

PENGARUH ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KARAKTERISTIK MORTAR

Zebina Hiya Reksa Fadillah ¹⁾, Nurul Rochmah ²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : zebinafadillah@gmail.com¹⁾, nurul-rochmah@untag-sby.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara produsen jagung terbesar ke-8 sedunia, sedangkan di Asia Tenggara negara Indonesia merupakan produsen jagung terbesar. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS 2024) Produksi jagung di Indonesia menghasilkan jagung cukup tinggi, yang menghasilkan limbah tongkol jagung sekitar 4.562.142,44 juta ton. Tongkol jagung merupakan limbah yang belum dimanfaatkan dengan baik. Seperti pada industri pakan unggas, tongkol jagung yang sudah tidak terpakai dibuang begitu saja, sehingga menjadi permasalahan lingkungan, maka pada penelitian ini memanfaatkan abu tongkol jagung karena kandungan senyawa dari abu tongkol jagung berpotensi menjadi alternatif bahan tambah mortar yang murah dan ramah lingkungan serta sebagai upaya mengurangi dampak dari limbah tongkol jagung dan. Abu tongkol jagung mengandung unsur Silika Oksida (SiO_2) yang cukup tinggi yaitu sebesar 56,7%, Silika merupakan senyawa yang berfungsi sebagai pengikat dan bahan pengisi (*filler*) yang mengurangi porositas mortar. Penelitian ini menggunakan Abu tongkol jagung (ATJ) yang lolos ayakan No.200 dengan presentase sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada mortar dengan umur 7, 21 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan mortar dengan nilai tertinggi atau paling optimum didapat presentase 5% penambahan abu tongkol jagung pada umur ke 28 hari yaitu sebesar 35,316 Mpa. Namun ketika presentase ATJ melebihi 5% cenderung mengalami penurunan nilai kuat tekan.

Kata Kunci : abu tongkol jagung, bahan tambah, mortar, kuat tekan mortar

ABSTRACT

Indonesia is the 8th largest corn producing country in the world, while in Southeast Asia Indonesia is the largest corn producer. According to the Central Statistics Agency (BPS 2024) Corn production in Indonesia produces quite high corn, which produces corn cob waste of around 4,562,142.44 million tons. Corn cobs are waste that has not been utilized properly. As in the poultry feed industry, unused corn cobs are simply thrown away, so that it becomes an environmental problem, so in this study, corn cob ash was utilized because the compound content of corn cob ash has the potential to be an alternative cheap and environmentally friendly mortar additive and as an effort to reduce the impact of corn cob waste and. Corn cob ash contains a fairly high Silica Oxide (SiO_2) element, which is 56.7%, Silica is a compound that functions as a binder and filler that reduces mortar porosity. This study used corn cob ash (ATJ) that passed the No. 200 sieve with a percentage of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% of the weight of cement. The mortar compressive strength test was carried out on mortar aged 7, 21 and 28 days. The results of the mortar compressive strength test with the highest or most optimum value were obtained with a percentage of 5% addition of corn cob ash at the age of 28 days, which was 35.316 Mpa. However, when the ATJ percentage exceeded 5%, it tended to experience a decrease in the compressive strength value.

Keywords: corn cob ash, additives, mortar, mortar compressive strength

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan teknologi di Indonesia dari masa ke masa terus mengalami perkembangan, terkhusus dalam bidang industri konstruksi yang dimana perkembangan tersebut semakin membutuhkan bahan serta material dalam perkembangan pembangunan, termasuk penggunaan mortar. Mortar merupakan bahan pengikat atau perekat material bangunan, (Mulyadi et al., 2020). Mortar terbentuk dari bahan campuran utama yaitu semen, agregat halus (pasir alam), dan air (Hussein et al., 2024). Penerapan mortar dalam suatu pekerjaan konstruksi cenderung lebih pada pekerjaan yang bersifat non-struktural seperti halnya perekat pasangan batu bata, plesteran dinding dan lain sebagainya, tapi penggunaan mortar tidak hanya untuk pekerjaan yang bersifat non-struktural saja penggunaan mortar pada konstruksi juga bersifat struktural yaitu mortar pasangan batu belah untuk struktur pondasi, dilihat dari fungsinya mortar yang baik harus awet dan tahan lama serta mudah dikerjakan (Wenno et al., 2014).

Penerapan di lapangan masih cenderung tidak adanya perubahan dalam hal percampuran mortar, pekerja masih menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat utama, nilai kuat tekan mortar pada proporsi campuran tertentu justru menunjukkan penurunan (Kasmuri & Harani, 2019). Kuat tekan mortar bergantung pada tingkat porositasnya, porositas disebabkan oleh ketidaktepatan dalam kualitas dan komposisi material penyusun utama, semakin tinggi tingkat porositas pada mortar maka semakin rendah kuat tekannya (Puspita Sari et al., 2017). Pemakaian mortar yang cukup besar memerlukan upaya untuk menghasilkan mortar mutu tinggi dengan menggunakan bahan tambah yang bisa memperbaiki mutu dari mortar tersebut, Pemilihan bahan tambah mengacu pada bahan tambah yang melimpah, mudah didapat, dan biaya yang murah. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan mortar adalah pozzolan. Pozzolan merupakan material yang mempunyai kandungan silika atau senyawanya serta alumina, yang pada dasarnya tidak

memiliki sifat pengikat seperti semen. Namun, ketika berbentuk halus dan berinteraksi dengan air, material ini mengalami reaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu ruangan, maka menghasilkan senyawa yang memiliki sifat yang menyerupai semen (SNI 7656:2012).

Salah satu limbah yang memiliki kandungan pozzolan namun belum dimanfaatkan secara optimal yaitu tongkol jagung (Hardiputranto et al., 2021). Jagung termasuk jenis tanaman pangan yang paling banyak dibudidayakan di dunia, termasuk di Indonesia, dan Jagung juga merupakan bahan pokok kedua setelah padi. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS 2024) Produksi jagung di Indonesia mengalami peningkatan pada tahun 2024 dengan luas panen sebesar 2.583.673,99 juta hektare luas panen tersebut mengalami peningkatan sebanyak 0,11 juta hektare atau 4,34 persen dibandingkan luas panen pada tahun 2023 yang sebesar 2.476.090,93 juta hektare. Luas panen pada tahun 2024 tersebut menghasilkan jagung pipilan sebesar 15,207.141,46 juta ton, mengalami peningkatan sebanyak 0,43 juta ton atau 2,93 persen dibandingkan pada 2023 yang sebesar 14,774.432,52 juta ton. Sedangkan produksi jagung di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2024 dengan luas panen 199.764 hektare menghasilkan jagung pipilan mencapai 1.410.408 ton, dari produksi 100% berat total jagung, 30% dari berat keseluruhannya merupakan tongkol jagung (Hasan & Ghofur, 2019). Artinya pada tahun 2024 Indonesia menghasilkan tongkol jagung sekitar 4.562.142,44 juta ton sedangkan pada Provinsi Jawa Timur menghasilkan tongkol jagung sekitar 423.122,44 ton. Dengan terus meningkatnya limbah tongkol jagung setiap tahunnya sedangkan limbah tongkol jagung masih belum dimanfaatkan dan diolah dengan baik. Sebagai contoh pada industri pakan unggas, tongkol jagung yang sudah tidak terpakai dibuang di sekitar pabrik, dan masyarakat biasanya menggunakan tongkol jagung sebagai pakan ternak seperti kambing dan sapi, selebihnya tongkol jagung dibuang dan dibakar begitu saja. Hal ini berdampak negatif pada lingkungan. Pembuangan tongkol

jagung menyebabkan penumpukan dan berserakan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap, sementara pembakaran dari tongkol jagung menimbulkan pencemaran lingkungan serta dapat berpotensi menyebabkan masalah bagi masyarakat sekitar. Kurangnya pemanfaatan tongkol jagung ini mengakibatkan hilangnya potensi nilai tambah dari tongkol jagung yang sebenarnya memiliki kandungan yang berpotensi sebagai bahan tambah pada campuran mortar serta dapat meningkatkan kekuatan mortar (Ernanti et al., 2024).

(Hermansyah et al., 2022) menyatakan bahwa limbah tongkol jagung memiliki kandungan unsur silika yang cukup tinggi. Silika merupakan senyawa yang dapat mengikat/memberi daya rekat pada campuran mortar serta berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) yang dapat mengurangi porositas mortar. Tongkol jagung memiliki Kandungan senyawa silika (SiO_2) yang memungkinkan digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran mortar, tetapi sebelum tongkol jagung dijadikan sebagai bahan tambah dalam campuran mortar tongkol jagung terlebih dulu harus dilakukan proses pembakaran dengan suhu antara 650°C hingga 800°C dengan kurun waktu lebih dari 8 jam guna menghasilkan abu tongkol jagung sesuai dengan yang dengan ketentuan yang berlaku (Surbakti, 2021). Kandungan dari abu tongkol jagung Silika Oksida SiO_2 mencapai 67,85% (Mujedu et al., 2014). Kandungan dari abu tongkol jagung tersebut berpotensi menjadi salah satu alternatif bahan tambah mortar yang murah dan ramah lingkungan.

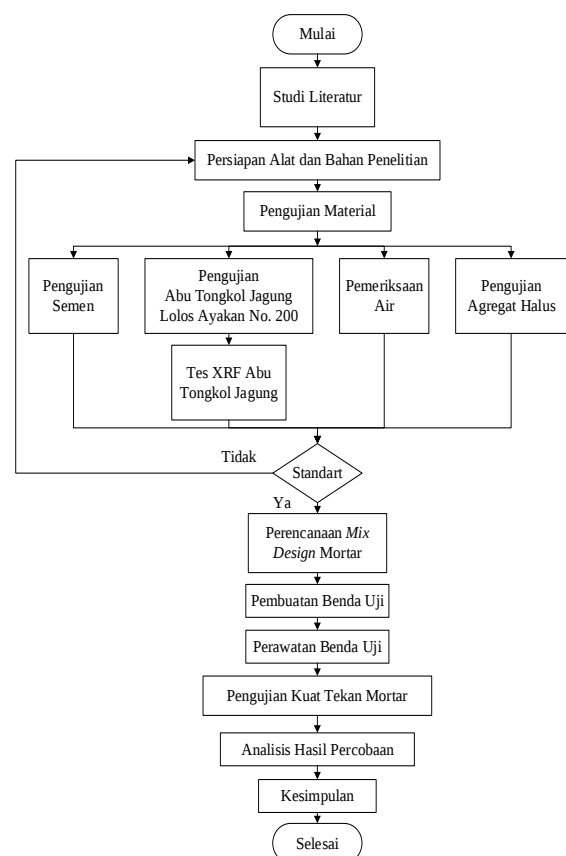
Pada penelitian yang dilakukan (Abubakar et al., 2016) dengan berjudul “Mechanical Properties Of Concrete Containing Corn Cob Ash” penelitian ini dilakukan dengan penambahan abu bonggol jagung pada beton, dengan penambahan presentase variasi abu bonggol jagung 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil dari penelitian ini mendapatkan penambahan presentase variasi abu bonggol jagung yaitu pada presentase variasi sebesar 4 % pada umur 28 hari yaitu sebesar 24,07 Mpa yang mempunyai nilai kuat tekan terbaik nilai

kuat tekan dibandingkan pada presentase 10%, 15% dan 20%.

Oleh karena itu Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi abu tongkol jagung (ATJ) sebagai bahan tambah pada campuran mortar, khususnya pada pengaruh terhadap kuat tekan mortar dengan Presentase abu tongkol jagung (ATJ) sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada mortar dengan umur 7, 21 dan 28 hari.

2. METODE

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah metode yang diterapkan untuk mengidentifikasi, pengumpulan, meninjau berbagai sumber referensi yang relevan guna mendukung materi yang menjadi fokus dari penelitian, referensi yang dipakai berupa buku, jurnal dan artikel

laporan penelitian. Studi literatur bertujuan untuk memperkuat dan memperdalam pemahaman referensi terdahulu yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

2.3 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian harus memenuhi persyaratan.

2.4 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi : Timbangan kapasitas 2600 gram, saringan analisa agregat halus, cetakan benda uji kubus ukuran 5×5×5 cm, oven, gelas ukur, nampan, cetok, dan drum besi.

2.5 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

a. Semen Portland

Semen portland merupakan material konstruksi yang paling sering digunakan dalam pekerjaan beton dan mortar. Semen portland adalah jenis semen hidrolik yang diproduksi melalui proses penggilingan klinker yang mengandung kalsium silikat hidrolik, biasanya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat yang digunakan sebagai bahan tambah dan dilakukan penggilingan bersamaan dengan bahan utama (Pratama et al., 2023).

Semen portland yang digunakan pada pembuatan mortar yaitu semen gresik.

b. Agregat Halus (Pasir)

Berdasarkan (SNI 03-2834-2000) agregat halus merupakan pasir alam yang terbentuk dari proses pelapukan alami batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dengan ukuran butir maksimum 5,0 mm.

Pasir yang digunakan pada pembuatan mortar yaitu pasir lumajang.

c. Air

Air merupakan salah satu bahan penyusun utama campuran mortar yang berfungsi untuk memberikan reaksi pada semen sehingga semen membentuk pasta untuk mengikat agregat dan kemudian mengeras secara bertahap. Air yang digunakan dalam campuran mortar harus bersih, bebas dari

kandungan minyak, asam alkali, zat organis atau bahan lain yang berpotensi dapat merusak mortar.

Air yang digunakan pada pembuatan mortar yaitu air dari Laboratorium Teknologi Beton Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

d. Abu Tongkol Jagung

Abu tongkol jagung (ATJ) mengandung senyawa silika (SiO_2) yang cukup tinggi yaitu 56,7% dengan kandungan tersebut memungkinkan penggunaannya sebagai bahan tambah dalam campuran mortar.

Tongkol jagung yang digunakan sebagai bahan tambah pembuatan mortar yaitu tongkol jagung yang berasal dari daerah Bojonegoro.

e. Pengujian Material

Material atau bahan-bahan penyusun mortar sebelum digunakan dalam pembuatan mortar harus melalui pengujian sebelumnya dengan tujuan untuk memahami sifat dan karakteristik material. Pada pengujian material berfokus pada evaluasi kualitas material dan kondisi serta ukuran material yang sesuai untuk memastikan material yang akan digunakan pada pembuatan mortar memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Pengujian material dalam penelitian ini mencakup pengujian semen, pengujian agregat halus (pasir), pemeriksaan air, dan abu tongkol jagung.

f. Tes XRF Abu Tongkol Jagung

Abu tongkol jagung (ATJ) dihasilkan dari proses pembakaran tongkol jagung dengan wadah pembakaran yaitu drum besi, tunggu tongkol jagung hingga menjadi abu, apabila abu tongkol jagung (ATJ) sudah dingin lakukan pengayakan dengan saringan No. 200. Abu tongkol jagung (ATJ) digunakan sebagai bahan tambah dengan tujuan untuk menambah nilai kuat mortar.

Tes atau pengujian XRF ini dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju (Laboratorium Sentral) Universitas Negeri Malang. Dilakukannya pengujian ini

bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur senyawa yang terkandung pada abu tongkol jagung (ATJ).

g. Perencanaan *Mix Design*

Perencanaan *mix design* merupakan proses perencanaan komposisi bahan-bahan penyusun dalam suatu campuran, dengan tujuan untuk mencapai suatu kualitas, kekuatan, dan kinerja yang diinginkan. Perencanaan *mix design* ini berdasarkan SNI 03-6825-2002. Berikut adalah komposisi bahan campuran mortar pada Tabel 1 :

Tabel 1. *Mix Design*

Nama Benda Uji	Air (cc)	ATJ (gr)	Pasir (gr)	Semen (gr)
ATJ – 0%	242	0	1375	500
ATJ – 2,5%	242	12,5	1375	500
ATJ – 5%	242	25	1375	500
ATJ – 7,5%	242	37,5	1375	500
ATJ – 10%	242	50	1375	500

h. Perencanaan Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada pengujian ini diberi bahan tambah Abu Tongkol Jagung (ATJ) dengan menggunakan variasi presentase komposisi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Maksud dari presentase 0% yaitu untuk mortar normal yang digunakan sebagai perbandingan. Berikut adalah penamaan dan jumlah benda uji yang direncanakan pada pembuatan mortar pada Tabel 2 :

Tabel 2. Perencanaan Benda Uji

Nama Benda Uji	Kuat Tekan 7 hari	Kuat Tekan 21 hari	Kuat Tekan 28 hari
ATJ – 0%	3 buah	3 buah	3 buah
ATJ – 2,5%	3 buah	3 buah	3 buah
ATJ – 5%	3 buah	3 buah	3 buah
ATJ – 7,5%	3 buah	3 buah	3 buah
ATJ – 10%	3 buah	3 buah	3 buah
Total	45 Buah		

i. Perawatan Benda Uji

Benda uji dilakukan perawatan dengan merendamnya dalam air sampai

dilakukannya pengujian mortar. Perawatan ini bertujuan untuk menghindari pengeringan yang dapat mengakibatkan hilangnya air yang diperlukan dalam proses pengerasan mortar, sehingga memastikan ketersediaan air yang cukup selama hidrasi semen.

j. Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar merupakan kemampuan mortar untuk menahan serta memikul beban gaya mekanis hingga terjadinya kegagalan. Nilai kuat mortar diperoleh melalui pengujian. Pengujian dilakukan memberikan beban tekan tertentu hingga benda uji mengalami retak atau hancur (Chasanah et al., 2022).

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada benda uji berbentuk kubus dengan dimensi 5×5×5 cm. Pengujian kuat tekan mortar mengacu pada (SNI-03-6825-2002). Pengujian ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (1)$$

keterangan :

σ_m = kekuatan tekan mortar (MPa)

P_m = gaya tekan maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Tes XRF Abu Tongkol Jagung

Berikut ini adalah hasil dari *XRF test* abu tongkol jagung (ATJ) pada Tabel 3. :

Tabel 3. Hasil Pengujian *XRF Test*

Compound	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	ZnO	Br	Rb ₂ O
Conc	56,7	3,9	5,8	14,4	12,5	0,053	0,15	2,8	0,072	1,6	0,091	0,22
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

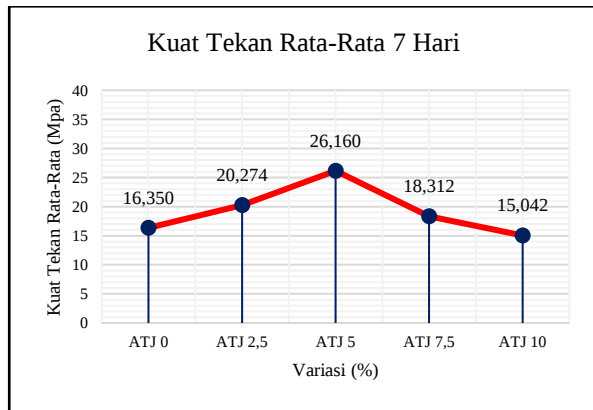
Compound	MoO ₃	La ₂ O ₃
Conc	1,7	0,04
Unit	%	%

Berdasarkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwasannya abu tongkol jagung (ATJ) mengandung unsur Silika Oksida (SiO₂) yang cukup tinggi yaitu sebesar 56,7%. Kandungan tersebut menunjukkan bahwa abu tongkol jagung (ATJ) memiliki potensi yang tinggi untuk dimanfaatkan dalam bahan tambah dan proses pengerasan adonan mortar. Hasil dari pemeriksaan ini sejalan dengan hasil penelitian

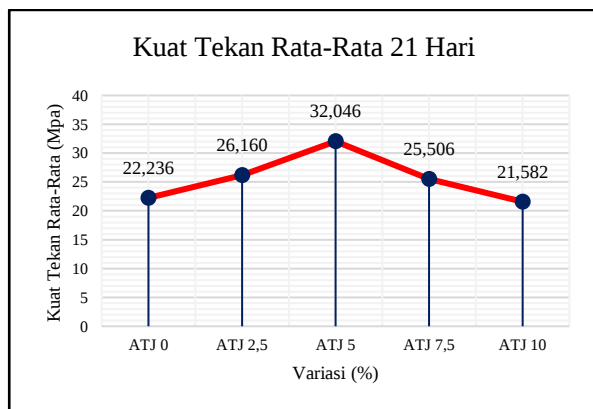
yang dilakukan (Mujedu et al., 2014) yang menyatakan bahwa abu tongkol jagung mempunyai kandungan unsur silika yang cukup tinggi, Silika Oksida (SiO_2) mencapai 67,85%. Dengan demikian, Silika dapat disimpulkan sebagai unsur dominan yang terkandung dalam abu tongkol jagung.

3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

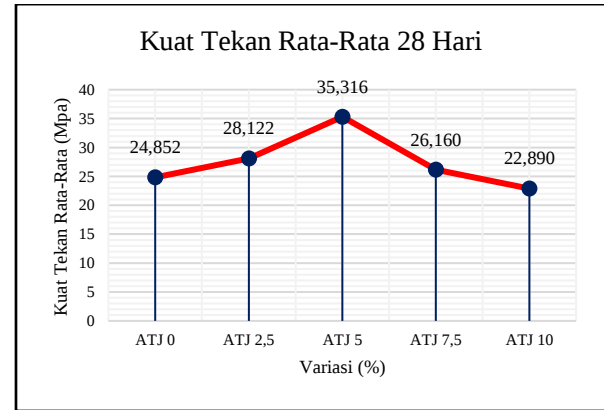
Berikut adalah hasil dari pengujian kuat tekan mortar dengan penambahan abu tongkol jagung (ATJ) pada umur 7, 21, 28 hari:



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Mortar 7 Hari



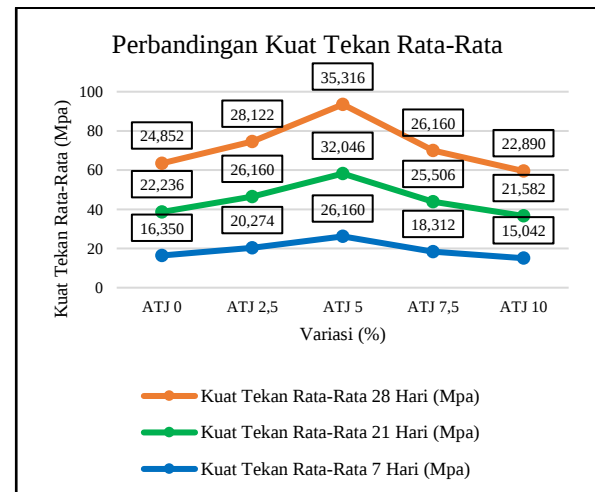
Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Mortar 21 Hari



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Mortar 28 Hari

Tabel 4. Hasil Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan Mortar

Variasi (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)		
	7 Hari	21 Hari	28 Hari
ATJ 0	16,350	22,236	24,852
ATJ 2,5	20,274	26,160	28,122
ATJ 5	26,160	32,046	35,316
ATJ 7,5	18,312	25,506	26,160
ATJ 10	15,042	21,582	22,890



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata

Berdasarkan Gambar 6 hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa didapat nilai tertinggi pada mortar dengan presentase penambahan abu tongkol jagung (ATJ) 5% pada umur 7 hari, yaitu sebesar 26,160 MPa, umur ke 21 hari yaitu sebesar 32,046 MPa, dan pada umur ke 28 hari yaitu sebesar 35,316

Mpa. Nilai kuat tekan ketika presentase penambahan abu tongkol jagung melebihi 5% cenderung mengalami penurunan.

Hasil dari pengujian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan (Ayun, 2016) yang menyatakan bahwa penambahan abu tongkol jagung dalam campuran mortar dapat memberikan peningkatan nilai kuat tekan mortar hingga mencapai presentase 4% - 5%. Apabila melebihi presentase tersebut, penambahan abu tongkol jagung justru menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.

Peningkatan nilai kuat tekan mortar dengan bahan tambah abu tongkol jagung dibandingkan dengan mortar normal hal ini menunjukkan kandungan silika dalam abu tongkol jagung memberi kontribusi dalam kenaikan kuat tekan mortar. Hasil pengujian ini didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan (Amalia & Rochmah, 2024) yang menyatakan bahwa nilai kuat tekan beton atau mortar mengalami peningkatan hal ini dipengaruhi adanya kandungan yang sesuai, terutama unsur silika (SiO_2) yang terkandung dalam abu tongkol jagung. Silika tersebut berkontribusi dalam proses pembentukan struktur dari mortar yang lebih padat dan kuat, sehingga mampu meningkatkan nilai kuat tekan mortar. Hal ini juga didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan (Aswin et al., 2021) yang menyatakan bahwa senyawa silika (SiO_2) yang terkandung dalam abu tongkol jagung efektif berperan dalam proses hidrasi semen dalam membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (CSH) pada kadar abu tongkol jagung hingga 5%. Namun, apabila kadar abu tongkol jagung melebihi 5%, maka abu tongkol jagung tidak lagi berperan aktif dalam reaksi hidrasi mengakibatkan meningkatnya jumlah partikel bebas yang dapat mengganggu proses pengikatan semen. Hal ini terjadi karena partikel dari abu tongkol jagung yang berlebihan yang dapat berpotensi memasuki pori-pori agregat, sehingga pasta semen tidak mampu mengikat seluruh butiran agregat secara optimal.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Hasil pengujian kuat tekan mortar pada umur 7, 21, dan 28 hari yaitu menunjukkan bahwa nilai tertinggi pada presentase penambahan abu tongkol jagung (ATJ) sebesar 5%. Pada umur 28 hari, nilai kuat tekan mortar dengan presentase 5% abu tongkol jagung (ATJ) mencapai 35,316 MPa, sedangkan pada presentase 0% hanya mencapai 24,852 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa presentase 5% adalah presentase paling optimum pada pengujian kuat tekan mortar.

4.2. Saran

Pada hasil pengujian kuat tekan mortar, disarankan penggunaan abu tongkol jagung (ATJ) tidak melebihi presentase 5%, dikarenakan apabila presentase penambahan abu tongkol jagung (ATJ) melebihi 5% cenderung mengalami penurunan nilai kuat tekan mortar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, A., Mohammed, A., & Samson, D. (2016). Mechanical Properties Of Concrete Containing Corn Cob Ash. *International Journal of Scientific Research and Engineering Studies (IJSRES)*, 3(6), 47–51.
- Amalia, T. R., & Rochmah, N. (2024). Pengaruh Abu Bonggol Jagung Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Alir. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 10(1), 45–56.
- Aswin, M., Nola, L., & Maranatha, E. S. (2021). Study on concrete compressive strength due to the cement substitution partially by corncob ash. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1122(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1122/1/012025>
- Ayun, L. (2016). *Pemanfaatan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Pengisi Untuk Kuat Tekan Mortar*. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/12868%0Ahttp://repository.umsu>.

- ac.id/bitstream/handle/123456789/12868/skripsi.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BPS. (2024). *Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2024 (Angka Sementara)* (Vol. 2024, Issue 75, pp. 1–16).
- Chasanah, U., Kiswati, S., & Soehartono. (2022). Pengujian Kuat Lentur Dan Kuat Tekan Semen Mortar Material Konstruksi. *Merdeka Indonesia Jurnal International (MIJI)*, 2(2), 23–28.
- Ernanti, D., Cahyono, E. D., & Susilo, E. (2024). Optimalisasi Pemanfaatan Bonggol Jagung di Dusun Ngantru Desa Sekaran Kecamatan Kasiman Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(3), 2351–2356. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v24i3.5475>
- Hardiputranto, A. R., Kusno Adi Sambowo, & Ririt Aprilin Soekarsono. (2021). Pemanfaatan Abu Limbah Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Dengan Variasi Suhu Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 67–72. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v16i2.20112>
- Hasan, I., & Ghofur, A. (2019). Karakteristik Briket Limbah Tongkol Jagung Dengan Perekat Tepung Biji Nangka Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), 27–36. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i1.149>
- Hermansyah, H., Jauhari Umar, T. D., & Rasdiati, R. (2022). Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Beton. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 131. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7266>
- Hussein, A. O., Ghayyib, R. J., Radi, F. M., Jawad, Z. F., Nasr, M. S., & Shubbar, A. (2024). Recycling of Eggshell Powder and Wheat Straw Ash as Cement Replacement Materials in Mortar. *Civil Engineering Journal*, 10(01), 83–99.
- Kasmuri, M., & Harani, D. D. (2019). Pengaruh Variasi Suhu Pembakaran Abu Cangkang Sawit Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Waktu Ikut Dan Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 4(1), 64–75. <https://doi.org/10.52447/jkts.v4i1.1431>
- Mujedu, K., Adebara, S., & Lamidi, I. (2014). The use of corn cob ash and saw dust ash as cement replacement in concrete works. *The International Journal Of Engineer Ing And Science*, 3(4), 22–28. <http://theijes.com/papers/v3-i4/Version-1/D03401022028.pdf>
- Mulyadi, A., Suanto, P., & Purba, W. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Pecahan Kaca Terhadap Campuran Mortar. *Jurnal Teknik Sipil Unpal*, 10(1), 1–6.
- Pratama, R., Azhari, A., & Fakhri, F. (2023). Pengaruh Perawatan Mortar Menggunakan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Sainstek*, 11(2), 151–159.
- Puspita Sari, N., Olivia, M., & Djauhari, Z. (2017). Kuat Tekan Dan Porositas Mortar Dengan Bahan Tambah Gula Aren. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Perencanaan (KN-TSP)*, 267–274.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. 1–34.
- SNI 03-6825-2002. (2002). *Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil*. 1–9.
- SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. 1–52.
- Surbakti, M. A. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Dan Silica Fume Terhadap Penguatan Lentur Beton. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 3. <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/142>
- Wenno, R., Wallah, S. E., & Pandaleke, R. (2014). Kuat Tekan Mortar Dengan

Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash)
Asal Pltu Amurang Sebagai Substitusi
Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 2(5),
252–259.