Naskah Seminar Tugas Akhir

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

PENGARUH WAKTU PERENDAMAN AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN 3 VARIASI *MERK* SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH *FLY ASH* 10%

Wahyu Setia Budi
Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

As'at Pujianto
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Hakas Prayuda
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Beton adalah suatu campuran yang berisi pasir, kerikil, atau agregat lain yang dicampurkan menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air yang membentuk suatu masa padat. Untuk bangunan yang terdapat di daerah sekitaran laut seperti jembatan, *jetties*, pemecah ombak dan dermaga perlu dilakukan perawatan beton (*curing*) dengan air laut. Air laut sendiri memiliki kandungan air sebanyak 3,5% yang dapat menggerogoti kekuatan dan keawetan beton. Hal ini disebabkan klorida (cl) yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton. Penggunaan *fly ash* adalah salah satu metode dalam memanfaatkan limbah yang ada. Pengaruh penambahan *fly ash* pada beton untuk bangunan air laut berfungsi sebagai penutup rongga-rongga pada beton dan dapat meningkatkan kekuatan beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tekan beton dan pengaruh umur perendaman terhadap 3 merk semen dengan penambahan *fly ash* sebanyak 10%, serta menggunakan variasi perendaman dalam air laut selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dalam perancangan campuran beton ini digunakan SK SNI 03-2834-2000 dan benda uji dibuat pada silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian Nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut untuk semen Holcim adalah 13,53 MPa, 20,58 MPa, 21,49 MPa, semen Tiga Roda adalah 14,63 MPa, 17,75 MPa, 22,63 MPa dan untuk semen Gresik adalah 13,51 MPa, 16,20 MPa, dan 19,53 MPa. Dari penelitian yang dilakukan pada Semen Holcim, Semen Tiga Roda dan Semen Gresik didapat bahwa semen Tiga Roda paling baik digunakan.

***Kata kunci** : Beton, Fly ash, Air Laut, Curing, Kuat Tekan*

ABSTRACT

Concrete is a mixture of fine aggregate and coarse aggregate or other aggregate that is mixed with paste of cement and water to form a solid mass. On infrastructure located near the coast or at the coast such as bridge, jetty, breakwater and port need to be cured with seawater. Seawater has a salinity of 3,5% that may cause damage to concrete strength and durability. This is caused by chloride (Cl) in seawater that is aggressive to other substances such as concrete. Using fly ash is one of methods to utilize waste. Admixing fly ash in concrete results in denser concrete because fly ash closed the pores on concrete. This study aims to analyze concrete strength and curing time on 3 cement brand with addition of fly ash as much as 10%, with curing time of 7 days, 14 days and 28 days. Concrete mix design refer on SK SNI 03-2834-2000 and speciment are cylinder with 15 cm in diameter and 30 cm in height. The result of this study show that concrete strength on 7 days, 14 day, and 28 days are 13,53 MPa, 20,58 MPa and 21,49 MPa respectively on Holcim cement, 14,63 MPa, 17,75 MPa and 22,63 MPa on Tiga Roda Cement, and on Gresik cement are 13,52 MPa, 16,20 MPa and 19,53 MPa. From this study it is known that among all three cement used, concrete with Tiga Roda cement resulted a higher concrete strength when compared to other cement.

***Keyword :** Concrete, fly ash, curing, compressive strength*

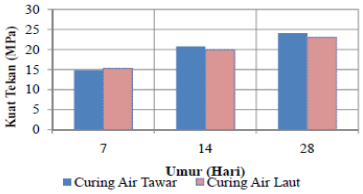
A. PENDAHULUAN

Di era modern ini, perkembangan tentang pembangunan sudah sangat pesat. Banyak pembangunan yang di lakukan, seperti gedung, jembatan ataupun jalan. Indonesia adalah Negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 13.466 pulau. Dengan populasi lebih dari 258 juta jiwa, Indonesia merupakan Negara berpenduduk terbesar keempat di dunia dan Negara yang berpenduduk muslim terbanyak di dunia. Indonesia merupakan Negara kedua yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia dengan total panjang 99.093 kilometer. Dengan infrastruktur yang ada, Indonesia membutuhkan infrastruktur antar pulau untuk keberlanjutan ekonomi, terutama bangunan yang terdapat di wilayah air laut.

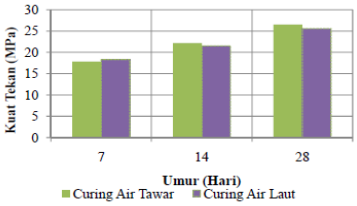
Bangunan air adalah bangunan yang digunakan untuk memanfaatkan dan mengendalikan air di sungai, laut maupun danau. Untuk bangunan yang terdapat di daerah sekitaran laut seperti jembatan, *jetties*, pemecah ombak dan dermaga perlu dilakukan perawatan beton (*curing*) dengan air laut. Air laut sendiri memiliki kandungan air sebanyak 3,5% yang dapat menggerogoti kekuatan dan keawetan beton. Hal ini disebabkan klorida (cl) yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain, termasuk beton. Penggunaan *fly ash* adalah salah satu metode perawatan beton (*curing*) pada bangunan air. Pengaruh penambahan *fly ash* pada beton untuk bangunan air laut berfungsi sebagai penutup rongga-rongga pada beton dan dapat meningkatkan kekuatan beton.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan tekan beton terhadap 3 *merk* semen dengan penambahan *fly ash* 10% yang merupakan presentase yang paling baik terhadap pengaruh air laut terhadap beton, mengetahui *merk* semen yang memiliki kuat tekan beton paling tinggi menggunakan bahan tambah *fly ash* 10 % dengan perawatan beton *(curing)* pada air laut mengetahui pengaruh umur beton dengan penggunaan tambahan *fly ash* 10%, mengetahui hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air laut pada beton dengan penggunaan tambahan *fly ash* 10% dan mengetahui penggunaan semen yang paling baik, serta menggunakan variasi perendaman dalam air laut selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

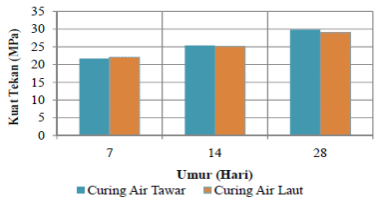
Hunggurami, dkk (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh masa perawatan (*curing*) menggunakan air laut terhadap kuat tekan dan absorpsi beton yang mengalami curing dengan air laut. Pada pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari beton yang mengalami *curing* air laut menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton yang mengalami *curing* dengan air tawar, sedangkan untuk beton umur 14 hari dan 28 hari yang mengalami perawatan dengan air tawar menghasilkan kuat tekan rata-rata yang lebih tinggi daripada kuat tekan yang dihasilkan beton yang mengalami perawatan dengan air laut. Pada beton umur 28 hari menunjukkan semakin tinggi mutu beton maka perbedaan kuat tekan antara beton yang mengalami *curing* dengan air tawar semakin kecil dengan beton yang mengalami perawatan dengan air laut. Hasil pengujian beton yang mengalami *curing* air tawar dan air laut, dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 20 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)



Gambar 2 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 25 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)



Gambar 3 Pengujian kuat tekan rata-rata *fcr* = 30 Mpa (Hunggurami, dkk, 2014)

Yusuf, dkk (2013), melakukan pengujian terhadap Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe *PCC* Serta Analisis Air Laut Yang Digunakan Untuk Perendaman. Berdasarkan hasil yang didapat, Kuat tekan semen tipe *PCC* dengan penambahan *fly ash* semakin turun dengan semakin meningkatnya persentase penambahan *fly ash*. Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2, 4, dan 6% pada umur 28 hari dalam perendaman air laut berturut-turut 284, 276, dan 273 kg/cm^2 sedangkan dalam akuades 323, 315, dan 298 kg/cm^2. Nilai kuat tekan mortar dengan persentase penambahan *fly ash* 2% yang direndam dalam air laut masih memenuhi syarat SNI 15-7064-2004 yaitu 280 kg/cm^2, sedangkan persentase 4 dan 6% tidak memenuhi SNI 15-7064-2004. Hasil pengukuran pH pada larutan perendaman air laut dengan persentase penambahan *fly ash* 2, 4, dan 6% pada umur 28 hari berturut-turut 10,21, 10,26, dan 10,45 sedangkan dalam akuades 11,43, 11,44, dan 11,64.

B. PENGERTIAN BETON

Menurut SNI-03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

C. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air.

1. Semen

Semen adalah bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. Semen sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen non hidrolik dan semen hidrolik.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen *portland* dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut :

$2(3CaO.SiO_2)+6H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O+3Ca(OH)_2$

$2(2CaO.SiO_2)+4H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2$

$3CaO.Al_2O_3+3CaSO_4.2H_2O+26H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O$

$3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.32H_2O+2(3CaO.Al_2O_3)+4H_2O \rightarrow 3(3CaO.Al_2O_3.CaSO_4.12H_2O)$

$3CaO.Al_2O_3 +12H_2O+Ca(OH)_2 \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.Ca(OH)_2.12H_2O$

$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3+10H_2O+2Ca(OH)_2 \rightarrow 6CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3.12H_2O$

Pada reaksi hidrasi semen, C_3S dan C_2S bereaksi dengan air membentuk Trikalsium silikat hidrat yang di sebut dengan gel tobermorite atau gel kalsium silikat hidrat (CSH *gel*) dan $Ca(OH)_2$. Reaksi hidrasi C_3A dengan adanya kalsium sulfat membentuk kalsium trisulfoaluminat hidrat (disebut dengan Aft atau *ettringite*), atau kalsium monosulfoaluminat hidrat (disebut dengan AFm atau *monosulfate*). Tanpa adanya kalsium sulfat, C_3A bereaksi dengan air dan kalsium hidrosida membentuk tetrakalsium aluminat hidrat dan C_4AF bereaksi dengan air membentuk kalsium aluminoferrit hidrat.

Di dalam penelitian ini, digunakan 3 merk semen berbeda yaitu semen merk Holcim, Tiga Roda dan Gresik.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat sendiri menempati 70% volume beton. Dari ukuran butiran agregat dibedakan menjadi dua yaitu ukuran butir besar atau disebut agregat kasar dan ukuran butir kecil atau disebut agregat halus (Tjokrodimuljo, 2007).

a. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Agregat halus juga disebut dengan pasir.

b. Agregat kasar
Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 4,75 mm. Agregat kasar juga disebut kerikil, batu pecah, ataupun *split*.

c. Pemeriksaan agregat
Pada pengujian ini dilakukan pemeriksaan sifat agregat yang bertujuan mengetahui sifat atau karakteristik agregat yang diperoleh. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.
a) Analisis gradasi butiran
b) Berat jenis dan penyerapan air
c) Pengujian kadar air
d) Pengujian berat satuan
e) Pemeriksaan kadar lumpur
f) Pengujian keusan

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras. (Tjokrodimuljo, 2007).

D. BAHAN TAMBAH

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

Bahan tambah beton (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sufat adukan atau beton itu sendiri. Bahan tambah yang di maksud berupa bahan kimia (*chemical admixture*) atau bahan lainnya.

Bahan tambah beton (*additive*) adalah bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton dan biasanya dapat digunakan untuk menggantikan sebagian bahan semen, seperti *pozzolan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*.

Tujuan dari spesifikasi ini adalah untuk memberikan persyaratan mutu bahan tambahan, yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton, sehingga di dapatkan sifat-sifat khusus dari beton tersebut yaitu kemudahan pengejaran, waktu pengikatan, pengerasan, kekedapan, keawetan.

E. PERAWATAN BETON DENGAN AIR LAUT

Perawatan beton adalah menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna. Pada *curing* yang akan dilakukan, Air laut sendiri mengandung 3,5% zat garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel tak terlarut. Zat garam utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida sebanyak 55%, natrium 31%, sulfat 8%, magnesium 4%, kalsium 1%, potassium 1% dan sisanya terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, strontium dan florida kurang dari 1%.

F. KARAKTERISTIK BETON

Karaktersitik beton sendiri akan mempengaruhi besarnya kuat tekan yang akan dihasilkan. Di dalam peneletian ini, pengujian karakteristik beton meliputi penyerapan dan kuat tekan.

a. Penyerapan
Penyerapan air pada beton merupakan salah satu pengaruh dalam menghasilkan kuat tekan beton yang baik. Semakin banyak penyerpan yang dihasilkan, maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan menurun. Penyerapan dapat dihitung dengan persamaan 1 berikut.

$$P_A = \frac{B_b - B_a}{B_a} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

dengan:
P_A = Penyerapan air (%)
B_a = Berat awal beton (kg)
B_b = Berat setelah perendaman (kg)

b. Kuat Tekan
Beton dengan kinerja baik dapat dilihat dari kuat tekon yang dihasilkan. Semakin

tinggi kuat tekon yang dihasilkan, maka beton tersebut memiliki mutu beton yang baik. Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah proporsi campuran, pengadukan pada saat pembuatan, pembuatan, pemadatan dan perawatan beton itu sendiri. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan 2 berikut.

$$fc' = \frac{P}{A} \quad \text{.....(2)}$$

dengan :

fc' = kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = luas bidang tekan (mm^2)

G. METODELOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

   Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2. Bahan dan Peralatan Penelitian

   Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagi berikut.

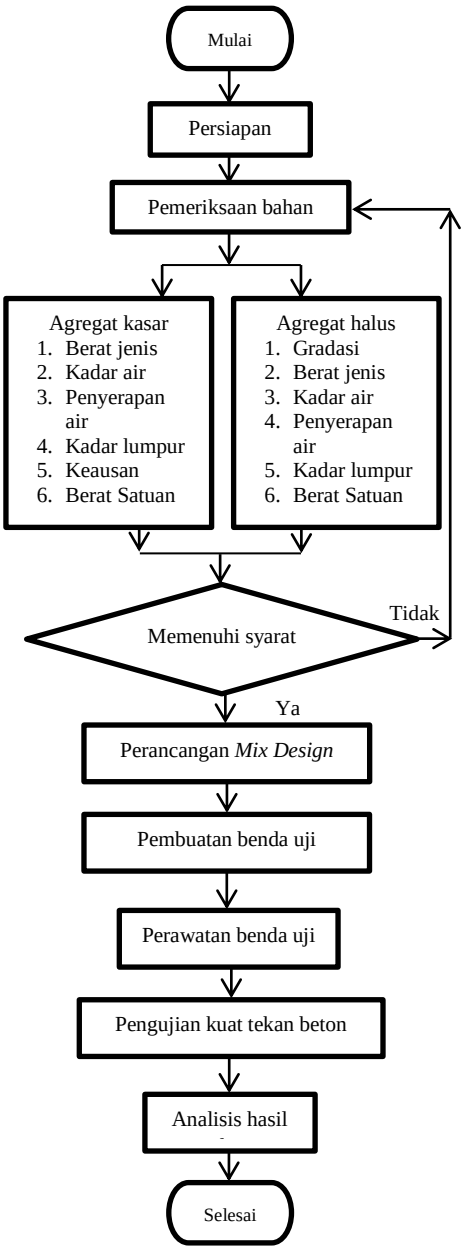
   a. Agregat halus yang berasal dari progo
   b. Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil/*split* Clereng, Kulon Progo yang diambil di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
   c. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tipe 1 merk Holcim, Gresik, dan Tiga Roda
   d. Air bersih yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
   e. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

   Alat yang digunakan dalam penelitian dari persiapan pemeriksaan bahan sampai benda uji penelitian adalah sebagai berikut.

   a. Timbangan, digunakan untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun.
   b. Saringan/ayakan
   c. Gelas ukur dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar volume air
   d. Kerucut Abrams digunakan untuk pengujian *slump*
   e. Cetakan berbentuk silinder yang berukuran 15x30cm
   f. *Mixer*/molen, digunakan untuk mengaduk bahan-bahan penyusun menjadi adonan beton.
   g. Mesin Los Angeles, menguji tingkat keausan agregat kasar.
   h. Mesin uji tekan beton berkapasitas 2000 kN, yang digunakan untuk uji tekan beton.

3. Pelaksanaan Penelitian

   Penelitian ini mempunyai tahap-tahap yang harus dilakukan agar mencapai tujuan yang ditetapkan. Pengujian yang dilakukan itu adalah pengujian bahan penyusun beton meliputi agregat halus dan agregat kasar, serta pengujian kuat tekan beton. Untuk pemeriksaan semen dilakukan dengan melihat fisiknya secara visual, apakah semen itu produksi baru ataukah produksi lama dengan cara melihat apakah butiran semen terdapat butiran yang padat atau tidak. Pada pelaksanaan penelitian ini, harus dibuat bagan alir penelitian. Hal ini penting mengingat alur proses agar mendapatkan data yang valid. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir penelitian

4. Analisis dan Hasil

Analisis dan hasil data dapat dilakukan setelah data itu diolah. Data yang dapat diolah dari pemeriksaan sampai pengujian adalah sebagai berikut.

a. Data pemeriksaan agregat halus
b. Data pemeriksaan agregat kasar
c. Uji *slump*
d. Data penyerapan air pada beton
e. Uji tekan beton

H. Hasil dan pembahasan

1. Hasil pemeriksaan bahan

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta meliputi pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar. Adapun hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

a. Agregat halus

Pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi Butiran	-	4
2	Modulus Halus Butir	-	2,66
3	Kadar Air	%	1,5
4	Berat jenis	-	2,42
5	Penyerapan Air	%	11
6	Berat Satuan	Gram/cm^3	1,32
7	Kadar Lumpur	%	3,13

b. Agregat kasar

Pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	0,67
2	Berat Jenis	-	2,69
3	Penyerapan Air	%	1,13
4	Berat Satuan	gram/cm^3	1,55
5	Kadar Lumpur	%	0,12
6	Keausan	%	25,66

2. Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campuran beton yang dilakukan, tata cara perhitungan mengacu pada SK SNI 03-2834-2000. Perancangan beton ini bertujuan menentukan kebutuhan bahan-bahan yang dibutuhkan Adapun hasil dari perancangan beton dapat dilihat dari Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m^3

Volume Berat	Variasi Semen			Satuan
	Holcim	Tiga Roda	Gresik	
Air	185	185	185	Liter
Semen	333	333	333	Kg

Kerikil	1365	1365	1365	Kg
Pasir	1820	1820	1820	Kg
Fly Ash 10%	37	37	37	Kg
Total	3740	3740	3740	Kg

Tabel 4 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 3 benda uji

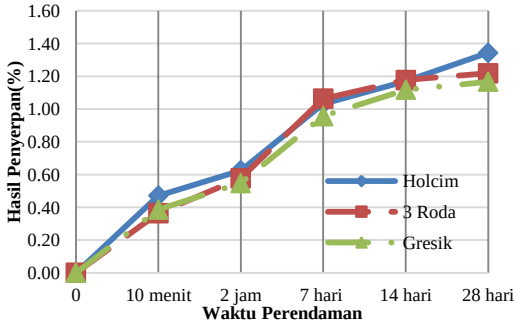
Volume Berat	Variasi Semen Holcim	Tiga Roda	Gresik	Satuan
Air	2,65	2,65	2,65	Liter
Semen	5,30	5,30	5,30	Kg
Kerikil	21,14	21,14	21,14	Kg
Pasir	7,83	7,83	7,83	Kg
Fly Ash 10%	0,59	0,59	0,59	Kg
Total	37,51	37,51	37,51	Kg

3. Hasil Penyerapan

Perawatan beton air laut dilakukan setelah beton sudah didiamkan ±24 jam dan dilepas dari cetakan silinder, hasil penyerapan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Penyerapan air laut beton

No	Merk Semen	Umur Perendaman	Hasil Penyerapan
1	Holcim	10 menit	0.471
		2 jam	0.63
		7 hari	1.03
		14 hari	1.17
		28 hari	1.34
2	Tiga Roda	10 menit	0.364
		2 jam	0.58
		7 hari	1.06
		14 hari	1.18
		28 hari	1.22
3	Gresik	10 menit	0.385
		2 jam	0.55
		7 hari	0.96
		14 hari	1.12
		28 hari	1.17



Gambar 5. Hasil penyerapan beton

Dari hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5, bahwa penyerapan umur 10 menit, 2 jam, 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik mengalami peningkatan. Untuk semen Tiga Roda dan Gresik pada saat umur 28 hari, penyerapan yang terjadi sudah mulai stabil. Sedangkan untuk semen Holcim, pada umur perendaman 28 hari, penyerapan yang terjadi masih meningkat. Semakin lama umur perendaman, maka semakin banyak pula penyerapan yang akan terjadi.

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan pada semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik dengan bahan tambah *fly ash* 10% pada perendaman air laut pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik adalah sebagai berikut

a. Hasil pengujian *slump*

Tabel 6 Hasil pengujian *slump*

No	Merek Semen	Umur Perendaman (hari)	Nilai Slump (cm)
1	Tiga Roda	7	3,3
2		14	
3		28	
4	Gresik	7	2,3
5		14	
6		28	
7	Holcim	7	3,4
8		14	
9		28	

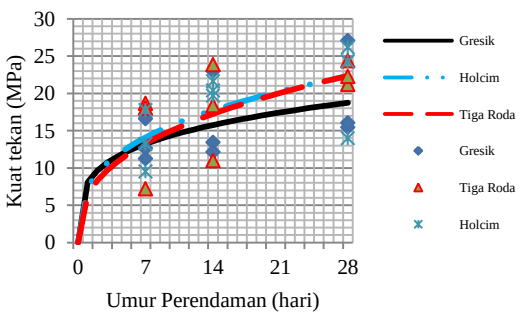
Berdasarkan Tabel 6, didapat hasil pengujian *slump* berturut-turut pada semen Tiga Roda, semen Gresik dan semen Holcim adalah 3,3 cm, 2,3 cm dan 3,4 cm. Didapat nilai pengujian slump tertinggi pada semen Holcim dengan nilai slump sebesar 3,4 cm, pengaruh tinggi rendahnya nilai slump berpengaruh pada *workability* atau pengerjaan beton. Semakin tinggi nilai slump semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan., tetapi jika nilai slump rendah semakin sulit dalam pengerjaan beton. Nilai slump yang normal yaitu antara 8-12cm.

b. Nilai kuat tekan beton Semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik.

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan tambah *fly ash* 10% dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 6.

Tabel 7. Hasil kuat tekan semen Holcim

No	Merk Semen	Umur Perendaman	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	Semen Holcim	7 hari	13.24	13.53
			17.78	
			9.56	
		14 hari	19.71	20.58
			20.38	
			21.64	
		28 hari	24.28	21.46
			13.99	
			26.18	
2	Semen Tiga Roda	7 hari	7,20	14,63
			18,66	
			18,03	
		14 hari	18,39	17,75
			10,98	
			23,86	
		28 hari	24,40	22,63
			21,21	
			22,27	
3	Gresik	7 hari	16,62	14,63
			11,24	
			12,66	
		14 hari	13,43	16,20
			12,15	
			23,02	
		28 hari	15,47	19,53
			27,08	
			16,05	

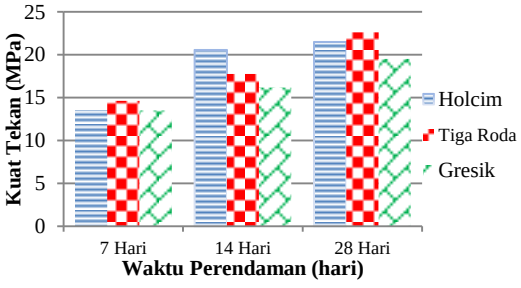


Gambar 6. Hubungan antara kuat tekan beton semen Holcim dengan umur perendaman

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa kuat tekan semen Holcim, Tiga Roda, dan Gresik pada saat umur perendaman 7 hari, 14 hari dan 28 hari meningkat. Kuat tekan semen Holcim umur perendaman 7 hari meningkat hingga 14 Mpa, umur perendaman 14 hari meningkat 17 Mpa, umur perendaman 28 hari menjadi 22 Mpa, kuat tekan semen Tiga Roda umur perendaman 7 hari meningkat hingga 13 Mpa, umur perendaman 14 hari meningkat 15 Mpa, umur perendaman 28 hari menjadi 18 Mpa dan Kuat tekan umur semen Gresik umur perendaman 7 hari meningkat hingga 14 Mpa, umur perendaman 14 hari meningkat 17 Mpa, pada saat umur perendaman 28 hari menjadi 22 Mpa. Dimana semakin lama umur perendaman maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan, ini menunjukkan bahwa terjadinya proses hidrasi pada saat perawatan beton (*curing*). Tetapi, kuat tekan belum mencapai kuat tekan rencana sebesar 25 Mpa.

5. Perbandingan kuat tekan beton dengan semen Holcim, semen Tiga Roda, dan semen Gresik dengan bahan tambah *fly ash* 10%

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari semen Holcim, semen Tiga Roda, dan semen Gresik dengan tambahan *fly ash* 10% dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7 Hubungan antara waktu perendaman dan kuat tekan

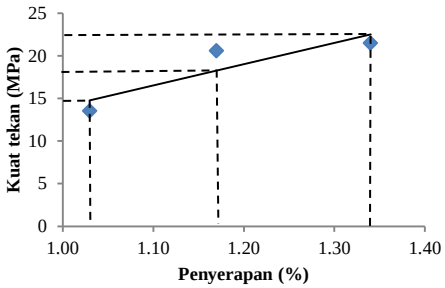
Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari ketiga jenis Semen pada umur 28 hari adalah semen Tiga Roda. Untuk perendaman umur 14 hari kuat tekan

paling tinggi adalah semen holcim dan pada umur perendaman 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah Tiga Roda. Hal yang membuat semen Gresik memiliki kuat tekan rendah, dikarenakan rongga yang terdapat banyak sekali. Karena rongga dari beton itu sendiri, sangat mempengaruhi mutu beton yang dimiliki. Semakin banyak rongga yang dimiliki, maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Pada saat penelitian dengan melihat secara visual, proses pengadukan Semen Holcim dan Semen Tiga Roda rata-rata menjadi lebih baik dibandingkan Semen Gresik, hal ini juga menyebabkan kuat tekan beton menurun.

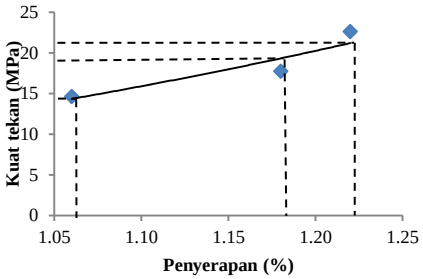
Pada benda uji sebelum mengalami *curing* dan setelah mengalami *curing* laut terdapat rongga-rongga dan terdapat perbedaan dari segi warna, pada benda uji sebelum mengalami *curing* berwarna kuning yang disebabkan oleh pencampuran *fly ash* dan pengaruh yang terjadi pada beton yang sudah mengalami *curing* air laut warna betonnya berubah menjadi kehitaman dan adanya kadar garam yang menempel di sisi benda uji. Hal ini menunjukkan telah terjadi kerusakan pada beton akibat pengaruh air laut. Kerusakan beton di air laut disebabkan klorida yang terkandung di air laut, yaitu NaCl dan MgCI. Senyawa ini bila bertemu senyawa semen menyebabkan gypsum dan kalsium sulphoaluminat dalam semen mudah larut.

6. Hubungan antara kuat tekan beton dan penyerapan

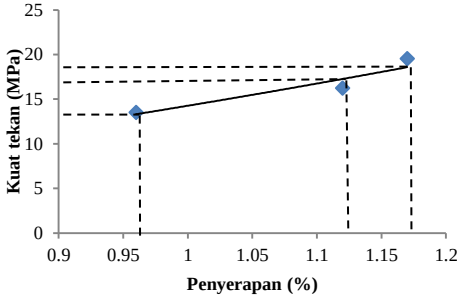
Berdasarkan pada Tabel 5 dan Tabel 5 didapatkan hubungan kuat tekan beton dengan penyerapan air dapat dilihat pada Gambar 6 sampai Gambar 8.



Gambar 8 Hubungan antara kuat tekan beton dengan penyerapan pada semen Holcim



Gambar 9 Hubungan antara kuat tekan beton dengan penyerapan pada semen Tiga Roda



Gambar 10 Hubungan antara kuat tekan beton dengan penyerapan pada semen Gresik

Berdasarkan Gambar 8 sampai dengan Gambar 10 menunjukan hasil dari penelitian yang dilakukan adalah semakin tinggi penyerapan maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton.

I. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

a. Nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut untuk semen Holcim adalah 13,53 MPa, 20,58 MPa, 21,49 MPa, semen Tiga Roda adalah 14,63 MPa,

17,75 MPa, 22,63 MPa dan untuk semen Gresik adalah 13,51 MPa, 16,20 MPa, dan 19,53 MPa.

b. Dari penelitian yang dilakukan pada Semen Holcim, Semen Tiga Roda dan Semen Gresik didapat semakin lama umur perendaman yang dilakukan maka semakin kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi.
c. Dari penelitian yang dilakukan pada Semen Holcim, Semen Tiga Roda dan Semen Gresik dapat dilihat bahwa semakin besar penyerapan, maka semakin besar kuat tekan yang dihasilkan.
d. Hasil penelitian yang dilakukan pada semen Holcim, Semen Tiga Roda dan Semen Gresik didapat bahwa penggunaan semen yang paling baik adalah semen Holcim.

2. Saran

Ada beberapa saran yang perlu dilakukan terkait dengan penelitian ini agar penelitian tersebut dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, antara lain.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai umur perendaman terhadap pengaruh kuat tekan beton.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan bahan *additive* atau *admixture* lain agar menghasilkan beton dengan kuat tekan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal)*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2000 .*SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung)*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

Hunggurami, E., Utomo, S., & Wadu, A. 2014. *Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton.* Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Yusuf, Y., Zuki, Z., & Refnita, G. 2013. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe PCC Serta Analisis Air Laut Yang Digunakan Untuk Perendaman.* Prosiding, Jurusan Kimia, Universitas Lampung, Lampung.

Tjokrodimuljo, K.., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.