pengujian porositas, pada beberapa komposisi silika seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Grafik porositas terhadap komposisi

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa nilai porositas untuk sampel tanpa penambahan silika, nilainya sangat tinggi yaitu sebesar 7.77 %. Sedangkan untuk penambahan masing-masing 10% bubuk silika dan mikrosilika nilai porositasnya berturut-turut adalah 2,32 % dan 3,012 %. Ini dapat dikatakan sebagai nilai optimal untuk nilai porositas pada bubuk silika dan mikrosilika, karena setelah penambahan pada komposisi 12,5 % untuk bubuk silika dan mikrosilika nilai porositasnya naik kembali.

Pengukuran Porositas dan Densitas Mortar Akibat Serangan Asam

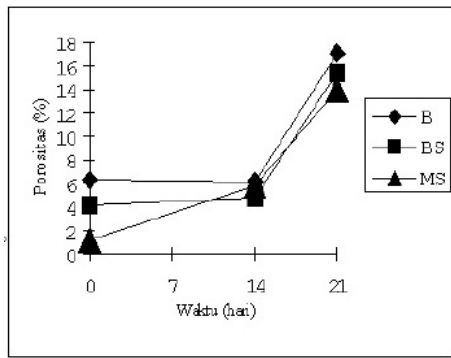
1. Nilai Porositas

Hasil uji porositas yang dilakukan pada mortar yang telah direndam dalam larutan H₂SO₄ dan CH₃COOH selama 21 hari ditunjukkan pada Gambar 3.

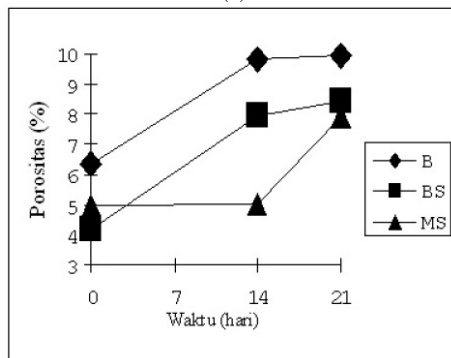
Berdasarkan dua buah grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai porositas makin besar seiring dengan makin lamanya waktu perendaman, namun nilai porositas untuk untuk mortar yang ditambahkan bubuk silika atau mikrosilika memiliki nilai porositas yang lebih kecil dibandingkan dengan mortar yang tidak ditambahkan dengan zat aditif. Secara fisik bahan bubuk silika atau mikrosilika ini akan mengisi setiap celah yang ada di dalam beton, sehingga mengakibatkan diameter pori mengecil dan total volume pori juga berkurang, dan secara kimia bahan mikrosilika ini bersifat pozolan, di mana mikrosilika ini bereaksi dengan Ca(OH)₂ yang dilepas langsung dari semen.

2. Nilai Densitas

Hasil uji densitas yang dilakukan pada mortar yang



(a)



(b)

Gambar 3: Grafik hasil uji porositas mortar beton yang telah direndam dalam (a). H₂SO₄ dan (b). CH₃COOH

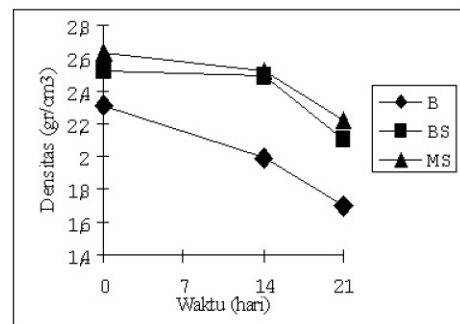
telah direndam dalam larutan H₂SO₄ dan CH₃COOH selama 21 hari ditunjukkan pada Gambar 4.

Nilai densitas pada mortar dengan mikrosilika lebih besar daripada nilai densitas pada mortar dengan bubuk silika dan mortar biasa, dan nilai densitas pada mortar dengan bubuk silika lebih besar daripada nilai densitas pada mortar biasa. Hal ini terjadi karena partikel nano dari mikrosilika dan bubuk silika berekspansi masuk ke dalam pori-pori mortar sehingga membuat mortar menjadi lebih padat.

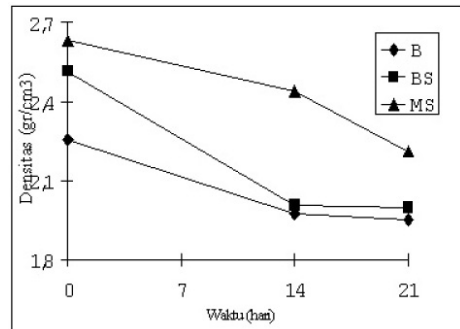
B. Uji Kuat Tekan

Pada penelitian ini, uji kuat tekan hanya dapat dilakukan pada mortar yang direndam dalam larutan CH₃COOH, sedangkan pada mortar yang direndam dalam larutan H₂SO₄ tidak dapat dilakukan uji kuat tekan, hal ini dikarenakan sampel mortar yang direndam dalam H₂SO₄ habis terkikis, sehingga tidak dapat dilakukan uji kuat tekan. Hal ini menunjukkan bahwa H₂SO₄ memiliki pengaruh lebih besar sebagai penghancur terhadap ketahanan mortar daripada CH₃COOH. Hal ini disebabkan H₂SO₄ merupakan asam yang lebih kuat dibandingkan dengan CH₃COOH. Hasil uji kuat tekan yang dilakukan pada mortar yang telah direndam dalam CH₃COOH selama 21 hari ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat

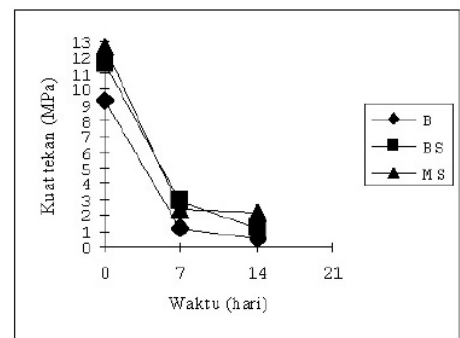


(a)



(b)

Gambar 4: Grafik hasil uji densitas mortar beton yang telah direndam dalam (a). H₂SO₄ dan (b). CH₃COOH



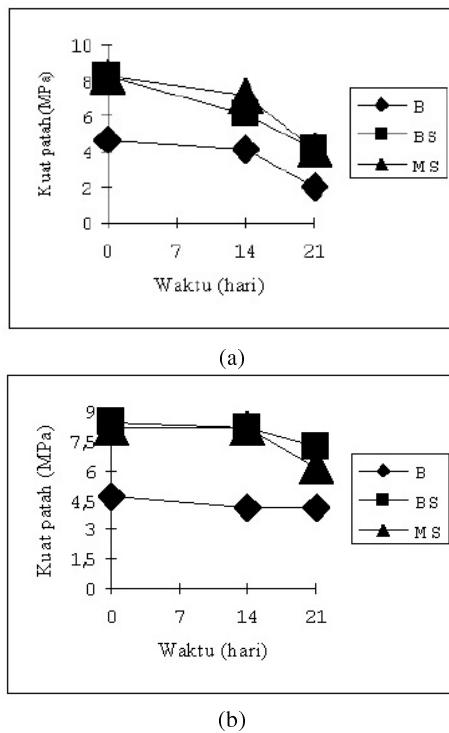
Gambar 5: Grafik hasil uji kuat tekan mortar beton yang telah direndam dalam CH₃COOH

tekan makin berkurang dengan makin lamanya waktu perendaman dalam CH₃COOH, namun nilai kuat tekan untuk mortar yang ditambah zat aditif (bubuk silika atau mikrosilika) lebih besar dari mortar tanpa penambahan zat aditif. Hal ini menjadi bukti bahwa terjadi penguatan pada mortar yang ditambahkan zat aditif.

C. Uji Kuat Patah

Hasil uji kuat patah yang dilakukan pada mortar yang telah direndam dalam larutan H₂SO₄ dan CH₃COOH selama 21 hari ditunjukkan pada Gambar 6.

Berdasarkan dua grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai



Gambar 6: Grafik hasil uji kuat patah mortar beton yang telah direndam dalam (a). H_2SO_4 dan (b). CH_3COOH

kuat patah mortar makin berkurang dengan makin lamanya waktu perendaman, namun dengan penambahan zat aditif (bubuk silika atau mikrosilika) penurunan nilai kuat patah mortar tidak signifikan seperti pada mortar tanpa penambahan zat aditif. Hal ini menunjukkan terjadi penguatan pada mortar akibat penambahan zat aditif.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Pengaruh Silika halus terhadap Ketahanan Mortar, dapat ditarik kesimpulan :

1. Nilai porositas dengan tambahan bubuk silika yang terendah yaitu pada komposisi 10 % dengan nilai sebesar 2.32 %. Dan untuk penambahan mikrosilika nilai porositas yang terendah yaitu pada komposisi 10 % dengan nilai sebesar 3.01 %. Sedangkan untuk mortar dengan tanpa penambahan bubuk silika atau mikrosilika nilai porositasnya jauh lebih tinggi yaitu sebesar 7.77 %.
2. Nilai densitas untuk mortar yang telah direndam dalam H_2SO_4 dan CH_3COOH , makin kecil dengan semakin lamanya waktu perendaman. Hal tersebut berasosiasi dengan kenaikan porositas seiring makin lamanya waktu perendaman. Mortar dengan penambahan mikrosilika dan bubuk silika memiliki nilai densitas dan porositas yang lebih baik dibanding dengan mortar tanpa penambahan zat aditif.
3. Nilai kuat tekan dan kuat patah pada mortar yang telah direndam dalam larutan CH_3COOH maupun H_2SO_4 makin menurun dengan semakin lamanya waktu perendaman. Namun mortar dengan penambahan mikrosilika dan bubuk silika memiliki nilai kuat tekan dan kuat patah yang lebih baik dibanding dengan mortar tanpa penambahan zat aditif.
4. H_2SO_4 memiliki pengaruh lebih besar sebagai penghancur terhadap ketahanan mortar daripada CH_3COOH . Hal ini disebabkan H_2SO_4 merupakan asam yang lebih kuat dibandingkan dengan CH_3COOH .
5. Bubuk silika memiliki peran yang sama dengan mikrosilika, karena dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap serangan H_2SO_4 dan CH_3COOH , sehingga bubuk silika ini memiliki peluang untuk mengganti mikrosilika sebagai zat aditif untuk mendapatkan mutu beton yang baik.

[1] Elkem, M., *How to Improve to Strength And Durability of Concrete*, Elkem Material Available : [www.concrete.elkem.com]
 [2] Segel R., Kole P., Kusuma G. , *Pedoman Pengerjaan Beton* (Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03), Penerbit Erlangga, Jakarta(1994).
 [3] Nadhiroh, M. , 'Beton Mutu Tinggi Menggunakan Silica-fume/Mikrosilika', *Jurnal Penelitian Pemukiman*, **Vol.X**, pp .1-2(1994)
 [4] Hayati, K. , 'Pengaruh Variasi Penambahan Bubuk Silika Terhadap Kekuatan Mortar', hasil penelitian mahasiswa USU di P2F LIPI, Serpong(2005).
 [5] Hidayat, L., *Peningkatan Kinerja Beton Dengan Mikrosilika*,

Puslitbang Prasarana Transportasi Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan (2004).
 [6] Mulyono, T. , *Teknologi Beton*, edisi ke-1, Penerbit Andi, Yogyakarta(2003).
 [7] Nadhiroh M.,Andriati A. H., Lasino , 'Penggunaan Silica-fume/Mikrosilica Sebagai Bahan Tambahan Untuk Beton Mutu Tinggi', Makalah Seminar Sehari Mikrosilica Concrete The Choice For High Performance & Long Service Life(2004).
 [8] Supartono F.X. , 'Pengaruh Penambahan Mikrosilica Pada Peningkatan Ketahanan Beton Terhadap Korosi Sulfat', Seminar Haki, Jakarta(1992).