

TINJAUAN KUAT TEKAN DAN ABSORBSI MORTAR YANG MENGANDUNG AIR GARAM

REVIEW OF THE COMPRESSIVE STRENGTH AND ABSORPTION OF MORTARS CONTAINING BALINE

Rofikatul Karimah¹, Khairul Abadi², Mochammad Ridwan³, Iklil Lutfiyah Kamila⁴

^{1,2}Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

^{3,4}Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

Korespondensi: rofikatul@umm.ac.id

ABSTRAK

Mortar merupakan bahan bangunan yang berfungsi merekatkan pasangan batu bata, batako, plesteran dan sebagainya. Sebagai bahan perekat, mortar mempunyai kekentalan yang berguna dalam menentukan kuat tekan, Dalam pembuatan mortar, SNI 03-6882-2002 mensyaratkan menggunakan air tawar yang bersih, namun kenyataannya sebagai negara kepulauan, pulau-pulau diIndonesia ada yang terisolir air tawar. Akibatnya air tawar menjadi barang mahal, sebab didatangkan dari daerah lain sehingga membutuhkan biaya angkut, jika pembuatan mortar disyaratkan menggunakan air sesuai standar SNI, maka biaya pelaksanaan proyek menjadi mahal. Pada daerah yang tidak memiliki air tawar yang memadai, pembuatan mortar dilakukan menggunakan air yang diperoleh dilokasi, termasuk air payau, asin, maupun laut. Air laut mengandung unsur garam NaCl yang dapat mengikat senyawa Kalsium Hidroksida (CaOH), dengan berkurangnya senyawa CaOH dalam mortar akan meningkatkan kekuatan tekan mortar. Pada penelitian ini, dilakukan tinjauan air garam sebagai campuran bahan pembuatan mortar dengan tujuan untuk mengetahui kinerja mortar yang mengandung air garam dengan uji kuat tekan dan uji Absorpsi. Besarnya penambahan air garam terhadap campuran mortar adalah: 0%;0,5%; 1%; 1,5%; 2% ; 2,5% ; 3%; 3,5% dari volume air yang digunakan sebagai campuran mortar. Benda uji kubus ukuran 50x50x50 mm³ sejumlah 5 pada tiap perlakuan, dibuat dari campuran 1PC:2,75 Pasir (berdasarkan perbandingan berat), dengan faktor air semen (FAS) 0,45. Hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan mortar dengan penambahan air garam dapat menurunkan nilai kuat tekan namun penggunaan air garam dengan kandungan 3,5% masih dalam katagori tekan minimum yang diijinkan menurut SNI03-6882-2002. Sedangkan nilai absorpsi pada mortar dapat meningkatkan daya serat dengan meningkatnya penambahan air garam 3,0%.

Kata Kunci: Mortar, Air Garam, Kuat Tekan

ABSTRACT

Mortar is a building material that serves to glue bricks, bricks, plaster, and so on. As an adhesive, mortar has a viscosity that is useful in determining compressive strength. In the manufacture of mortar, SNI 03-6882-2002 requires the use of clean fresh water, but in reality, as an archipelagic country, some of the islands in Indonesia are isolated from fresh water. As a result, freshwater becomes an expensive item, because it is imported from other areas, so it requires transportation costs. If the mortar is required to use water according to SNI standards, the project implementation costs will be expensive. In areas that do not have adequate fresh water, mortar is made using water obtained on-site, including brackish, salt, and sea water. Seawater contains elements of NaCl salts which can bind Calcium Hydroxide (CaOH) compounds, reducing the CaOH

compounds in the mortar will increase the compressive strength of the mortar. In this study, a review of brine as a mixture of mortar materials was carried out with the aim of knowing the performance of mortar containing salt water by compressive strength test and Absorption test. The amount of salt water added to the mortar mixture is 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; 2%; 2.5% ; 3%; 3.5% of the volume of water used as a mortar mix. Cube test object measuring 50x50x50 mm³ in the amount of 5 in each treatment, made from a mixture of IPC: 2.75 Sand (based on weight ratio), with a water-cement factor (FAS) of 0.45. The test results obtained the compressive strength value of the mortar with the addition of salt water can reduce the compressive strength value but the use of brine with a content of 3.5% is still in the category of minimum permissible pressure according to SNI03-6882-2002. While the absorption value of the mortar can increase fiber strength with increasing addition of 3.0% brine.

Keywords: Mortar, Salt Water, Compressive Strength

PENDAHULUAN

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan di daerah sekitaran laut seperti jembatan, dermaga, pemecah gelombang (*break water*), *piers*, *jetties* dan sebagainya. Di dalam proses pembuatan bangunan tersebut, kontak dengan air laut kadang tidak dapat terhindarkan termasuk ketika beton masih dalam proses perawatan (*curing*).

Mortar merupakan salah satu material penyusun beton memiliki peranan penting sebagai campuran beton. Sebagai bahan pengikat, mortar harus mempunyai kekentalan standart. Kekentalan standart mortar ini nantinya akan berguna dalam menentukan kekuatannya, sehingga diharapkan mortar yang menahan gaya tekan akibat beban yang bekerja padanya tidak hancur (Mulyono,2003).

Dalam pembuatan mortar, SNI 03-6882-2002 mensyaratkan untuk menggunakan air tawar yang bersih, namun pada kenyataannya apabila bangunan tersebut berada di daerah sekitaran laut, dapat dipastikan bahwa air tawar menjadi sulit dicari, sebab harus didatangkan dari daerah lain yang membutuhkan biaya angkut, jika pembuatan mortar tetap disyaratkan harus menggunakan air yang sesuai dengan standar SNI, maka biaya pelaksanaan proyek akan menjadi mahal. Berdasarkan pengamatan di lapangan yang telah dilakukan, pada kenyataannya daerah yang tidak memiliki cadangan air tawar yang memadai menggunakan air apa saja yang dapat diperoleh dilokasi, termasuk air payau, air asin, maupun air laut di dalam pembuatan adukan baik adukan beton ukan mortar.

Penggunaan air laut pada pembuatan mortar sudah sering di teliti dan di kembangkan dimana air laut yang digunakan sebagai pencampur mortar dapat meningkatkan nilai kuat tekan mortar, sebab kandungan garam NaCl yang terkandung

didalamnya dapat mengikat senyawa Kalsium Hidroksida (CaOH), dan dengan berkurangnya senyawa CaOH dalam mortar akan meningkatkan kekuatan tekan mortar.

Dalam penelitian ini mortar akan diteliti terdiri dari campuran semen portland, air dan pasir,dengan variabel bebasnya adalah kandungan air garam bervariasi, Besarnya penambahan air garam terhadap campuran mortar berturut turut sebagai berikut: 0%;0,5; 1 % ; 1,5 % ; 2% ; 2,5 % ; 3% ; 3,5% dari volume air yang digunakan sebagai campuran mortar. Sedangkan variabel terikatnya adalah kuat tekan dan porositas mortar. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan kualitas mortar dengan campuran air garam. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat pada perancangan konstruksi di daerah tepi pantai atau di Daerah yang minim air tawar.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Pencampuran mortar dan beton dengan menggunakan air laut sering dilakukan oleh masyarakat yang berada pada lokasi yang terisolir dengan air bersih (air tawar). Penelitian menggunakan air laut pada beton dan mortar terus dilakukan dan dikembangkan. oleh para peneliti. Nizar Farhan Rulian. (2020), melakukan penelitian tentang Nilai Faktor Air Semen Pada Campuran Beton di Lingkungan Korosif". Dalam penelitian ini mengamati perilaku nilai factor air semen apabila beton berada pada lingkungan korosif. Hasil yang di dapat Beton yang berada pada lingkungan korosif atau beton yang terendam air laut nilai faktor air-semennya sebesar 0,5 hal ini melebihi dari dibatasi oleh SNI dimana nilai maksimum faktor air-semen pada lingkungan air laut yaitu sebesar 0,45.

Penelitian tentang penggunaan air garam

sebagai campuran pada beton juga dilakukan oleh Fajar Abdul Sidiq (2021) yang menghasilkan peningkatan kuat tekan pada beton yang di rendam air garam sebesar 7,66129%. dibandingkan dengan beton dengan perendaman normal”.

Otsuki, dkk. (2016), melakukan penelitian tentang kemungkinan penggunaan air laut sebagai air pencampur pada beton. Dalam penelitian ini campuran beton menggunakan dengan air tawar dan air laut dalam rangka membandingkan nilai durabilitas beton. Dari Hasil penelitian di dapat bahwa penggunaan air laut aman untuk digunakan sebagai air pencampuran beton dengan ketentuan penggunaan semen

Dalam penelitian ini juga diperoleh pencampuran dengan air laut menurunkan jumlah pori-pori yang meningkatkan kuat tekan terhadap semen dibandingkan dengan menggunakan air tawar. Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa penggunaan air laut aman untuk digunakan sebagai air pencampuran beton.

Mortar

Mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat berupa tanah liat, kapur, maupun semen. Bila tanah yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar lumpur (mudmortar), bila kapur yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar kapur, dan bila semen yang dipakai sebagai bahan perekat maka disebut mortar semen. Pasir berfungsi sebagai pengisi (bahan yang direkat).

Jenis Mortar

a. Mortar Semen Portland

Mortar semen merupakan campuran semen, pasir dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan volume semen dan pasir berkisar pada 1 : 2 sampai dengan 1 : 6 atau lebih tergantung penggunaannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lain, sehingga mortar semen sering digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian-bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air, maka juga sering digunakan untuk bagian luar dan yang berada di bawah tanah. Dalam adukan beton atau mortar, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butir-butir agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

b. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur, semen merah dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya untuk memperoleh adukan dengan kelecakan yang baik. Selama proses peletakan kapur mengalami susutan sehingga jumlah pasir yang umum digunakan adalah tiga kali volume kapur. Kapur yang dapat digunakan adalah fat lime dan hydraulic lime.

c. Mortar polimer

Mortar polimer terdiri dari perekat polimer bisa saja termoplastik tetapi termoseting lebih sering dipakai. Pemakaian polimer untuk pengganti semen portland menyebabkan peningkatan biaya, untuk itu penambahan polimer akan efektif dan sepadan dengan properties yang superior yang dituntut, terkompensasi dengan rendahnya biaya pekerja atau pemakaian energi yang rendah selama proses dan pemeliharaan. Pemakaian mortar pada kondisi bangunan tertentu disyaratkan untuk memenuhi mutu adukan yang tertentu pula. Sebagai contoh untuk bangunan gedung bertingkat banyak diisyaratkan menggunakan mortar yang kuat tekan minimumnya 3,0 MPa.

d. Mortar Pozzolan

Pozzolan 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 :

- Mortartipe 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.

e. Mortar Lumpur

Mortar lumpur terbuat dari campuran pasir, lumpur/tanah liat dan air semua bahan-bahan atau meterial tersebut dicampur menjadi satu dengan perbandingan yang telah dihitung matang. Sebab, jika terlalu sedikit pasir dapat menghasilkan retak-retak pada tembok saat mengeras. Begitu juga jika terlalu banyak pasir dapat menyebabkan adukan kurang melekat.

f. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar khusus digunakan dengan tujuan dan maksud tertentu, contohnya mortar tahan api diperoleh dengan penambahan serbuk bata merah dengan aluminous cement, dengan perbandingan satu aluminous cement dan dua serbuk bata merah. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

Sifat Mekanik Mortar

a. Absorpsi

Persentase berat air yang mampu diserap agregat di dalam air disebut Absorpsi atau serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada mortar. Semakin banyak pori yang terkandung dalam mortar maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga (pori) yang terdapat pada mortar terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunannya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga. Untuk pengukuran penyerapan air mortar dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Penyerapan air (Wa)} = ((S-A)/A) \times 100 \%,$$

di mana :

Wa : Penyerapan air (%)

A : Berat benda uji kering oven (gram)

S : Berat uji kondisi jenuh kering permukaan (gram)

b. Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar ini menggunakan standar ASTM C 579- 01 (American Society for Testing and Materials). Uji kuat tekan mortar dilakukan dengan membuat benda uji berupa kubus mortar dengan dimensi 5 x 5 x 5 cm, minimal 3 buah benda uji, cetakan kubus mortar harus terbuat dari metal/logam agar pada saat dipakai tidak terjadi penyerapan air oleh cetakan. Nilai kuat tekan diperoleh dengan membagi besar beban maksimum dengan luas penampang.

Standard untuk kekuatan adukan mortar menurut ASTM C-109-80 sebagai berikut :

- Adukan type M

Yaitu jenis adukan dengan kuat tekan yang tinggi dipakai untuk tembok bata bertulang, tembok dekat tanah/pasangan pondasi. Kuat tekan minimum 2500 psi atau +175 kg/cm².

- Adukan type S.

Yaitu jenis adukan dengan kekuatan yang sedang, dipakai bila tidak disyaratkan menggunakan type M, tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya pengaruh gaya samping. Kuat tekan minimum 124 kg/cm².

- Adukan type N.

Yaitu jenis adukan dengan kuat tekan sedang, dipakai untuk aduk pasangan terbuka diatas tanah. Kuat tekan minimum 52,5 kg/cm².

- Adukan type O.

Yaitu jenis adukan dengan kekuatan yang agak rendah, dipakai untuk konstruksi tembok yang tidak menahan beban tekan tidak lebih dari 7 kg/cm² dan gangguan cuaca tidak berat. Kuat tekan minimum 24,5 kg/cm².

- Adukan type K.

Yaitu jenis adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk dinding terlindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan. Kuat tekan minimum 5,25 kg/cm².

METODE

Rancangan Benda Uji

Pelaksanaan penelitian yang meliputi pemeriksaan serta pengujian bahan, pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian mortar dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton dan Bahan, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Malang. Jln. Raya Tlogomas Malang.

Penelitian ini dilakukan tiga tahap. Tahap pertama adalah tahap persiapan diawali dengan pengadaan semen, pasir, air dan air garam. Kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan material meliputi semen, pasir, dan prosentase kandungan air garam. Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian dengan pembuatan benda uji kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dan dibuat variasi prosentase sebanyak 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan 3,5%, dari volume air. Tahap ketiga adalah tahap pengujian, kuat tekan dan absorpsi mortar. Properti benda uji tercantum pada table 1 sebagai berikut :

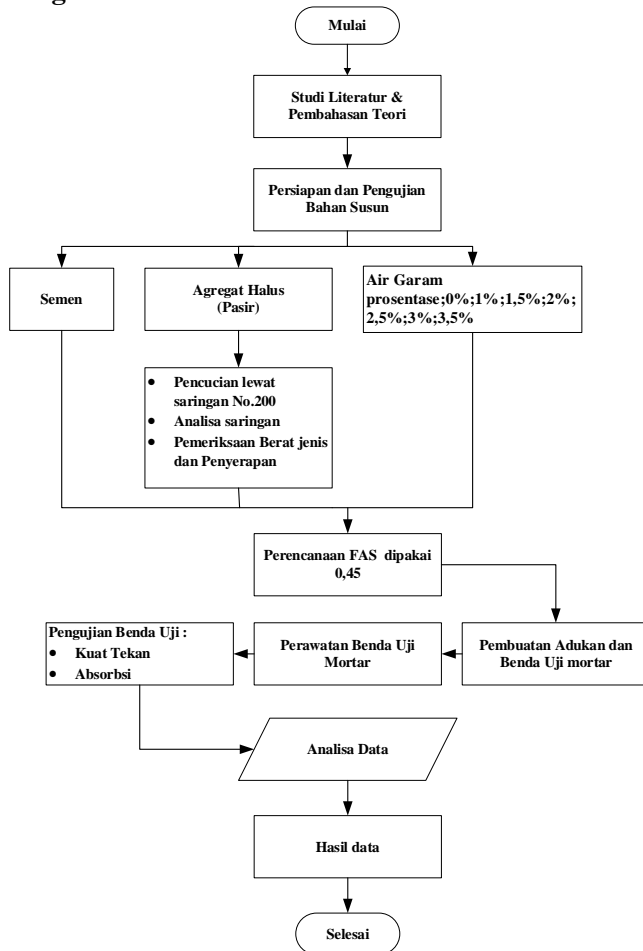
Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Persentase Kandungan Air Garam	Benda Uji	Jumlah Benda Uji	
		Kuat Tekan	Absorpsi
0%	Kubus	5	5
0,5%	50x50x50mm	5	5
1,5%		5	5
2%		5	5
2,5%		5	5

Persentase Kandungan Air	Benda Uji	Jumlah Benda Uji	
		Kuat Tekan	Absorpsi
3%		5	5
3,5%		5	5
Jumlah Benda Uji		35	35
Total		70	

Sumber : Hasil Perhitungan

Diagram Alir Perencanaan



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

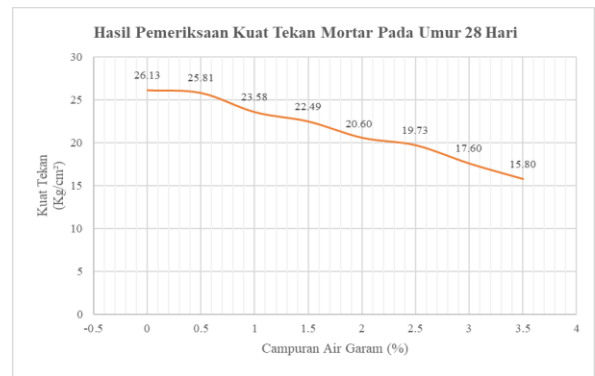
• Kuat Tekan Mortar

Dari hasil pengujian kuat tekan benda uji dibebani hingga mengalami kehancuran diperoleh nilai beban runtuh. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Mortar

No	Campuran	kuat tekan (Kg/cm ²)
1	0%	26.13
2	0,5%	25.81
3	1,0%	23.58
4	1,5%	22.49
5	2,0%	20.6
6	2,5%	19.73
7	3,0%	17,60
8	3,5%	15,80

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 2. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Mortar Pada Umur 28 Hari

Dari data hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa penggunaan air garam sebagai bahan campuran mortar mengalami penurunan, semakin bertambahnya prosentase kandungan garam yang digunakan pada campuran mortar menyebabkan penurunan pada kuat tekan maka nilai kuat tekan. Dimana dengan variasi kandungan air garam pada prosentase 0% mencapai kuat tekan 26,13 kg/cm². Sedangkan untuk variasi kandungan air garam 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan 3,5%, mengalami penurunan secara signifikan. Hasil kuat tekan ini nilainya tidak sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Fajar Abdul Sidiq (2021) yang menghasilkan peningkatan kuat tekan pada beton yang di rendam air garam sebesar 7,66129%. dibandingkan dengan beton dengan perendaman normal.

Penurunan nilai kuat tekan yang terjadi pada mortar dikarenakan terdapatnya penambahan garam dalam campuran mortar yang cukup banyak, karena garam menarik air maka volume campuran yang dihasilkan menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan ikatan dengan semen tidak maksimal, sehingga mengurangi kuat tekan. Ernati (2017) menyatakan bahwa kuat tekan mortar yang menggunakan air laut lebih tinggi, karena akibat kehadiran klorida yang ada pada air laut yang sebagaimana menurut Aburawy, MM dan Swamy, R.N (2008), kehadiran klorida mempercepat perkembangan kekuatan usia dini pada beton sampai sekitar 7-14 hari. Disamping itu penambahan natrium klorida pada beton segar akan membentuk kristal garam yang dapat meningkatkan pH lebih tinggi sehingga akan mengaktifkan hidrasi semen serta memberikan struktur pasta lebih padat dengan pori-pori yang lebih kecil.

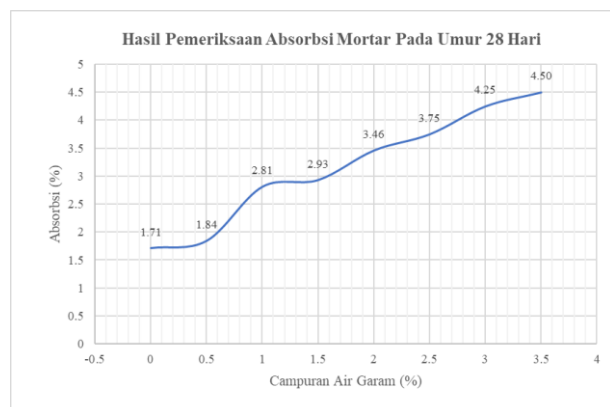
• Absorpsi

Hasil pengujian penyerapan air (absorpsi) pada mortar dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Nilai Absorpsi Beton

No	Variasi Campuran	Nilai Absorpsi (%)
1	0%	1.71
2	0,5%	1.84
3	1,0%	2.81
4	1,5%	2.93
5	2,0%	3.46
6	2,5%	3.75
7	3,0%	4.25
8	3,5%	4.50

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 3. Hasil Pemeriksaan Absorpsi Mortar Pada Umur 28 Hari

Dari hasil absorpsi yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan semakin besar prosentase kandungan air garam ditambahkan maka nilai absorpsi semakin mengalami kenaikan. Mortar dengan normal prosentase 0% air garam mempunyai nilai absorpsi yang paling kecil yakni sebesar 1.71% dibandingkan dengan mortar yang mengandung prosentase air garam sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan 3,5%, yang mempunyai nilai absorpsi sebesar 1.84 %, 2.81%, 2.93%, 3.46%, 3.75% ,4,25% dan 4.50%. Kondisi ini bisa disebabkan karena proses pengikatan yang kurang baik sehingga terbentuk rongga - rongga udara yang mudah dimasuki oleh air. Selain itu penyerapan yang terjadi pada variasi kandungan air garam pada mortar cukup besar. Akan tetapi berdasarkan SNI S-36-1990-03 nilai penyerapan pada mortar maksimum 2,5% berat kering oven untuk perendaman 10 ± 5 menit, dan 6,5% berat kering oven untuk perendaman selama 24 jam. Berdasarkan Batasan-batasan yang telah disebutkan diatas maka penggunaan air garam pada mortar dengan kandungan tidak melebihi 3% pada penelitian ini masih tergolong dalam campuran yang kedap terhadap air.

KESIMPULAN

1. Penggunaan air garam pada campuran mortar dapat menurunkan nilai kuat tekan. Namun penggunaan air garam pada mortar dengan kandungan 3,5% masih dalam katagori kuat tekan minimum yang diijinkan menurut SNI03-6882-2002.
2. Dari hasil pengujian absorpsi penambahan garam berlebihan dapat menaikkan nilai absorpsi mortar sehingga mortar akan mengalami daya serap yang tinggi dibanding dengan mortar tanpa kandungan air garam. Namun penggunaan air garam pada mortar dengan kandungan tidak melebihi 3% pada penelitian ini masih tergolong dalam campuran yang kedap terhadap air.

DAFTAR PUSTAKA

- Erniati, dkk. 2017. "Konsistensi Dan Kuat Tekan Mortar Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Mixing Water" Jurnal Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, Makassar.
- Husin,Andriati Amir, 2016, "Pengaruh Larutan Garam Sulfat Terhadap Kualitas Beton Ringan" Jurnal Pemukiman, Vol. 5 No. 2. Bandung.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Andi Publishing.
- Pratiwi,Kingkin Dwi dkk, 2019, "Kuat Tekan dan Porositas Mortar Serbuk Karet PadaSuhu Tinggi" Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND). Sumatra Barat.
- Rulian, Nizar Farhan, Priyanto Saelan. 2020, "Kajian Batasan Nilai FAS Pada Campuran Beton di Lingkungan Korosif" Jurnal Teknik Sipil. ITB Bandung.
- Sari, Neri Puspita dkk. 2017. "Kuat Tekan dan Porositas Mortar Dengan Bahan Tambah Gula Aren, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)". Pekanbaru.
- Sidiq, Fajar Abdul, Eko Walujodjati, 2021, "Meninjau Kekuatan Tekan Beton Pada Lingkungan Air Laut Pamaengpek Kabupaten Garut" Jurnal Konstruksi, Volume 19 No. 1. Jawa Barat.
- Tjokrodimulyo Kardiyono, 1992, "Pengetahuan Dasar Teknologi Beton", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tata, Arbian,2019. "Sifat Mekanis Beton Dengan Campuran Pasir Pantai Dan Air Laut" Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Sipil, Volume 3, No. 1. Maluku Utara.