

ANALISA PENGGUNAAN ABU ARANG KAYU PENGGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR

Mahadi Rahman Siregar^{1*}, Sahrul Harahap², Alvi Sahrin Nasution³
Teknik Sipil, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
Email: mahadirahmansrg@gmail.com

Abstrak: Mortar adalah salah satu bahan bangunan yang berfungsi sebagai perekat pasangan batu bata, batako, plesteran dan sebagainya. Saat ini mortar masih menggunakan agregat halus atau pasir dan semen portland sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Di samping kebutuhan mortar yang sangat penting tersebut, arang kayu bekas pembakaran dan limbah kayu yang dihasilkan dari industri rumahan menjadi salah satu masalah lingkungan. Sebanding dengan jumlah kebutuhan material mortar, abu arang kayu juga diproduksi industri rumahan dalam skala besar juga. Inovasi pemanfaatan abu arang kayu bisa menjadi salah satu bahan alternative dalam pembuatan mortar. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisa nilai kuat tekan mortar yang didapat dari penggunaan abu arang kayu pengganti sebagian pasir dalam campuran mortar. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mortar Dan Struktur Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus III Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapati hasil pengujian kuat tekan mortar pada umur 7 hari nilai kuat tekan mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 4,78 Mpa, 4,11 Mpa dan 3,61 MPa. Pada umur 14 hari nilai kuat tekan mortar mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 6,94 Mpa, 5,44 Mpa dan 5,28 Mpa. Dan pada umur 28 hari nilai kuat tekan mortar mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 7,78 Mpa, 6,17 Mpa dan 5,94Mpa. Berdasarkan hasil tersebut didapati hasil penurunan mutu maka untuk pemakaian abu arang kayu sebagai material campuran mortar masih harus diperhatikan dan dipertimbangkan resiko penurunan nilai kuat tekan yang direncanakan.

Kata Kunci: Abu Arang Kayu; Pasir; Kuat Tekan Mortar

PENDAHULUAN

Mortar adalah salah satu bahan bangunan yang berfungsi sebagai perekat pasangan batu bata, batako, plesteran dan sebagainya. Saat ini mortar masih menggunakan agregat halus atau pasir dan semen portland sebagai bahan pengikat utama yang harganya cukup mahal. Hal ini menyebabkan diperlukannya bahan alternatif pengikat lainnya yang memiliki harga lebih murah dan diprediksi dapat meningkatkan sifat mekanik mortar. Mortar sendiri memiliki beberapa kelebihan yaitu beratnya yang ringan memudahkan pekerja untuk memindah dan memasang bata, bentuknya yang sangat homogen antar satu dengan yang lain sehingga diperlukan lebih sedikit perekat bata, dan juga mortar memiliki kekuatan yang paling tinggi dibanding batako maupun bata merah konvensional. Perkembangan dan kemajuan bangunan, menyebabkan mortar memikul peran yang sangat besar dalam hal pembangunan. Pada dasarnya mutu mortar tergantung pada sifat, karakteristik bahan pembentuknya dan cara pengerjaannya. Salah satu penentu mutu mortar agar layak digunakan yaitu daya rekat dan kuat tekan mortar itu sendiri. Dimana dalam membangun sebuah konstruksi selalu digunakan. Tetapi dalam pengerjaannya terkadang masyarakat kurang benar dalam membuat campuran untuk mortar. Sehingga hasil yang di dapatkan tidak maksimal. Yaitu akan muncul retak-retak pada dinding pada pembuatan dan setelah pembuatan. Hal ini tidak bisa dibiarkan karena akan berpengaruh besar kokohnya dan keindahan sebuah konstruksi. Penerapan pencampuran mortar dalam pelaksanaan

di lapangan masih cenderung tidak berubah, masyarakat masih menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat utama. Pada proporsi campuran tertentu nilai kuat tekan mortar justru menunjukkan penurunan kuat tekan. Oleh karena itu untuk memperbaiki mutu mortar dapat digunakan bahan yang mempunyai sifat pozzolan dengan maksud sebagai bahan tambah ataupun sebagai bahan substitusi parsial semen dengan harapan dapat menghasilkan mortar yang memiliki kuat tekan tinggi. Kualitas mortar sangat perlu ditingkatkan, maka untuk dapat meningkatkan kualitas mortar tersebut pada bahan penyusun mortar dapat diberikan bahan alternatif lain yang mampu menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Maupun untuk mengurangi berat mortar untuk memudahkan saat pengerjaan dan pada akhirnya dapat mengurangi bobot bangunan.

TINJAUAN PUTAKA

A. Defenisi Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), air suling dan semen portland dengan komposisi tertentu. Bahan pengikat antara semen dan air bereaksi secara kimia sehingga membuat suatu bahan yang padat dan tahan lama. Syarat mortar untuk bahan adukan cukup plastis, sehingga mudah untuk dikerjakan, dapat menghasilkan rekatan dan lekatan yang baik, dapat membagi tegangan tekan secara merata serta tahan lama.

Mortar pertama kali terbuat dari lumpur dan tanah liat karena persediaan batu sangat kurang. Menurut sejarah awal membangun kemampuan mortar muncul di Yunani. Mortar dibuat dengan batu kapur dengan penambahan abu vulkanik yang memungkinkan untuk mengeras di dalam air yang biasa disebut pozzolanat (semen hidrolik). Mortar sebagai bahan bangunan, biasanya diukur sifat – sifatnya, misalnya kuat tekan, berat jenis, kuat tarik, daya serap air, kuat rekat dengan bata merah.

B. Tipe Mortar

Mortar dapat ditinjau dari bahan pembentuknya dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu: mortar lumpur (mud mortar), mortar kapur, mortar semen dan mortar khusus. Adapun penjelasan tentang tipe mortar dapat dilihat pada uraian berikut ini.

1. Mortar lumpur, adalah mortar dibuat dari campuran pasir, tanah liat atau lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai konsistensi yang cukup baik,
2. Mortar kapur, dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air ditambahkan secukupnya agar diperoleh adukan yang cukup baik (mempunyai konsistensi baik),
3. Mortar semen, dibuat dari campuran pasir, semen portland, dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Mortar ini kekuatannya lebih besar daripada mortar lumpur dan mortar kapur, karena mortar ini biasanya dipakai untuk tembok, pilar kolom atau bagian lain yang menahan beban,
4. Mortar khusus, yang mana dibuat dengan menambahkan asbestos, fibers, jute fibers (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergaji kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas atau peredam suara. Mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata api dengan aluminos semen, dengan membandingkan volume satu aluminos semen dan bubuk bata api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

C. Bahan-Bahan Penyusun Mortar

Campuran mortar harus mempunyai perbandingan yang optimal antar bahan penyusunnya. Campuran yang dibentuk pun berbeda-beda agar pembentukan mortar dapat dimanfaatkan oleh

seluruh material. Campuran penyusun mortar antara lain portland cement, agregat halus (pasir), dan air serta bahan tambahan yang dapat digunakan dalam pembuatan mortar:

1. Semen

Semen portland yaitu semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

2. Agregat Halus

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi baik pada mortar maupun campuran mortar, namun demikian peranan agregat pada campuran sangatlah penting. Kandungan agregat dalam mortar maupun mortar kira-kira mencapai 70% - 75% dari volume campuran keseluruhan.

3. Air

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan mortar. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan mortar. Namun demikian air yang tak dapat diminum pun dapat digunakan sebagai campuran mortar, asalkan memenuhi syarat mutu yang disyaratkan. Air yang digunakan untuk campuran mortar harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak mortar atau tulangan.

D. Bahan Tambahan

Secara umum bahan tambah yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi dan bahan tambah yang bersifat mineral. Bahan tambah kimiawi ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran sedangkan bahan tambah yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan (Mulyono, 2004). Bahan tambah mineral saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran mortar dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan mortar segar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau tambahan pada campuran untuk mengurangi agregat

E. Abu Arang Kayu

Secara umum bahan tambah yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi dan bahan tambah yang bersifat mineral. Bahan tambah kimiawi ditambahkan saat pengadukan dan atau saat pelaksanaan pengecoran sedangkan bahan tambah yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan (Mulyono, 2004). Bahan tambah mineral saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran mortar dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan mortar segar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau tambahan pada campuran untuk mengurangi agregat

F. Perawatan Mortar

Perawatan mortar adalah usaha untuk merawat mortar dengan tujuan utama untuk menjaga kadar air (di dalam mortar) yang mencukupi, artinya dalam kualitas yang mencukupi untuk keperluan pertumbuhan optimal kekakuan mortar serta temperatur normal, terutama pada umur mortar yang masih muda agar kekuatan dan kinerja mortar dapat tumbuh dengan normal.

Merawat mortar sama halnya dengan merawat mortar. Kondisi perawatan mortar yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. Perawatan mortar dengan cara mortar direndam di dalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan mortar tersebut.
2. Perawatan mortar dengan cara mortar dibiarkan setelah dibuka dari cetakan di dalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.
3. Perawatan mortar dengan cara mortar dilindungi dengan karung basah agar uap air yang terdapat dalam mortar tidak hilang.
4. Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk mortar yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150 oC dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.
5. Perawatan mortar dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada mortar dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan mortar mutu tinggi.

Karenanya perawatan mortar merupakan suatu prosedur yang penting dalam proses pelaksanaan suatu bangunan, terutama di daerah tropis yang umumnya bersuhu udara panas, untuk bisa menghasilkan struktur dengan kekuatan dan kinerja mortar hanya akan tumbuh secara maksimal bila perawatan (curing) dilakukan dengan baik dan benar sejak umur mortar yang dini.

G. Kuat Tekan

Mortar mempunyai kuat tekan bervariasi sesuai dengan bahan-bahan penyusunnya. Perbandingan semen, pasir dan air yang sesuai untuk mortar yang memiliki syarat, sebagai bahan pengikat mortar harus mempunyai konsistensi/kekentalan standar. Konsistensi mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatan mortar yang menjadi spesifik, plesteran dinding, batako dan sebagainya, sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur

Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata di seluruh penampang, Kuat tekan mortar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- P : Gaya maksimum dari mesin tekan (N)
- A : Luas penampang yang diberi tekanan (mm²)
- f_c' : Kuat tekan (N/mm²)

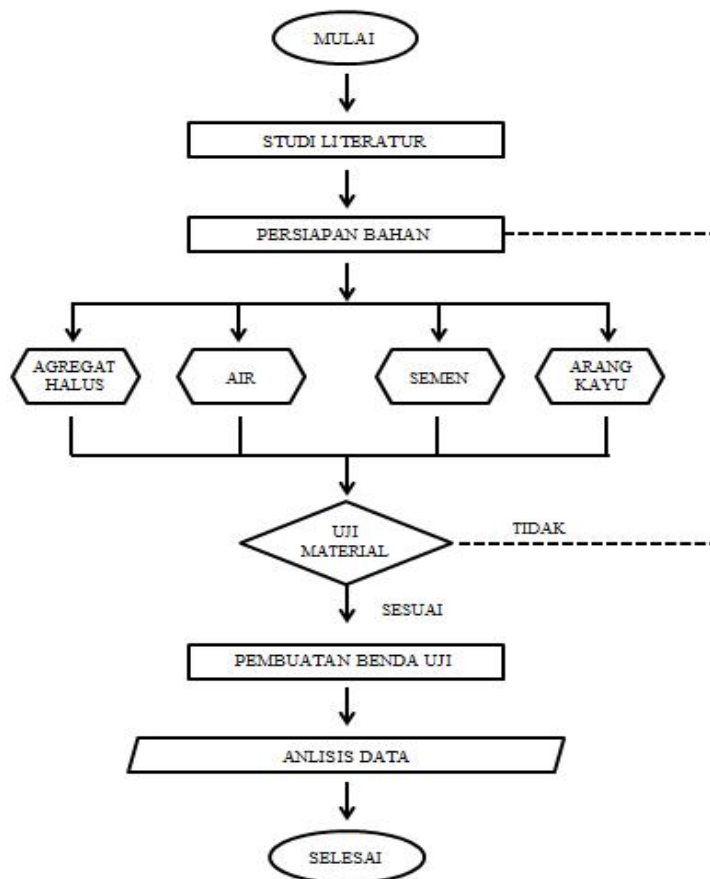
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan dilaboratorium Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara. Dimana pada eksperimen penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan salah satu material campuran mortar normal dengan abu arang kayu. Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan metode eksperimental diharapkan dapat mengetahui nilai-nilai kuat tekan mortar dan pengaruh yang ditimbulkan dari penggunaan abu arang kayu tersebut.

Data-data yang diperlukan dalam hasil penelitian dengan judul "Analisa Penggunaan Abu Arang Kayu Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan Mortar" terbagi menjadi dua, yaitu: data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data data yang diperoleh dari

eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Data primer ini dipakai sebagai acuan sumber data dalam penulisan hasil penelitian ini. Data primer yang dimaksud antara lain, data pengujian material penyusun mortar, data job mix design, dan data hasil pengujian kuat tekan mortar dengan umur yang telah ditentukan yakni 7, 14, dan 28 hari. Sedangkan Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan teknik mortar dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan. Disini buku yang dijaikan sebagai data sekunder antara lain buku teknologi mortar karangan beberapa penulis kenamaan Indonsesia, serta SNI yang dipakai di Indonesia

Untuk mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian, maka dibuat bagan alir penelitian. Adapun tahapan penelitian dapat kita lihat pada gambar bagan alir berikut ini.



Gambar Diagram Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, pengadaan alat dan bahan termasuk pembuatan abu arang kayu untuk mendapatkan abunya, serta persiapan laboratorium.

2. Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun mortar apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran mortar (mix design).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran mortar, mulai dari semen, agregat halus, dan air serta abu arang kayu. Hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun mortar yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan mortar.
- b. Pengujian slump test
- c. Pengecoran ke dalam cetakan kubus.
- d. Pelepasan benda uji dari cetakan kubus.

5. Perawatan benda uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam mortar di dalam bak selama 7, 14, dan 28 hari.

6. Pengujian Mortar

Pada tahapan ini dilakukan pengujian mortar sesuai umur perencanaan yang telah di tentukan.

7. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu di buat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Berdasarkan hasil pengujian agregat halus yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian agregat halus seperti berikut.

Pengujian Kadar Air

Dari pengujian kadar air agregat halus yang sama dengan dua kali pengujian didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 1 berikut.

| No | Pengukuran | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-Rata |
|----|--------------------------------|--------|----------|----------|-----------|
| 1 | Berat Agregat Semula (W1) | Gr | 1500 | 1500 | 1500 |
| 2 | Berat Agregat Kering Oven (W2) | Gr | 1340 | 1370 | 1355 |
| 3 | Kadar Air | % | 11.94 | 9.49 | 10.71 |

Tabel 1. Perhitungan Kadar Air Agregat Halus

Dengan menggunakan persamaan berikut maka diperoleh nilai kadar air agregat halus yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat halus} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\ &= \frac{1500 - 1340}{1340} \times 100\% \\ &= 11.94\% \end{aligned}$$

Untuk sampel 1, sedangkan untuk sampel 2 dengan menggunakan persamaan yang sama diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat halus} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \\ &= \frac{1500 - 1370}{1370} \times 100\% \\ &= 9,49\% \end{aligned}$$

Kadar air rata-rata dari hasil penjumlahan sampel 1 dan sampel 2 yakni $11,94\% + 9,49\%$ dengan nilai rata-rata diperoleh sebesar $10,71\%$. Berdasarkan hasil tersebut maka agregat halus layak digunakan sebagai campuran beton.

Dari pengujian berat isi agregat halus yang telah dilakukan didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 2 berikut.

| No | Pengukuran | Satuan | Berat Sampel |
|----|---------------|--------------------|--------------|
| 1 | Berat Agregat | Gr | 5415 |
| 2 | Volume Wadah | cm ³ | 4410 |
| 3 | Berat Isi | gr/cm ³ | 1,22 |

Tabel. 2. Perhitungan Berat Isi Agregat Halus

Dengan menggunakan persamaan berikut diperoleh berat isi agregat halus, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat kasar} &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{5415}{4410} \\ &= 1,2 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dari pengujian analisa ayak agregat halus yang telah dilakukan didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 3 berikut.

| No | Nomor Saringan | Ukuran Lobang Ayakan | | Berat Tertahan | Lolos Ayak | Jumlah Persen (%) | | % Kumulatif Tertahan | % Kumulatif Lewat |
|----|----------------|----------------------|-------|----------------|------------|-------------------|-------|----------------------|-------------------|
| | | Inch | mm | | | Tertahan | Lewat | | |
| 1 | No. 1.5 | 1.500 | 38.10 | 0 | 1000 | 0.000 | 100.0 | 0.000 | 100.000 |
| 2 | No. ¾ | 0.750 | 19.10 | 0 | 1000 | 0.000 | 100.0 | 0.000 | 100.000 |
| 3 | No. 3/8 | 0.375 | 9.500 | 0 | 1000 | 0.000 | 100.0 | 0.000 | 100.000 |
| 4 | No. 4 | 0.187 | 4.750 | 5 | 995 | 0.500 | 99.50 | 0.500 | 99.500 |
| 5 | No. 8 | 0.094 | 2.360 | 45 | 950 | 4.500 | 95.00 | 5.000 | 95.000 |
| 6 | No. 16 | 0.047 | 1.180 | 265 | 685 | 26.500 | 68.50 | 31.500 | 68.500 |

| No | Nomor Saringan | Ukuran Lobang Ayakan | | Berat Tertahan Gr | Lolos Ayak Gr | Jumlah Persen (%) | | % Kumulatif Tertahan | % Kumulatif Lewat |
|--------|----------------|----------------------|-------|----------------------|------------------|-------------------|-------|----------------------|-------------------|
| | | Inch | mm | | | Tertahan | Lewat | | |
| 7 | No. 20 | 0.033 | 0.850 | 380 | 305 | 38.000 | 30.50 | 69.500 | 30.500 |
| 8 | No. 30 | 0.020 | 0.590 | 265 | 40 | 26.500 | 4.000 | 96.000 | 4.000 |
| 9 | No. 60 | 0.010 | 0.250 | 20 | 20 | 2.000 | 2.000 | 98.000 | 2.000 |
| 10 | No. 100 | 0.006 | 0.150 | 10 | 10 | 1.000 | 1.000 | 99.000 | 1.000 |
| 11 | No. 200 | 0.003 | 0.075 | 5 | 5 | 0.500 | 0.500 | 99.500 | 0.500 |
| 12 | PAN (Sisa) | | | 5 | | 0.500 | 0.000 | 100.000 | 0.000 |
| Jumlah | | | | 1000 | | | | | |

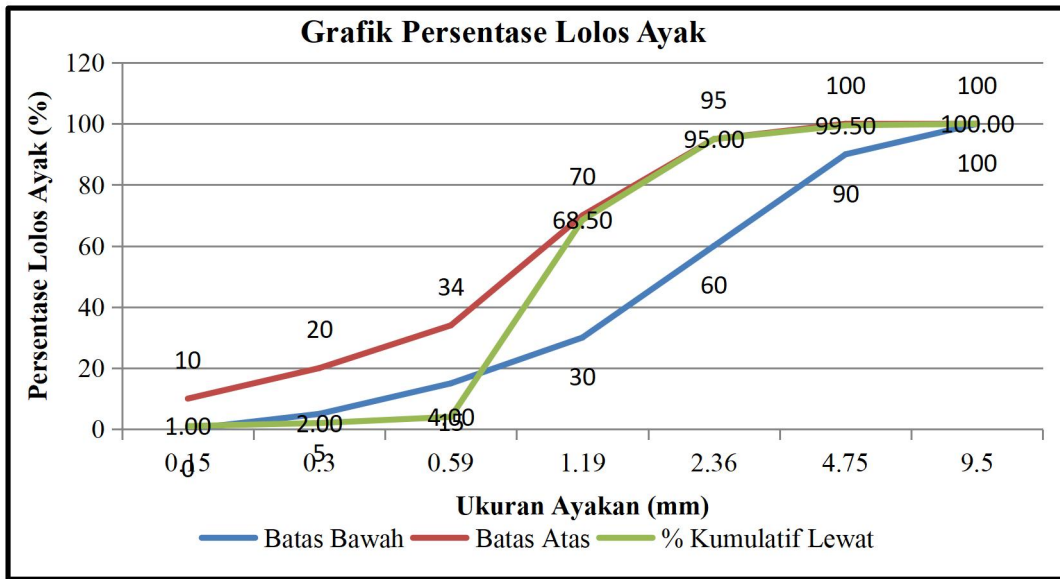
Tabel 3. Analisa Saringan Agregat Halus

Untuk menentukan batas gradasi agregat halus berdasarkan persentase berat butir yang lewat ayakan dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

| Lubang Ayakan (mm) | Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan | | | | Hasil Uji Agregat Halus |
|--------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|-------------------------|
| | Zona I | Zona II | Zona III | Zona IV | |
| 9,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
| 4,75 | 90 – 100 | 90 – 100 | 90 – 100 | 95 – 100 | 99,50 |
| 2,36 | 60 – 95 | 75 – 100 | 85 – 100 | 95 – 100 | 95,00 |
| 1,19 | 30 – 70 | 55 – 90 | 75 – 100 | 90 – 100 | 68,50 |
| 0,59 | 15 – 34 | 35 – 59 | 60 – 79 | 80 – 100 | 4,0 |
| 0,3 | 5 – 20 | 8 – 30 | 12 – 40 | 15 – 50 | 2,0 |
| 0,15 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 15 | 0,5 |

Tabel 4. Perbandingan Gradasi Agregat Halus

Dari perbandingan pada Tabel di atas tampak bahwa agregat halus yang digunakan memiliki termasuk ke dalam zona I berarti pasir agak halus. Adapun grafik dari agregat halus tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan Ukuran Ayakan Dengan Persentase Lolos Ayakan Agregat Halus

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa agrgat halus yang digunakan mendekati nilai satandar SNI dan layak digunakan sebagai material mortar.

Dari pengujian kadar lumpur agregat halus yang telah dilakukan didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Halus

| No. | Pengukuran | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata Rata |
|-----|---------------|--------|----------|----------|-----------|
| 1 | Volume Pasir | MI | 56.00 | 55.00 | 55.50 |
| 2 | Volume Lumpur | MI | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3 | Kadar Lumpur | % | 1.79 | 1.75 | 1.77 |

Dengan menggunakan Persamaan berikut ini maka diperoleh nilai kadar lumpur agregat halus yaitu:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{1}{56 + 1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lumpur} = 1,79 \%$$

Untuk sampel 1, sedangkan untuk sampel 2 dengan menggukan persamaan yang sama diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{1}{55 + 1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lumpur} = 1,75 \%$$

.Dari hasil perhitungan diperoleh kadar lumpur rata rata kadar air rata-rata dari hasil penjumlahan sampel 1 dan sampel 2 yakni 1,79% + 1,75% dengan nilai rata-rata diperoleh sebesar 1,77% maka agregat halus layak digunakan sebagai campuran mortar.

Dari pengujian berat isi agregat abu halus arang kayu yang telah dilakukan didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perhitungan Berat Isi Agregat Abu Halus Arang Kayu

| No | Pengukuran | Satuan | Berat Sampel |
|----|---------------|--------------------|--------------|
| 1 | Berat Agregat | gr | 2205 |
| 2 | Volume Wadah | cm ³ | 4278 |
| 3 | Berat Isi | gr/cm ³ | 0,52 |

Dengan menggunakan persamaan berikut diperoleh berat isi agregat abu halus arang kayu, yaitu :

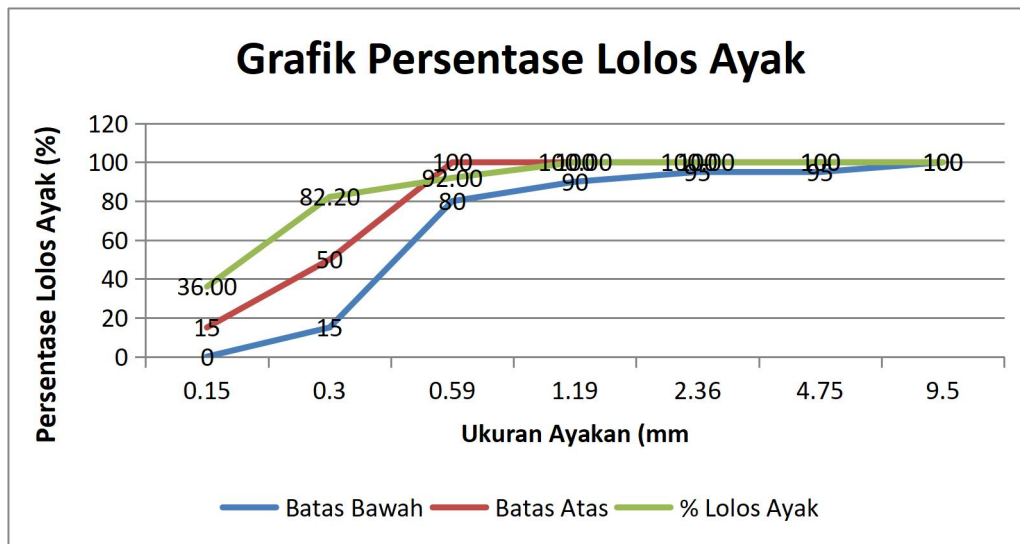
$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat kasar} &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{2205}{4278} \\ &= 0,52 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dari pengujian analisa ayak agregat abu halus arang kayu yang telah dilakukan didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Analisa Saringan Agregat Abu Halus Arang Kayu

| No. | Nomor Saringan | Ukuran Lobang Ayakan | | Berat Tertahan Gr | Lolos s Ayak k Gr | Jumlah Persen (%) | | % Kumulatif Tertahan | % Kumulatif Lewat |
|--------|----------------|----------------------|-------|----------------------|-------------------------------|-------------------|--------|----------------------|-------------------|
| | | Inc | mm | | | Tertahan | Lewat | | |
| 1 | No. 1.5 | 1.500 | 38.1 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 2 | No. ¾ | 0.750 | 19.1 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3 | No. 3/8 | 0.375 | 9.50 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 4 | No. 4 | 0.187 | 4.75 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 5 | No. 8 | 0.094 | 2.36 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 6 | No. 16 | 0.047 | 1.18 | 0 | 500 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |
| 7 | No. 20 | 0.033 | 0.85 | 3 | 497 | 0,60 | 99,40 | 0,60 | 99,40 |
| 8 | No. 30 | 0.020 | 0.59 | 37 | 460 | 7,40 | 92,00 | 8,00 | 92,00 |
| 9 | No. 60 | 0.010 | 0.25 | 49 | 411 | 9,80 | 82,20 | 17,80 | 82,20 |
| 10 | No. 100 | 0.006 | 0.15 | 231 | 180 | 46,20 | 36,00 | 64,00 | 36,00 |
| 11 | No. 200 | 0.003 | 0.075 | 160 | 20 | 32,00 | 4,00 | 96,00 | 4,00 |
| 12 | PAN (Sisa) | | | | | 20 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Jumlah | | | | | | 500 | | | |

Adapun grafik dari agregat abu halus arang kayu tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Ukuran Ayakan Dengan Persentase Lolos Ayakan Agregat Abu Halus Arang Kayu

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa abu arang kayu yang digunakan sangat halus, dan hampir mendekati tingkat kehalusan semen yakni lolos saringan No. 200.

Dari pengujian slump yang dilakukan terhadap campuran mortar normal dan mortar variasi 5% dan 10% didapat hasil nilai slump seperti pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Pengujian Slump

| No | Variasi Campuran | Tinggi Slump (mm) | | Tinggi Slump Rata-rata (mm) | Air 1 x Adukan (Liter) |
|----|--------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------------------------|
| | | 1 | 2 | | |
| 1 | Mortar Normal | 70,00 | 75,00 | 72,50 | 14,00 |
| 2 | Mortar Variasi 5% | 77,00 | 80,00 | 78,50 | 14,00 |
| 3 | Mortar Variasi 10% | 75,00 | 80,00 | 77,50 | 14,00 |

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai slump seluruh campuran masuk kedalam nilai slump rencana yaitu berada di antara 60 mm sampai dengan 100 mm.

Dari pengujian mortar yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian mortar seperti berikut ini.

Pengujian Mortar Normal

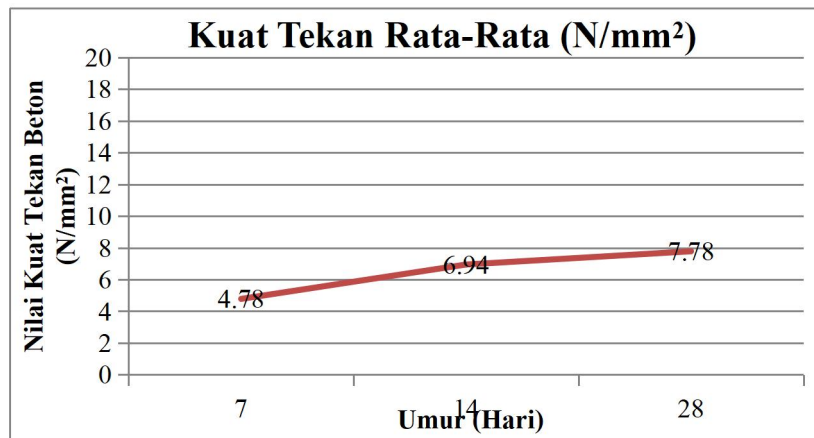
Mortar normal merupakan mortar yang dijadikan sebagai acuan komposisi campuran dengan proporsi campuran 1:4 antara semen dan pasir, kemudian agregat halusnya diganti dengan abu arang kayu dengan variasi 5% dan 10%. Dari pengujian mortar yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian mortar normal yang dijadikan acuan dengan kuat tekan f_c' seperti Tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 10. Nilai Kuat Tekan Mortar Normal

| No | Kode Benda Uji | Umur (Hari) | Dimensi | | Luas Bidang (mm ²) | Gaya Tekan (N) | Kuat Tekan (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata Rata |
|----|----------------|-------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | | L (mm) | P (mm) | | | | |

| No | Kode Benda Uji | Umur (Hari) | Dimensi | | Luas Bidang (mm ²) | Gaya Tekan (N) | Kuat Tekan (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata Rata |
|----|----------------|-------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | | L (mm) | P (mm) | | | | |
| 1 | N7-01 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 108750 | 4,83 | 4,78 |
| 2 | N7-02 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 101250 | 4,50 | |
| 3 | N7-03 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 112500 | 5,00 | |
| 4 | N14-01 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 146250 | 6,50 | 6,94 |
| 5 | N14-02 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 138750 | 6,17 | |
| 6 | N14-03 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 183750 | 8,17 | |
| 7 | N28-01 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 165000 | 7,33 | 7,78 |
| 8 | N28-02 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 157500 | 7,00 | |
| 9 | N28-03 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 202500 | 9,00 | |

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata mortar normal berbentuk silinder untuk setiap umur pengujian. Adapun grafik nilai kuat tekan rata-rata mortar normal dapat kita lihat pada Gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Normal Terhadap Umur Mortar

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan mortar normal rata-rata berdasarkan umur pengujian semakin meningkat.

Pengujian Mortar Abu Arang Kayu 5%

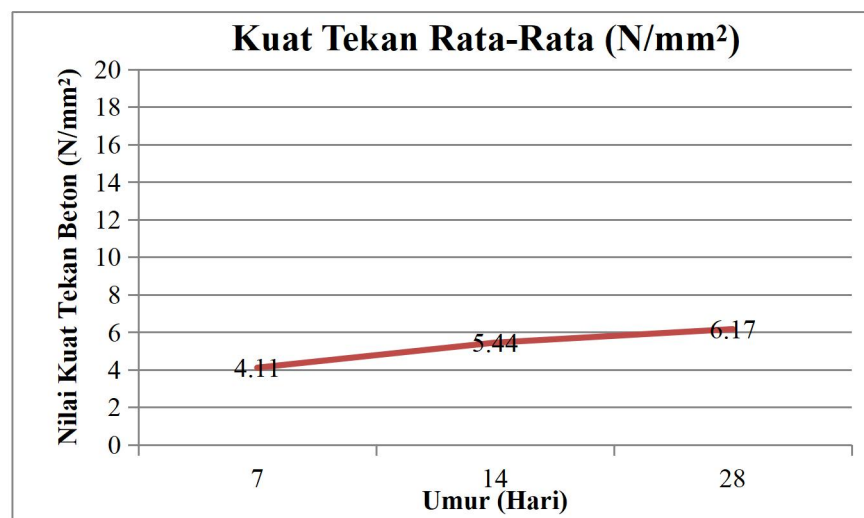
Dari pengujian mortar yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian mortar dengan kuat tekan f_c' seperti Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Nilai Kuat Tekan Mortar Variasi 5%

| No | Kode Benda Uji | Umur (Hari) | Dimensi | | Luas Bidang (mm ²) | Gaya Tekan (N) | Kuat Tekan (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata Rata |
|----|----------------|-------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | | L (mm) | P (mm) | | | | |
| 1 | V5-01 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 105000 | 4,67 | 4,11 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|----|-----|-----|-------|--------|------|------|
| 2 | V5-02 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 101250 | 4,50 | |
| 3 | V5-03 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 71250 | 3,17 | |
| 4 | V5-01 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 138750 | 6,17 | |
| 5 | V5-02 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 135000 | 6,00 | 5,44 |
| 6 | V5-03 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 93750 | 4,17 | |
| 7 | V5-01 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 157500 | 7,00 | |
| 8 | V5-02 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 153750 | 6,83 | 6,17 |
| 9 | V5-03 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 105000 | 4,67 | |

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata mortar untuk setiap umur pengujian. Adapun grafik nilai kuat tekan rata-rata mortar variasi 5% dapat kita lihat pada Gambar 4. dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Variasi 5% Terhadap Umur Mortar

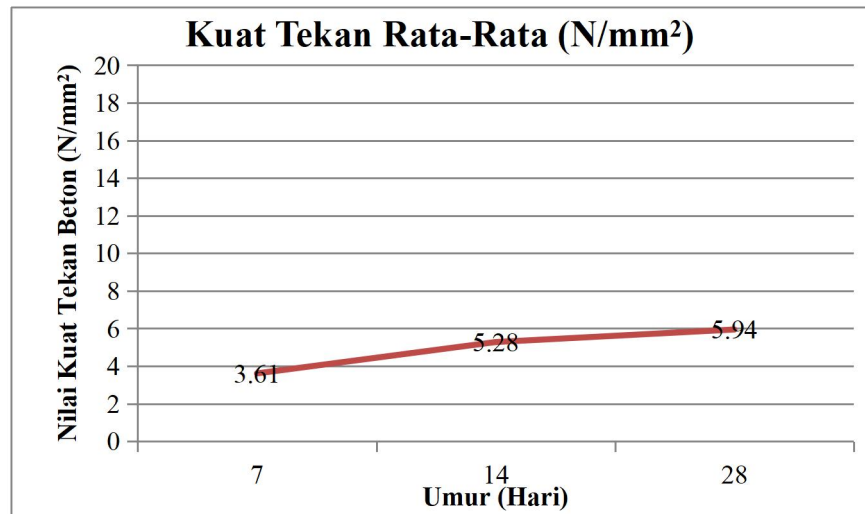
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan mortar variasi 5% rata-rata berdasarkan umur pengujian semakin meningkat.

Tabel.12. Nilai Kuat Tekan Mortar Variasi 10%

| No | Kode Benda Uji | Umur (Hari) | Dimensi | | Luas Bidang (mm ²) | Gaya Tekan (N) | Kuat Tekan (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata Rata |
|----|----------------|-------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | | L (mm) | D (mm) | | | | |
| 1 | V10-01 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 82500 | 3,67 | |
| 2 | V10-02 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 75000 | 3,33 | 3,61 |
| 3 | V10-03 | 7 | 150 | 150 | 22500 | 86250 | 3,83 | |
| 4 | V10-01 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 112500 | 5,00 | |
| 5 | V10-02 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 108750 | 4,83 | 5,28 |
| 6 | V10-03 | 14 | 150 | 150 | 22500 | 135000 | 6,00 | |
| 7 | V10-01 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 127500 | 5,67 | 5,94 |

| No | Kode Benda Uji | Umur (Hari) | Dimensi | | Luas Bidang (mm ²) | Gaya Tekan (N) | Kuat Tekan (N/mm ²) | Kuat Tekan Rata Rata |
|----|----------------|-------------|---------|--------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|
| | | | L (mm) | D (mm) | | | | |
| 8 | V10-02 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 120000 | 5,33 | |
| 9 | V10-03 | 28 | 150 | 150 | 22500 | 153750 | 6,83 | |

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata mortar normal berbentuk kubus untuk setiap umur pengujian. Adapun grafik nilai kuat tekan rata-rata mortar normal dapat kita lihat pada Gambar 5. dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Varasi 10% Terhadap Umur Mortar

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan mortar variasi 10% rata-rata berdasarkan umur pengujian semakin meningkat.

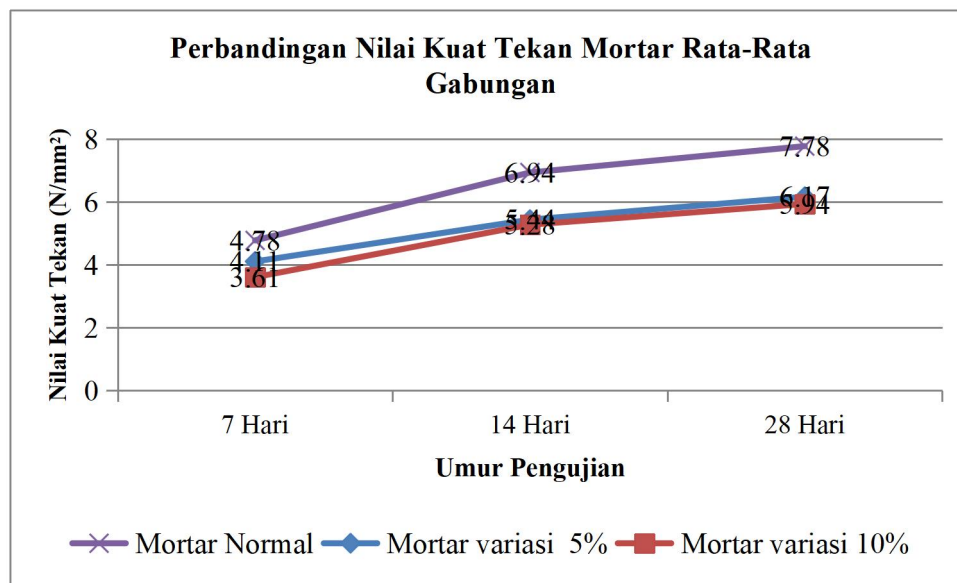
Perbandingan Nilai Kuat Tekan Mortar

Dari hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan maka didapat nilai kuat tekan mortar rata-rata untuk semua campuran mortar pada setiap umur pengujian seperti Tabel 13 berikut ini.

Tabel 13 Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Gabungan

| No | Jenis Mortar | Kuat Tekan Mortar Pada Umur (MPa) | | |
|----|--------------------|-----------------------------------|---------|---------|
| | | 7 Hari | 14 Hari | 28 Hari |
| 1 | Mortar normal | 4,78 | 6,94 | 7,78 |
| 2 | Mortar variasi 5% | 4,11 | 5,44 | 6,17 |
| 3 | Mortar variasi 10% | 3,61 | 5,28 | 5,94 |

Adapun grafik nilai kuat tekan mortar untuk semua campuran mortar dapat kita lihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Hubungan Nilai Kuat Tekan Mortar Terhadap Umur Mortar

Pada gambar diatas, diketahui kuat tekan mortar terbesar adalah kuat tekan mortar normal dengan nilai sebesar 7,78 Mpa pada umur 28 hari dan nilai kuat tekan terendah adalah kuat tekan mortar variasi 10% dengan nilai sebesar 5,94 Mpa pada umur 28 hari.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian Analisa Penggunaan Abu Arang Kayu Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan Mortar dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada umur 7 hari nilai kuat tekan mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 4,78 Mpa, 4,11 Mpa dan 3,61 MPa.
2. Pada umur 14 hari nilai kuat tekan mortar mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 6,94 Mpa, 5,44 Mpa dan 5,28 Mpa.
3. Pada umur 28 hari nilai kuat tekan mortar mortar normal, variasi 5% dan variasi 10% secara berturut turut sebesar 7,78 Mpa, 6,17 Mpa dan 5,94Mpa.
4. Berdasarkan nilai kuat tekan mortar rata-rata yang diperoleh maka dapat digambarkan bahwa mortar menggunakan abu arang kayu memiliki pengaruh yang kurang baik terhadap kuat tekan mortar yang dihasilkan. Mortar yang menggunakan abu arang kayu dapat menurunkan nilai kuat tekan mortar dari mortar direncanakan atau mortar normal yang menjadi acuan

DAFTAR FUSTAKA

- Antoni dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Ahdiansyah. 2013. *Sifat Fisika/Kimia Arang*. Banjarbaru.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-6825-2002. *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *15-2049-2004 Semen Portland*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.