

PENGARUH INTRUSI AIR LAUT, AIR GAMBUT, AIR KELAPA, DAN AIR BIASA TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Alex Kurniawandy, Lita Darmayanti, Ucok H Pulungan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam,
Pekanbaru 28293, Indonesia

E-mail : alexkurniawandy@gmail.com

ABSTRAK

Kekuatan beton banyak dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan pembentuknya seperti air, semen dan agregat. Di samping itu secara khusus beton juga dipengaruhi kondisi lingkungan. Struktur beton yang bersentuhan dengan air laut, air gambut, dan air kelapa berpotensi menimbulkan kerusakan. Untuk pengaruh air kelapa terjadi pada bangunan gedung pasar terutama di blok gedung tempat penjualan kelapa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh serangan air laut, air gambut dan air kelapa terhadap kuat tekan, rembesan (kekedapan beton), porositas dan absorpsi beton normal. Mutu beton pada penelitian ini yaitu 22,5 MPa. Perendaman dilakukan untuk mempengaruhi beton dengan 3 jenis air yaitu air laut, air kelapa, air gambut dan untuk pembandingan beton juga direndam dengan air biasa. Perendaman dilakukan pada umur 28, 90 dan 150 hari. Kuat tekan tertinggi terjadi pada perendaman dengan air biasa dimana hasilnya 28.2, 37, 40.5 MPa pada umur 28, 90, 150 hari secara berurutan. Sebaliknya, kuat tekan terendah terjadi pada perendaman dengan air kelapa. Nilai absorpsi, porositas dan rembesan berkorelasi dengan tren kuat tekan dimana nilai terendah dari absorpsi, porositas dan permeabilitas terjadi pada kuat tekan tertinggi.

Kata kunci: beton, durabilitas, absorpsi, porositas, rembesan.

ABSTRACT

The strength of cement concretes is influenced by their material properties, such as cement, aggregates and water, as well as environmental conditions. Concrete structures which are in contact with sea, peat and coconut water could potentially be deteriorated. Expose of coconut water is usually found at a market that sells coconut seed products. The research purpose is to observe the effect of sea, peat and coconut water to the properties of normal concrete, i.e. strength, permeability, porosity, and absorption. The design strength of the concrete was 22.5 MPa. Exposing the concretes to the water was conducted by soaking them to each type of water. Normal water was used as a control. The durations of soaking are 28, 90, and 150 days. Experiment results showed that the highest strength of concrete achieved in control condition (normal water), which their compressive strength were 28.2, 37, and 40.5 MPa for 28, 90, and 150 days of soaking, respectively. The lowest compressive strength occurred in coconut water environment. The absorption, porosity, and permeability values correlated with compressive strength, where the lowest absorption, porosity, and permeability occurred at the highest compressive strengths.

Keywords: concrete, durability, absorption, porosity, permeability

PENDAHULUAN

Banyak penelitian tentang beton yang sudah dilaksanakan dan akan terus berlanjut sebagai upaya untuk menjawab tuntutan perkembangan zaman dan kondisi lingkungan. Beton merupakan bahan bangunan yang sangat populer digunakan dalam dunia jasa konstruksi. Diketahui secara umum bahwa kekuatan beton banyak dipengaruhi oleh bahan pembentuknya (air, semen, dan agregat) di samping itu secara khusus beton juga dipengaruhi kondisi lingkungan.

Struktur beton harus mampu menghadapi kondisi dimana beton direncanakan tanpa mengalami kerusakan (deterioration) selama jangka waktu yang direncanakan. Beton yang demikian disebut mempunyai ketahanan yang tinggi. Kurangnya ketahanan dapat disebabkan oleh pengaruh luar seperti pengaruh fisik, kimia, maupun mekanis, misalnya pelapukan oleh cuaca, perubahan temperatur yang drastis, abrasi, aksi elektrolisis, serangan oleh cairan atau gas alami ataupun industri. Besarnya kerusakan yang timbul sangat tergantung pada kualitas beton. Pada kondisi yang

ekstrem, beton yang terlindung dengan baik pun akan mengalami kehancuran.

Indonesia adalah negara kepulauan oleh karena itu di Indonesia beton banyak dipakai di daerah perairan khususnya untuk bangunan di tepi pantai, misalnya bangunan pemecah gelombang, mercu suar, jembatan yang menghubungkan 2 (dua) pulau, dan bangunan air lainnya. Bangunan-bangunan ini sangat rentan terhadap kerusakan karena struktur beton pada lingkungan laut dan lingkungan air gambut. Berikut adalah masalah-masalah yang harus dihadapi beton di lingkungan seperti air laut dan air gambut.

1. Ekspansi karena reaksi alkali agregat (apabila terdapat agregat yang reaktif).
2. Tekanan akibat proses kristalisasi garam di dalam pori-pori beton (bila salah satu permukaan berada dalam keadaan selalu basah sedangkan permukaan yang lain dalam keadaan kering).
3. Serangan proses pembekuan pada iklim dingin.
4. Serangan erosi yang diakibatkan ombak dan aliran air dan juga benda-benda yang mengapung.

Pembangunan suatu konstruksi beton di lingkungan laut dan di lingkungan air gambut mempunyai kendala tersendiri, khususnya menyangkut kuat tekan, degradasi beton, dan rembesan pada beton. Hal-hal yang dapat menyebabkan kerusakan kuat tekan, degradasi beton, dan besarnya rembesan pada beton adalah serangan sulfat dan aksi klorida.

Tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh serangan air laut terhadap kuat tekan, rembesan (kekedapan beton), porositas, dan absorpsi beton normal.
2. Untuk mengetahui pengaruh serangan air gambut terhadap kuat tekan, rembesan (kekedapan beton), porositas, dan absorpsi beton normal.
3. Untuk mengetahui pengaruh intrusi air kelapa terhadap kuat tekan, rembesan (kekedapan beton), porositas, dan absorpsi beton normal dengan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian karakteristik bahan dasar material campuran beton dengan menghasilkan data-data yang akan digunakan dalam perencanaan campuran (mix design) beton benda uji. Penelitian dilanjutkan

dengan pembuatan benda uji sesuai kebutuhan perencanaan, kemudian diteruskan dengan perawatan dan pengujian benda uji. Objek dalam penelitian ini adalah beton normal dengan kuat tekan $f'c$ 22,5 MPa dengan menggunakan 3 jenis air rendaman untuk mempengaruhi kondisi beton dengan umur rendaman 28, 90 dan 150 hari dan membandingkannya dengan air rendaman normal dengan umur rendaman yang sama.

Perencanaan Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji beton pada penelitian ini direncanakan sebanyak 96 benda uji dengan dua bentuk benda uji. Benda uji berbentuk silinder sebanyak 60 benda uji digunakan untuk uji kuat tekan beton, porositas, dan absorpsi. Benda uji yang berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15cm berjumlah 36. Pembuatan benda uji ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.

Perencanaan Mix Design Beton

Desain campuran (*mix design*) beton menggunakan metode SNI 03-2834-1993 dengan kuat tekan rencana $f'c$ 22,5 MPa pada umur perawatan 28, 90, dan 150 hari. Benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, porositas dan absorpsi. Benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15cmx15cmx15cm untuk pengujian permeabilitas. Pengujian material penyusun beton dilakukan hanya untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam perencanaan beton.

Selanjutnya perincian komposisi untuk mutu beton 22,5 MPa untuk 1 m³ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi campuran beton dengan kuat tekan rencana 22,5 MPa per m³

Material	Komposisi (kg/m ³)
Semen	420,00
Air	210,00
Agregat halus	729,80
Agregat Kasar	1050,20

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Karakteristik Dasar Material Beton

Pengujian karakteristik bahan dasar material beton dilakukan terhadap agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah). Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan di Laboratorium

Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.

Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan agregat halus yang berasal dari Kabupaten Kampar, Riau dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan uji karakteristik dasar material agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
Kadar Lumpur (%)	2	< 5
Berat Jenis (gr/cm ³)		
<i>Apparent specific gravity</i>	2,76	2,58-2,84
<i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,61	2,58-2,85
<i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,66	2,58-2,86
<i>Absorption (%)</i>	2,18	2-7
Kadar air (%)	3,33	3 - 5
Modulus kehalusan	2,50	1,5 - 3,8
Berat Volume		
a. Kondisi padat	1,53	1,4 - 1,9
b. Kondisi gembur	1,27	1,4 - 1,9

Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan agregat kasar yang berasal dari Kabupaten Kampar-Riau dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan uji karakteristik dasar material agregat kasar

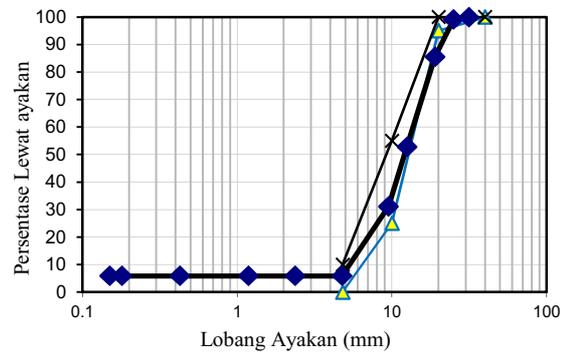
Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
Berat Jenis (gr/cm ³)		
<i>Apparent specific gravity</i>	2,76	2,58-2,84
<i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,50	2,58-2,85
<i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,59	2,58-2,86
<i>Absorption (%)</i>	3,76	2-7
Kadar air (%)	3,81	3 - 5
Modulus kehalusan	7,46	5 - 8
Keausan (%)	22,29	< 40
Berat Volume		
a. Kondisi padat	1,59	1,4 - 1,9
b. Kondisi gembur	1,48	1,4 - 1,9

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar diperoleh agregat kasar ini memenuhi batas gradasi agregat kasar dengan butir maksimum 20 mm menurut *British Standard* dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'c 22,5 MPa rendaman air laut

Pada penelitian ini, nilai kuat tekan didapat dari pengujian menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pengujian kuat tekan yang direndam dengan air laut untuk f'c 22,5 MPa dilakukan pada umur 28, 90, 150 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan beton, diperoleh grafik perbandingan kuat tekan.



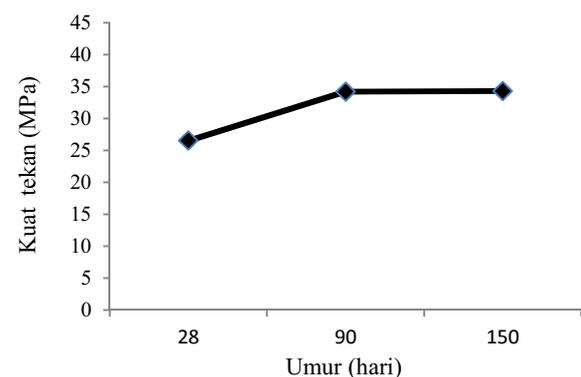
Gambar 2. Grafik ukuran gradasi batu pecah, butiran maksimum 20 mm

Tabel 7. Hasil pemeriksaan kandungan kimia air rendaman

Parameter	satuan	Jenis sampel			
		Air laut	Air gambut	Air kelapa	Air Biasa
pH	-	7,25	4,02	3,73	7,45
Dava hantar listrik	us/cm	49.700,00	44,90	7.970	550,05
Salinitas	%	32,6	0,00	4,40	0,70
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	6.605,30	36,03	910,70	45,21
Sulfat (SO ₄)	mg/L	124,17	11,35	214,80	95,87
Klorida (Cl)	mg/L	17.742,70	1,843	1.059,90	101,74
Kalium (K)	mg/L	tt	1,697	tt	tt

Sumber: *Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum, 2011*

Hubungan nilai kuat tekan beton terhadap waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 3.

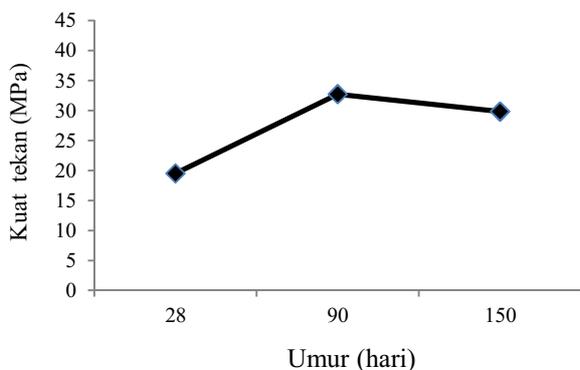


Gambar 3. Hubungan kuat tekan beton dan waktu perendaman.

Berdasarkan Gambar 3 di atas, pengujian kuat tekan dengan mutu beton f'c 22,5 MPa dengan semua variasi waktu kuat tekan yang terjadi beton umur 28 hari ke 90 terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 22,40 %, dan kuat tekan beton umur 90 hari ke 150 hari terjadi kenaikan kuat tekan sebesar

0,35 %. Ini disebabkan karena semen *portland* mampu mengeras dan menyatukan bahan-bahan padat karena terjadi reaksi hidrasi antara senyawa-senyawa semen dengan air.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'c 22,5 MPa rendaman air kelapa



Gambar 4. Hubungan kuat tekan beton dan waktu perendaman.

Pada kuat tekan umur 90 hari terlihat pada gambar di atas, nilai kuat tekan mengalami kenaikan dari kuat tekan umur 28 hari sebesar 40,30 %. Hal ini kemungkinan disebabkan karena proses hidrasi semen yang bereaksi dengan air, sehingga beton mampu mengeras dan lebih menyatukan partikel-partikel semen dan agregat yang ada di dalam beton.

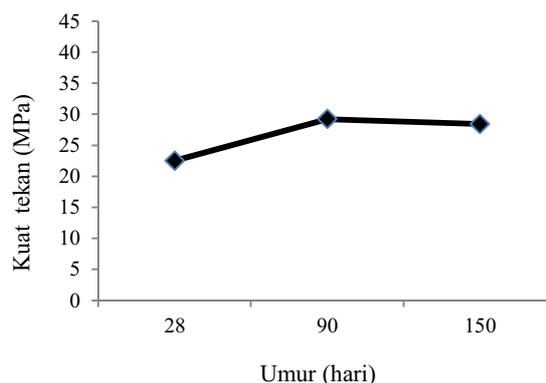
Kuat tekan umur 150 hari terlihat pada Gambar 4 nilai kuat tekan terjadi penurunan sebesar 9,76 % dibandingkan dengan kuat tekan beton pada umur 90 hari, kemungkinan ini disebabkan karena proses hidrasi semen yang berhenti dan proses pH dan mikroorganisme pada air kelapa yang agresif mulai mempengaruhi beton yang mempunyai pori-pori, dimana mikroorganisme kemungkinan hidup di dalam pori-pori beton karena udara yang ada dalam pori beton sebagai sumber energi mikroorganisme. Di samping itu kemampuan mikroorganisme untuk bertahan hidup tergantung pada kecukupan nutrisi berupa kapur bebas di dalam beton.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'c 22,5 MPa rendaman air gambut

Hasil uji kuat tekan beton dari perencanaan campuran beton dengan perawatan di lingkungan air gambut dapat dilihat pada Gambar 5.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji usia rendaman 28, 90, dan 150 hari di lingkungan air gambut, hasil ditunjukkan pada Gambar 5. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 22,5 MPa,

umur 90 hari nilai kuat tekannya adalah 29,2 MPa, dan umur 150 hari nilai kuat tekan adalah 28,4.

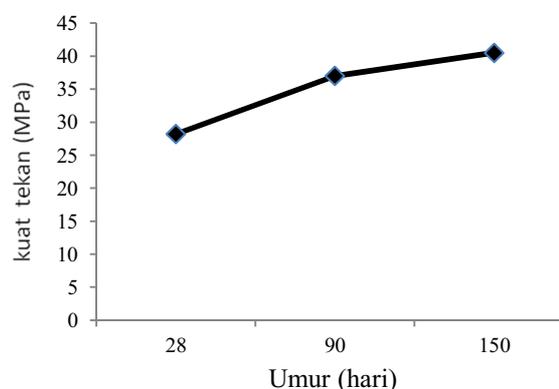


Gambar 5. Hubungan kuat tekan beton dan waktu perendaman.

Nilai kuat tekan dari umur 28 hari sampai kuat tekan umur 90 hari terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 23,06%, kemungkinan kenaikan ini terjadi karena proses hidrasi semen yang bereaksi dengan air, sehingga beton mampu mengeras dan lebih menyatukan partikel-partikel semen dan agregat yang ada di dalam beton, sedangkan kuat tekan dari umur 90 sampai kuat tekan umur 150 terjadi penurunan sebesar 2,82%, kemungkinan ini terjadi karena sifat semen yang mulai berhenti berhidrolisis dengan air sehingga sifat asam dari air mempengaruhi beton dan membuat kuat tekan beton menurun.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton untuk f'c 22,5 MPa rendaman air biasa

Hasil uji kuat tekan beton dari perencanaan campuran beton dengan perawatan di lingkungan air biasa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan kuat tekan beton dan waktu perendaman.

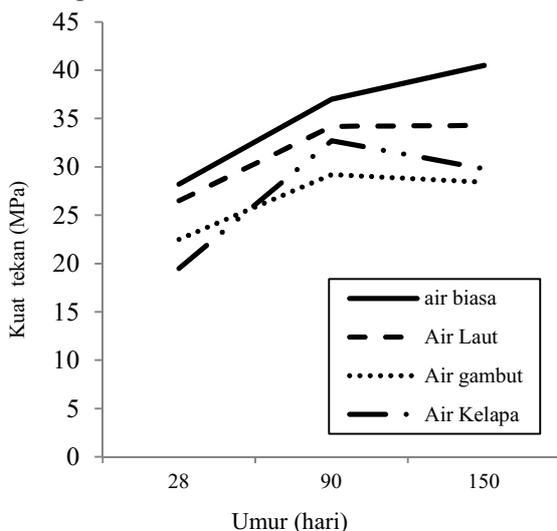
Gambar 6 menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan dengan umur beton mengalami kenaikan, ini dibuktikan dengan umur 28 hari masa perawatan di lingkungan air biasa mendapat nilai

kuat tekan 28,2 MPa, di umur 90 hari masa perawatan kuat tekan yang terjadi adalah 37,0 MPa, dan di umur 150 hari masa perawatan kuat tekan yang terjadi adalah 40,5 MPa.

Naiknya kuat tekan beton normal seiring dengan umur perawatan yang dilakukan pada lingkungan air biasa disebabkan karena kondisi lingkungan air biasa mempunyai kandungan kimia yang tidak dapat merusak beton segar dan tidak kotor sehingga ketahanan beton normal terjaga. Salah satu kandungan kimia yang signifikan akan mempengaruhi beton adalah nilai pH di dalam air. Pada air biasa, pH-nya adalah normal oleh sebab itu beton yang berhidrasi dengan air akan mengalami proses normal sesuai pH yang terjadi pada lingkungan.

Pembahasan kuat tekan di rendaman air laut, air gambut, air kelapa, dan air biasa

Hasil uji kuat tekan beton dari perencanaan campuran beton dengan perawatan di lingkungan air laut, air gambut, air kelapa, dan air biasa dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Hubungan kuat tekan beton dan waktu perendaman.

Kuat tekan pada kondisi lingkungan air laut terlihat lebih rendah dibandingkan kuat tekan pada kondisi lingkungan air biasa dimana persentase penurunan untuk umur 28 hari adalah 5,89%, umur 90 hari penurunannya adalah 7,62%, dan umur 150 hari penurunannya adalah 15,19%. Hasil dari grafik di atas untuk air laut mirip dengan penelitian Swastika (2010) dimana kuat tekan menurun selama umur perendaman. Hal ini dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen adalah C_2S , C_3S , C_3A , C_4AF . Salah satu senyawa yang terdapat dalam semen adalah C_3A (trikalsium

aluminat) rentan terhadap serangan kimia, seperti yang terdapat pada air laut yaitu ion klorida dan sulfat. Hal ini menyebabkan beton pada lingkungan air laut akan mengalami penurunan kuat tekan. $CaCl_2$ dan $CaSO_4$ mudah terlarut dalam air sehingga keluar dari beton dan menyebabkan beton keropos dan akhirnya kekuatan tekan beton menjadi turun.

Penurunan kuat tekan perawatan di lingkungan air kelapa dibandingkan dengan perawatan di lingkungan air biasa untuk umur 28 hari adalah 30,77 %, untuk umur 90 hari adalah 11,60 %, dan untuk umur 150 hari adalah 29,86 %. Penurunan terjadi dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen adalah C_2S , C_3S , C_3A , C_4AF . Salah satu senyawa yang terdapat dalam semen adalah C_3A (trikalsium aluminat) rentan terhadap serangan asam anorganik, yaitu ion klorida dan sulfat. Hal ini menyebabkan beton pada lingkungan air kelapa akan mengalami penurunan kuat tekan. Untuk air kelapa penurunan kuat tekan lebih besar dibandingkan kuat tekan air laut, ini disebabkan karena nilai sulfat yang lebih besar dari air laut

Terlihat pada kuat tekan perendaman air kelapa sebelum 90 hari beton mengalami kenaikan. Hal ini berbeda dengan penelitian Hanafi (2006) dimana penurunan terjadi setiap pengujian kuat tekan, kemungkinan ini disebabkan beton mengalami fase peningkatan yang disebabkan faktor hidrasi semen yang dominan pada saat umur 28 hari menuju ke 90 hari, setelah 90 hari umur sampai 150 hari perawatan beton mengalami penurunan, kemungkinan akibat faktor asam anorganik yaitu ion klorida dan sulfat yang dominan sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton.

Hal yang sama terjadi juga pada perendaman air gambut sebelum 90 hari beton mengalami kenaikan. kemungkinan ini disebabkan beton mengalami fase peningkatan yang disebabkan faktor hidrasi semen yang dominan pada saat umur 28 hari menuju ke 90 hari, setelah 90 hari umur sampai 150 hari perawatan beton mengalami penurunan, kemungkinan akibat faktor asam organik yang dominan sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton.

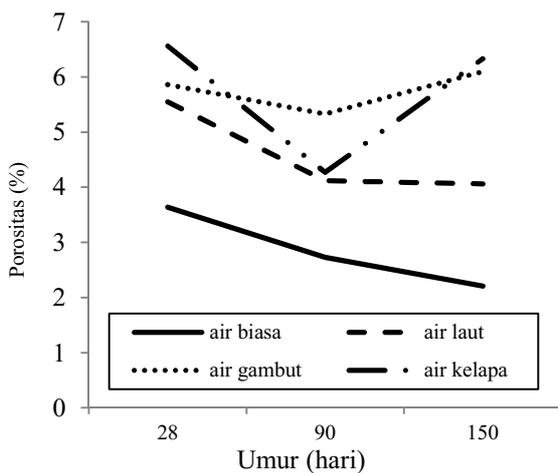
Hasil Pengujian Porositas, dan Absorpsi Air Beton

Nilai absorpsi dan porositas beton untuk masing-masing variasi air rendaman sebagai lingkungan di

sekitar beton dengan waktu rendaman 28, 90, dan 150 hari.

Gambar 8 dan 9 menunjukkan hubungan antara nilai porositas dan absorpsi terhadap umur beton dimana porositas dan absorpsi pada gambar di-plot untuk semua lingkungan. Pada gambar bisa dilihat setiap lingkungan mempunyai nilai porositas dan absorpsi berbeda-beda.

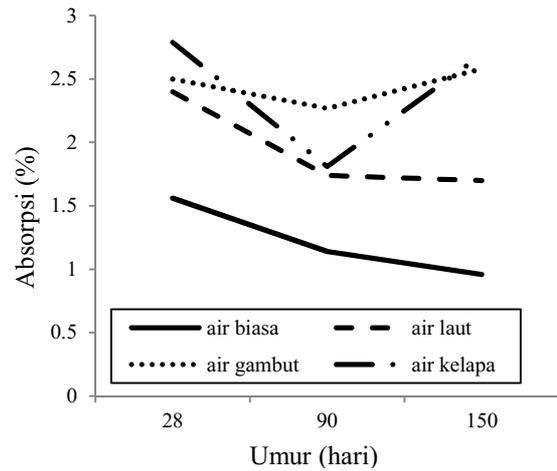
Pada umur 28 hari nilai porositas dan absorpsi yang terbesar adalah nilai porositas dan absorpsi yang ada pada lingkungan air kelapa sebesar 6,56% dan 2,79%, sedangkan nilai porositas dan absorpsi yang terkecil ada pada lingkungan air biasa sebesar 3,64% dan 1,56%. Pada umur 90 hari nilai porositas dan absorpsi yang terbesar adalah nilai porositas dan absorpsi yang ada pada lingkungan air gambut sebesar 5,33 % dan 2,267 %, sedangkan nilai porositas dan absorpsi yang terkecil ada pada lingkungan air biasa sebesar 2,73 % dan 1,14 %.



Gambar 8. Hubungan kuat tekan beton dengan Porositas Beton.

Pada umur 150 hari nilai porositas dan absorpsi yang terbesar adalah nilai porositas dan absorpsi yang ada pada lingkungan air kelapa sebesar 6,33 % dan 2,69 %, sedangkan nilai porositas dan absorpsi yang terkecil ada pada lingkungan air biasa sebesar 2,21 % dan 0,96 %.

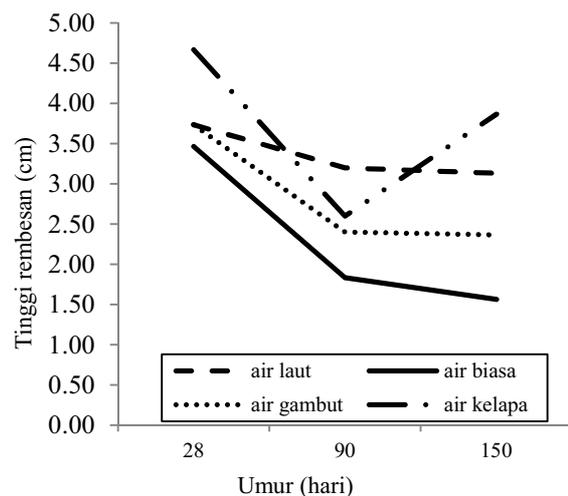
Pada Gambar 10 grafik rembesan beton dapat dilihat nilai rembesan yang terjadi pada kondisi lingkungan air biasa, terlihat nilai rembesan yang kecil, ini ada hubungannya dengan kuat tekan yang terjadi pada beton, semakin tinggi nilai kuat tekan pada beton, semakin rendah nilai rembesan yang terjadi, ini dikarenakan karena kepadatan beton semakin menutupi pori-pori pada beton.



Gambar 9. Hubungan kuat tekan beton dengan Absorpsi Beton.

Hasil Pengujian Rembesan Air Beton

Hubungan kuat tekan beton dengan rembesan air beton dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan kuat tekan beton dengan Rembesan Air Beton.

Berbanding terbalik dengan kondisi lingkungan beton yang direndam air laut, air gambut, dan air kelapa nilai rembesan yang terjadi terlihat tinggi, ini karena pengaruh yang terjadi pada beton akibat air yang mengganggu beton. Jadi beton yang mempunyai kuat tekan tinggi memiliki nilai rembesan yang kecil, begitu sebaliknya apabila beton mempunyai kuat tekan yang rendah maka nilai rembesan kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap perilaku beton normal f'c 22,5 MPa dengan lingkungan yang berbeda-beda yaitu lingkungan air biasa, air laut, air gambut dan air kelapa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan maksimal didapat pada beton normal yang dirawat di lingkungan air biasa dengan perlakuan direndam dengan air biasa. Kuat tekan yang terjadi adalah 28,2 MPa pada umur 28 hari, 37,0 MPa pada umur 90 hari, dan 40,5 MPa pada umur 150 hari.
2. Pada rendaman air laut, terjadi penurunan dengan persentase penurunan yaitu untuk air laut 5,89 % terhadap beton normal untuk umur 28 hari, 7,62 % untuk umur 90 hari, dan 15,19 % untuk umur 150 hari.
3. Persentase penurunan kuat tekan pada rendaman air gambut terhadap rendaman air biasa adalah 20,33 % untuk umur 28 hari, 21,08 % untuk umur 90 hari, dan 29,86 % untuk umur 150 hari.
4. Persentase penurunan kuat tekan pada rendaman air kelapa terhadap rendaman air biasa adalah 30,77 % untuk umur 28 hari, 11,60 % untuk umur 90 hari, dan 29,86 % untuk umur 150 hari.
5. Hasil penelitian pengujian porositas beton dengan rendaman air biasa mendapatkan nilai persentase porositas dimana 3,64 % untuk umur 28 hari sedangkan untuk perendaman air laut nilai porositas yang terjadi adalah 5,55 %. Pada perendaman air gambut dan air kelapa nilai porositas yang terjadi adalah 5,86 % dan 6,56% untuk umur yang sama.
6. Hasil pengujian absorpsi untuk beton rendaman dengan air biasa, air laut, air gambut dan air kelapa pada umur 28 hari berurutan 1,56 % , 1,74 % , 2,5 % dan 2,79 % .
7. Hasil pengujian rembesan beton dengan variasi ke empat jenis air rendaman air menunjukkan penurunan tinggi rembesan dengan pertambahan umur rendaman kecuali untuk rendaman air kelapa.
8. Untuk jangka pendek pengaruh pH terhadap kuat tekan beton belum terlalu kelihatan.
9. Dari nilai-nilai yang dijelaskan di atas bisa diambil kesimpulan, bahwa pengaruh intrusi air laut, air kelapa, air gambut mempunyai pengaruh besar terhadap beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- American Standart Test Materials (ASTM). 1994. *Annual Books of ASTM standart*. Philadelphia : ASTM.
- Covvino, 1999. Dikutip dari Hanafi.2006. *Degradasi Kekuatan Beton Akibat Intrusi Mikroorganisme*. Jurnal Teknik Sipil. 13: 6
- Dairi. 2009. *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Kimia (SIKAMENT LN) Terhadap Efisiensi Penggunaan Air dan Kuat Tekan Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT. Medan : Universitas Sumatra Utara
- Effendi, 2003. Dikutip dari Zul. 2010. *Penjernihan air gambut*. Skripsi Teknik Kimia FT. Medan : Universitas Sumatra Utara.
- Firdaus. 2007. Dikutip dari Napitu. T. E. 2010. *Pengaruh Abu Terbang pada Karakteristik Mekanik Beton Mutu Tinggi*. Skripsi Teknik Sipil FT. Riau : Universitas Riau.
- Hanafi. 2006. *Degradasi Kekuatan Beton Akibat Intrusi Mikroorganisme*. Jurnal Teknik Sipil. 13: 6
- Hariyanto. 2005. *Analisa Kecepatan Penetrasi Ion Klorida dalam Beton Silika Fume untuk Memprediksi Durabilitas Beton dengan Metode Dipercepat*. Skripsi Teknik Sipil FT. ITS : Surabaya
- Issländer. 1999. Dikutip dari Hanafi. 2006. *Degradasi Kekuatan Beton Akibat Intrusi Mikroorganisme*. Jurnal Teknik Sipil FT. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Khatulistiwa. U. 2004. *Efek Air Laut Terhadap Kekuatan Beton Lateks-Emulsion*. Jurnal Teknik Sipil. 6:1
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI
- Murdock, L. J, dan Brook, K. M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, G E. 1990. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Neville, A.M &, Brooks, J.J. 1991. *Concrete Technology*. New York : Longman.
- Nugraha, P., Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Surabaya. C.V Andi Offset.
- Rossani. 2011. *Pengaruh Penggunaan Air Gambut Tembilaan Terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT. Riau : Universitas Riau

- Salvato, J.A. 1982. *Environmental Engineering and Sanitation*. New York: John Wiley & Sons
- Samekto, W. dan Rahmadiyanto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung
- SNI 15-7064-2004. *Semen Portland Komposit* : Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SK SNI S-36-1990-03). 1990. *Spesifikasi Beton Kedap Air*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia (SNI03-2847-2002). 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2049-2004). 2004. *Semen Portland*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Subakti, A. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Swatika. 2010. *Analisa Ketahanan Beton Geopolimer abu Terbang dan Geopolimer Metakolin Terhadap Rendaman Air Laut*. Skripsi Teknik Sipil FT. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Tjokrodimulyo, K. 1997. *Buku Ajar Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil UGM.
- Yenni. 2008. Dikutip dari Rossani M. A. 2011. *Pengaruh Penggunaan Air Gambut Tembilahan Terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil FT. Riau : Universitas Riau.