



EFEK LARUTAN ASAM TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR SEMEN

¹Kurniawan, ²Mufti Amir Sultan, ²Arbain Tata

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun

Koresponden Author : mr.kurniawan1999@gmail.com

Info Artikel	ABSTRAK
Diajukan : 27 November 2021 Diperbaiki : 28 November 2021 Disetujui : 3 Januari 2022	<p>Di Indonesia, fenomena hujan asam sering terjadi dan mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan. Hujan asam membuat lapisan pada dinding bangunan mengalami kerusakan. Untuk itu, perlunya dilakukan pemodelan pada dinding dengan menggunakan mortar semen sebagai bahan pengikat. Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi efek dari larutan asam terhadap kuat tekan mortar semen. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm mengacu pada SNI. Terdapat dua variasi mortar yaitu mortar dengan rendaman air tawar (MN) dan mortar dengan perendaman pada larutan asam sulfat 2% (MN-A), lama perendaman yaitu 60 dan 90 hari, setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan dengan perendaman pada larutan asam selama 90 hari mortar mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 20,05% dibandingkan dengan mortar dengan perendaman air tawar.</p> <p>Kata Kunci : mortar, kuat tekan, larutan asam</p>

ABSTRACT

In Indonesia, the phenomenon of acid rain often occurs and causes damage to building structures. Acid rain causes damage to the coating on the walls of the building. For this reason, it is necessary to model the wall using cement mortar as a binding material. This study aims to verify the effect of acid solution on the compressive strength of cement mortar. The test object used in the form of a cube with a size 5x5x5 cm refers to SNI. There are two variations of mortar, namely mortar with fresh water immersion (MN) and with immersion in 2% sulfuric acid solution (MN-A), immersion time is 60 and 90 days, after that the compressive strength test is carried out. The results showed that by immersion in acid solution for 90 days, the average compressive strength decreased by 20.05% compared to mortar with fresh water immersion.

Keywords : Mortar, Compressive Strength, Acid solution

PENDAHULUAN

Mortar merupakan campuran yang terdiri dari agregat halus, air, dan semen pada proporsi tertentu [1]. Mortar umumnya digunakan sebagai bahan pengikat atau bahan pengisi pada elemen penyusun konstruksi. Mortar juga populer digunakan sebagai pembentuk bata semen atau dikenal dalam bahasa lokal sebagai Batu Tela. Di Maluku Utara penggunaan bata jenis ini lebih populer dibandingkan dengan menggunakan batako ataupun bata dari tanah liat [2] [3]. Resapan dan porositas akan mempengaruhi kuat tekan mortar dimana porositas dan resapan berbanding terbalik dengan kuat tekan mortar [4].

Lingkungan agresif adalah lingkungan di mana pada lingkungan ini rentan bagi struktur beton atau struktur dengan menggunakan mortar untuk menerima serangan kimia misalnya ion asam, ion klorida dan ion sulfat [5]. Salah satu lingkungan agresif seperti pada lingkungan asam atau daerah rawa dan gambut. Asam organik dan nonorganik dapat menyerang beton atau mortar seperti klorida, nitrat, fosfat, laktat, asetat, sulfat dan lain-lain. Dari beberapa jenis asam yang menyerang beton atau mortar tersebut, yang paling mengakibatkan kerusakan pada beton atau mortar adalah asam sulfat [6]. Asam jenis ini tergolong sebagai asam kuat dan mudah terionisasi secara sempurna dalam air jika dibandingkan dengan jenis asam lainnya. Asam sulfat sering didapatkan pada

kandungan air yang bersifat asam seperti hujan asam [7].

Pembangunan infrastuktur pada daerah yang dipengaruhi lingkungan asam dapat menyebabkan permasalahan terhadap konstruksi seperti kerusakan pada mortar dan beton. Mortar geopolymer dipengaruhi oleh lingkungan asam cenderung untuk menurunkan kuat tekan mortar tersebut [8][9][10]. Mortar yang berada pada lingkungan asam tanpa pemberian fly ash cenderung memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan memberi tambahan fly ash pada campuran mortar [11]. Selain pada mortar lingkungan atau rendaman asam juga berdampak terhadap campuran beton, di mana kuat tekan beton yang berada pada rendaman larutan asam kuat tekan cenderung menurun jika dibandingkan dengan beton pada air normal [12][13], untuk memperbaiki performance beton maupun mortar pada daerah asam beberapa peneliti menambahkan fly ash [14][15].

Pada penelitian akan mengklarifikasi efek larutan asam terhadap kuat tekan dan porositas mortar semen, sehingga dapat memberikan informasi ketahan mortar semen terhadap lingkungan asam. Mengingat mortar ini adalah campuran dalam pembuatan bata semen atau batu tela yang populer digunakan di Maluku Utara.

Berdasarkan SNI 03- 6825 kekuatan tekan mortar adalah gaya maksimum persatuan luas yang bekerja pada benda uji mortar berbentuk kubus dengan ukuran tertentu dan umur tertentu. Untuk menghitung besarnya nilai kuat tekan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

- σ_m = Kuat Tekan Mortar (MPa),
- P = Gaya Tekan Maksimum (N),
- A = Luas Penampang Benda Uji (mm²).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini masih berskala laboratorium atau penelitian eksperimental dengan material agregat halus dari quarry Kalumata. Quarry ini merupakan tambang material agregat halus yang berada di gunung seperti ditunjukkan pada gambar 1.

Benda uji pada penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm. Jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 150 sampel, yaitu sebanyak 75 sampel Mortar Normal rendam air tawar dengan simbol MN dan Mortar Normal rendaman air asam 2% dengan simbol (MN-A), rincian benda uji dapat dilihat dalam Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Material Agregat Halus (Pasir)
(Sumber: Google Earth)

Tabel 1. Variasi Sampel Benda Uji.

Kode Benda Uji	Jumlah Sampel (Buah)	Perlakuan
MN	75	Air Tawar
MN-A	75	Air Asam

Prosedur penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan Penelitian Tahap ini dimulai dengan mengkaji permasalahan yang ada kemudian melakukan studi literatur tentang penelitian sejenis yang pernah dilakukan;
2. Survei langsung pada lokasi pengambilan sumber material agregat dimaksud agar peneliti mengenal kondisi sumber agregat (quarry);
3. Tahap pembuatan benda uji;
4. Tahap perawatan benda uji;
5. Tahap pengujian benda uji.

Tahapan pembuatan benda uji sebagai berikut:

1. Menuangkan 250 ml air suling ke dalam wadah pengaduk, kemudian masukkan pula perlahan-lahan contoh semen sebanyak 500 gram, biarkan kedua bahan dalam mangkok pengaduk selama 30 detik;
2. Mengaduk campuran air suling dan semen selama 30 detik, kecepatan putaran mesin pengaduk adalah 140 ± 5 putaran per menit;
3. Menyiapkan pasir sebanyak 2000 gram; masukkan sedikit demi sedikit ke dalam

- mangkok yang berisi campuran semen-air suling sambil diaduk dengan kecepatan yang sama selama 30 detik; setelah itu pengadukan diteruskan selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;
- Pengadukan dihentikan, membersihkan mortar yang menempel di bibir dan bagian atas mangkok pengaduk selama 15 detik, selanjutnya mortar dibiarkan selama 75 detik dalam mangkok pengaduk yang ditutup;
 - Ulang kembali pengadukan selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit;

Prosedur pengujian leleh dengan cara, sebagai berikut:

- Meletakkan cincin leleh di atas meja leleh, lalu diisi dengan mortar sampai penuh; Pengisian dilakukan dalam 2 lapis, setiap lapis harus dipadatkan 20 kali dengan alat pematik;
- Meratakan permukaan atas mortar dalam cincin leleh dan bersihkan mortar yang menempel di bagian luar cincin leleh;
- Mengangkat cincin leleh perlahan-lahan, sehingga di atas meja leleh terbentuk mortar berbentuk kerucut terpancung;
- Menggetarkan meja leleh sebanyak 25 kali selama 15 detik, dengan tinggi jatuh $1/2$ in ($12,7$ mm);
- Mengukur diameter mortar di atas meja leleh minimal pada 4 tempat yang berlainan, lain hitung diameter rata-rata (d) mortar tersebut;
- Ulangi pekerjaan 1) sampai dengan 6) dengan mortar baru & beberapa variasi kadar air, sehingga diperoleh diameter rata-rata d_r sama dengan $1,00 - 1,15$ kali diameter semula d_s ;
- Setelah tercapai $d_r = 1,00 - 1,15$ kali d_s , pekerjaan selanjutnya dilanjutkan dengan mencetak benda uji.

Prosedur pembuatan benda uji, sebagai berikut:

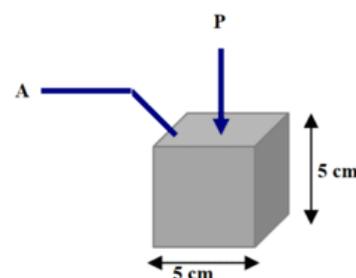
- Mengaduk kembali mortar di dalam mangkok pengaduk dengan kecepatan pengadukan 285 ± 10 putaran per menit selama 15 detik;
- Memasukkan mortar ke dalam cetakan kubus; pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan setiap lapis harus dipadatkan 32 kali; pekerjaan pencetakan benda uji, harus sudah dimulai dalam waktu paling lama $2 1/2$ menit setelah pengadukan semula (butir 5);
- Meratakan permukaan atas kubus benda uji dengan menggunakan sendok perata;
- Menyimpan kubus-kubus benda uji dalam lemari lembab selama 24 jam;

- setelah itu membuka cetakan dan rendamlah kubus-kubus benda uji dalam air bersih sampai saat pengujian kuat tekan dilakukan;

Perawatan benda uji ini bertujuan agar permukaan mortar semen tetap lembab. Kelembaban ini dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.

Pengenceran asam sulfat konsentrasi 2% dihitung dengan rumus pada persamaan pengenceran asam pada penelitian ini konsentrasi larutan yang akan kita encerkan yaitu 98%, kemudian konsentrasi larutan setelah diencerkan adalah 2% dan banyaknya larutan yang akan kita buat dalam pengenceran adalah 1000 ml.

Benda uji direndam dalam larutan asam konsentrasi 2% selama 60 hari dan 90 hari. Mekanisme pengujian ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Mekanisme pengujian kuat tekan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Properties Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian adalah pasir yang berasal dari Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan, Kota Ternate. Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada hasil pemeriksaan Penyerapan Air Agregat yang didapat yaitu 4,71%, hasil tersebut belum memenuhi spesifikasi atau tidak masuk dalam persyaratan. Hal ini disebabkan adanya porositas agregat atau pori-pori dari pasir Kalumata lebih besar sehingga daya serap air lebih banyak. Besarnya nilai penyerapan air sangat berpengaruh pada campuran Mortar, campuran akan kaku karena kurangnya jumlah air yang dibutuhkan semen untuk hidrasi akibat diserap oleh agregat. Oleh karena itu, kondisi agregat harus SSD saat pencampuran agar tidak terjadi

kekurangan maupun kelebihan air yang memberikan dampak berarti pada campuran.

Selain itu, pasir Kalumata memiliki kadar lumpur lebih besar dari spesifikasi sehingga sebelum digunakan sebagai campuran pasir ini harus dicuci terlebih dahulu sampai kadar lumpur memenuhi spesifikasi SNI. Maka dari hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berlokasi di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan, mempunyai sifat dan karakteristik agregat yang cukup baik dan cenderung memiliki modulus kehalusan yang cukup baik sebagai bahan penyusun Mortar pada penelitian ini.

Tabel 2. Karakteristik Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Standar	Keterangan
Kadar Lumpur	9,00 %	0,2 - 5,0 %	Tidak Memenuhi
Penyerapan Air	4,71 %	0,2 - 2,0 %	Tidak Memenuhi
Berat Jenis			
BJ Kering	2,20	1,6 - 3,2	Memenuhi
BJ Permukaan	2,10	1,6 - 3,2	Memenuhi
BJ Semu	1,67	1,6 - 3,2	Memenuhi
Berat Volume			
Kondisi Padat	1,49	1,6 - 1,9	Tidak Memenuhi
Kondisi Lepas	1,40	1,6 - 1,9	Tidak Memenuhi
Modulus Kehalusan	2,21 %	1,5 - 3,8 %	Memenuhi



Gambar 3. Agregat Halus Pasir Kalumata
(Sumber: Hasil Dokumentasi Penulis 2021)

Proporsi kebutuhan bahan untuk mortar normal ditujukan pada tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Bahan Campuran Mortar Untuk 1 Benda Uji Kubus

Bahan/Material	Mortar
Semen Portland	500 gr
Agregat Halus (Pasir)	2000 gr

(Sumber: Hasil Perhitungan 2021)

Uji Sifat Leleh adalah suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kelecekan berdasarkan nilai diameter mortar segar diatas meja leleh, campuran mortar segar untuk menentukan komposisi air yang digunakan dalam pencampuran mortar. Hasil uji slump flow yang direncanakan yaitu dengan perbandingan 1 PC : 4 PS dengan nilai diameter pada 4 (empat) sisi yang berbeda pada meja leleh untuk mendapatkan nilai diameter rata-ratanya. Diameter rata-rata kelelahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Diameter Rata-rata Pengujian Sifat Leleh

Kode Benda Uji	Diameter Awal (cm)	Diameter Rata-rata (cm)	Kelelahan 1,00 d _s - 1,15 d _s (cm)	Komposisi Air (gr)
MN	10,3	10,8	1,05	250



Gambar 4. Pengujian Sifat Leleh Mortar Segar
(Sumber: Hasil Dokumentasi Penulis 2021)

Kuat Tekan Mortar

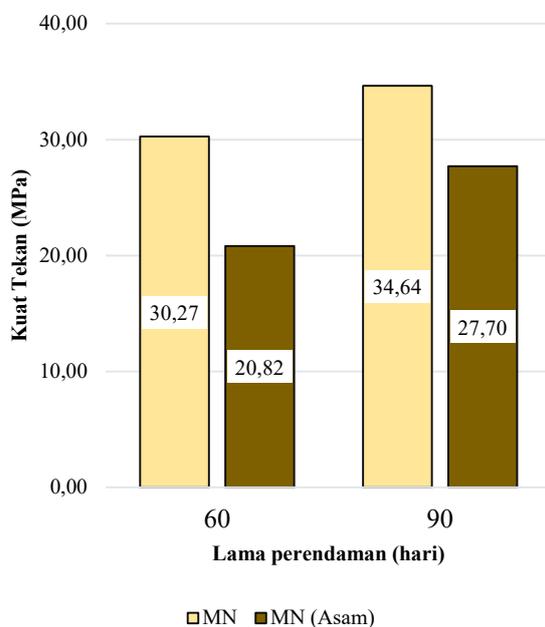
Pengujian tekan dilaksanakan setelah benda uji direndam dalam larutan asam selama 60 dan 90 hari. Visualisasi mortar sebelum dan setelah diuji diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kondisi benda uji sebelum dan sesudah pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan rata – rata mortar setelah benda uji diberi perlakuan dengan cara

direndam di air tawar dan larutan asam sulfat 2% masing – masing memiliki hasil kuat tekan yang bervariasi. Hubungan nilai kuat tekan rata-rata mortar dengan perendaman air tawar dan larutan asam sulfat 2%, ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Histogram Hubungan Kuat Tekan Mortar Perendaman Air Tawar Dan Larutan Asam
(Sumber: Hasil Perhitungan 2021)

Gambar 6 menunjukkan kuat tekan mortar mengalami degradasi kuat tekan setelah perendaman pada larutan asam, di mana degradasi kekuatan tekan mortar berdasarkan lama perendaman larutan asam untuk 60 dan 90 hari masing-masing sebesar 31,22% dan 20,05%. Besar degradasi kuat tekan rata-rata lebih besar dari 20%, ini mengindikasikan bahwa larutan asam sulfat berpotensi untuk merusak campuran mortar.

Hasil pengamatan visual memperlihatkan kerusakan yang terjadi akibat serangan asam sulfat pada benda uji terbatas pada zona permukaan sampai ke kedalaman 2 mm. Di bawah kedalaman zona ini, mortar masih belum mengalami kerusakan. Hal ini dapat dikaitkan dengan perpindahan ion-ion asam dan sulfat dari larutan asam sulfat menuju ke dalam mortar dimulai dari zona permukaan. Seiring dengan waktu zona yang ditembus oleh ion-ion tersebut semakin dalam sehingga kerusakan yang ditimbulkan juga bergerak dari permukaan menuju ke kedalaman

benda uji. Gambar 7. memperlihatkan perbedaan visual mortar yang direndam dalam larutan asam sulfat selama 90 hari.



a. Mortar perendaman air tawar



b. Mortar perendaman larutan asam sulfat

Gambar 7. Pengamatan Visual Mortar dengan Perendaman Air Tawar (a) dan Perendaman Larutan Asam Sulfat (b)
(Sumber: Hasil Dokumentasi Penulis 2021)

Kerusakan yang diamati pada benda uji memperlihatkan perbedaan tingkat kerusakan antara mortar rendaman air tawar dan mortar rendaman larutan asam sulfat. Kerusakan pada mortar akibat rendaman larutan asam sulfat terlihat lebih parah dibandingkan dengan mortar yang tidak terserang asam sulfat, hal ini dikarenakan asam sulfat dapat merusak mortar semen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan perendaman pada lingkungan asam mortar mengalami penurunan nilai kuat tekan rata-rata pada umur 90 hari sebesar 20,05% dibandingkan dengan kuat tekan mortar pada perendaman air tawar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 03-6825, “Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil,” in *Badan Standardisasi Nasional*, 2002.
- [2] M. A. Sultan, K. Kusnadi, and M. T. Yudasaputra, “Effect Of Pressure On

- Making Of Cemen Bricks from Pumice,” *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 1084–1091, 2018.
- [3] M. A. Sultan, M. T. Yudasaputra, and A. Gaus, “The Use Of Pumice As Raw Material For Cement Brick,” *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 12, pp. 498–504, 2019.
- [4] K. Wenda, S. Zuraidah, and B. Hastono, “Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan,” *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2018.
- [5] Aci 201, “201.2R-08 Guide to Durable Concrete,” *Concrete*, pp. 0–54, 2008.
- [6] W. Adi Putra, M. Olivia, and E. Saputra, “Ketahanan Beton Semen Portland Composite Cement (PCC) di Lingkungan Gambut Kabupaten Bengkalis,” *J. Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 27–34, 2020.
- [7] A. Allahverdi and F. Škvára, “Acidic corrosion of hydrated cement based materials. Part 1. Mechanism of the phenomenon,” *Ceram. - Silikaty*, vol. 44, no. 3, pp. 114–120, 2000.
- [8] A. Nugroho *et al.*, “Pengaruh Penambahan Larutan Asam Terhadap Setting Time dan Kuat Tekan Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [9] W. W. A. Zailani, M. M. A. B. Abdullah, M. R. R. M. A. Zainol, R. A. Razak, and M. F. M. Tahir, “Compressive and bonding strength of fly ash based geopolymer mortar,” in *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1887, no. September, pp. 1–7.
- [10] H. J. Zhuang, H. Y. Zhang, and H. Xu, “Resistance of geopolymer mortar to acid and chloride attacks,” *Procedia Eng.*, vol. 210, pp. 126–131, 2017.
- [11] R. Renaldo, P. Antoni, and D. Hardjito, “Ketahanan di lingkungan asam, kuat tekan dan penyusutan beton dengan 100% fly ash tanpa aktivator,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [12] S. Meidiani and M. Farsyah Septa Hartawan, “Penggunaan Variasi PH Air (Asam) Pada Kuat Tekan Beton Normal F’C 25 Mpa,” *J. BENTANG*, vol. 5, no. 2, pp. 127–134, 2017.
- [13] S. Meidiani, A. Rajela, M. F. . Hartawan, and A. Fartawijaya, “Studi Eksperimen Penggunaan Variasi pH Air Pada Kuat Tekan Beton Normal f’c 25 MPa,” in *Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur ke-3 (SPI-3)*, 2017, pp. 88–94.
- [14] M. A. Sultan, I. Imran, and M. Faujan, “Pengaruh rendaman asam terhadap kuat tekan beton dengan penambahan fly ash,” *Teras Jurnal*, vol. 11, no. 1, pp. 61–68, 2021.
- [15] S. D. Doss, S. Thirugnanasambandam, P. Murthi, and K. Poongodi, “Development of Alkaline Activated High Strength Concrete using Fly Ash - Ground Granulated Blast Furnace Slag - Metakaolin as Binders and Manufacturing Sand as Fine Aggregate,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 903–911, 2020.