

PENGARUH JENIS AIR PENCAMPUR DAN PERENDAMAN TERHADAP PERILAKU KEKUATAN TEKAN MORTAR CAMPURAN SEMEN-PASIR

Gaharni Putri Utami¹, Sonny Wedhanto², dan Karyadi³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No 5 Malang.

Email: anigaharni@gmail.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang,

Email: s_wedhanto@yahoo.co.id

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan tekan mortar yang pembuatannya menggunakan air tawar; air laut; dan air garam sebagai air pencampurnya. Sampel dari kubus mortar ukuran 5x5x5 cm³, komposisi campuran 1 semen PPC merk Semen Gresik : 2,75 Pasir sungai (berdasarkan perbandingan barat) dengan FAS 0,485. Perlakuan dengan merendam sampel kedalam air tawar, air laut, dan air garam (dari campuran air mineral ditambah 3,6% garam NaCl) selama 3; 7; 14; 21; 28; dan 60 hari; tiap perlakuan menggunakan 30 buah benda uji. Pengujian kekuatan tekan menggunakan Compressive Strength of Hydraulic Cements Mortars. Hasil-hasil penelitian:(1) mortar dengan bahan yang dicampur menggunakan air biasa, lalu direnam di air tawar maupun air laut sampai lebih dari 28 hari, kekuatan tekannya, cenderung tidak bertambah; jika direndam air garam sampai lebih dari 28 hari kekuatannya cenderung turun; (2) mortar yang dicampur menggunakan air laut, lalu direndam air tawar, air laut, dan air garam sampai lebih dari 28 hari, kekuatan tekannya cenderung masih dapat bertambah; dan (3) mortar yang dicampur menggunakan air garam, jika direndam dalam air tawar dan air laut sampai lebih dari 28 hari, kekuatan tekannya cenderung turun, tetapi jika direndam dalam air garam sampai lebih dari 28hari, kekuatannya masih cenderung dapat meningkat.

Kata kunci: air garam, air laut, air tawar, kekuatan, mortar.

PENDAHULUAN

Dalam pembuatan mortar, SNI 03-6882-2002 mensyaratkan untuk menggunakan air tawar yang bersih, namun pada kenyataannya sebagai negara kepulauan, dapat dipastikan bahwa di antara pulau-pulau di Indonesia ada yang terisolir air tawar. Akibatnya air tawar menjadi barang mahal, 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 menjadi mahal. Berdasarkan pengamatan lapangan oleh penulis makalah ini, dalam kenyataan di daerah-daerah yang tidak memiliki cadangan air tawar yang memadai ditemukan pembuatan mortar yang dilakukan menggunakan air apa saja yang dapat diperoleh di lokasi, termasuk air payau, air asin, maupun air laut. Berkaitan dengan penggunaan air laut sebagai bahan pembuat mortar, penelitian terdahulu menyimpulkan, bahwa air laut yang digunakan sebagai pencampur mortar dapat meningkatkan nilai kuat tekan mortar, sebab unsur garam NaCl yang terkandung didalamnya dapat mengikat senyawa Kalsium Hidroksida (CaOH), dan dengan berkurangnya senyawa CaOH dalam mortar akan meningkatkan kekuatan tekan mortar itu [Puspitasari, 2014].

Air laut mengandung sekitar 3,5% garam, dengan garam-garaman utama yang mengandung unsur: 55% klorida (Cl); 31% natrium (Na); 8% sulfat (SO₄); 4% magnesium (Mg), 1% kalsium (Ca), dan kurang dari 1% sisanya mengandung zat-zat lain [Yunus, 2011]. Mengingat unsur garam yang paling dominan terkandung dalam air laut adalah Na dan Cl, diduga bahwa jenis garam yang

terbentuk dari ke-dua unsur tersebut, yakni NaCl, adalah menjadi penyebab rusaknya mortar yang terendam dan atau terpengaruh air laut. Namun demikian dalam kenyataannya air laut juga mengandung garam dari berbagai unsur yang berbeda, kendati dalam persentase lebih kecil dari garam NaCl, dimungkinkan bahwa jenis garam-garam lain juga memberi kontribusi terhadap turunnya kekuatan mortar; dalam kehidupan sehari-hari NaCl dikenal sebagai garam dapur. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perilaku mortar yang terkena pengaruh air laut dan garam NaCl. Sebagai simulasi digunakan air biasa yang diberi tambahan garam dapur sebesar kadar NaCl yang terkandung dalam air laut yang dipakai sebagai pembandingnya, yaitu sebesar 3,6%.

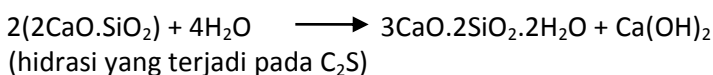
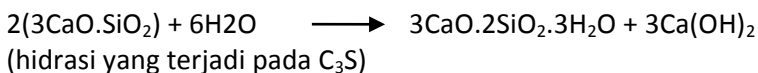
Pada pembuatan mortar, campuran semen dan air berfungsi sebagai perekat material pembentuknya, sehingga reaksi antara semen dan air yang digunakan sangat menentukan kekuatan mortar yang dihasilkan. Menurut Wahyudi (2012), terdapat empat komponen yang menentukan mutu suatu semen seperti yang ditulis pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Karakteristik dari Semen

Reaksi Kimia Campuran	Singkatan	Nama Campuran
3 CaOSiO ₂	C ₃ S	Trikalsiumsilikat
2 CaOSiO ₂	C ₂ S	Dikalsiumsilikat
3 CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	Trikalsium Aluminat
4 CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	Tetrakalsium Aluminoforit

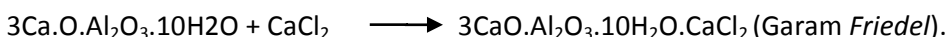
(Sumber: Wahyudi, 2012)

Reaksi hidrasi yang terjadi pada senyawa C₃A adalah yang paling reaktif, kemudian disusul dengan senyawa C₃S dan C₂S, yang menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium hidroksida Ca(OH)₂ [Iman, 2014]. Menurut Sanjaya (2014), senyawa *Calcium Silicate Hydrate* (CSH) hasil proses hidrasi semen, mempunyai sifat sebagai perekat, menghasilkan senyawa Ca(OH)₂ yang membentuk pasta semen bersifat basa (dengan pH=12,5), akan bereaksi dengan NaCl dan Na(OH)₂; kemudian dengan adanya pengaruh garam, semen akan mengalami proses senyawa hidrasi menurut reaksi:



C₃S (Trikalsium Silikat) dan C₂S (Dikalsium Silikat) merupakan dua dari empat komposisi kimia semen. Dari reaksi kimia yang terjadi diatas, jika senyawa Ca(OH)₂ yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan senyawa NaCl, maka akan menjadi:

2NaCl + Ca(OH)₂ → CaCl₂+2NaOH; selanjutnya Kalsium Klorida (CaCl₂) akan kembali bereaksi dengan salah satu komposisi kimia semen, yaitu Trikalium Aluminat (C₃A), yang akan menghasilkan garam *friedel* (CaO.Al₂O₃.10H₂O.CaCl₂) menurut reaksi kimia:



Garam *friedel* adalah hasil pembentukan pengikatan clorida yang sifatnya mengisi pori-pori di dalam mortar [Irmawati, 2013]. Jika kondisi garam *friedel* ini berlebihan, maka dapat meningkatkan tegangan tekan didalam mortar itu akibat berkurangnya kalsium hidroksida. Akibatnya kekuatan mortar untuk menahan tekanan menjadi berkurang; dengan kata lain kekuatan tekan mortar akan turun.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif, dengan variabel bebasnya adalah, mortar yang dicampur dan *curing* (dengan merendam benda uji dalam air) menggunakan air laut, dan air garam (air tawar yang diberi larutan NaCl sebanyak kadar salinitas Natrium dan Klorida

dalam air laut yang dipakai); sedangkan sebagai variabel terikat adalah kuat tekan yang dihasilkan oleh mortar itu. Variabel kontrol menggunakan mortar yang terbuat dari air tawar sebagai pencampur bahan dan *curing* yang juga menggunakan air tawar. Benda uji berbentuk kubus mortar ukuran standar (5x5x5 cm³); dibuat dari campuran 1PC: 2,75 Pasir (berdasarkan perbandingan berat), dengan faktor air semen (FAS) 0,485 [ASTM C 109, 2002]; bahan material sampel dibeli dari toko-toko setempat di daerah Malang; menggunakan semen PPC merk Semen Gresik, pasir menggunakan pasir lumajang, dan air tawar menggunakan air mineral bermerek dagang. Untuk mencampur mortar maupun *curing* benda uji, digunakan tiga jenis air berbeda, yaitu: air tawar (menggunakan air mineral); air laut (diambil dari pantai Balaikambang, Malang Selatan); dan air garam yang dibuat dari air mineral ditambah 3,6% larutan garam dapur, sesuai hasil pengujian laboratorium pada kadar NaCl yang terkandung dalam air laut dari Pantai Balaikambang.

Tiap perlakuan menggunakan 30 buah sampel kubus mortar yang masing-masing direndam dalam tiga jenis air berbeda (air tawar, air laut, dan air tawar diberi larutan 3,6% NaCl) dengan skenario perendaman seperti ditunjukkan pada **Tabel 2**. Perendaman dilakukan selama 3; 7; 14; 21; 28; dan 60 hari, kemudian dilakukan pengujian tekan menggunakan mesin *Compressive Strength of Hydraulic Cements Mortars* merk MBT dengan kapasitas 100 kN, jumlah seluruh sampel untuk tiap perendaman terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Skenario Perlakuan Benda Uji

Jenis Benda Uji	Jenis Air Perendam dan Jumlah Sampel			Total sampel (buah)
	Air Tawar	Air Laut	Larutan Air Garam	
MAT	30	30	30	90
MAG	30	30	30	90
MAL	30	30	30	90

Keterangan: MAT = mortar yang dicampur menggunakan air tawar
 MAG = mortar yang dicampur menggunakan larutan air garam
 MAL = mortar yang dicampur menggunakan air laut

Tabel 3. Jumlah Sampel untuk Tiap Perendaman

Jenis Benda Uji	Lama Perendaman (hari)						Jumlah sampel (buah)
	3	7	14	21	28	60	
MAT	90	90	90	90	90	90	540
MAG	90	90	90	90	90	90	540
MAL	90	90	90	90	90	90	540
Jumlah	270	270	270	270	270	270	1620

Hasil pengujian tekan berupa beban tekan (P) maksimum yang mampu ditahan oleh masing-masing sampel. Perhitungan untuk mengetahui tegangan tekan yang dapat ditahan oleh masing-masing sampel dihitung menggunakan rumus: $f_m = P/A$; dimana: f_m = tegangan tekan sampel yang diuji; P = gaya tekan maksimum yang dapat ditahan benda uji; A = luas dari permukaan benda uji [SNI 03-6825-2002]. Jika nilai tegangan tekan pada masing-masing benda uji diketahui, maka tegangan rerata sampel pada tiap-tiap perlakuan dapat dihitung dan dibuat grafik untuk dianalisis lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rerata kekuatan tekan mortar (f_m) dari semua benda uji disajikan pada **Tabel 4**; berdasarkan tabel tersebut, kemudian dibuat grafik kecenderungan pengaruh perendaman sampai 60 hari pada masing masing benda uji; hasilnya seperti grafik pada **Gambar 1**. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa, secara umum ada kecenderungan pada tiga hari pertama perendaman

benda uji, baik itu menggunakan air tawar; air laut; maupun air garam, benda uji memang mengalami kenaikan kekuatan tekan relatif tinggi, tetapi pada perendaman selama 7 sampai 14 hari berikutnya, semua benda uji cenderung mengalami penurunan kekuatan, dan kemudian setelah direndam selama 21 sampai 60 hari berikutnya, kecuali pada mortar yang dicampur menggunakan air tawar dan direndam air laut, serta mortar yang dicampur menggunakan air garam dan direndam dalam air laut, benda uji yang lain masih mengalami peningkatan kekuatan tekan tetapi tidak terlalu signifikan (relatif kecil).

Pada mortar yang dicampur menggunakan air tawar kemudian direndam dalam air laut (kode AB), setelah direndam selama 14 sampai 21 hari mengalami kenaikan kekuatan yang signifikan, tetapi jika direndam selama 28 hari kekuatannya kembali turun secara signifikan, dan kemudian, pada perendaman selama 28 sampai 60 hari berikutnya cenderung tidak mengalami perubahan kekuatan. Perilaku serupa cenderung terjadi pada mortar yang dicampur air garam dan direndam dalam air laut (kode CB), pada saat direndam sampai 28 hari mengalami kenaikan kekuatan, tetapi jika direndam sampai 60 hari kekuatan tekannya justru mengalami penurunan.

Tabel 4. Rerata Kuat Tekan Mortar Air Tawar, Air Laut dan Air Garam

Umur (Hari)	Direndam Air Tawar			Direndam Air Laut			Direndam Air Garam		
	AA	BA	CA	AB	BB	CB	AC	BC	CC
3	17,33	15,31	13,11	15,91	18,60	14,99	16,88	18,92	16,63
7	17,79	14,39	16,41	16,40	15,56	14,92	17,69	17,73	15,36
14	16,37	18,05	13,85	11,19	17,80	15,59	13,44	15,61	14,03
21	25,79	16,56	16,69	20,81	18,21	16,52	15,41	22,21	15,77
28	22,91	25,21	25,35	26,99	21,40	25,35	22,24	24,11	17,52
60	23,00	26,35	22,77	22,76	21,91	22,77	22,56	27,80	19,27

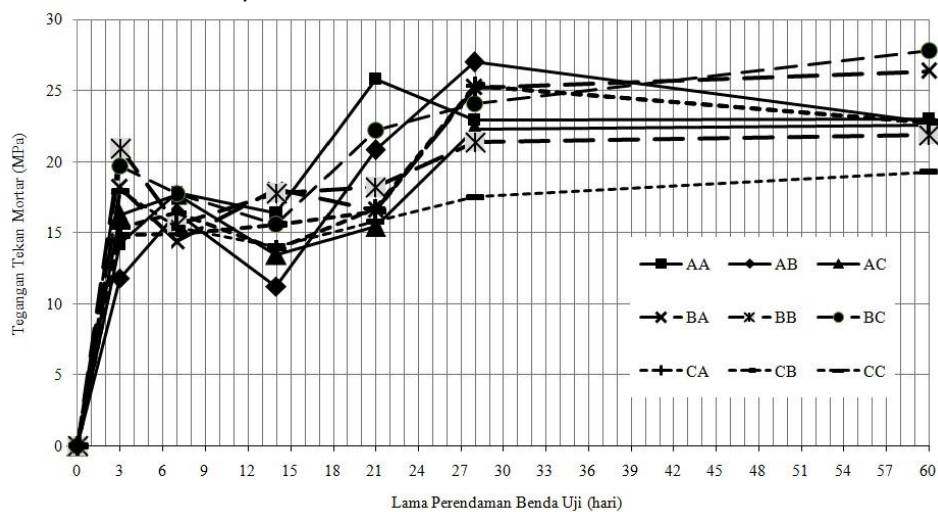
Keterangan:

- AA** = Mortar dicampur menggunakan air tawar yang direndam dalam air tawar.
- AB** = Mortar dicampur menggunakan air tawar yang direndam dalam air laut.
- AC** = Mortar dicampur menggunakan air tawar yang direndam dalam larutan air garam.
- BA** = Mortar dicampur menggunakan air laut yang direndam dalam air tawar.
- BB** = Mortar dicampur menggunakan air laut yang direndam dalam air laut.
- BC** = Mortar dicampur menggunakan air laut yang direndam dalam larutan air garam.
- CA** = Mortar dicampur menggunakan larutan air garam yang direndam dalam air tawar.
- CB** = Mortar dicampur menggunakan larutan air garam yang direndam dalam laut.
- CC** = Mortar dicampur menggunakan larutan air garam yang direndam dilarutan air garam.

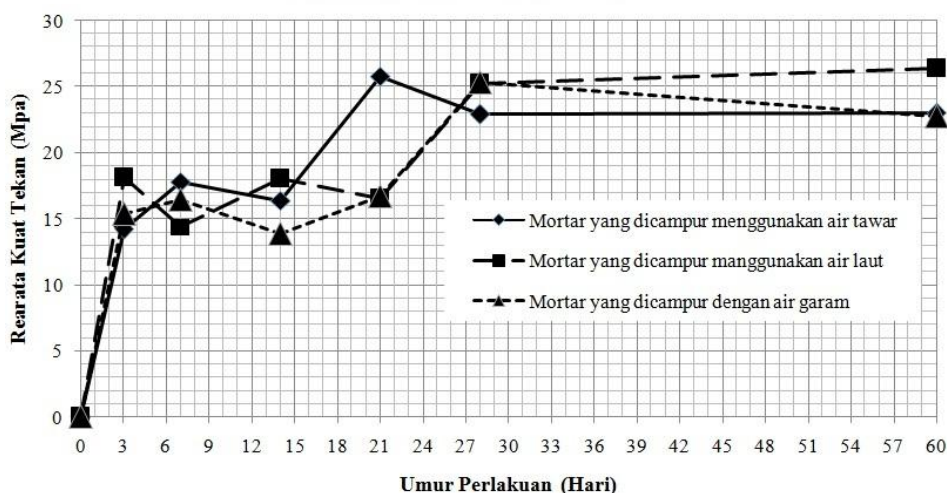
Dari **Tabel 4** di atas, dapat diamati, bahwa mortar yang pencampurannya menggunakan air garam lalu direndam dalam air laut maupun air tawar, dan mortar yang pencampurannya menggunakan air tawar kemudian direndam dalam air laut, jika direndam selama 60 hari kekuatannya cenderung turun. Hal ini diperkirakan sebagai akibat bertambahnya *Clorida* (Cl) dari garam NaCl yang ditambahkan, akan menyebabkan terbentuknya garam *friedel*. Dengan bertambahnya *Clorida*, maka garam *friedel* yang terbentuk juga makin bertambah. Sifat garam *friedel* adalah: masuk, meresap, mengisi pori-pori mortar, dan makin lama makin mengembang. Akibatnya pada tubuh mortar terjadi tegangan dalam karena mengembangnya garam *friedel* pada pori-pori mortar. Garam ini makin lama semakin mengembang bertambah besar, sehingga kekuatan mortar makin lama terendam dalam air tawar maupun air laut juga semakin menurun, dan pada suatu saat dimungkinkan pecah dengan sendirinya sebagai akibat dari semakin mengembangnya garam *friedel*.

Untuk melihat reaksi jenis air terhadap kekuatan mortar, dilakukan penjabaran grafik yang menggambarkan pengaruh dari masing-masing air yang digunakan sebagai perendaman perawatan mortar yang dibuat menggunakan berbagai macam air pencampur. **Gambar 2** sampai **Gambar 4**

merupakan grafik kekuatan tekan berbagai macam sampel yang direndam dalam air tawar; air garam; dan air laut selama 3 sampai 60 hari



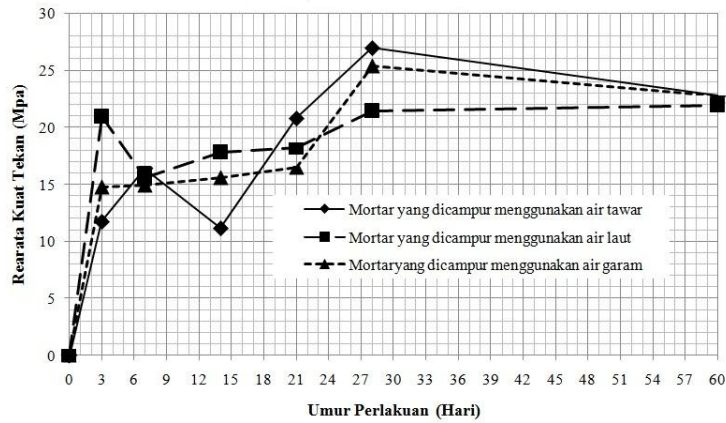
Gambar 1. Grafik Rerata Kekuatan Tekan Sampel



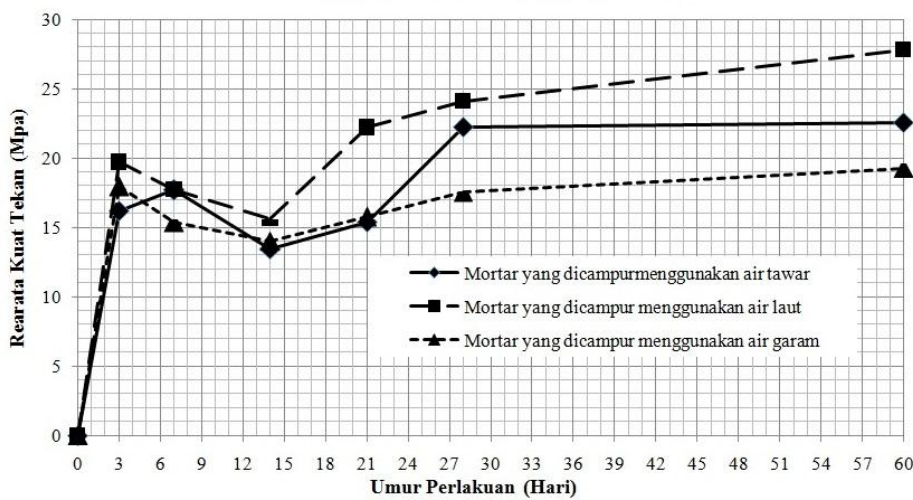
Gambar 2. Rerata Kekuatan Tekan Benda Uji yang Direndam Air Tawar

Gambar 2 merupakan grafik rata-rata kekuatan mortar yang dalam pencampurannya menggunakan air tawar, air laut, dan air garam. Pada mortar yang dicampur menggunakan air garam maupun air laut, keduanya memiliki pola kekuatan tekan yang mirip sampai perendaman dalam air tawar selama 28 hari, tetapi pada perendaman sampai 60 hari mortar yang dicampur menggunakan air garam kekuatannya cenderung turun. Ketiga jenis mortar tersebut dalam perendaman selama 60 hari menunjukkan perbedaan kekuatan tekan yang tidak terlalu besar; namun demikian dari gambar tersebut tampak bahwa mortar yang pencampurannya menggunakan air garam dalam jangka panjang ada kecenderungan semakin turun kekuatannya, sedangkan yang menggunakan air tawar maupun air laut, walaupun dalam besaran yang relatif kecil ada kecenderungan meningkat.

Pada **Gambar 3** terlihat bahwa, jangka waktu perendaman sampai 60 hari mortar yang dicampur menggunakan air laut, jika terendam air laut selama 60 hari kekuatannya cenderung makin meningkat, sedangkan mortar yang dicampur menggunakan air tawar maupun air yang diberi garam, akan semakin turun.



Gambar 3 Rerata Kekuatan Tekan Benda Uji yang Direndam Air Laut



Gambar 4 Rerata Kekuatan Tekan Benda Uji yang Direndam Air Asin

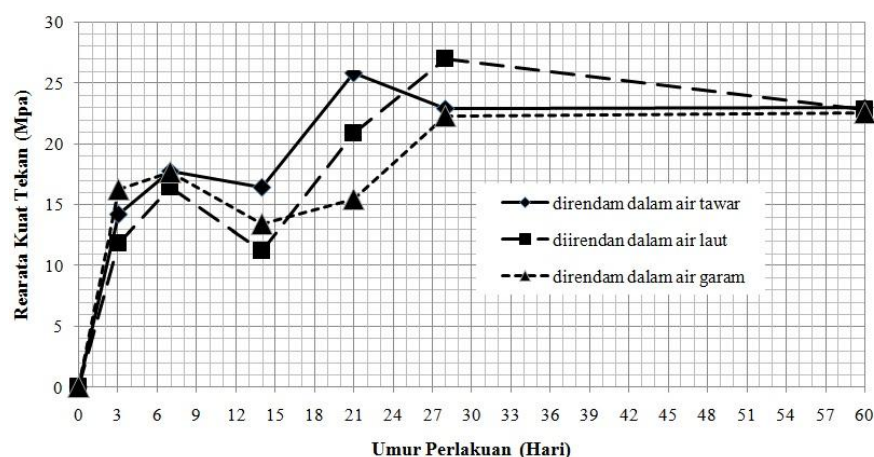
Menurut **Gambar 4**, jika mortar yang dicampur menggunakan air tawar, air laut maupun air garam, jika direndam dalam air garam selama 60 hari kekuatannya cenderung makin meningkat, tetapi pada mortar yang dicampur menggunakan air tawar, peningkatan kekuatannya cenderung kecil. Berdasarkan pengamatan grafik-grafik pada Gambar 2; Gambar 3; dan Gambar 4, naik turunnya kekuatan tekan mortar dapat diringkas seperti pada **Tabel 5**.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dievaluasi, bahwa pada perendaman awal (antara tiga sampai tujuh hari) menggunakan air tawar, mortar yang dicampur menggunakan air tawar maupun air garam mengalami kenaikan kekuatan, sedangkan mortar yang dicampur menggunakan air laut justru kekuatannya turun; tetapi pada perendaman hari ke-7 sampai ke-28 ketiga jenis mortar tersebut memiliki pola naik-turun kekuatan yang sama; dan pada perendaman jangka panjang (hari ke-28 sampai ke-60) mortar yang dicampur menggunakan air tawar cenderung tidak mengalami penambahan kekuatan, namun pada mortar yang dicampur menggunakan air garam NaCl maupun air laut (yang juga mengandung garam NaCl) justru bertambah kuat. Pada perendaman dalam air laut, saat awal perendaman sampai direndam 14 hari, mortar yang dicampur menggunakan air tawar dan air laut kekuatannya mengalami naik-turun, sedangkan yang dicampur menggunakan air garam tetap makin naik kekuatannya; namun pada perendaman hari ke-14 sampai ke-28 ke tiga jenis mortar tersebut semakin naik kekuatannya, dan pada perendaman jangka panjang (28 sampai 60 hari) mortar yang dicampur menggunakan air laut kekuatannya masih tetap naik, sedangkan yang dicampur menggunakan air tawar dan air garam mulai turun kekuatannya.

Tabel 5. Sifat Kekuatan Mortar Sesuai dengan Jenis Air Perendaman yang Dipakai

Jenis Air untuk Merendam Mortar	Lama Perendaman (hari)	Jenis Air untuk Mencampur Mortar		
		Air Tawar	Air Laut	Air Garam
Air Tawar	0 – 3	Naik	Naik	Naik
	3 – 7	Naik	Turun	Naik
	7 – 14	Turun	Naik	Turun
	14 – 21	Naik	Turun	Naik
	21 – 28	Turun	Naik	Turun
	28 – 60	Tetap	Naik	Naik
Air Laut	0 – 3	Naik	Naik	Naik
	3 – 7	Turun	Turun	Naik
	7 – 14	Turun	Turun	Naik
	14 – 21	Naik	Naik	Naik
	21 – 28	Naik	Naik	Naik
	28 – 60	Turun	Naik	Turun
Air Garam	0 – 3	Naik	Naik	Naik
	3 – 7	Turun	Turun	Turun
	7 – 14	Turun	Turun	Turun
	14 – 21	Naik	Naik	Naik
	21 – 28	Naik	Naik	Naik
	28 – 60	Turun	Naik	Naik

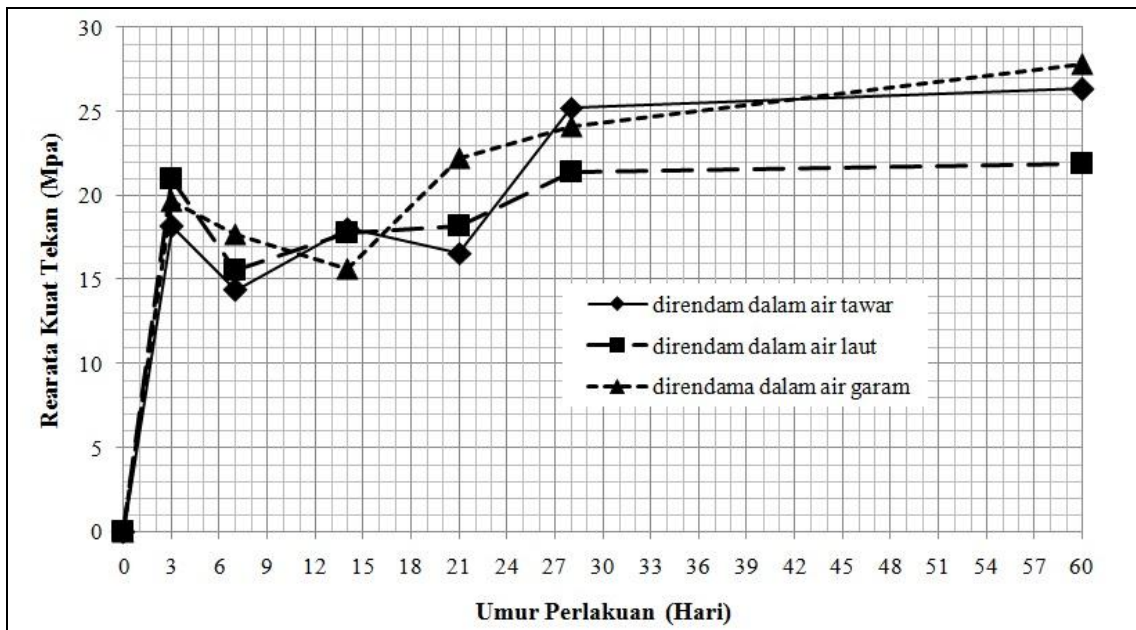
Mortar yang direndam dalam air garam, semenjak perendaman hari pertama sampai hari ke-28 memiliki pola naik-turun kekuatan yang sama, tetapi pada perendaman jangka panjang mortar yang dicampur menggunakan air biasa mulai turun kekuatannya, sedangkan yang dicampur menggunakan air laut dan air garam masih mengalami kenaikan kekuatan tekan. Pada **Gambar 5** sampai **Gambar 7** berikut ini ditunjukkan pengaruh masing-masing mortar yang dicampur menggunakan tiga jenis air berbeda kemudian direndam dalam air tawar, air laut, dan air garam.



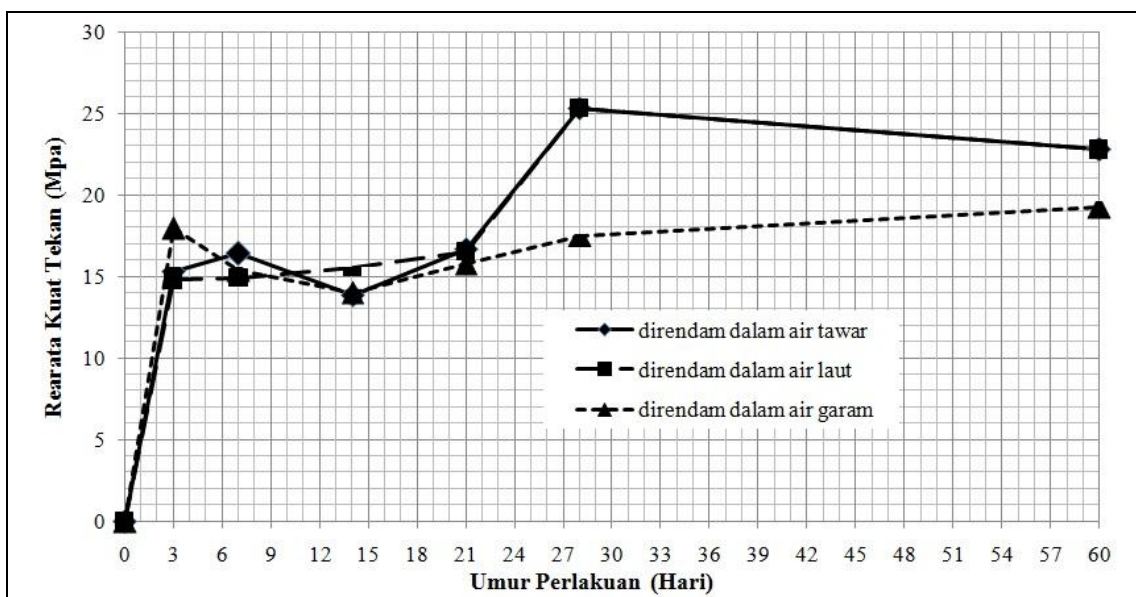
Gambar 5. Mortar Menggunakan Air Tawar yang Direndam dalam Berbagai Jenis Air

Menurut **Gambar 5**, mortar yang dicampur menggunakan air tawar, secara umum berperilaku sama sampai umur perendaman mencapai 21 hari, yaitu pada perendaman sampai 7 hari mengalami kekuatan tekan, dan perendaman selama 14 hari kekuatannya akan turun, dan pada perendaman sampai 21 hari kekuatan tekannya akan naik lagi; tetapi pada perendaman 28 hari dalam air tawar akan menurunkan kekuatan tekan, dan perendaman selama 60 hari dalam air laut

kekuatan tekan mortar akan turun, sedangkan mortar yang direndam pada air tawar dan air garam kekuatan tekannya cenderung tetap. Pada mortar yang dicampur menggunakan air laut (**Gambar 6**), dapat diidentifikasi, baik direndam dalam air tawar, air laut maupun air garam, memiliki perilaku yang sama. Perendaman selama tiga hari kekuatan tekan mortar meningkat, dan pada perendaman selama tujuh hari kekuatan tekan mortar menurun, kemudian pada perendaman selama 14 sampai 60 hari dalam air yang berbeda kekuatan tekan mortar cenderung makin meningkat. Pada **Gambar 7**, (mortar yang dicampur menggunakan air garam) perilaku mortar yang direndam dalam air laut maupun air tawar memiliki perilaku yang nyaris sama; perendaman sampai 28 hari senantiasa meningkat, dan jika direndam selama 60 hari akan turun kekuatannya. Hal yang berbeda terjadi pada mortar yang dicampur menggunakan air garam lalu direndam dalam air garam pula, mulai perendaman selama 3; 7; 14; 21; 28; sampai 60 hari kekuatannya cenderung makin bertambah.



Gambar 6. Mortar Menggunakan Air Laut yang Direndam dalam Berbagai Jenis Air



Gambar 7. Mortar Menggunakan Air Garam yang Direndam dalam Berbagai Jenis Air

Dari gambar-gambar 5 sampai 7 di atas, perilaku mortar yang dicampur menggunakan air tawar, air laut, dan air garam yang kemudian direndam dalam berbagai macam air, dapat diidentifikasi, hasilnya seperti terdapat dalam **Tabel 5**. Mortar yang dicampur menggunakan air tawar, kemudian direndam dalam air tawar, air laut maupun air garam selama 7 hari mengalami peningkatan kekuatan tekan; jika direndam sampai 14 hari kekuatan tekan akan turun, dan pada perendaman sampai 21 hari kekuatan tekannya kembali naik. Pada perendaman sampai 28 hari mortar yang direndam dalam air tawar akan mengalami penurunan kekuatan, tetapi yang direndam dalam air laut dan air garam justru bertambah kuat, dan pada perendaman selama 60 hari kekuatan tekan mortar yang direndam dalam air tawar dan air laut, cenderung tetap seperti kekuatan tekan mortar yang direndam selama 28 hari, sedangkan jika direndam dalam air garam kekuatannya menurun.

Tabel 6. Sifat Kekuatan Tekan Mortar Sesuai dengan Jenis Air yang Digunakan pada Pembuatannya

Jenis Air untuk Mencampur Mortar	Lama Perendaman (hari)	Jenis Air untuk Merendam Mortar		
		Air Tawar	Air Laut	Air Garam
Mortar dicampur menggunakan air tawar	0 – 3	Naik	naik	naik
	3 – 7	Naik	naik	naik
	7 – 14	Turun	turun	turun
	14 – 21	Naik	naik	naik
	21 – 28	Turun	naik	naik
	28 – 60	Tetap	tetap	turun
Mortar dicampur menggunakan air laut	0 – 3	Naik	naik	naik
	3 – 7	Turun	turun	turun
	7 – 14	Naik	naik	naik
	14 – 21	Turun	naik	naik
	21 – 28	Naik	naik	naik
	28 – 60	Naik	naik	naik
Mortar dicampur menggunakan air garam	0 – 3	Naik	naik	naik
	3 – 7	Naik	tetap	turun
	7 – 14	Naik	naik	naik
	14 – 21	Naik	naik	naik
	21 – 28	Naik	naik	naik
	28 – 60	Turun	turun	naik

Mortar yang dicampur menggunakan air laut, kemudian direndam dalam air tawar, air laut, dan air garam cenderung mempunyai perilaku sama. Perendaman sampai tiga hari akan menaikkan kekuatan tekan, kemudian jika direndam sampai tujuh hari kekuatannya menurun, kemudian pada perendaman selanjutnya sampai 60 hari (kecuali yang direndam air tawar selama 14 sampai 21 hari) masih tetap mengalami kenaikan kekuatan tekan.

Mortar yang dicampur menggunakan air garam umumnya direndam sampai 28 hari masih tetap mengalami kenaikan kekuatan tekan, dan pada perendaman sampai 60 hari mortar yang direndam dalam air tawar dan air laut telah mengalami penurunan kekuatan tekan, sedangkan mortar yang direndam dalam air garam cenderung masih dapat mengalami kenaikan kekuatan tekan.

KESIMPULAN

Berdasarkan anggapan, setelah umur 28 hari kekuatan semen telah berhenti mengikat butiran pasir/kerikil pada pembuatan mortar maupun beton yang dapat disimpulkan, bahwa jika

mortar yang dicampur menggunakan air tawar kemudian direndam dalam air tawar maupun air laut sampai 60 hari kekuatan tekannya cenderung tetap seperti umur 28 hari; sedangkan jika direndam dalam air tawar yang mengandung garam NaCl sebanyak 3,6% sesuai kadar NaCl yang terkandung dalam air laut yang digunakan dalam penelitian ini, selama perendaman 28 sampai 60 hari, kekuatan mortar cenderung turun.

Pada mortar yang dicampur menggunakan air laut, yang direndam dalam air tawar, air laut, dan air garam, jika didrendam sampai 60 hari kekuatan tekannya cenderung masih dapat bertambah; dan pada mortar yang dicampur menggunakan air garam, yang direndam dalam air tawar dan air laut sampai lebih dari 28 hari, kekuatan tekannya ada kecenderungan turun; tetapi jika direndam dalam air garam selama 28 sampai 60 hari kekuatannya masih cenderung dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Standards, (2002). "ASTM C 109/C 109M - 07 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens)", ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Iman. 2014. *Hidrasi Pada Semen Portland*, (Online), (<http://www.iman.civilengineering.id>), diakses 20 Februari 2016.
- Irmawati, Rita. & Tjaronge, M, Wihardi. 2013. *Effect of Seawater as Mixing Water on the Mechanical Properties of Mortar and Concrete*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Puspitasari, Riska. 2014. *Studi Kekuatan Mortar dengan Menggunakan Air Tawar dan Air Laut Sebagai Pencampur*. Tugas Akhir. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Sanjaya, Irfan. 2014. *Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Terhadap Variansi Penambahan Natrium Klorida (NaCl)*. Tugas Akhir. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Standar Nasional Indonesia 03-6825-2002 tentang Metode Pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil. Badan Standar Nasional. (Online), (http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/250), diakses 10 Mei 2015.
- Standar Nasional Indonesia 03-6882-2002 tentang Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan. Badan Standar Nasional. (Online), (http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/250), diakses 10 Mei 2015.
- Wahyudi, Yusuf. 2012. Perbandingan Mortar Berpasir Pantai dan Sungai. *Media Teknik Sipil*, (Online), 10 (1): 70-79, (<https://atpw.files.wordpress.com/2013/03/e4-yusuf-w.pdf>), diakses 29 Agustus 2015.
- Yunus, Zabar. 2011. *Macam-Macam Senyawa Kimia Dalam Laut*, (Online), (<http://perikanan-tangkap.blogspot.co.id/2012/09/macam-macam-senyawa-kimia-dalam-laut.html>), diakses 10 Mei 2015.