

PENGARUH KUAT TEKAN MORTAR CAMPURAN SILICA FUME SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN (K-300) DENGAN AIR LAUT SEBAGAI RENDAMAN

Rizal Pratama Firyanto (1431402668)
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 – Surabaya

ABSTRACT

Building constructions where located in seashore area is very difficult to avoid direct contact with sea water including when the concrete in the process of curing (curing). The impact of aggressive environments can damage building structures (beams and columns) even more so if there are reinforcing bars in the core of concrete being corroded. To eliminate the damaged it needs additional material that is pozzolan silica fume that is able to fill the gap that exists between aggregate with cement paste so that will increase the concrete density.

*The purpose of the research is to study the effect of silica fume as cement substitute and curing in aggressive areas or submerged with sea water on compressive strength of mortar. The percentage of silica fume in this research is varied with 0%; 5%; 8%; 12% and 15% of cement weight, each variation has 3 specimen which size is 60 mm in diameter and 120 mm in height. The compressive strength recorded when mortar at age 7, 14, 21 and 28 days in PAM water and sea water curing, where as the absorption test in recorded only mortar with 28 days in PAM water curing. The optimum compressive strength result is obtained from mixture with 8% percentage of silica fume the result is **312.574 Kg / Cm²** from mortar with PAM water curing and **294.881 Kg / Cm²** from mortar with sea water curing. The optimum absorption test result is **3,276 %** from mixture with 15% percentage of silica fume.*

Keywords: mortar, silica fume, seawater, compressive strength and absorption test

ABSTRAK

Pelaksanaan pembangunan konstruksi bangunan yang berada didaerah tepi pantai sangat sulit terhindar dari kontak langsung dengan air laut termasuk ketika beton dalam proses perawatan (curing). Dampak dari lingkungan agresif dapat merusak struktur utama bangunan (balok dan kolom) terlebih lagi jika terdapat besi tulangan dalam baton yang menyebabkan korosi/berkarat. Untuk mencegah terjadinya kerusakan maka perlu bahan tambahan pozzolan yaitu silica fume yang mampu mengisi celah-celah yang terkecil yaitu antara agregat dengan pasta semen sehingga akan memperkuat beton semakin padat kerapatannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk sejauh mana pengaruh silica fume sebagai substitusi semen portland dan pengaruhnya bila melakukan curing di daerah yang agresif atau air lautnya banyak (bangunan tepi pantai). Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan prosentase penambahan 0 % ; 5 % ; 8 % ; 12 % dan 15 % dari berat semen , masing-masing variasi 3 buah dengan cetakan benda uji silinder berukuran Ø 60 mm x 120 mm. Pengujian untuk tes tekan mortar dilaksanakan pada umur umur 7, 14, 21 dan 28 hari curing air PAM dan Laut, Sedangkan untuk tes resapan mortar hanya umur 28 hari curing air PAM saja . Hasil yang diperoleh hasil kuat tekan maksimum prosentase 8% curing air PAM **312.574 Kg/Cm²** sedangkan curing air Laut **294.881 Kg/Cm²**. Tes resapan mortar terjadi penurunan penyerapan air pada umur 28 hari prosentase 15% sebesar **3.276 Kg/Cm²**.

Kata kunci : mortar, silica fume, air laut, kuat tekan dan tes serapan

I. PENDAHULUAN

Dalam Pelaksanaan pembangunan kontruksi bangunan terlebih lagi yang berada didaerah tepi pantai, sangat sulit terhindar dari kontak langsung dengan air laut yang mengandung 30.000-36.000 mg garam per liter (3% - 3,6%) (Mulyono, 2004). Oleh sebab itu beton cepat rusak dan tidak mampu melindungi tulangan yang berada didalamnya karena terdapat Kalsium Sulfoaluminat (Ettringite) dan Kalsium Sulfat (Gypsum) yang bereaksi membentuk kristal yang tajam dan mengembang disisi sekitar beton. Sehingga terjadi pengrusakan pada beton dan tidak bertahan lama.

Untuk mencegah dan mengurangi terjadinya kerusakan seperti itu, dapat dilakukan dengan cara membuat beton yang padat (kedap air) atau melindungi permukaan beton dengan zat lain yang dapat menahan pengaruh air laut tersebut. Penggunaan bahan tambah dengan campuran penambahan pozzolan. Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silika alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen. Salah satu pozzolan tersebut adalah silika fume (mikro silika) mempunyai kandungan senyawa silika reaktif (amorphous silica) yang sama seperti senyawa yang terdapat pada semen. Silica fume juga dapat mengisi celah-celah lemah diantara agregat dengan pasta sehingga akan memperkuat dan dapat solid betonnya.

Tujuan utama dari penelitian ini untuk merencanakan prosentase komposisi yang optimum dengan penambahan silica fume terhadap kuat tekan mortar dan penyerapan air mortar. Manfaat dari usaha penelitian ini dilakukan agar mendapatkan alternatif baru dalam dunia teknologi beton, dengan cara mensubstitusikan sebagian semen dan menjadi informasi kepada masyarakat umum tentang pemanfaatan silica fume, terutama yang mempunyai bangunan di tepi pantai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini menggunakan benda uji campuran mortar. Mortar dan beton adalah dua material yang berbeda, tetapi sebetulnya hampir sama karena beton adalah mortar yang kemudian didalamnya dicampurkan dengan agregat kasar (kerikil/batupecah). Sehingga pembahasan tentang mortar bisa juga mengacu pada kajian-kajian mengenai beton. Penggunaan mortar ini hanya menguji bahan perekatnya saja (semen) karena yang akan disubstitusikan hanya meninjau perbandingan semen.

Sedangkan agregat kasar (kerikil) hanya sebagai pengisi. Bangunan yang ada di daerah agresif/tepi pantai sangat berpotensi terjadi kerusakan akibat serangan air laut.

Air laut memiliki kadar garam yang cukup tinggi dan tidak boleh digunakan untuk pembuatan beton pra tegang / pra-tekan, karena batang-batang baja pra tegang / pra-tekan langsung berhubungan dengan betonnya. Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami alumunium di dalamnya, beton yang memakai tulangan atau akan yang mudah mengalami korosi pada tulangannya akibat perubahan temperatur dan lingkungan yang lembab. Cara untuk mengurangi kerusakan akibat kadar garam yang tinggi ini digunakan campuran material pozzolan yang salah satunya adalah silica fume.

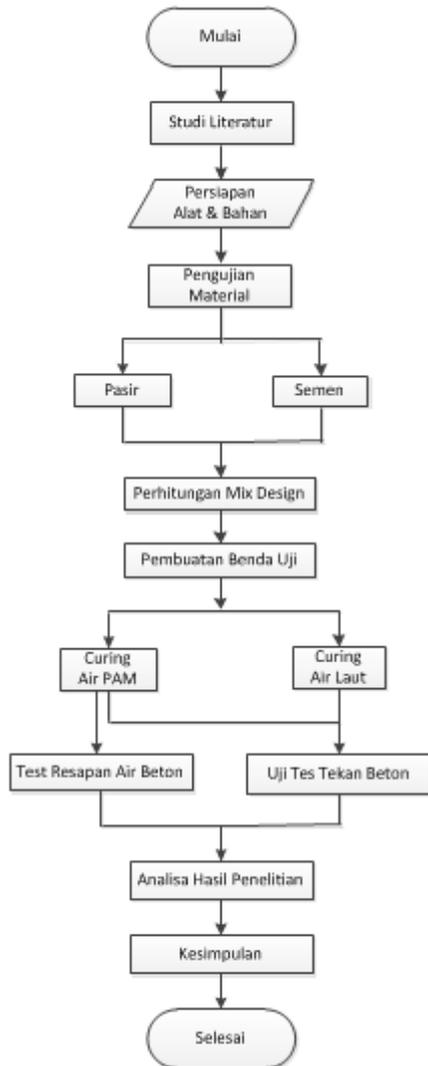
Silica fume adalah material pozzollan yang halus dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara microsilika dengan silika fume) (ASTM,1995). Kandungan SiO_2 mencapai lebih dari 90%. Ukuran butir silika yang sangat halus berkisar antara 0,1-1 mikron, lebih kecil dibandingkan butiran semen yang berkisar antara 5-50 mikron. Jika ditambahkan pada adukan beton, maka silika akan mengisi rongga-rongga diantara butiran semen sehingga beton akan menjadi lebih kompak dan padat. Keunggulan-keunggulan penggunaan silica fume adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kuat tekan
- b. Meningkatkan kuat lentur
- c. Mengecilkan regangan
- e. Mencegah reaksi alkali silika dalam
- g. Meningkatkan kepadatan (density)
- h. Meningkatkan ketahanan terhadap abrasi dan korosi;
- i. Menyebabkan temperatur beton menjadi lebih rendah sehingga mencegah terjadinya retak pada

Selain itu juga silika akan bereaksi dengan C_3S dan C_2S dalam semen dan menghasilkan gel CSH_2 yang akan membentuk suatu ikatan gel yang kuat dan padat di dalam beton. Selanjutnya, reduksi kalsium hidroksida (CaOH) oleh SiO_2 akan mengurangi unsur pembentuk ettringite sehingga mengurangi sensitivitas beton terhadap serangan sulfat. Karenanya beton tidak mudah ditembus air serta tidak mudah mengalami korosi.

Penggunaan mortar/beton dengan campuran silica fume masih jarang digunakan. Karena secara harga silica fume masih mahal, maka pada umumnya penggunaan silica fume hanya sekitar 3%-10% dari berat semen dalam adukan mortar/beton.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan Diagram Alir Penelitian

1. Studi Litelatur

Studi litelatur adalah cara yang digunakan untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan pembahasan yang diangkat dalam suatu penelitian. Referensi bisa didapat dari jurnal, buku, artikel dan situs-situs online

2. Persiapan Alat Dan Bahan

Alat dan tempat untuk melaksanakan penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknologi Beton Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Semen

Semen yang digunakan adalah semen Gresik Type 1.

- Agregat halus (Pasir)

Pasir yang digunakan adalah pasir alami dari Kabupaten Lumajang, Jawa Timur.

- Air PAM

Air PAM berasal dari lingkungan Laboratorium Teknologi Beton Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

- Air Laut

Air laut ini berasal dari pantai Kenjeran Kota Surabaya Jawa Timur.

- Silica Fume

Silica Fume ini berasal dari kerjasama penelitian dengan PT. SIKA INDONESIA.

3. Pengujian Material

Dalam penelitian ini terdapat beberapa pengujian material yang diantaranya adalah :

• Pengujian Pasir

- Analisa Saringan Pasir.
- Analisa Kelembapan Pasir.
- Analisa Resapan Pasir.
- Analisa Berat Jenis Pasir.
- Analisa Berat Volume Pasir.
- Analisa Pengembangan Volume Pasir.
- Analisa Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Secara Basah).

• Pengujian Semen

- Analisa Konsistensi Normal Semen Portland.
- Analisa Waktu Mengikat Dan Waktu Mengeras Semen Portland
- Analisa Berat Jenis Semen
- Analisa Berat Volume Semen

4. Perhitungan Mix Design

Komposisi data diperoleh dari SNI 03-6825-2002 tentang "Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil" (untuk 6 benda uji kubus ukuran 5x5x5 cm) lalu di ubah ke

dimensi sesuai dengan metode eksperimen sesuai cetakan benda uji menggunakan silinder dengan ukuran diameter 6 cm dan tinggi 12 cm. Sampel untuk benda uji kuat tekan dengan perawatan (curing) air laut dan air PAM umur 7, 14, 21 dan 28 hari berjumlah 120 buah. Sedangkan untuk tes resapan air menggunakan perawatan (curing) air PAM umur 28 hari berjumlah 15 buah. Total keseluruhan benda uji sebanyak 135 buah.

5. Pembuatan Benda Uji

Cara mencampurkan bahan dari benda uji uji dilakukan dengan bantuan mixer manual yang sudah dimodifikasi. Lalu benda uji dilakukan perawatan (curing) selama 28 hari dengan Air PAM dan Air Laut.

Untuk uji kuat tekan dilakukan perawatan (curing) air laut dan air PAM. Sedangkan untuk tes resapan perawatan (curing) hanya menggunakan air PAM.

6. Analisa Hasil Penelitian

Dalam analisa ini dilakukan setelah melakukan pengujian dan pembuatan benda uji. Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai dengan yang sudah ditentukan. Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan adalah :

$$\alpha = \frac{(P \text{ maks})}{A}$$

Dimana:

- f'c = Kekuatan tekan mortar (Mpa)
- Pmaks = gaya tekan maksimum (kg)
- A = Luas Penampang uji (cm²)

Dan rumus yang digunakan untuk tes resapan air adalah :

$$\alpha = \frac{(mb) - (mk)}{(mk)} \times 100 \%$$

Dimana :

- mb :Berat kering jenuh permukaan dari benda uji (gram)
- mk :Berat kering oven dari benda uji (gram)

7. Kesimpulan

Dalam tahap ini menjelaskan beberapa kesimpulan yang sudah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

• Perhitungan Mix Design

Ukuran diameter 6 cm dan tinggi 12 cm untuk 6 buah benda uji. Setelah dihitung didapatkan penggunaan campuran mix design pada penelitian ini adalah sebagai berikut

Prosentase Campuran	Semen (gram)	Pasir (gram)	Silica Fume (gram)	Air (ml)
0%	1356	3729	-	656.3
5%	1288.2	3729	67.8	656.3
8%	1247.52	3729	108.48	656.3
12%	1193.28	3729	162.72	656.3
15%	1152.6	3729	203.4	656.3

Tabel 1. Perhitungan Mix Design Untuk 6 Buah Benda Uji

• Hasil Pengamatan Pasir

• Analisa Saringan Pasir.

Pasir yang digunakan masuk pada daerah zone 3.

• Analisa Kelembapan Pasir.

Rata-rata (2 sample) hasil dari kelembapan pasir adalah 1,52%

• Analisa Resapan Pasir.

Rata-rata (2 sample) hasil dari resapan pasir.adalah 1,73%

• Analisa Berat Jenis Pasir.

Rata-rata (2 sample) hasil dari berat jenis pasir adalah 2,62%

• Analisa Berat Volume Pasir

Rata-rata (2 sample) hasil dari berat volume pasir.adalah 1,8 %

• Analisa Pengembangan Volume Pasir.

Rata-rata (2 sample) hasil dari pengembangan volume pasir.adalah 10,48%.

• Analisa Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (Secara Basah).

Rata-rata (2 sample) hasil dari -analisa kebersihan pasir terhadap. lumpur (secara basah)..adalah 4,01%.

• Hasil Pengamatan Semen

• Analisa Konsistensi Normal Semen Portland.

Rata-rata (2 sample) hasil dari analisa konsistensi normal semen portland. adalah 31,5%.

• Analisa Waktu Mengikat Dan Waktu Mengeras Semen Portland

Terjadi penurunan pada waktu 165 menit ke titik 0 mm.

- **Analisa Berat Jenis Semen**
Hasil dari analisa berat jenis semen adalah 1,6%
- **Analisa Berat Volume Semen**
Rata-rata (2 sample) hasil dari berat volume semen. adalah 1,32%.

• **Analisa Hasil Kuat Tekan Mortar Curing Air PAM.**



Gambar 2. Kuat Tekan Curing Air PAM

Prosentase Campuran (%)	Kuat Tekan Mortar (Kg Cm ²)	Perbedaan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan (%)
0	271.290	0
5	283.086	+ 4.348
8	312.574	+ 15.217
12	238.854	- 11.956
15	209.365	- 22.826

Tabel 2. Perbedaan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Curing Air PAM Pada Umur 28 Hari

Dari hasil yang didapat dari kuat tekan mortar curing air PAM campuran silica fume 0% sampai 15% pada umur 7 hari sampai 28 hari didapatkan pada umur 7 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **188.724 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 0% didapat **153.338 Kg/Cm²**.

Untuk umur 14 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **241.802 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 15% silica fume didapat **194.621 Kg/Cm²**. Untuk umur 21 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **291.932 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 15% silica fume didapat **203.468 Kg/Cm²**. Untuk umur 28 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **312.574 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 15% silica fume didapat **209.365 Kg/Cm²**.

Hasil pengujian kuat tekan mortar curing air PAM yang optimum pada prosentase campuran 8% silica fume didapat **312.574 Kg/Cm²**. Hal ini dilakukan berdasarkan

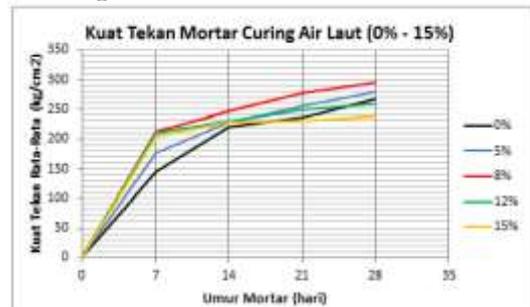
penelitian mortar yang biasanya mencapai ikatan sempurna antar semen dan agregat pada umur 28 hari dan sesuai saran yang direkomendasikan oleh PT. Sika Indonesia yaitu 3% - 10% dari berat semen.

Dari hasil perbedaan prosentase kenaikan kuat tekan mortar curing air PAM campuran silica fume 0% sampai 15% pada umur 28 hari didapatkan pada prosentase 5% mengalami kenaikan sebesar **+4.348%** dan prosentase 8% mengalami kenaikan sebesar **+15.217%** dari beton normal. Sedangkan prosentase 12% mengalami penurunan sebesar **-11.956%** dan prosentase 15% mengalami penurunan sebesar **-22.826%** dari beton normal.



Gambar 3. Benda Uji Tes Tekan Curing Air PAM

• **Analisa Hasil Kuat Tekan Mortar Curing Air Laut.**



Gambar 4. Kuat Tekan Curing Air Laut

Prosentase Campuran (%)	Kuat Tekan Mortar (Kg Cm ²)	Perbedaan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan (%)
0	268.342	0
5	280.137	+ 4.396
8	294.881	+ 9.890
12	259.495	- 7.368
15	238.854	- 10.989

Tabel 3. Perbedaan Prosentase Kenaikan Kuat Tekan Curing Air Laut Pada Umur 28 Hari

Dari hasil yang didapat dari kuat tekan mortar curing air laut campuran silica fume 0% sampai 15% pada umur 7 hari sampai 28 hari didapatkan pada umur 7 hari kuat tekan

tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **212.314 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 0% didapat **144.492 Kg/Cm²**.

Untuk umur 14 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **247.700 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 0% didapat **219.391 Kg/Cm²**. Untuk umur 21 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **277.188 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 15% silica fume didapat **230.007 Kg/Cm²**. Untuk umur 28 hari kuat tekan tertinggi pada campuran 8% silica fume didapat **294.881 Kg/Cm²** dan yang terendah pada campuran 15% silica fume didapat **238.854 Kg/Cm²**.

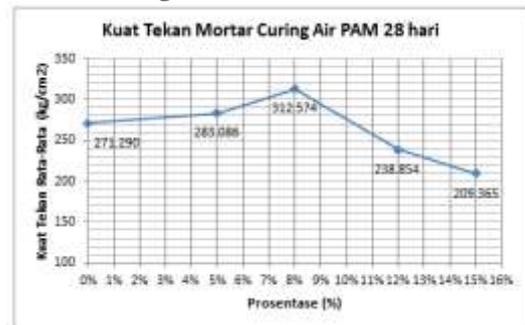
Dari hasil yang diperoleh diatas didapatkan pada pengujian kuat tekan mortar curing air laut yang optimum pada prosentase campuran 8% silica fume didapat **294.881 Kg/Cm²**. Hal ini dilakukan berdasarkan penelitian mortar yang biasanya mencapai ikatan sempurna antar semen dan agregat pada umur 28 hari dan sesuai saran yang direkomendasikan oleh PT. Sika Indonesia yaitu 3% - 10% dari berat semen.

Dari hasil perbedaan prosentase kenaikan kuat tekan mortar curing air laut campuran silica fume 0% sampai 15% pada umur 28 hari didapatkan pada prosentase 5% mengalami kenaikan sebesar **+4.396** dan prosentase 8% mengalami kenaikan sebesar **+9.890%** dari beton normal. Sedangkan prosentase 12% mengalami penurunan sebesar **-7.368%** dan prosentase 15% mengalami penurunan sebesar **-10,989%** dari beton normal.



Gambar 5. Benda Uji Tes Tekan Curing Air Laut

- **Analisa Kuat Tekan Mortar umur 28 hari curing Air PAM dan Air Laut**



Gambar 6. Analisa Kuat Tekan Mortar Curing Air PAM Umur 28 hari



Gambar 7. Analisa Kuat Tekan Mortar Curing Air Laut Umur 28 hari

Dari hasil analisa kuat tekan mortar umur 28 hari curing air PAM pada prosentase 0% didapat **271.290 Kg/Cm²**, prosentase 5% didapat **283.086 Kg/Cm²**, Prosentase 8% didapat **312.574 Kg/Cm²** prosentase 12% didapat **238.854 Kg/Cm²** dan prosentase 15% didapat **209.365 Kg/Cm²**.

Dari hasil analisa kuat tekan mortar umur 28 hari curing air laut pada prosentase 0% didapat **268.342 Kg/Cm²**, prosentase 5% didapat **280.137 Kg/Cm²**. Prosentase 8% didapat **294.881 Kg/Cm²**, prosentase 12% didapat **259.489 Kg/Cm²** dan prosentase 15% didapat **238.854 Kg/Cm²**.

Dalam hal ini dikatakan besarnya mortar campuran 0% - 8% curing air PAM dan laut mengalami kenaikan secara perlahan, dengan adanya substitusi silica fume maka kekuatan tekan mortar akan semakin bertambah jika dibandingkan dengan beton yang tidak mengandung silica fume.

Hal ini dikarenakan penggunaan silica fume yang memiliki kandungan SiO₂ yang tinggi, kandungan karbon yang rendah, luas permukaan yang besar, ukuran partikel yang halus, dan sifat abu yang amorfus. Sebagaimana yang dinyatakan oleh banyak peneliti, seperti **Yueming dkk. (1999)** dan

Kuroda dkk. (2000) bahwa silica fume di dalam beton memiliki 2 pengaruh, yaitu sebagai bahan pozzolan yang bereaksi secara kimia dan bahan filler.

Fungsi pertama sebagai bahan pozzolan, dimana SiO_2 bereaksi dengan Ca(OH)_2 yang merupakan bahan tak berguna dari hasil hidrasi semen. Hasil reaksi keduanya menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) sebagaimana yang dihasilkan hidrasi semen yang memberikan kekuatan pada mortar kerasnya. Reaksi tersebut tersebar merata pada seluruh tempat di dalam mortar termasuk pada ruang-ruang kosong pada lapisan agregat dengan pasta semen, sehingga menambah kekuatan lekatan antara agregat - pasta semen.

Fungsi kedua karena pengaruh filler yang dikenal sebagai faktor fisik memberikan kontribusi besar terhadap kepadatan. Dengan ukuran partikel silica fume yang sangat halus ($0,1-0,2 \mu\text{m}$) mengisi ruang-ruang kosong yang berisi air dan Ca(OH)_2 yang terdapat antara agregat dan bahan pengikat serta memasuki sampai ke celah-celah yang paling kecil antara agregat dan pasta semen, yaitu daerah pertemuan agregat - pasta semen. Dengan terisinya daerah pertemuan antara agregat dengan pasta semen ini, berarti lapisan tersebut mengalami proses penjenuhan (lebih rapat) yang dapat meningkatkan kuat tekan dari beton/mortar dan impermeabilitas beton. Dengan berkurangnya ukuran pori dalam beton, maka diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk memulai retakan sehingga kekuatan mortar/beton akan meningkat.

Sedangkan pada prosentase 12%-15% curing air PAM dan laut mengalami penurunan yang signifikan ini terjadi terjadi penurunan kuat tekan karena semakin tinggi prosentase silica fume maka semakin rendah kandungan semen sehingga semakin sedikit semen yang bereaksi dengan air. Ini sesuai dengan sifat dari silica fume yang menyerap air sehingga kandungan air didalam mortar berkurang dan berdampak pada nilai w/c (*water/cement*) yang menjadi kecil. Nilai w/c (*water/cement*) yang kecil tidak selalu meningkatkan kuat tekan beton, akan tetapi pada suatu nilai w/c (*water/cement*) tertentu akan membuat kuat tekannya menurun.

- **Analisa Secara Fisik Mortar Curing Air PAM**

Keadaan secara fisik mortar curing air PAM pada umur 28 hari diperoleh hasil benda uji mortar terlihat kering dipermukaan

dan berwarna abu-abu. Seperti beton pada umumnya tidak ada perubahan yang signifikan apabila dicampurkan dengan silica fume, warna tetap sama dan tidak berbau



Gambar 7. Analisa Secara Fisik Mortar Curing Air PAM

- **Analisa Secara Fisik Mortar Curing Air Laut**

Keadaan secara fisik mortar curing air Laut pada umur 28 hari diperoleh hasil benda uji mortar terlihat kering dipermukaan dan berwarna abu-abu. Akan tetapi terdapat bercak warna kuning seperti kerak yang hampir menutupi semua permukaan benda uji. Kandungan terbesar di dalam air laut adalah Clorida (Cl). Clorida merupakan senyawa yang sangat berbahaya untuk mortar/beton yang bisa mengakibatkan perubahan fisik dan akhirnya bisa mengikis permukaan mortar/beton sehingga umur pemakaiannya lebih cepat hancur dari yang direncanakan.



Gambar 8. Analisa Secara Fisik Mortar Curing Air Laut

- **Analisa Kegagalan Dalam Cetakan Mortar**

- **Tidak Padatnya Benda Uji**

Analisa kegagalan tidak padatnya benda uji ini dikarenakan kurang tersedianya alat yang memadai. Perlu adanya meja penggetar pada saat proses mencetak agar

bisa padat sempurna. Hal ini bisa mengakibatkan penurunan pada saat proses tes tekan dan mudahnya air terserap oleh tes serapan air mortar karena banyaknya rongga yang terbuka.



Gambar 9. Analisa Tidak Padatnya Benda Uji

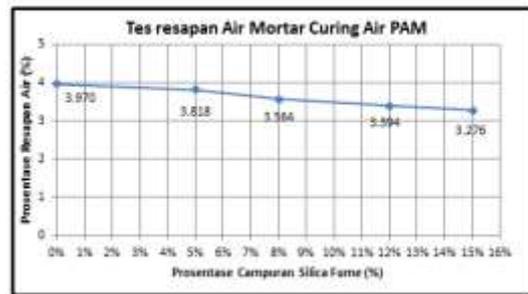
- Analisa Kegagalan Tidak Ratanya Permukaan Benda Uji

Analisa kegagalan tidak ratanya permukaan benda uji ini dikarenakan pada saat proses pembuatan cetakan paralon tidak rata. Cara pembuatan cetakan paralon ini menggunakan dua metode yang pertama manual dengan mesin grindra manual dan dengan mesin potong gerindra otomatis. Kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk gerindra manual hasil pekerjaan lebih rata akan tetapi butuh waktu lama sedangkan otomatis hasil kurang rata tetapi waktu lebih singkat. Hal ini bisa mengakibatkan turunnya kuat tekan karena permukaan tidak rata atau miring.



Gambar 10. Analisa Tidak Ratanya Permukaan Benda Uji

• Analisa Hasil Tes Resapan Curing Air PAM



Dari hasil uji tes resapan air menggunakan curing air PAM diperoleh pada prosentase 0% didapat **3.970 %**, prosentase 5% didapat **3.818 %**, prosentase 8% didapat **3.564 %**, prosentase 12% didapat **3.394 %** dan prosentase 15% didapat **3.276 %**.

Dalam hal ini dikatakan bahwa terjadinya penurunan prosentase resapan air dari 0% sampai 15% dikarenakan penambahan bahan pozzolan silica-fume mampu memperbaiki membuat mortar menjadi lebih kedap air yang ditandai dengan menurunnya daya serap air seiring dengan bertambahnya prosentase silica-fume sebagai pengganti sebagian semen (*partial cement replacement*). Fungsi filler selain untuk mengisi ruang kosong yang berada dicelah-celah, juga untuk meningkatkan kekentalan dari campuran beton/mortar supaya campuran terhindar dari segregasi.

Oleh karena itu, semakin tinggi kadar yang digunakan maka waktu akan semakin lama karena beton/mortar memiliki kekentalan yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (**Tangtermsirikul dan Khayat, 2000**) bahwa jika kekentalan beton/mortar semakin tinggi maka waktu pengalirannya juga akan semakin lama. Prosentase resapan air mortar curing air PAM yang paling kedap air ialah prosentase 15% didapat **3.276 %**. Dan yang paling kurang kedap air ialah prosentase 0% didapat **3.970 %**.

V. KESIMPULAN

Dengan selesainya proses penelitian dan hasil yang didapatkan ialah :

1. Karakteristik kuat tekan mortar dengan Variasi prosentase 5% dan 8% umur 28 hari dengan menggunakan curing air PAM dan Laut mengalami kenaikan terhadap beton normal. Sedangkan variasi prosentase 12% dan 15% umur 28 hari curing dengan menggunakan air PAM dan Laut mengalami penurunan terhadap beton normal
2. Kuat tekan optimum campuran silica fume curing air PAM terjadi pada umur 28 hari prosentase 8% sebesar **312.574 Kg/Cm²** dan untuk curing air laut terjadi pada umur 28 prosentase 8% sebesar **294.881 Kg/Cm²**.
3. Terjadi perbedaan secara visual/fisik antara mortar curing air Laut dan PAM. Untuk mortar curing air PAM warnanya abu-abu sama dengan beton/mortar pada umumnya sedangkan mortar curing air laut terdapat bercak warna kuning seperti kerak yang hampir menutupi semua permukaan benda uji.
4. Nilai resapan air optimum terdapat pada campuran silica fume prosentase 15% sebesar **3.276 %**.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ASTM, Concrete And Aggregates, (1995). Annual Book of ASTM Standard Vo.0402.1995, Philadelphia, ASTM,
- [2]. Dharma Putra. (2006). Penambahan Abu Sekam Pada Beton dalam Mengantisipasi Kerusakan Akibat Magnesium Sulfat pada Air Laut . Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No. 2 Juli 2006.
- [3]. Islam Moinul, Md dkk. (2010). Strength Behavior of Concrete Using Slag with Cement in Sea Water Environment. Journal of Civil Engineering (IEB), 38 (2) (2010)pp: 129-140. Department of Civil Engineering, Chittagong University of Engineering and Technology, of Chittagong - 4349, Bangladesh.
- [4]. Mulyono, Tri. (2004). Teknologi Beton .Yogyakarta : Andi
- [5]. Kartini. K. Jurnal.(2011). Rice Husk Ash – Pozzolanic Material For Sustainability. Malaysia : Jurnal Faculty Of Civil Engineering Universiti Teknologi Mara 40450 Shah Alam, Selangor.
- [6]. Kuroda, Y. dan Hara, Y., 2004, Health Effects of Tea and Its Catechins, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, hal. 9.
- [7]. SNI 03–6825–2002. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil.
- [8]. Tangtermsirikul, S and Khayat, K. (2000). “Part III: Fresh concrete properties”, in: A. Skarendahl, O. Petersson(Eds.), Self-Compacting Concrete, State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee, 17-22.
- [9]. Teknologi Beton, (2003). Pola Keruntuhan Pada Silinder Beton. Surabaya.
- [10]. Tjaronge, M. Wihardi dkk , “Studi Kekuatan Beton Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Pencampur Pada Daerah Pasang Surut”, Jurusan Teknik Sipil Universitas Hassanudin Makassar.
- [11]. Yogendran., V, er, rl, Journal, (1987). Silica Fume n High-Strength Concrete, Technical Paper, Title no.84-M.15 ACI Material Journal. March-April, 1987. Pp.124-1292
- [12]. Yueming, F., Suhong, Y., Zhiyun, W. Dan Jingyu, Z., (1999), Activation of fly ash and its effect on cement properties. Cement and Concrete Research, Vol. 29, hal. 467-472