

PEMANFAATAN ABU LIMBAH PEMBAKARAN BARANG MENGANDUNG ALUMINIUM UNTUK BAHAN CAMPURAN MORTAR

Nursyafri¹⁾

Teten²⁾

Muh. Nur Hafidz³⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung

^{2,3)} Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung

E-mail: nursyafri1anwar@yahoo.com

Abstrak

Dari hasil pembakaran logam yang mengandung bahan aluminium, yang nantinya digunakan untuk pembuatan panci, ternyata menghasilkan limbah berupa bubuk aluminium pada bagian atas tungku pembakar. Selama ini bubuk aluminium tersebut dianggap limbah dan dibuang dan belum dimanfaatkan secara ekonomis, padahal abu limbah sisa pembakaran Aluminium merupakan material yang memiliki kandungan aluminium, silika dan kimia lain didalamnya. Kajian ini dilakukan dengan cara menambahkan abu limbah aluminium ke dalam campuran aduk mortar sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat semen, dengan perbandingan campuran mortar 1 PC : 3 PS. Tujuan dari kajian ini adalah dapat diketahui optimalisasi pemanfaatan abu limbah aluminium terhadap sifat mortar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan abu limbah aluminium meningkatkan tingkat kekentalan mortar dan memperlambat waktu ikat mortar tapi menurunkan nilai kuat tekan. Berdasarkan pengamatan terhadap kuat tekan mortar dan penyerapan air pada umur 28 hari maka disimpulkan bahwa penambahan abu limbah aluminium sebesar 4% paling optimal.

Kata kunci : optimalisasi, mortar, abu aluminium, bahan limbah

Abstract

From the combustion of aluminium metal containing material, which will be used for the manufacture of pan, which produce waste in the form of aluminium powder on the top of the stove burner . During this time the aluminium powder is considered waste and thrown away and has not been economical utilized , though waste combustion ash aluminium is a material contains aluminium, silica and other chemicals in it. This study was done by adding aluminium ash waste into a mixture of mortar mix as much as 0%, 2%, 4%, 6%, 8% and 10% by weight of cement, the mixing mortar ratio is 1Cement : 3 Sand. The aim of this study is to know to optimize the application of ash aluminium waste to the mortar properties. The test results showed that the addition of aluminium waste ash increases the viscosity of mortar but retard setting time and reduce the compressive strength of mortar . Based on observations of the mortar compressive strength and water absorption at 28 days it was concluded that the addition of aluminium ash waste by 4 % of the optimum.

Key words: optimalization, mortar, aluminium ash, waste material

1. Pendahuluan

Pada saat ini pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan. Pada pekerjaan teknik sipil, pekerjaan pemasangan adalah satu pekerjaan penting, karena walaupun pekerjaan ini tidak bersifat struktural, akan tetapi hasil dari pekerjaan akan mempengaruhi kualitas mutu bangunan secara visual.

Untuk mencapai kualitas pasangan yang baik, maka penggunaan mortar yang berkualitas harus menjadi keharusan. Hal ini mengingat fungsi mortar adalah sebagai bahan pengikat bahan lain dalam pekerjaan pasangan, seperti batubata, batukali. Juga mortar digunakan sebagai bahan utama bahan plesteran. Untuk membuat mortar berkualitas campuran mortar umumnya menggunakan bahan semen yang lebih banyak. Tentunya hal ini akan berakibat mahalnya harga dari bahan mortar tersebut.

Pada penelitian ini, penulis mencoba menggunakan bahan limbah abu hasil pembakaran barang aluminium sebagai bahan tambahan, dengan tujuan memanfaatkan abu limbah aluminium secara optimal sehingga limbah yang selama ini dibuang akan memiliki nilai ekonomis, disamping mengurangi biaya pembuatan mortar, juga dapat menjaga kesehatan lingkungan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Mortar

Mortar adalah bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai perekat untuk membuat struktur bangunan, yang komponen pembentuknya pada umumnya adalah semen dan atau tanpa kapur, agregat halus (pasir), air dan berbagai jenis aditif yang sesuai. (Saripoelman, 2010).

Berdasarkan bahan perekatnya, jenis mortar dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Mortar semen portland

Mortar semen portland sering dikenal dengan mortar semen yang dibuat dengan mencampurkan antara *ordinary cement portland* (OPC), pasir dan air.

2. Mortar semen polimer

Mortar semen polimer (MSP) dibuat dengan menggantikan sebagian pengikat semen pada mortar semen konvensional oleh polimer sebagai bahan tambah. Bahan tambah jenis polimer ini diantaranya latek atau emulsi, polimer larut air, resin cair, dan monomer. Bahan tambah polimer ini memiliki keunggulan karena memiliki permeabilitas yang rendah serta mengurangi retak

akibat penyusutan, terutama jika digunakan untuk memperbaiki struktur beton.

3. Mortar kapur

Mortar kapur adalah jenis mortar yang bahan pencampurnya terdiri dari kapur, pasir dan air.

4. Mortar pozolan

Pozolan adalah bahan tambah yang baik yang berasal dari alam atau limbah industri yang mengandung silika dan alumina yang jika dicampur dengan air akan bereaksi dengan kapur bebas. mortar pozzolan adalah campuran antara mortar semen yang ditambahkan dengan pozzolan.

Adapun tipe tipe mortar menurut SNI 03-6882-2002 sebagai berikut:

- Mortar tipe M adalah mortar yang mempunyai kekuatan 17,2 MPa.
- Mortar tipe S adalah mortar yang mempunyai kekuatan 12,5 MPa.
- Mortar tipe N adalah mortar yang mempunyai kekuatan 5,2 MPa.
- Mortar tipe O adalah mortar yang mempunyai kekuatan 2,4 MPa.

2.2. Bahan-bahan Mortar

Mortar adalah suatu campuran yang terdiri dari bahan perekat, bahan pengisi, bahan tambah dan air.

Sifat dan karakteristik bahan-bahan untuk campuran mortar adalah sebagai berikut:

2.2.1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen *Portland* yang bersifat hidrolis dan dihasilkan dari penghalusan *klinker* ditambah *gips*.

Semen berfungsi sebagai bahan perekat yang akan menyelimuti seluruh permukaan agregat.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen terbagi dalam 5 tipe semen, yaitu Tipe I, Tipe II, Tipe III, Tipe IV dan Tipe V. Akan tetapi kelima tipe tersebut tidak dijual bebas di pasaran. Karena sekarang yang ada di pasaran adalah semen hasil modifikasi, yaitu campuran semen Tipe I dan bahan pozolanik, yang dikenal dengan sebutan *Portland Cement Composite* (PCC) dan *Pozolan Portland Cement* (PPC).

2.2.2. Agregat

Agregat adalah bahan pembentuk beton yang paling besar, yaitu berkisar antara 75%-90% dari volume mortar, sehingga agregat disebut sebagai bahan pengisi.

Fungsi agregat di dalam mortar adalah menentukan mutu mortar, membuat mortar lebih ekonomis sekaligus mengurangi penyusutan.

Persyaratan agregat halus yang digunakan untuk adukan pasangan (mortar) menurut SNI 03-6820-2002 sebagai berikut:

- Berbentuk bulat.
- Keras dan tidak mudah lapuk
- Tekstur halus (*smooth texture*).
- Memiliki Modulus kehalusan (*fineness modulus*), menurut SK SNI S-04-1989 F, mensyaratkan nilai *FM* agregat halus mortar adalah 1,5-2,36.
- Bersih dari lumpur.
- Gradasi agregat harus menerus seperti ditunjukkan Tabel-1.

Tabel-1.
Gradasi Agregat Mortar

| Saringan | Persen Lolos | |
|--------------------|--------------|--------------|
| | Pasir Alam | Pasir Olahan |
| No. 4 (4,76 mm) | 100 | 100 |
| No. 8 (2,36 mm) | 99 – 100 | 95 – 100 |
| No. 16 (1,18 mm) | 70 – 100 | 70 – 100 |
| No. 30 (0,60 mm) | 40 – 75 | 40 – 75 |
| No. 50 (0,30 mm) | 10 – 35 | 20 – 40 |
| No. 100 (0,15 mm) | 2 – 15 | 10 – 25 |
| No. 200 (0,075 mm) | 0 | 0 - 10 |

2.2.3. Air

Air adalah salah satu bahan yang penting dalam pembuatan mortar, air diperlukan agar terjadi reaksi kimia dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas agregat agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran adukan. Tetapi tidak semua air dapat memenuhi syarat tersebut karena mengandung berbagai macam unsur yang dapat merugikan.

SKSNI S – 04 -1989 – F mensyaratkan air yang yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan sebagai berikut:

- Air harus bersih.
- Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- Tidak mengandung benda benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
- Tidak mengandung garam garam yang dapat larut dan dapat merusak mortar (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m sebagai SO_3 .
- Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan mortar yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan mortar yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10 %.

- Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat reaksi, penolak air, dan bahan tambahan lainnya tidak boleh ditambahkan ke dalam mortar kecuali ditentukan persyaratannya. Bila dalam dokumen kontrak senyawa kalsium khlorida dicantumkan secara jelas, maka dapat digunakan sebagai bahan mempercepat pengerasan dengan jumlah maksimum 2 % dihitung terhadap berat kadar semen portland atau 1% terhadap berat semen pasangan atau persentase dari keduanya dalam mortar yang bersangkutan. Jika diperbolehkan menggunakan kalsium khlorida, maka penggunaannya harus dilakukan secara berhati-hati, karena senyawa tersebut dapat merusak logam dan beberapa bahan lapis penutup dinding.

2.2.5. Abu Aluminium

Abu limbah hasil pembakaran aluminium adalah limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran logam yang mengandung bahan aluminium dari berbagai macam barang buangan yang dijual ke pabrik pembuatan panci. Barang-barang tersebut dibakar didalam tungku hingga cair, kemudian pada bagian atas cairan aluminium di dalam tungku, terlihat ada 2 jenis limbah yang memiliki perbedaan ukuran dan bentuknya, yaitu ada yang berbentuk butiran kasar dan yang halus (abu).

2.3. Sifat-Sifat Mortar

Mortar dapat dibedakan berdasarkan kondisi fisiknya, yaitu

2.3.1. Sifat Mortar Segar

Sifat mortar segar merupakan sifat yang diperoleh mortar selesai dicampur homogen dan masih dalam kondisi plastis serta belum mengeras. Ada beberapa sifat mortar segar yaitu:

a. Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan mortar dapat dilihat berdasarkan nilai flow yang dihasilkan oleh mortar tersebut. Semakin besar nilai flow aduk mortar maka akan semakin besar sifat plastisitas dari adukan tersebut. Salah satu unsur yang mempengaruhi kemudahan pengerjaan adalah jumlah air pencampur. Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan. Pengujian flow dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan adukan mortar. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan alat flow table.

b. Waktu Ikut

Waktu ikat merupakan waktu yang dibutuhkan suatu adukan untuk mencapai kekuatan 500 psi. Untuk mengetahui waktu ikat suatu adukan mortar

dilakukan dengan menggunakan alat penetrometer. Alat tersebut ditusukan kedalam adukan mortar segar sedalam 25,4 mm sampai mencapai angka 500 psi. Waktu yang dicapai untuk mendapatkan angka 500 psi itulah merupakan waktu ikat aduk mortar. Waktu ikat mortar ditentukan berdasarkan waktu mulainya semen dan air tercampur hingga tekanan alat penetrometer mencapai tekanan 500 psi.

2.3.2. Sifat Mortar Keras

Sifat mortar keras merupakan sifat dimana mortar telah mengeras. Ada beberapa sifat mortar keras diantaranya penyerapan air dan kuat tekan.

a. Penyerapan Air

Penyerapan air adalah prosentase berat air yang mampu diserap oleh suatu mortar yan dari kondisi kering oven hingga kondisi jenuh kering permukaan.

Besarnya penyerapan air dari mortar sangatlah ditentukan oleh banyak faktor, antara lain gradasi agregat, banyaknya butiran halus yang digunakan, umumnya berupa bersifat semen serta besarnya jumlah air pengaduk. Agregat dengan gradasi menerus akan membuat rongga diantara agregat akan mengecil. Jika mortar bahan bersifat semen yang memiliki ukuran butir lebih halus akan membuat mortar yang terbentuk akan semakin padat, sebaliknya jika air pengaduk yang digunakan semakin banyak akan membuat kepadatan mortar semakin rendah, karena air tersebut tidak bereaksi seluruhnya dengan bahan perekat dan akibatnya terjadi adalah terbentuknya rongga-rongga di dalam mortar keras karena air yang tidak bereaksi dengan bahan perekat menguap. Oleh karena itu dalam pembuatan mortar harus digunakan agregat dengan gradasi menerus dan jumlah butir halus dan jumlah air pengaduk yang cukup agar ekonomis dengan memiliki kepadatan yang baik.

Prosentase penyerapan air dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$Penyerapan\ air\ (\%) = \frac{m_b - m_k}{m_k} \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan:

m_b = Berat kering jenuh permukaan dari benda uji (gram)

m_k = Berat kering oven dari benda uji (gram)

b. Kuat Tekan

Kekuatan tekan mortar adalah gaya maksimum persatuan luas yang bekerja pada benda uji mortar berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5cm dan umur tertentu.

Penentuan kuat tekan mortar ditentukan berdasarkan kekuatan mortar rata-rata dari beberapa kubus mortar dengan satuan MPa.

Kekuatan tekan mortar sangat dipengaruhi oleh proporsi campurannya. Selain itu juga, air sangat berpengaruh terhadap kuat tekan mortar. Semakin rendah faktor air semen, maka semakin tinggi kuat tekannya. Akan tetapi, jika faktor air semen rendah maka sulit dalam pengerjaannya.

Kuat tekan mortar dapat ditentukan dengan rumus, sebagai berikut:

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan:

σ_m = Kekuatan tekan mortar, Mpa

P_{maks} = Gaya tekan maksimum, N

A = Luas penampang benda uji, mm²

4. Metoda Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan kajian laboratorium, maka dalam melaksanakan penelitian ini, penulis melaksanakan sebagai berikut:

4.1 Bahan-Bahan Mortar

Bahan-bahan yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini antara lain :

- a. Semen *Portland* tipe PCC, merk 3 Roda
- b. Agregat Halus berasal dari Galunggung, Tasikmalaya
- c. Air digunakan dari sumur dalam di Politeknik Negeri Bandung.
- d. Abu limbah hasil pembakaran logam aluminium, yang diperoleh dari pabrik wajan Primajaya, Dusun Sedekan, Desa Mekarjadi, Kecamatan Sadananya, Kabupaten Ciamis.

4.2 Pemeriksaan Bahan-Bahan Mortar

Ada beberapa pengujian yang dilakukan terhadap bahan-bahan mortar. Tujuannya adalah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis dari bahan tersebut, sekaligus dapat dilakukan perbaikan terhadap bahan yang digunakan jika setelah diuji fisik ternyata tidak memenuhi spesifikasi teknis, seperti pada gradasi agregat.

Khusus air tidak dilakukan pemeriksaan karena air yang digunakan adalah air secara fisik jernih sudah memenuhi spesifikasi teknisnya.

Jenis dan metoda pengujian yang dilakukan terhadap bahan-bahan mortar yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel-2.

Tabel 2.
Jenis dan Metoda Pengujian Bahan

| No | Bahan | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Jumlah |
|----|---------------|--------------------------------|------------------|--------|
| 1 | Abu Aluminium | Uji keaktifan | NI 20 tahun 1965 | 2 |
| | | Berat jenis dan penyerapan air | SNI 03-1970-1990 | 2 |
| | | Uji Komposisi kimia | SNI 13-3608-1994 | 1 |
| 2 | Semen | Berat Jenis | SNI 15-2531-1991 | 2 |
| | | Bobot Isi | SNI 03-1973-1990 | 2 |
| 3 | Agregat Halus | Analisa Ayak | SNI 03-1968-1990 | 2 |
| | | Berat jenis dan penyerapan air | SNI 03-1970-1990 | 2 |
| | | Kadar lolos ayakan no. 200 | SNI 03-4142-1996 | 2 |
| | | Kadar Zat Organik | SNI 03-2816-1992 | 2 |
| | | Bobot Isi | SNI 03-1973-1990 | 2 |
| 4 | Abu Aluminium | Berat Jenis | SNI 15-2531-1991 | 2 |
| | | Bobot Isi | SNI 03-1973-1990 | 2 |
| | | Penyerapan air | SNI 03-1970-1990 | 2 |

4.3 Perancangan Mortar

Perancangan campuran beton dilakukan menggunakan data-data hasil pemeriksaan bahan-bahan mortar yang telah dibuat memenuhi persyaratan mutu bahan. Metoda perancangan mortar digunakan adalah metoda SNI 03-6882-2002, berdasarkan perbandingan berat dengan proporsi mortar pembanding adalah 1 PC : 3 Psr. Setelah didapatkan proporsi bahan campuran mortar maka terhadap proporsi bahan tersebut dilakukan penambahan abu limbah aluminium dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat semen. Mortar dengan variasi penambahan abu limbah aluminium 0% nantinya digunakan sebagai pembanding

4.4 Pembuatan Benda Uji

Banyaknya jumlah benda uji mortar keras yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada tabel-3.

Tabel-3.
Jumlah Benda Uji

| Penambahan Abu Limbah Aluminium (%) | Jenis Pengujian | Jumlah Benda uji | | | |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|--------|---------|---------|
| | | 3 hari | 7 hari | 14 hari | 28 hari |
| 0% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 8% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 10% | Kuat Tekan | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Penyerapan air | 3 | 3 | 3 | 3 |

4.5 Pemeriksaan Mortar

Pemeriksaan terhadap mortar dilakukan dalam 2 kondisi, yaitu:

- a. Pemeriksaan mortar segar yang dilakukan berdasarkan metoda ASTM, yaitu uji flow dan uji waktu ikat (Initial Setting Time) seperti ditunjukkan pada tabel-4.
- b. Pemeriksaan mortar, hanya ditinjau berdasarkan dari uji penyerapan dan uji kuat tekan mortar saja. Metoda pengujian mortar keras ditunjukkan pada tabel-5.

Tabel-4.
Pemeriksaan Mortar Segar

| No | Jenis Pengujian | Metode Pengujian |
|----|-----------------------|---------------------|
| 1 | Uji <i>flow</i> | ASTM C-305-82 |
| 2 | Uji Waktu Ikat Mortar | ASTM C403/C 403M-95 |

Tabel-5.
Pemeriksaan Mortar Keras

| No | Jenis Pengujian | Metode Pengujian |
|----|-----------------------|------------------|
| 1 | Uji Kuat Tekan Mortar | SNI 03-6825-2002 |
| 2 | Uji Penyerapan Air | SNI 03-1969-1991 |

5. hasil uji dan pembahasan

Pada kajian ini, pemeriksaan terhadap campuran aduk mortar dilakukan mulai dari pemeriksaan bahan-bahan mortar, kemudian terhadap mortar segar, yaitu mortar yang masih plastis setelah bahan-bahan mortar tersebut dicampur dan pemeriksaan mortar keras, yaitu mortar yang telah membatu.

5.1 Pemeriksaan Bahan-bahan Mortar

Dari hasil pemeriksaan terhadap bahan-bahan mortar yang dilakukan di Lab Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil, Polban, tetapi khusus untuk pemeriksaan sifat kimiawi dari abu limbah aluminium dilakukan di Lab. Geologi Tekmira-Bandung, diperoleh hasil sebagai berikut:

5.1.1. Abu Limbah Aluminium

Hasil pemeriksaan terhadap komposisi kimia, sifat fisik dan keaktifan dari abu limbah aluminium ditunjukkan pada tabel-6 dan tabel-7.

Tabel-6.
Hasil Uji Komposisi Kimia Abu Limbah Aluminium

| No | Unsur yang Terkandung | (%) |
|----|--|-------|
| 1 | Silika Oksida (SiO ₂) | 4,9 |
| 2 | Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃) | 69,39 |
| 3 | Besi Oksida (Fe ₂ O ₃) | 1,96 |
| 4 | Calcium Oksida (CaO) | 3,2 |
| 5 | Magnesium Oksida (MgO) | 8,33 |
| 6 | Titanium Oksida (TiO ₂) | 1,9 |

Tabel-7.
Hasil Uji Sifat Fisik Abu Limbah Aluminium

| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil Pengujian | Spesifikasi | | Keterangan |
|--------------------|--------------------|-----------------|-------------|-------|------------|
| | | | Min. | Maks. | |
| Berat Jenis | gr/cm ³ | 2,75 | - | - | - |
| Bobot Isi | | | | | |
| a. Gembur | gr/cm ³ | 0,64 | - | - | - |
| b. Padat | gr/cm ³ | 0,76 | - | - | - |
| Kadar Air Lapangan | % | 7,8 | - | - | - |
| Penyerapan | % | 12,5 | - | - | - |

Dari uji keaktifan abu limbah aluminium yang dicampur dengan kapur padam, ternyata hasilnya abu limbah aluminium tidak bersifat aktif.

5.1.2. Semen Portland

Pemeriksaan sifat fisik dari semen Portland merk 3 Roda dengan jenis PCC ditunjukkan pada tabel-8.

Tabel-8.
Hasil uji Semen

| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil Pengujian | Spesifikasi | | Keterangan |
|-------------------|--------------------|-----------------|-------------|-------|------------|
| | | | Min. | Maks. | |
| Berat Jenis Semen | | 3.01 | | | |
| Bobot Isi | | | | | |
| a. Gembur | gr/cm ³ | 1,07 | | | |
| b. Padat | gr/cm ³ | 1,28 | | | |

5.1.3. Pasir Galunggung

Pemeriksaan terhadap sifat fisik dari pasir yang akan digunakan untuk pembuatan aduk mortar ditunjukkan pada tabel-9.

Dari hasil pemeriksaan terhadap bahan-bahan mortar, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Abu limbah aluminium banyak mengandung unsur aluminium dengan penyerapan yang relatif tinggi dan tidak termasuk bahan pozolanik aktif.
- b. Agregat halus (pasir) Galunggung terlalu kasar dan tidak memenuhi syarat gradasi agregat mortar.

Akan tetapi dengan cara menghilangkan agregat yang tertahan ayakan 2,36mm, ternyata pasir pasir galunggung dapat memenuhi syarat gradasi agregat mortar dengan nilai *FM* agregat sebesar 3,18.

Tabel-9.
Hasil uji Agregat Halus (Pasir)

| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil Pengujian | Spesifikasi | | Keterangan |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------|-------|------------|
| | | | Min. | Maks. | |
| Berat Jenis | | | | | - |
| a. SSD | gr/cm ³ | 2,51 | | | |
| b. Kering Oven | gr/cm ³ | 2,44 | | | - |
| c. Semu | gr/cm ³ | 2,74 | | | - |
| Penyerapan Air | % | 5,62 | | | - |
| Kadar Organik | warna | <No.1 | | No.3 | Memenuhi |
| Kadar Lolos Ayakan 0,075 mm | % | 1,6 | - | 5 | Memenuhi |
| Bobot Isi | | | | | |
| a. Gembur | gr/cm ³ | 1,52 | | | - |
| b. Padat | gr/cm ³ | 1,55 | | | - |
| Gradasi | | | | | |
| Ukuran Ayakan (mm) | | Lolos Kumulatif | | | |
| 4,76 | % | 100 | 95 | 100 | Memenuhi |
| 2,36 | % | 84.6 | 80 | 100 | |
| 1,18 | % | 64.3 | 50 | 85 | |
| 0,60 | % | 42.3 | 25 | 60 | |
| 0,30 | % | 20.9 | 5 | 30 | |
| 0,15 | % | 6.6 | 0 | 10 | |
| 0,075 | % | 0,00 | 0 | 0 | |
| Fineness Modulus (FM) | - | 3,18 | 3,45 | 2,15 | Memenuhi |

5.2. Perancangan Campuran Mortar

Proporsi bahan-bahan campuran mortar yang digunakan dalam kajian ini adalah 1 semen portland: 3 pasir menggunakan perbandingan volume.

Kebutuhan bahan-bahan mortar dihitung menggunakan metoda SNI 03-6882-2002.

Metoda ini, mengubah proposi campuran berdasarkan volume menjadi berdasarkan berat dengan menggunakan faktor pengubah (konversi) untuk sekali campuran. Faktor air semen yang digunakan untuk pembuatan mortar perbandingan (0% penambahan abu limbah aluminium) ditentukan sebesar 0,8.

Hal ini diambil karena pada faktor air semen 0,8 didapatkan *flow* yang sesuai dengan perencanaan yaitu 110 ± 5 %.

Hasil perhitungan kebutuhan bahan dari campuran mortar dapat dilihat pada tabel-10.

Tabel-10.
Kebutuhan Bahan Campuran Mortar

| | Semen Portland (gr) | Pasir (gr) | Abu Limbah Alumunium (gr) |
|--------------------------------|---------------------|------------|---------------------------|
| Proposi Volume | 1 | 3 | - |
| Bobot Isi (kg/m ³) | 1283.0 | 1542.0 | - |
| Faktor Pengubah | 0.540 | 0.540 | - |
| Penambahan Abu Aluminium (%) | 0 | 692.82 | 2500.00 |
| | 2 | 692.82 | 2500.00 |
| | 4 | 692.82 | 2500.00 |
| | 6 | 692.82 | 2500.00 |
| | 8 | 692.82 | 2500.00 |
| | 10 | 692.82 | 2500.00 |
| | | | |
| | | | 13.86 |
| | | | 27.71 |
| | | | 41.57 |
| | | | 55.43 |
| | | | 69.28 |

5.3 Mortar Segar

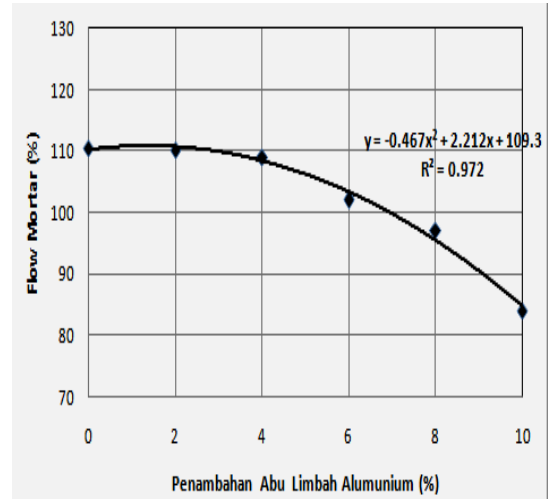
Hasil pemeriksaan terhadap mortar segar dilakukan setelah segera setelah seluruh bahan-bahan mortar diaduk secara merata . Pemeriksaan mortar segar dilakukan terhadap seluruh mortar dengan berbagai- variasi penambahan abu aluminium, adalah sebagai berikut:

5.3.1. Uji Flow Mortar

Uji *flow* mortar adalah pengujian terhadap mortar segar yang bertujuan untuk menentukan kekentalan aduk mortar menggunakan alat *flow table* dapat dilihat pada tabel-11 dan ditunjukan dengan gambar-1.

Tabel-11.
Hasil uji *Flow* Mortar

| Penambahan Abu Limbah Aluminium (%) | <i>Flow</i> Mortar (%) |
|-------------------------------------|------------------------|
| 0 | 111 |
| 2 | 110 |
| 4 | 109 |
| 6 | 102 |
| 8 | 97 |
| 10 | 84 |



Gambar-1. Hasil uji *Flow* Mortar

Berdasarkan data hasil pemeriksaan terhadap tingkat kekentalan mortar, terlihat bahwa adanya penambahan abu limbah aluminium terhadap mortar menyebabkan menurunnya tingkat kekentalan mortar (mengecilnya nilai *flow*). Besar penurunan kekentalan mortar dinyatakan dengan persamaan : $y = -0.46x^2 + 2.212x + 109.3$.

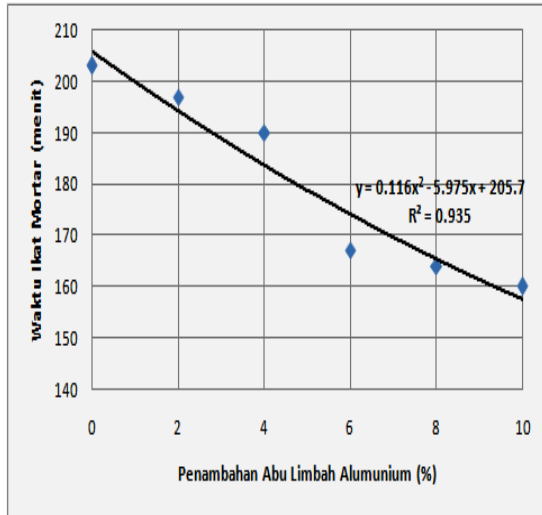
5.3.2. Uji Waktu Ikat Mortar

Pemeriksaan Waktu ikat dari mortar dilakukan menggunakan alat Pocket Penetrometer yang ditusukan ke dalam permukaan mortar yang ada di dalam cetakan baja berbentuk kubus berukuran 10x10x10cm sedalam 25,4 mm hingga tekanan mencapai 500 lbs.

Hasil uji waktu ikat mortar dapat dilihat pada tabel-12 dan ditunjukan dengan gambar-2.

Tabel-12.
Hasil uji Waktu Ikat Mortar

| Penambahan Abu Aluminium (%) | Waktu Ikat Mortar (Menit) |
|------------------------------|---------------------------|
| 0 | 200 |
| 2 | 197 |
| 4 | 190 |
| 6 | 167 |
| 8 | 164 |
| 10 | 160 |



Gambar-2. Grafik Waktu Ikat Mortar

Dengan penambahan abu limbah aluminium terhadap mortar, ternyata mempercepat terjadinya waktu ikat pada mortar. Perubahan waktu ikat mortar akibat penambahan abu limbah aluminium dinyatakan dengan persamaan :

$$y = 0.116x^2 + 5.97x + 205.7$$

5.4 Mortar Keras

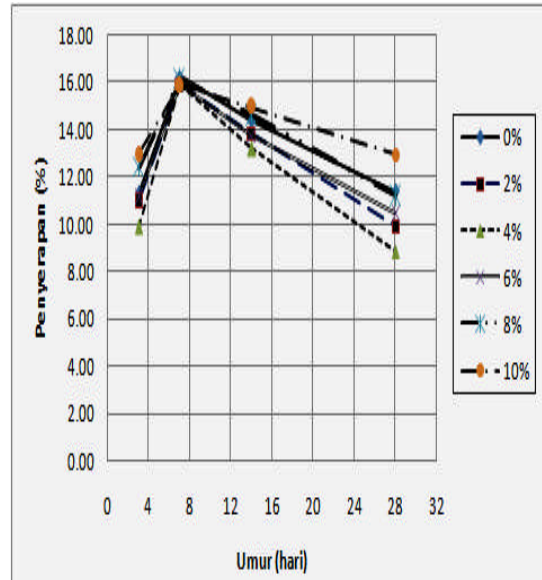
Hasil pemeriksaan terhadap mortar setelah mengeras dengan variasi penambahan abu limbah aluminium dapat dilihat pada adalah sebagai berikut :

5.4.1 Penyerapan Air

Pemeriksaan terhadap besarnya penyerapan mortar dilakukan menggunakan benda uji kubus 5x5x5cm dengan variasi waktu pengerasan mortar pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Besarnya penyerapan dari mortar dapat dilihat pada tabel-13 dan ditunjukkan dengan gambar-3.

Tabel-13. Hasil uji Penyerapan Mortar

| Umur (hari) | Penyerapan (%) | | | | | |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Penambahan Abu Alumunium | | | | | |
| | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% |
| 3 | 11.32 | 10.93 | 9.88 | 11.11 | 12.41 | 12.94 |
| 7 | 16.26 | 15.91 | 15.95 | 15.92 | 16.19 | 15.89 |
| 14 | 14.40 | 13.87 | 13.21 | 13.78 | 14.60 | 14.98 |
| 28 | 11.40 | 9.93 | 8.86 | 10.44 | 11.22 | 12.96 |



Gambar-3. Grafik Penyerapan Mortar

Pada mortar keras, dengan adanya penambahan abu limbah aluminium, pada umur 3-7 hari terjadi peningkatan besar penyerapan air oleh mortar.

Tetapi semakin lama umur pengerasan mortar, besar penyerapan air mortar mengalami penurunan. Penurunan besar penyerapan air mortar paling optimal terjadi pada penambahan abu limbah aluminium sebesar 4% dibanding mortar pembeding.

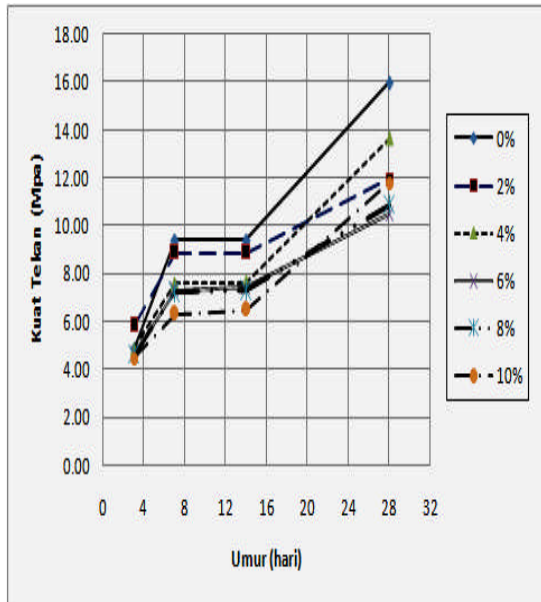
5.4.2 Kuat Tekan Mortar

Pemeriksaan terhadap kuat tekan mortar mortar dilakukan menggunakan benda uji kubus 5x5x5cm dengan variasi waktu pengerasan mortar pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

Besarnya penyerapan dari mortar dapat dilihat pada tabel-14 dan ditunjukkan dengan gambar-4.

Tabel-14. Hasil uji Kuat Tekan Mortar

| Umur (hari) | Kuat Tekan (Mpa) | | | | | |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Penambahan Abu Alumunium | | | | | |
| | 0% | 2% | 4% | 6% | 8% | 10% |
| 3 | 4.83 | 5.82 | 4.87 | 4.58 | 4.63 | 4.46 |
| 7 | 9.38 | 8.86 | 7.58 | 7.30 | 7.20 | 6.31 |
| 14 | 9.39 | 8.87 | 7.63 | 7.42 | 7.29 | 6.46 |
| 28 | 15.98 | 11.97 | 13.64 | 10.46 | 10.85 | 11.79 |



Gambar-4. Grafik Kuat Tekan Mortar

Dari grafik hubungan kuat tekan dengan umur mortar untuk setiap variasi penambahan abu limbah aluminium, ternyata terlihat bahwa terjadi peningkatan kekuatan mortar seiring dengan bertambahnya umur mortar.

Akan tetapi dengan adanya penambahan abu limbah aluminium menyebabkan kekuatan tekan mortar semakin menurun. Penambahan abu limbah aluminium yang paling optimal adalah 4%, karena kekuatan yang dihasilkan mortar paling tinggi dibanding persen penambahan abu limbah aluminium lainnya dengan besar penurunan kekuatan terhadap mortar pembandingan sebesar 14,64%.

6. Simpulan dan Saran

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil uji dan pembahasan mengenai penambahan abu limbah aluminium terhadap aduk mortar, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Adanya penambahan abu limbah aluminium terhadap mortar segar dapat :
 - a. Mengurangi tingkat kekentalan mortar, Besarnya penurunan tingkat kekentalan mortar dinyatakan dengan persamaan :

$$y = -0.46x^2 + 2.212x + 109.3$$
 - b. Mempercepat waktu pengerasan mortar. Hubungan penambahan abu limbah aluminium dengan waktu ikat mortar dapat dinyatakan bentuk persamaan :

$$y = 0.116x^2 + 5.97x + 205.7$$

2. Pada mortar keras, dengan adanya penambahan abu limbah aluminium menyebabkan :
 - a. Pada umur mortar 28 hari, ternyata dengan penambahan limbah aluminium sebesar 4%, dapat menurunkan besar penyerapan air dari mortar dibanding dengan mortar tanpa adanya penambahan limbah aluminium.
 - b. Adanya penambahan abu limbah aluminium pada mortar akan menurunkan kekuatan mortar yang dihasilkan.
3. Penambahan abu limbah aluminium sebesar 4% pada aduk mortar ternyata memberikan hasil yang paling optimal pada aduk mortar, karena menghasilkan besar penyerapan yang paling rendah dan kekuatan yang lebih tinggi dibanding mortar yang diberi tambahan abu limbah aluminium lainnya. Akan tetapi kekuatan mortar dengan penambahan 4% abu limbah aluminium tetapi lebih kecil 14,64% dibanding mortar pembandingan (tanpa penambahan abu limbah aluminium).

6.2 Saran

Untuk mendapatkan data yang lebih akurat, besarnya pemanfaatan abu limbah aluminium untuk campuran mortar, sebaiknya dilakukan penelitian yang lebih mendalam terhadap penambahan abu aluminium antara 0-4% dengan variasi perbedaan 1%.

Daftar Pustaka

- [1] Mulyono, Tri (2004), *Teknologi Beton*, edisi I, Andi, Yogyakarta
- [2] SNI 03-6882-2002 (2007), *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan, Spesifikasi Umum Binamarga 2007*.
- [3] Sitorus, Tanti Kartika (2009). *Pengaruh Penambahan silica Amorf dari Sekam Padi Terhadap sifat Mekanis dan Sifat Fisik Mortar*, USU, Medan.
- [4] Saripoelman (2009). *Mengenal Lebih Jauh Mengenai Mortar Bagian I*, <http://id.shvloong.com/internet-and-technologies/websites/1910302>.
- [5] Nursyafril (2011) *Pengaruh Penggunaan Abu Batubata terhadap Sifat Aduk Mortar*, Jurnal Potensi, Bandung.
- [6] Susilowati, Anni (2010), *Abu Batubara sebagai Bahan Pengganti Semen sebagian dalam mortar*, Seminar Nasional Teknik Sipil 2010 Politeknik Negeri Jakarta