

## Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar

Fauzi Rahman<sup>1</sup>

### Abstrak

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian beton ringan yang menggunakan serbuk pasir silika dan styrofoam. Kandungan mineral utama pasir silika berupa silikat ( $\text{SiO}_2$ ) dapat dipakai sebagai bahan tambahan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan. Dengan ini pasir silika diduga dapat bersifat pozzolanic dan bersifat amorf sehingga dapat dipakai sebagai *cementitious material* pada beton.

Pasir silika dihaluskan menjadi serbuk pasir silika (sps) dengan dua tingkat kehalusan. Kehalusan I (sps I) sebesar 22,44 % tertahan pada saringan no.325 dan kehalusan II (sps II) sebesar 58,12 % tertahan pada saringan no.325. Penelitian ini diawali dengan pemeriksaan sifat fisika dan kimia serta XrayDiffraction (XRD) material. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian pasta (semen+air) dan mortar I (sps I+semen+air) serta mortar II (sps II+semen+air) dengan kadar sps 30% , 40% , 50% dari berat sps dan semen.

Dari hasil pemeriksaan komposisi kimia dan sifat fisika, sps belum memenuhi spesifikasi ASTM C618-03 dan berdasarkan hasil pengujian XRD ternyata sps merupakan bahan yang bukan amorf sehingga sps tidak bersifat pozzolan tetapi hanya sebagai filler saja. Pada pengujian pasta dengan kadar sps 0 % dihasilkan kuat tekan umur 28 hari 63,267 Mpa. Pada pengujian mortar I dengan kadar sps 30%, 40% dan 50% dihasilkan kuat tekan umur 28 hari masing-masing 56,267 MPa, 40,933 MPa, 31,76 MPa. Untuk mortar II dengan kadar sps 30%, 40% dan 50% dihasilkan kuat tekan umur 28 hari masing-masing 40,467 MPa, 37,360 Mpa, 29,254 MPa.

---

Keywords - serbuk pasir silika, semen, pasta, mortar, kuat tekan

---

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Semakin pesatnya pembangunan akan sangat mempengaruhi tersedianya kebutuhan beton sebagai bahan konstruksi. Akibatnya keperluan material pembentuknya akan meningkat. Berbagai penelitian material beton dilakukan untuk mencari alternatif bahan yang dapat menggantikan semen (*cementitious material*) karena semen merupakan komponen material beton yang harganya lebih mahal dibandingkan dengan komponen material yang lain seperti pasir dan kerikil. Salah satu contoh material *cementitious* adalah *fly ash* (abu terbang)

yang cukup banyak digunakan sebagai pengganti semen yang senyawa utamanya adalah silikat ( $\text{SiO}_2$ ). Penelitian ini merupakan upaya untuk mencari bahan alternatif lain pengganti semen yaitu pasir silika, karena kandungan senyawa utamanya juga silikat ( $\text{SiO}_2$ ).

Pasir silika dapat digunakan sebagai pengganti semen yang mempunyai kandungan silikadioksida ( $\text{SiO}_2$ ) mencapai lebih dari 90% dalam bentuk *silica fume* (Hurijanto Koentjoro 1993), sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekuatannya dibandingkan dengan menggunakan pasir biasa. Hurijanto Koentjoro (1993) telah mengadakan penelitian tentang pasir silika yang dibuat menjadi serbuk disebut serbuk silika. Hasil penelitian

<sup>1</sup>) Staf pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

menyimpulkan bahwa serbuk silika dapat dipakai sebagai bahan tambahan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan. Penambahan serbuk silika sebanyak 30% dapat meningkatkan kekuatan tekan sampai 40%, kekuatan tarik 20% dan kekuatan lentur 4%.

Pasir silika yang digunakan pada penelitian ini akan dilakukan penghalusan (*grinding*) terlebih dahulu dengan dua tingkat kehalusan serbuk pasir silika (sps), kemudian dicari kandungan senyawa kimianya melalui penelitian secara kimia yang diharapkan menghasilkan kehalusan dan senyawa-senyawa yang kadarnya memenuhi syarat sebagai pozzolan dan diharapkan pula dapat mengetahui sejauh mana pengaruh kehalusan sps terhadap kekuatan mortar.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui sifat fisika dan komposisi kimia dari sps
2. Mengetahui perbedaan kuat tekan pasta (semen+air), mortar I (sps I+semen+air) dan mortar II (sps II+semen+air) dengan melakukan penelitian meliputi: pembuatan dan perawatan pasta, mortar, tes kuat tekan mortar.

### KAJIAN TEORITIS

#### a. Semen Portland (*Portland Cement*)

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C150, 2003, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan

menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10% (tergantung mutu beton), namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

#### b. Air

Air merupakan salah satu bagian yang penting dalam pembuatan beton, karena air diperlukan sebagai pereaksi terhadap semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan (Tjokrodiljo, 1996). Semen tidak akan berfungsi apa-apa tanpa bereaksi dengan air. Oleh sebab itu kualitas air yang digunakan harus benar-benar dikontrol dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan (*Portland Cement Association, Principles of Quality Concrete, 1975*).

Umumnya air tawar yang dapat diminum, baik yang diolah oleh perusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat digunakan untuk pembuatan beton, kecuali bila terlebih dahulu diuji. Pengujian air dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu tes dengan benda uji mortar dan uji kandungan kimianya. Air akan memenuhi standar bila kuat tekan mortarnya pada umur 7 dan 28 hari, paling sedikit adalah 90 % dari kuat tekan mortar dengan menggunakan air tawar yang dapat diminum atau air suling (*Portland Cement Association, Principles of Quality Concrete, 1975*).

#### c. Pasir Silika

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti silika dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. (Htpp://

[www.tekmira.esdm.go.id/kp/informasiPertamb/index.asp](http://www.tekmira.esdm.go.id/kp/informasiPertamb/index.asp))

Pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 17150C, bentuk kristal

hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 – 1000C (Sumber : Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara. 2005 [Http://www.tekmira.esdm.go.id/kp/informasiPertamb/index.asp](http://www.tekmira.esdm.go.id/kp/informasiPertamb/index.asp)).

Tabel 1 : Komposisi Kimia *Finely Ground Silica* dan material lainnya  
Sumber : K. Kohno dkk (1989)

Chemical Analysis of Finely Ground Silica and Other Related Material									
Composition Material	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{SO}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{FeO}$
Taiwan Coper Slag	34.3	3.83	53.72	7.91	0.94	3.02	0.42	0.55	-
Taiwan Fly Ash	49.9	21.8	11.54	2.64	1.15	0.75	0.56	1.76	-
ASTM Type I Cement	21.8	5.65	3.25	62.5	1.13	1.95	0.24	0.91	-
Iron Sand	15	3	2	3	-	-	0.5	-	60
Finely Ground Silica	89.9	3.64	3	0.27	0.09	-	0.04	0.05	-
Silika Fume	81.3	1.2	2.94	1.56	1.7	-	0.47	0.97	-

#### d. Material Pozzolan

ASTM C618-03 mendefinisikan pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan aluminium silika yang tidak mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri, tetapi dengan butirannya yang sangat halus bisa bereaksi dengan kapur dan air membentuk bahan perekat (senyawa yang bersifat hidrolis) pada temperatur normal.

Menurut ASTM C618-03, pada dasarnya proses hidrasi semen adalah reaksi antara silika, kapur dan air menghasilkan perekat (CSH) dan sisa hidrasi (kapur). Sisa hidrasi

inihlah yang akan bereaksi dengan silika yang berasal dari material pozzolan untuk menghasilkan perekat (CSH) baru. Ada beberapa kondisi yang mempengaruhi proses pozzolanik yaitu kehalusan bahan pozzolan, bentuk kristal, kandungan silika, alumina, ferrit dan bahan dasar.

Spesifikasi Kimia dan Fisika Menurut ASTM C618-03 untuk material yang bersifat pozzolan jenis N (natural pozzolan) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Kimia dan Fisika Menurut ASTM C618-03

Ketentuan Kimiawi	Jenis N
Oksida Silika ( $\text{SiO}_2$ ) + Oksida Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) + Oksida Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), minimum %	70.0
Trioksida Sulfur ( $\text{SO}_3$ ), maksimum %	4.0
Kadar Air, maksimum %	3.0
Ketersediaan alkali ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), maksimum %	1.5
Ketentuan Fisika	Jenis N
Kehalusan, maksimum % (tertahan ayakan no 325)	34

## METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan dan perawatan benda uji dilakukan berdasarkan standart ASTM C192/C192M-02. Perawatan dilakukan dengan cara

perendaman dengan air yang dapat digunakan untuk pekerjaan beton.

Peralatan yang diperlukan adalah :

- Alat penggiling pasir silika *Bond Ball Mill*
- Mesin pengaduk Standar ASTM C 305
- Tempat pengaduk

- Alat pengaduk
- *Stop Watch* (Pengukur Waktu)
- Cetakan berbentuk kubus 5x5x5 cm<sup>3</sup> untuk benda uji pasta dan mortar
- Mesin tekan *Torsee's Universal Testing Machine*

Bahan yang diperlukan adalah : air, semen dan pasir silika

#### a. Penelitian Material

##### 1). Air

Air yang akan digunakan diambil dari Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil ITS Surabaya (standar air dapat diminum).

##### 2). Semen

Semen yang akan digunakan adalah semen Portland tipe I produksi PT Semen Gresik, dengan standar mutu mengacu pada ASTM C150-02 dan SNI 15-2049-94. Pengujian tidak dilaksanakan sendiri di laboratorium tetapi menggunakan hasil pengujian dari PT. Semen Gresik (Persero) Tbk.

##### 3). Pasir Silika

Pasir silika yang digunakan berasal dari Kabupaten Tuban. Bahan pasir silika yang akan dites terlebih dahulu dihaluskan dengan alat penggiling *Bond Ball Mill* yang ada di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan ITS. Pasir silika ini dihaluskan menjadi 2 (dua) tingkat kehalusan, yaitu:

Tingkat kehalusan I : pasir silika yang sudah digiling sebanyak 52000 putaran disebut dengan serbuk pasir silika I (sps I).

Tingkat kehalusan II: pasir silika yang sudah digiling sebanyak 26000 putaran

disebut dengan serbuk pasir silika II (sps II).

Tes yang dilakukan adalah tes fisik dan analisa kimia. Untuk tes fisik yang meliputi : *Specific gravity* (berat jenis), *Unit Weight* (berat volume) dilakukan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil ITS Surabaya, sedangkan untuk analisa *amount retained when wet-sieved on 45  $\mu$ m (No. 325) sieve* (analisa saringan tertahan saringan no. 325) dilakukan di laboratorium bahan PT. Semen Gresik Tbk di Gresik. Untuk mengetahui apakah sps ini bersifat reaktif (amorf) maka dilakukan tes *X-Ray Diffraction* dengan mesin *X-Ray Diffractometer JEOL JDX-3530* yang ada di Laboratorium Dasar Bersama Universitas Air Langga Surabaya.

#### b. Penelitian Pasta dan Mortar

Untuk tahap penelitian mortar kombinasi sps adalah 0 %, 30 %, 40 % dan 50 % dari berat semen+sps dengan faktor air semen (fas) 0,35. Untuk kombinasi sps 0 % atau 100 % semen, campuran ini disebut dengan pasta. Sedangkan kombinasi sps 30 %, 40 % dan 50 % disebut dengan mortar. Baik pasta, mortar I ataupun mortar II benda ujinya berbentuk kubus dengan ukuran 5X5X5 cm<sup>3</sup>, masing-masing kombinasi sebanyak 15 buah dan dites tekan hancur pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari berdasarkan standart ASTM C109/C109M-02. Rancangan jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan syarat minimal yang ditetapkan ASTM (lihat tabel 3., tabel 4. dan tabel 5. ).

Tabel 3. Rancangan jumlah benda uji pasta

Pengujian	Faktor Air Semen (fas)	Persentase sps terhadap Berat Total (sps + Semen)		Keterangan Umur benda uji
		0 %		
Uji Kuat Tekan ASTM C109/C109M-02 5 x 5 x 5 cm	0,35	15 sampel		3, 7, 14, 21 dan 28 hari

Tabel 4. Rancangan jumlah benda uji mortar I (sps I + semen)

Pengujian	fas	Persentase sps I terhadap Berat Total (sps I + Semen)			Keterangan Umur benda uji
		30%	40 %	50 %	

Uji Kuat Tekan ASTM C109/C109M-02 5 x 5 x 5 cm	0,35	15 sampel	15 sampel	15 sampel	3, 7, 14, 21 dan 28 hari
--	------	-----------	-----------	-----------	-----------------------------

Tabel 5. Rancangan jumlah benda uji mortar II (sps II + semen)

Pengujian	fas	Persentase sps II terhadap Berat Total (sps II + Semen)			Keterangan Umur benda uji
		30%	40 %	50 %	
Uji Kuat Tekan ASTM C109/C109M-02 5 x 5 x 5 cm	0,35	15 sampel	15 sampel	15 sampel	3, 7, 14, 21 dan 28 hari

Pengujian Kuat Tekan (*Compressive Strength test*)

Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui kemampuan pasta dan mortar dalam menerima beban tekan.

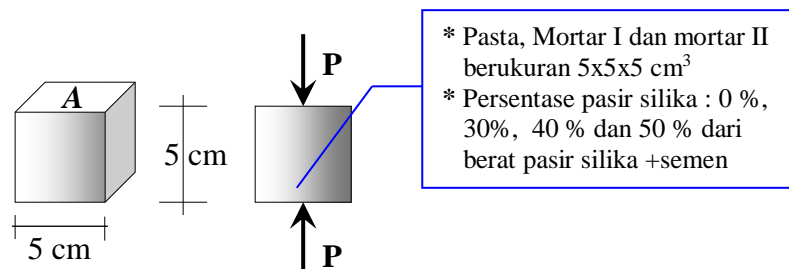
Perhitungan hasil pengujian Kuat Tekan adalah dengan menggunakan rumus

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dimana  $f'_c$  = kuat tekan pasta atau mortar

$P$  = beban maksimum yang dapat diterima benda uji pasta atau mortar

$A$  = luas alas benda uji pasta atau mortar.



Gambar 1. Sket Pembebanan Tes Tekan Pasta dan Mortar

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisa Material

#### a. Hasil Analisa Air

Penelitian untuk air adalah meliputi ke-layakannya untuk digunakan sebagai material beton, yaitu menyangkut kandungannya terhadap zat-zat serta logam-logam yang membahayakan beton. Standarnya adalah dapat diminum atau dikonsumsi manusia (Neville, 1981). Mengingat bahwa air yang digunakan adalah air PDAM Surabaya yang dikonsumsi oleh masyarakat Surabaya, maka penelitian terhadap air tidak dilakukan lagi.

#### b. Hasil Analisa Semen Portland

Semen Portland yang digunakan dalam penelitian ini adalah portland Cement jenis I (PC I) yaitu semen hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak semen Portland dan Gypsum produksi PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Analisa dilakukan terhadap sifat kimia maupun fisika dengan standar mutu SNI-2049-94 dan ASTM C 150-02. Berdasarkan analisa sifat fisika dan kimia yang telah dilakukan oleh PT. Semen Gresik (Persero) Tbk, maka semen portland Gresik jenis I sudah memenuhi standar SNI dan ASTM, dengan demikian bisa digunakan untuk campuran beton.

#### c. Hasil Analisa Serbuk Pasir Silika (SPS)

Tes analisa kimia sps dilakukan di laboratorium FMIPA Kimia ITS sedangkan

tes fisika dilakukan di laboratorium Beton dan Bahan Bangunan FTSP ITS Surabaya. Hasil analisa ditunjukkan pada Tabel 6. Sedangkan hasil analisa *X-Ray Diffraction* dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 6. Hasil analisa Kimia dan Fisika SPS

Komposisi Kimia		
No.	Parameter	Kadar (%)
1	Silikon Dioksida (SiO <sub>2</sub> )	29,73
2	Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,97
3	Ferri Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,88
4	Kalsium Oksida (CaO)	3,68
5	Magnesium Oksida (MgO)	3,83
6	Sulfur Trioksida (SO <sub>3</sub> )	5,64
7	Sodium Oxide (Na <sub>2</sub> O)	2,13
8	Potassium Oxide (K <sub>2</sub> O)	5,51

(Sumber : Hasil penelitian sendiri dari tes kimia Jurusan Kimia-MIPA ITS tgl. 7 April 2006)

Tes Fisika	Hasil Tes
<b>1 Pasir silika tingkat kehalusan I (sps I)</b>	
<i>Specific gravity</i> (Berat Jenis)	2,632
<i>Unit Weight</i> (Berat Volume) lepas	1,18 gr/cm <sup>3</sup>

<i>Unit Weight</i> (Berat Volume) tumbuk	1,24 gr/cm <sup>3</sup>
Kehalusan (tertahan ayakan no.325)	22,44 %
<b>2 Pasir silika tingkat kehalusan II (sps II)</b>	
<i>Specific gravity</i> (Berat Jenis)	2,632
<i>Unit Weight</i> (Berat Volume) lepas	1,21 gr/cm <sup>3</sup>
<i>Unit Weight</i> (Berat Volume) tumbuk	1,36 gr/cm <sup>3</sup>
Kehalusan (tertahan ayakan no.325)	58,12 %
<b>3 Pasir silika tanpa dihaluskan</b>	
<i>Unit Weight</i> (Berat Volume) lepas	1,48 gr/cm <sup>3</sup>

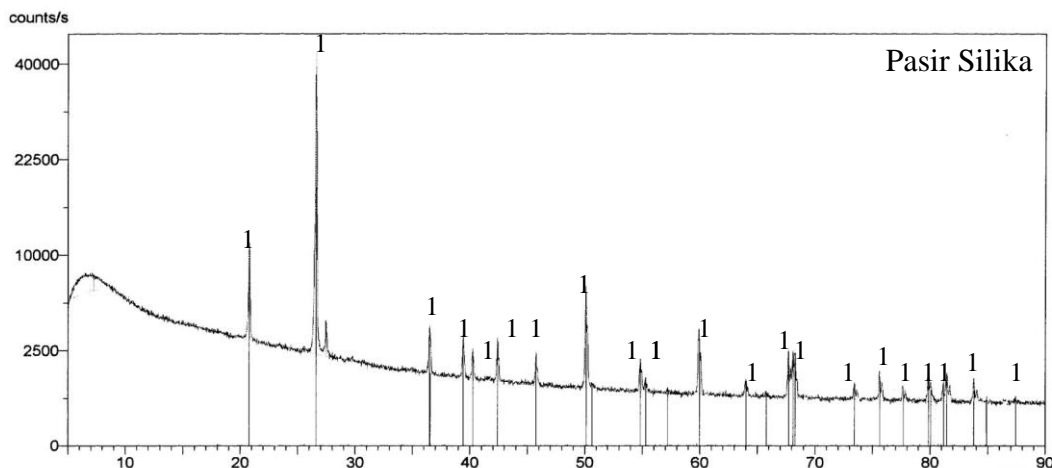
Spesifikasi Kimia dan Fisika Menurut ASTM C618-03 untuk material yang bersifat Pozzolan jenis N (natural pozzolan) dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Spesifikasi Kimia dan Fisika Menurut ASTM C618-03

Ketentuan Kimiawi	Jenis N	Hasil Tes
Oksida Silika (SiO <sub>2</sub> ) + Oksida Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + Oksida Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), minimum %	70.0	33,58
Trioksida Sulfur (SO <sub>3</sub> ), maksimum %	4.0	5,64
Kadar Air, maksimum %	3.0	-
Ketersediaan alkali (Na <sub>2</sub> O), maksimum %	1.5	2,13
Ketentuan Fisika		Jenis N
Kehalusan, maksimum % (tertahan ayakan no 325)	34	22,44 dan 58,12

X'Pert Graphics & Identify  
Graph: Pasir Silika

User-1  
6/16/06 14:34



Keterangan : 1. Quartz/Silikon Dioksida (SiO<sub>2</sub>)

Gambar 2. Hasil tes XRD SPS

Analisa kimia telah dilakukan terhadap sps dan didapatkan jumlah persentase kadar Oksida Silika (SiO<sub>2</sub>), Oksida Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan Oksida Besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) secara kumulatif adalah sebesar 33,58 %. Jumlah ini kurang dari 70 % yang disyaratkan ASTM 628-03. Begitu juga dengan Trioksida Sulfur (SO<sub>3</sub>) yang disyaratkan maksimum 4,0 % ternyata 5,64 % serta ketersediaan alkali (Na<sub>2</sub>O) adalah 2,13 % lebih dari 1,5 %. Ditinjau dari segi kandungan senyawa kimia maka sps ini tidak memenuhi syarat sebagai bahan pozzolan.

Sps I yang tertahan ayakan no.325 adalah sebesar 22,44 %, besarnya ini kurang dari 34 % yang disyaratkan berarti memenuhi. Sedangkan untuk sps II yang tertahan di saringan no.325 besarnya melebihi yang disyaratkan. Ditinjau dari segi ukuran kehalusan, maka sps I saja yang memenuhi syarat ukuran butiran pozzolan. Semakin kecil ukuran butiran sps maka semakin kecil berat volumenya.

Dari gambar 2. dapat dilihat hasil tes XRD sps, hanya SiO<sub>2</sub> saja yang tampak pada grafik berupa puncak-puncak. Hal ini menunjukkan bahwa SiO<sub>2</sub> sudah merupakan kristal, sedangkan senyawa-senyawa yang lain tidak terdapat puncak-puncaknya. Sehingga sps merupakan bahan yang bukan amorf dan tidak bisa bersifat sebagai pozzolan tetapi hanya sebagai filler saja.

#### d. Hasil Analisa Pengujian Pasta dan Mortar

##### 1). Hasil Analisa Pasta

Pasta merupakan campuran antara semen portland dan air. Pasta yang dibuat menggunakan faktor air semen (fas) 0,35. Hasil tes kuat tekan dapat dilihat pada tabel 8.

##### 2). Hasil Analisa Mortar I

Hasil tes kuat tekan Mortar I dapat dilihat pada tabel 9., tabel 10. dan tabel 11.

Tabel. 8. Hasil Tes Kuat Tekan Pasta

NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	PC(0,35:0:100)	0,35	3	33,973
2	PC(0,35:0:100)	0,35	7	40,053
3	PC(0,35:0:100)	0,35	14	51,173
4	PC(0,35:0:100)	0,35	21	56,533
5	PC(0,35:0:100)	0,35	28	63,267

Keterangan kode benda uji pasta :

PC(0,35:0:100) ; P = pasta semen ; C = *Compressive* (untuk kuat tekan)

0,35 = fas (faktor air semen) ; 0 = 0% pasir silika ; 100 = 100% semen

Tabel 9. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar I [MIC(0,35:30:70)]

NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
----	------	-----	-------------	----------------------------

1	MIC(0,35:30:70)	0,35	3	30,400
2	MIC(0,35:30:70)	0,35	7	38,267
3	MIC(0,35:30:70)	0,35	14	39,947
4	MIC(0,35:30:70)	0,35	21	41,080
5	MIC(0,35:30:70)	0,35	28	56,267

Tabel 10. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar I [MIC(0,35:40:60)]

NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	MIC(0,35:40:60)	0,35	3	30,507
2	MIC(0,35:40:60)	0,35	7	31,413
3	MIC(0,35:40:60)	0,35	14	32,560
4	MIC(0,35:40:60)	0,35	21	36,213
5	MIC(0,35:40:60)	0,35	28	40,933

Tabel 11. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar I [MIC(0,35:50:50)]

NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	MIC(0,35:50:50)	0,35	3	20,267
2	MIC(0,35:50:50)	0,35	7	23,067
3	MIC(0,35:50:50)	0,35	14	28,400
4	MIC(0,35:50:50)	0,35	21	28,987
5	MIC(0,35:50:50)	0,35	28	31,760

Keterangan : MIC(0,35:A:B); MIC(0,35:30:70); MIC(0,35:40:60); MIC(0,35:50:50)

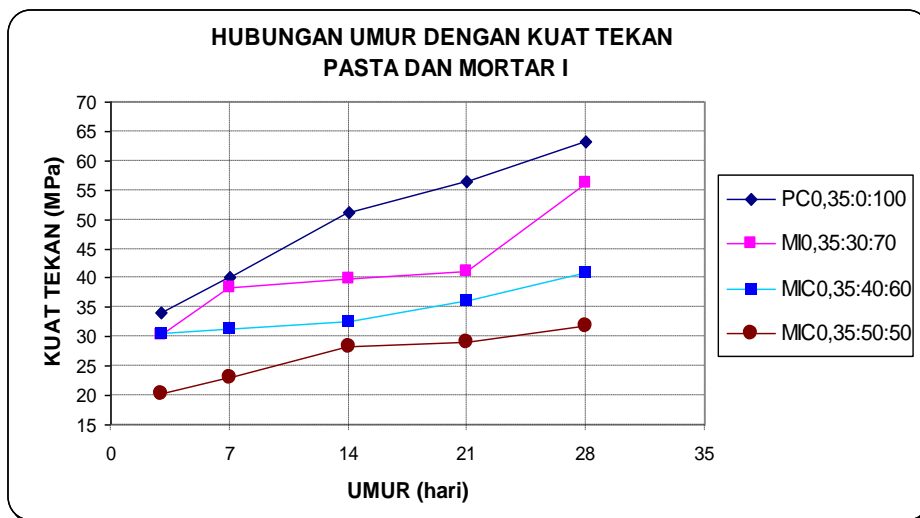
MI = Mortar I (Mortar yang memakai sps I)

C = *Compressive* (untuk kuat tekan)

0,35 = fas (faktor air semen)

A = persentase sps

B = persentase semen



Gambar 3. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat tekan Pasta dan Mortar I



Dari gambar 3. menunjukkan bahwa semakin meningkat umur pasta maupun mortar I maka sama-sama semakin meningkat kekuatan tekannya. Pada umur 28 hari, untuk mortar I dengan kadar sps 30 % [MIC(0,35:30:70)] kuat tekannya sebesar 56,267 Mpa, kekuatannya menurun 11 % jika dibandingkan dengan kuat tekan pasta normal sebesar 63,267 Mpa dan untuk untuk mortar I dengan kadar sps 40 % [MIC(0,35:40:60)]

dengan kuat tekannya sebesar 40,933 Mpa, kekuatannya menurun 35,3 %. Begitu juga mortar I dengan kadar sps 50 % [MIC(0,35:50:50)] yang kuat tekannya sebesar 31,76 Mpa, kekuatannya menurun sebesar 49,8 %.

**3). Hasil Analisa Mortar II**

Hasil tes kuat tekan Mortar II dapat dilihat pada tabel 12., tabel 13. dan tabel 14.

Tabel. 12. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar II [MIIC(0,35:30:70)]

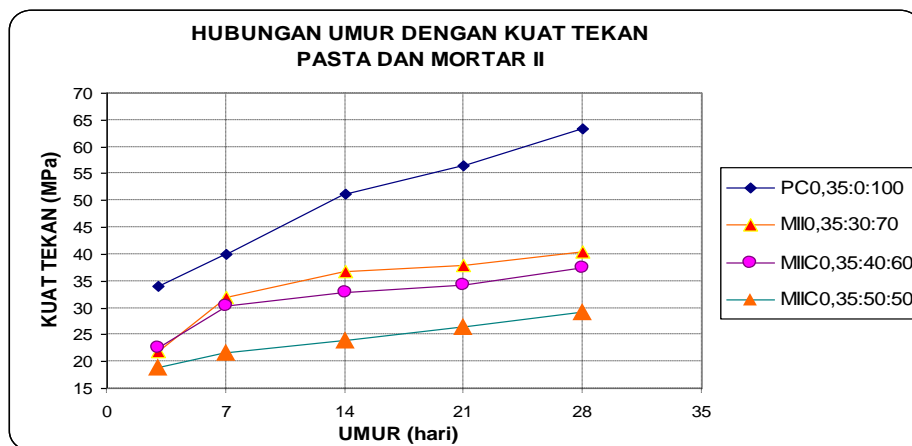
NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	MIIC(0,35:30:70)	0,35	3	21,813
2	MIIC(0,35:30:70)	0,35	7	32,000
3	MIIC(0,35:30:70)	0,35	14	36,693
4	MIIC(0,35:30:70)	0,35	21	37,813
5	MIIC(0,35:30:70)	0,35	28	40,467

Tabel. 13. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar II [MIIC(0,35:40:60)]

NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	MIIC(0,35:40:60)	0,35	3	22,453
2	MIIC(0,35:40:60)	0,35	7	30,333
3	MIIC(0,35:40:60)	0,35	14	32,960
4	MIIC(0,35:40:60)	0,35	21	34,213
5	MIIC(0,35:40:60)	0,35	28	37,360

Tabel. 14. Hasil Tes Kuat Tekan Mortar II [MIIC(0,35:50:50)]

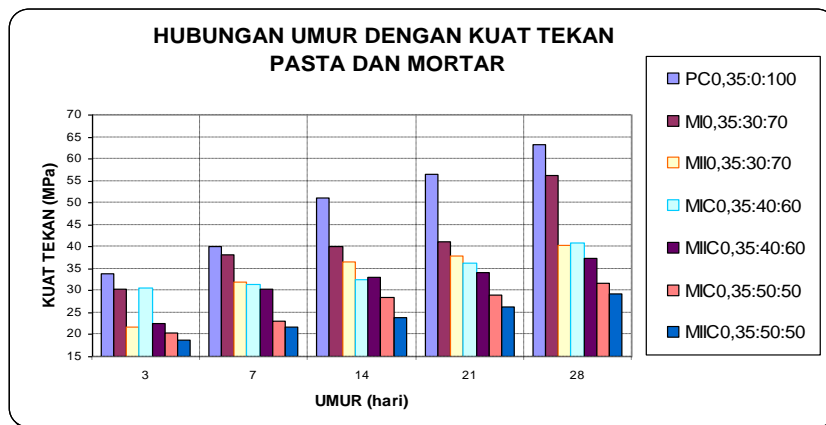
NO	KODE	FAS	UMUR (hari)	KUAT TEKAN RATA-RATA (MPa)
1	MIIC(0,35:50:50)	0,35	3	18,853
2	MIIC(0,35:50:50)	0,35	7	21,760
3	MIIC(0,35:50:50)	0,35	14	23,933
4	MIIC(0,35:50:50)	0,35	21	26,453
5	MIIC(0,35:50:50)	0,35	28	29,253



Gambar 4. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat Tekan Pasta dan Mortar II

Dari gambar 4. menunjukkan bahwa semakin meningkat umur pasta maupun mortar II maka sama-sama semakin meningkat kekuatannya. Pada umur 28 hari, untuk mortar II dengan kadar sps 30 % [MIIC(0,35:30:70)] kuat tekannya sebesar 40,467 MPa, kekuatannya menurun 36,04 % jika dibandingkan dengan kuat tekan pasta normal sebesar 63,267 Mpa dan untuk untuk

mortar II dengan kadar sps 40 % [MIIC(0,35:40:60)] dengan kuat tekannya sebesar 37,36 MPa, kekuatannya menurun 40,95 %. Begitu juga mortar II dengan kadar sps 50 % [MIIC(0,35:50:50)] yang kuat tekannya sebesar 29,253 MPa, kekuatannya menurun sebesar 53,76 %.



Gambar 5.. Grafik Hubungan Umur dengan Kuat Tekan Pasta dan Mortar

Dari gambar 5. menunjukkan bahwa dengan kadar sps yang sama, jika dibandingkan antara mortar I dan mortar II, maka selalu mortar I lebih besar kekuatan tekannya dari pada mortar II. Hal ini berarti semakin halus sps nya maka semakin besar kuat tekannya.

### KESIMPULAN

#### Kesimpulan

a. Pasir silika yang berasal dari Tuban yang telah dihaluskan menjadi serbuk pasir silika (sps); sps I 22,44 % tertahan saringan no.325 dan sps II 58,12 % tertahan saringan no.325 dapat digunakan sebagai campuran beton tetapi hanya sebagai pengisi (filler) bukan sebagai cementitious material (pozzolan).

b. Semakin halus sps nya maka semakin besar kuat tekannya dan semakin besar kadar sps nya, maka semakin kecil kuat tekannya.

#### Saran-saran

Saran-saran yang dapat diberikan adalah :

- Mencoba menggunakan pasir silika yang mutunya lebih baik dari pasir silika asal Tuban.
- Mencoba beberapa tingkat kehalusan pasir silika untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh kehalusannya terhadap kekuatan beton (baik kuat tekan, kuat tarik atau kuat lentur)

### DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. 2002. "ACI 318-02 Building Code Requirements for Structural Concrete". Skokie, Illinois, USA.
- ASTM. 2003. "Concrete and Aggregates". Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. Metode, Spesifikasi dan Tata Cara. Bagian 3, Jakarta.
- Ghozi, Mohammad. 2001. "Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Campuran Semen pada Beton". Tesis Teknik Sipil ITS.
- Koentjoro, H. 1993. "Studi Awal Pemanfaatan Serbuk Silika sebagai Campuran Peningkat Kekuatan Beton".  
<http://puslit.petra.ac.id/research/research%20papers/civil/93/pen-civ93-01.htm>.
- Kohno, K. dkk. 1989. "Relative Durability Properties and Strength Development of Mortar Containing Finely Ground Silica and Silica Fume". Proceeding Third International Conference Trondheim, Norway, Vol.1.
- Mulyono, T. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Pratapa, Suminar. 2005. Sinar-X dan Prinsip Difraksi Sinar-X. Laboratorium Difraksi Sinar-X, LPPM ITS.
- Praktikum Teknologi Beton (Konstruksi Beton I, SI 1522). Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Surabaya.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Nafiri.