

PENGARUH TEBAL SELIMUT DAN LAMA PERENDAMAN BALOK BETON BERTULANG DAAM AIR LAUT TERHADAP KUAT LENTUR

Zara Zavira, Hendro Suseno, Ristinah S.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan M.T. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : zaradisini@gmail.com

ABSTRAK

Beton Bertulang merupakan bahan konstruksi umum dipakai dalam suatu struktur bangunan. Pada bangunan laut, Intrusi air laut dapat memberikan efek yang merugikan untuk komponen struktural bangunan. Air laut dapat menyebabkan korosi. Korosi disebabkan oleh karbonasi dan penetrasi ion klorida akibat adanya micro crack yang timbul karena kandungan sulfat pada air laut. Ini menyebabkan kapasitas tulangan dalam menahan gaya tarik akan menurun karena mengecilnya penampang tulangan. Korosi juga akan menghasilkan produk oksidasi yaitu besi oksida yang besar volumenya akan menyebabkan terjadi penambahan volume dan menyebabkan beton retak atau pecah.

Untuk itu dilakukan pemelitian untuk mengetahui tebal selimut yang efektif dan durasi lama perndaman yang berpengaruh terhadap kuat lentur balok. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi tebal selimut beton dan waktu perendaman pada setiap benda uji sedangkan variabel terikatnya adlaah kuat lentur pada balok. Benda uji penelitian ini berbentuk balok dengan ukuran 15 x 10 x 55 cm. Variasi tebal selimut yang digunakan adalah 2, 3 dan 4 cm sedangkn untuk lama perendamannya adalah 14, 22 dan 30 hari. Dikarenakan proses intrusi air laut membutuhkan jangka waktu ayng lama, dikarenakan itu sesudah balok berumur 28 hari dilakukan pembebana awal sebesar 25% dari beban maksimum terhitung ayng dapat ditahan oleh balok, agar timbul retakan awal yang diharapkan sebagai jalan masuknya intrusi air laut. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban terpusat di separuh bentang balok dengan tumpuan sederhana. Total benda uji berjumlah 27 buah dengan 3 sample untuk tiap variabel yang diteliti.

Berdasarkan data hasil penelitian maka dilakukan analisis data statistik yaitu analisis varian dengan membandingkan dua populasi yang berbeda. Dari pengujian hipotesis dengan mengambil resiko kesalahan dalam menarik kesimpulan sebesar 5% didapatkan nilai $F_{hitung} > F_{Tabel}$ yaitu dengan nilai $F_{hitung} = 4,1616$ dan nilai $F_{Tabel} = 3,5546$ yang membuktikan bahwa waktu perendaman balok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat lentur balok. Untuk nilai kuat lentur dengan variasi tebal selimut didapatkan nilai $F_{hitung} > F_{Tabel}$ yaitu dengan nilai $F_{hitung} = 4,7769$ dan nilai $F_{Tabel} = 3,5546$ yang menuktikan tebal selimut pada balok memberikan pengaruh yang signifikan. Dan untuk pengaruh tebal selimut dan lama perendaman didapatkan nilai $F_{hitung} < F_{Tabel}$ dengan nilai $F_{hitung} = 1,2647$ dan nilai $F_{Tabel} = 2,9277$ sehingga lama perendaman dan tebal selimut tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara langsung.

Kata Kunci: Tebal Selimut, Lama Perendaman, Intrusi, Kuat Lentur.

PENDAHULUAN

Intrusi air laut dapat memberikan efek yang merugikan untuk komponen struktural

konstruksi bangunan. Hal paling membahayakan adalah timbulnya korosi pada tulangan struktur akibat kandungan ion klorida dan sulfat pada air laut yang bereaksi

terhadap unsur kimia baja tulangan. Air laut merupakan salah satu penyebab korosi yang terjadi pada tulangan yang ada di dalam beton. Korosi yang terjadi disebabkan oleh karbonasi dan penetrasi ion klorida akibat adanya micro crack pada beton karena kandungan sulfat dari air laut. Kondisi ini akan mengakibatkan kapasitas tulangan dalam menahan tarik akan menurun karena mengecilnya penampang tulangan. Selain itu, korosi pada tulangan juga akan menghasilkan produk oksidasi yaitu besi oksida yang besar volumenya yang akan menyebabkan terjadinya penambahan volume pada beton yang menyebabkan beton retak atau pecah serta menurunkan kapasitas dari bangunan yang ada dalam menahan beban.

Kekuatan (mutu) dan daya tahan/keawetan (durabilitas) merupakan karakteristik utama dari beton yang harus diperhitungkan dalam perencanaannya. Semakin tinggi kekuatan yang direncanakan, semakin tinggi pula daya tahannya. Beton yang baik sangat penting untuk melindungi besi tulangan yang ada di dalam inti beton terhadap pengaruh dari luar, termasuk kondisi lingkungan yang mempunyai kadar garam tinggi (laut).

Lebar retak dan permeabilitas merupakan faktor yang menyebabkan peningkatan laju korosi. Semakin banyak retak yang terjadi akibat pembebanan dan semakin tinggi nilai permeabilitasnya, maka intrusi air laut yang terjadi juga semakin besar, sehingga tulangan akan semakin mudah terkorosi. Hal tersebut akan mempengaruhi kekuatan serta durabilitas (keawetan) struktur beton yang dibangun di dekat dan di dalam air, seperti konstruksi pelabuhan, jembatan, tiang pancang, dinding penyangga pelabuhan, konstruksi pemecah gelombang, dan sebagainya.

Penggunaan selimut beton (*concrete encasement*) merupakan salah bentuk perlindungan terhadap tulangan untuk mengurangi korosi. Semakin korosif lingkungan maka akan semakin tebal

selimut beton yang dibutuhkan. Secara umum garam yang terkandung di dalam air laut dapat memberikan berbagai pengaruh. Sodium klorida dapat mengakibatkan korosi pada tulangan, apabila beton tidak mempunyai kualitas dan selimut beton yang mencukupi, karena air laut dapat memberikan pengaruh korosi pada tulangan. (Amri,2005).

Masalah yang akan dibahas pada studi ini adalah:

1. Adakah pengaruh tebal selimut dan lama perendaman balok beton bertulang dengan diberi pembebanan awal dan tanpa pembebanan awal terhadap air laut?
2. Bagaimana pengaruh tebal selimut dan lama perendaman balok beton bertulang dengan diberi pembebanan awal dan tanpa pembebanan awal terhadap air laut?

Tujuan dari studi ini adalah:

Untuk mengetahui tebal selimut balok beton yang efektif untuk menahan laju intrusi air laut serta hubungan antara lama perendaman dalam air laut terhadap kuat lentur dengan balok yang diberi pembebanan awal dan tidak diberi pembebanan.

Manfaat dari studi ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang perilaku lentur balok jika terjadi kontak dan intrusi air laut.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat mengetahui seberapa besar pengaruh intrusi air laut pada balok beton bertulang
3. Hasil penelitian diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai pencegahan terhadap kerusakan-kerusakan balok beton bertulang dan bangunan akibat intrusi air laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2011 sampai dengan selesai. yang dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

- a. Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- b. Curing air dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- c. Perendaman benda uji setelah umur terpenuhi dengan air laut dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- d. Pengujian kuat tekan beton dan uji pembebanan balok dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Benda uji berbentuk balok dengan diameter 55 cm x 10 cm x 15 cm dibuat dengan prosedur tertentu, dan dengan menggunakan tulangan berdiameter 10 cm dan dengan variasi tebal selimut 2 cm, 3 cm dan 4 cm. Penentuan kuat tekan karakteristik f'_c sebagai mutu rencana beton normal, nilai slump dan lain – lain, dengan prosedur :

- a. Setelah agregat halus dan agregat kasar dilakukan uji ayakan dan berat volume didapatkan, maka akan didapat data diameter agregat kasar maksimum, berat volume dalam keadaan SSD, dan kemampuan absorbsinya. Agregat halus didapatkan modulus halusnnya.
- b. Dari data tersebut, dibuat rencana campuran dari beton terhadap berat PC, agregat halus dan agregat kasar.
- c. Benda uji dibuat dengan perbandingan sederhana untuk beton normal yaitu semen : pasir : kerikil

sebanyak 1:2:3 dan dengan rencana fas sekitar 0,5

- d. Sebelum campuran pasta beton dicor ke dalam cetakan benda uji, maka diuji nilai slump campuran, setidaknya harus memenuhi slump rencana ± 12 cm.
- e. Setelah benda uji dilepas dari cetakan, maka dirawat dengan dibasahi air selama 7 hari.
- f. Kemudian benda uji jenis A diberikan pembebanan awal terlebih dahulu sebesar 25 % beban maksimum yang dapat ditahan balok kemudian direndam sesuai dengan lama perendaman rencana
- g. Pada benda uji jenis B tidak diberikan pembebanan awal dan langsung direndam dibak perendaman air laut sesuai waktu lama perendaman rencana.
- h. Setelah sesuai dengan umur lama perendaman benda uji, benda uji diuji dengan menggunakan loadaing frame untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan.

Material yang digunakan :

- a. Semen
- b. Agregat kasar batuan pecah
- c. Agregat halus yaitu pasir
- d. Air
- e. Air Laut

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kuat lentur balok dengan variasi lama perendaman dan tebal selimut. Dengan karakteristik benda uji sebagai berikut:

Tabel 1 Karakteristik Benda Uji jenis A (Dengan Pembebanan Awal)

Lama Perndaman (Hari)	Tebal Selimut (cm)		
	2	3	4
14	3	3	3
22	3	3	3
30	3	3	3
Jumlah keseluruhan	27		

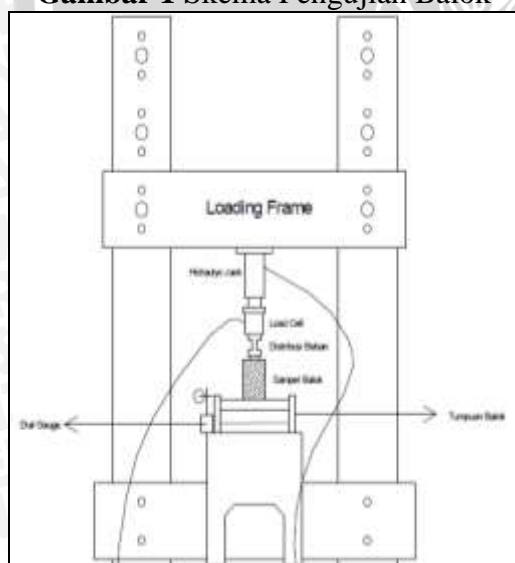


Tabel 2 Karakteristik Benda Uji jenis B (Tanpa Pembebanan Awal)

Lama Perndaman (Hari)	Tebal Selimut (cm)		
	2	3	4
7	3	3	3
14	3	3	3
28	3	3	3
Jumlah keseluruhan	27		

Pengujian balok dilakukan setelah sesuai dengan lama waktu perendaman rencana, pada saat pengujian benda uji ditempatkan pada frame uji struktur kapasitas 15 ton dengan tumpuan sendi rol pada kedua ujungnya. kemudian diberikan pembebanan sebanyak P maksimum dan benda uji mengalami perubahan bentuk/runtuh.

Gambar 1 Skema Pengujian Balok



Dari hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian benda uji kemudian diolah dan dianalisis menurut prosedur analisis statistik. Untuk mengetahui pengaruh instruksi air laut terhadap tebal selimut dan lama perndaman terhadap kuat lentur digunakan analisis varian dua arah.

Membuat tabel ringkasan anova dua arah seperti Tabel 3:

Tabel 3 Ringkasan anova dua arah

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat (JK)	Dera-jat Bebas (db)	Kua-drat Rerata (KR)	F Hitung	F tabel
Antar Group (A)	JK _A	Db _A	KR _A		α 0.05
Antar Group (B)	JK _B	Db _B	KR _B		α 0.05
Antar Group (AB)	JK _{AB}	Db _{AB}	KR _{AB}		α 0.05
Dalam Group (D) Residu	JK _D	Db _D	KR _D		
Total					

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kuat Lentur

A. Hasil dan Pembahasan Kuat Lentur benda uji jenis A (dengan pembebanan awal)

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur, maka didapatkan data kuat lentur balok pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4 Data Kuat lentur Balok Benda Uji jenis A

Waktu Perendaman	TEBAL SELIMUT		
	2	3	4
14 hari	91,839	91,839	91,839
	91,839	95,832	91,839
	87,846	87,846	87,846
rata-rata			
22 hari	83,853	91,839	91,839
	91,839	95,832	87,846
	87,846	91,839	87,846
30 hari	83,853	91,839	95,832
	75,867	91,839	91,839
	79,860	91,8390	83,8530

Berdasarkan analisa Anova 2 arah

Analisis perhitungan statistik dengan metode ANOVA 2. Berdasarkan hasil uji benda uji jenis A dan didapatkan bahwa :

Tabel 5 Hasil Anova 2 Arah Untuk Benda Uji Jenis A

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	f Hitung	f Tabel
Nilai tengah baris	143,77	2	71,8	4,162	3,5
Nilai tengah kolom	165,03	2	82,5	4,777	3,5
Interaksi	87,386	4	21,8	1,265	2,9
Galat	310,93	18	17,3		

1. Untuk pengaruh waktu perendaman balok terhadap kuat lentur balok, maka $F_{hitung} > F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 4,1616 lebih besar dari nilai F_{Tabel} sebesar 3,5546, maka diambil keputusan untuk menolak H_{0A} dan menerima H_{1A} untuk resiko kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel waktu perendaman balok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat lentur balok.
2. Untuk pengaruh variabel perbandingan spesi terhadap kuat lentur balok, maka $F_{hitung} > F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 4,7769 lebih besar dari nilai F_{Tabel} sebesar 3,5546, maka diambil keputusan untuk menolak H_{0B} dan menerima H_{1B} untuk resiko

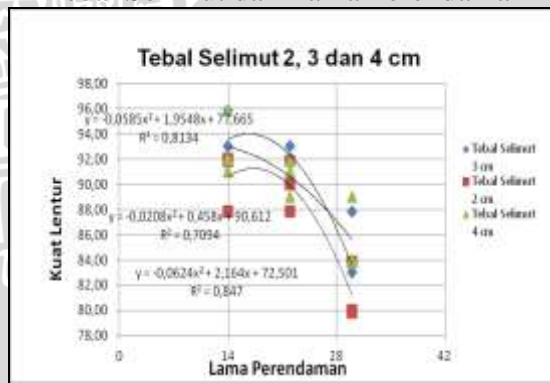
kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel perbandingan tebal selimut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat lentur balok.

3. Untuk pengaruh variabel interaksi antara variabel waktu perendaman balok dan variabel perbandingan tebal selimut terhadap kuat lentur balok, maka $F_{hitung} < F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 1,2647 lebih kecil dari nilai F_{Tabel} sebesar 2,9277, maka diambil keputusan untuk menerima H_{0AB} dan menolak H_{1AB} untuk resiko kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi antara waktu perendaman dengan perbandingan tebal selimut.

Berdasarkan Regresi

Grafik hubungan yang terjadi antara lama perendaman, tebal selimut dan kuat lentur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

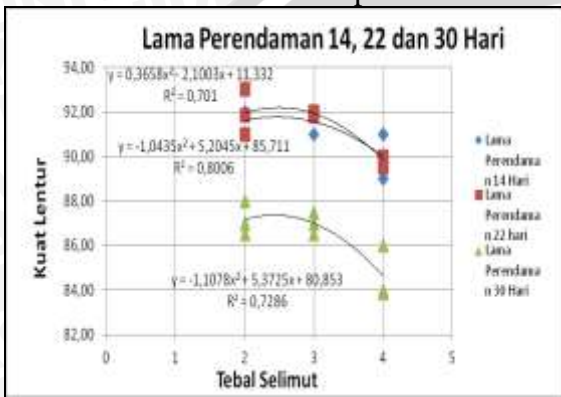
Gambar 3 Grafik Hubungan Regresi antara Tebal Selimut dan Lama Perendaman



Pada gambar diatas menjelaskan terlihat bahwa hasil pengujian kuat lentur balok dengan variasi tebal selimut balok bertulang memberikan pengaruh terhadap lentur balok. Semakin lama durasi perendaman berpengaruh pada semakin turunnya nilai kuat lentur balok. Dari analisa regresi diatas dapat diketahui besarnya nilai koefisien determinasi (R^2)

pada balok dengan tebal selimut 2 cm adalah 0,847 yang artinya sebanyak 84.7 % nilai kuat lentur balok (variabel y) dipengaruhi oleh besarnya waktu perendaman balok di air laut (variabel x) sedangkan sisanya sebanyak 15.3 % nilai kuat lentur balok dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Demikian pula dengan nilai koefisien determinasi pada variasi perbandingan tebal selimut yang lainnya.

Gambar 4 Grafik Hubungan Regresi antara Lama Perendaman terhadap Tebal Selimut



Pada gambar diatas menjelaskan pengujian kuat lentur balok dengan variasi lama perendaman bertulang memberikan pengaruh terhadap lentur balok. Dengan tebal selimut balok 2 cm, 3 cm dan 4 cm, terlihat semakin tebal selimut balok maka kuat lenturnya pun semakin kecil.

Dari analisa regresi diatas dapat diketahui besarnya nilai koefisien determinasi (R²) pada balok dengan lama perendaman 14 Hari adalah 0,6231 yang artinya sebanyak 62.31 % nilai kuat lentur balok (variabel y) dipengaruhi oleh besarnya perbandingan tebal selimut (variabel x) sedangkan sisanya sebanyak 37.69 % nilai kuat lentur balok dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Demikian pula dengan nilai koefisien determinasi pada variasi perbandingan lama perendaman yang lainnya.

Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat digambarkan perbandingan nilai kuat lentur balok rata-rata antara tebal selimut dan lama perendaman dalam chart batang.

Gambar 3 Diagram Batang Perbandingan Kuat lentur Balok dengan Tebal Selimut dan Lama Perendaman Benda Uji A



Dari diagram chart dapat kita lihat bahwa balok dengan ketebalan selimut 2 cm secara sistematis mengalami penurunan nilai kuat lentur diumur 14, 22 dan 30 hari. Sedangkan, ketebalan selimut 2, 3 dan 4 ditiap-tiap lama perendamannya relatif mengalami penurunan.

B. Hasil dan Pembahasan Kuat Lentur benda uji jenis B (tanpa pembebanan awal)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, maka didapatkan data kuat tekan beton pada Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 6 Data Kuat lentur Balok Benda Uji jenis B

Waktu Perendaman	TEBAL SELIMUT		
	2	3	4
7 hari	119,7900	127,7760	111,8040
	103,8180	111,8040	103,8180
	111,8040	119,7900	87,8460
rata-rata			
14 hari	119,7900	119,7900	95,8320
	103,8180	119,7900	103,8180
	95,8320	127,7760	103,8180
rata-rata			
21 hari	119,7900	119,7900	111,8040
	119,7900	111,8040	127,7760
	111,8040	111,8040	111,8040
rata-rata			



Berdasarkan analisa Anova 2 arah

Analisis perhitungan statistik dengan metode ANOVA 2. Berdasarkan Tabel dibawah dan didapatkan bahwa :

Tabel 7 Data Kuat lentur Balok Benda Uji jenis B

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Dera-jat Be-bas	Kuadrat Tengah	f Hi-tung	f Tabel
Nilai tengah baris	205,65	2	102,82	1,24	3,55
Nilai tengah kolom	603,72	2	301,86	3,63	3,55
Interaksi	320,73	4	80,182	0,96	2,93
Galat	1496	18	83,109		

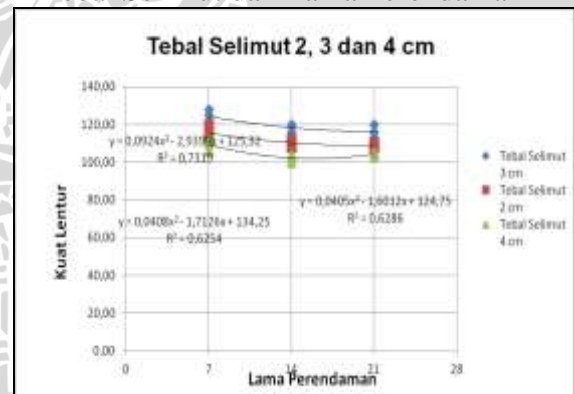
1. Untuk pengaruh waktu perendaman balok terhadap kuat lentur balok, maka $F_{hitung} > F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 1,2372 lebih besar dari nilai F_{Tabel} sebesar 3,5546, maka diambil keputusan untuk menolak H_{0A} dan menerima H_{1A} untuk resiko kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel waktu perendaman tidak balok memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat lentur balok.
2. Untuk pengaruh variabel tebal selimut terhadap kuat lentur, maka $F_{hitung} > F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 3,6321 lebih besar dari nilai F_{Tabel} sebesar 3,5546, maka diambil keputusan untuk menolak H_{0B} dan menerima H_{1B} untuk resiko kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel perbandingan tebal selimut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat lentur balok.

3. Untuk pengaruh variabel interaksi antara variabel waktu perendaman balok dan variabel perbandingan tebal selimut terhadap kuat lentur balok, maka $F_{hitung} < F_{Tabel}$. Dengan hasil perhitungan F_{hitung} sebesar 0,9648 lebih kecil dari nilai F_{Tabel} sebesar 2,9277, maka diambil keputusan untuk menerima H_{0AB} dan menolak H_{1AB} untuk resiko kesalahan 5 % sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi antara waktu perendaman dengan perbandingan tebal selimut.

Berdasarkan Regresi

Grafik hubungan yang terjadi antara lama perendaman, tebal selimut dan kuat lentur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Gambar 5 Grafik Hubungan Regresi antara Tebal Selimut dan Lama Perendaman



Pada gambar dapat terlihat bahwa hasil pengujian kuat lentur balok dengan variasi tebal selimut balok bertulang memberikan pengaruh terhadap lentur balok. Dapat dilihat dari grafik secara keseluruhan bahwa semakin lama durasi perendaman berpengaruh pada semakin turunnya nilai kuat lentur balok.

Dari analisa regresi diatas dapat diketahui besarnya nilai koefisien determinasi (R^2) pada balok dengan tebal selimut 2 cm adalah 0,6286 yang artinya sebanyak 62.86 % nilai kuat lentur balok (variabel y) dipengaruhi oleh besarnya

waktu perendaman balok di air laut (variabel x) sedangkan sisanya sebanyak 37.14 % nilai kuat lentur balok dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Demikian pula dengan nilai koefisien determinasi pada variasi perbandingan tebal selimut yang lainnya.

Gambar 5 Grafik Hubungan Regresi antara Lama Perendaman dan Tebal Selimut



Berdasarkan Gambar dapat terlihat bahwa hasil pengujian kuat lentur balok dengan variasi lama perendaman bertulang memberikan pengaruh terhadap lentur balok. Dengan tebal selimut balok 2 cm, 3 cm dan 4 cm, terlihat semakin tebal selimut balok maka kuat lenturnya pun semakin kecil.

Dari analisa regresi diatas dapat diketahui besarnya nilai koefisien determinasi (R^2) pada balok dengan lama perendaman 7 Hari adalah 0,6298 yang artinya sebanyak 62.98 % nilai kuat lentur balok (variabel y) dipengaruhi oleh besarnya perbandingan tebal selimut (variabel x) sedangkan sisanya sebanyak 37.02 % nilai kuat lentur balok dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain. Demikian pula dengan nilai koefisien determinasi pada variasi perbandingan lama perendaman yang lainnya.

Gambar 3 Diagram Batang Perbandingan Kuat lentur Balok dengan Tebal Selimut dan Lama Perendaman Benda Uji B



Nilai kuat lentur antara tebal selimut 2, 3 dan 4 menunjukkan sedikit mengalami penurunan nilai, di umur 21 hari tidak terjadi penurunan nilai yang semestinya.

Apabila dibandingkan pada tebal selimut 3 cm, di tiap lama perendamanannya nilai kuat lenturnya signifikan mengalami penurunan.

Pada data ditunjukkan dilama perendaman 21 hari, setiap penambahan tebal selimutnya secara signifikan mengalami penurunan.

Pembahasan

A. Benda Uji Dengan Pemberian Pembebanan Awal

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian hipotesis diketahui bahwa Dari hasil ini dapat terlihat bahwa faktor lama perendaman memberikan pengaruh terhadap penurunan kuat lentur yang cukup besar. Hal ini disebabkan setelah dilakukan pembebanan awal pada balok, intrusi air laut dapat masuk lebih dalam dan mempengaruhi daya dukung tulangan dalam menerima beban lentur. Hal ini disebabkan air laut memiliki kandungan garam yang tinggi dan dapat menggerogoti kekuatan tulangan sehingga ion-ion klorida yang terdapat di air



laut yang merupakan garam dengan sifat agresif terhadap bahan lain, yang dapat masuk dengan mudahnya kecelah balok yang telah mengalami retakan akibat pembebanan awal. Sehingga, semakin lama perendaman balok dalam air laut maka semakin turun nilai kuat lenturnya.

Sedangkan faktor tebal selimut di air laut juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kuat lentur balok. Kerusakan dapat terjadi akibat reaksi antara air laut yang terpenetrasi ke dalam balok sehingga mengakibatkan selimut balok kehilangan kemampuan untuk menyelubungi balok secara maksimal, lagipula kinerja selimut balok sudah tidak maksimal dikarenakan sudah adanya retakan yang timbul akibat pembebanan awal yang terjadi.



- Pada balok yang direndam air laut selama 14 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 92,000 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 87.846 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 80,000 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami penurunan kuat lentur dengan selisih sebesar 22,14 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan

dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 11,19 %. Dan selisih nilai rata-rata keseluruhan dari nilai kuat lentur pada umur 14 hari adalah 1,62 %

- Pada balok yang direndam air laut selama 22 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 87,84 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 92 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 91.839 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami kenaikan kuat lentur dengan selisih sebesar 22.11 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 8,6 %. Dan selisih nilai rata-rata keseluruhan dari nilai kuat lentur pada umur 22 hari adalah 6,38 %
- Pada balok yang direndam air laut selama 30 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 80 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 87,84 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 91.137 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami kenaikan kuat lentur dengan selisih sebesar 12.42 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan

dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 22,9 %%. Dan selisih dari nilai kuat lentur pada umur 22 hari adalah 1,6 %.

B. Benda Uji Tanpa Pemberian Pembebanan Awal.

- Pada balok yang direndam air laut selama 7 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 110 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 117,128 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 102 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami penurunan kuat lentur dengan selisih sebesar 16,41 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 7,6 %.
- Pada balok yang direndam air laut selama 14 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 115 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 119,79 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 103 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami kenaikan kuat lentur dengan selisih sebesar 12,18 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal

selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 22,18 %. Dan selisih nilai rata-rata keseluruhan dari nilai kuat lentur pada umur 14 hari adalah 7,2 %

- Pada balok yang direndam air laut selama 21 hari dengan tebal selimut 2 cm didapat kuat lentur rata-rata 117,128 kg/cm², sedangkan pada balok dengan tebal selimut 3 cm didapat kuat lentur rata-rata 112 kg/cm², dan pada balok dengan tebal selimut 4 cm didapat kuat lentur rata-rata 110 kg/cm². Jika dibandingkan dengan kuat lentur rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 2 cm maka balok dengan perbandingan tebal selimut 3 cm mengalami kenaikan kuat lentur dengan selisih sebesar 20,42 %, sedangkan lentur balok dengan tebal selimut 3 cm jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata balok dengan perbandingan tebal selimut 4 cm mengalami penurunan kuat lentur sebesar 2,1 %%. Dan selisih dari nilai kuat lentur pada umur 21 hari adalah 1,3 %.

Dari hasil ini dapat terlihat bahwa faktor lama perendaman memberikan pengaruh terhadap penurunan kuat lentur yang tidak terlalu besar.. Hal ini disebabkan intrusi air laut tidak dapat masuk secara sempurna karena durasi waktu perendaman di laboratorium yang singkat. Sehingga, kandungan garam yang tinggi dari air laut tidak masuk sempurna pada pori-pori balok beton bertulang. Sehingga, dapat disimpulkan dalam penelitian ini, bahwa durasi lama perendaman balok dalam air laut tidak terlalu mempengaruhi kuat lentur balok, dikarenakan durasi lama perendaman yang singkat menyebabkan air laut tidak dapat masuk secara maksimal pada selimut dan tidak mencapai tulangan secara penuh, sehingga tidak secara maksimal

mempengaruhi tulangan dan menyebabkan korosi

Sedangkan faktor tebal selimut di air laut cukup memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kuat lentur balok. Kerusakan dapat terjadi akibat reaksi antara air laut yang terpenetrasi kedalam balok pada selimut penyelubung balok, sehingga mengakibatkan selimut balok beraksi dengan garam dan menggerogoti selimut selubung balok, bahkan garam yang ada cenderung mengkristal di selimut beton, yang dapat mempengaruhi kuat lekat beton, sehingga beton dapat dengan mudah mengalami proses crack/retak. Yang kemudian dapat menyebabkan kehilangan kemampuan untuk menyelubungi balok secara maksimal.

Dan dari data-data perbandingan rata-rata kuat lentur dapat terlihat bahwa kapasitas balok dalam memikul beban ada yang mengalami penurunan seiring semakin besarnya perbandingan tebal selimut, tetapi ada pula yang tidak mengalami penurunan secara langsung.

Dari hasil tersebut mungkin diakibatkan kesalahan ketika pencampuran/mix design, pembacaan dial atau perlakuan pada balok yang mungkin ada tidak kesesuaian.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang diuraikan pada bab sebelumnya, maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Dari Hasil Penelitaian untuk Balok Beton Bertulang dengan Pembebanan awal:

- a). Dari hasil analisis statistik dapat disimpulkan variasi tebal selimut menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap kuat lentur balok, semakin besar tebal selimut maka semakin kecil nilai kuat lentur pada balok

- b). Variasi waktu perendaman di air laut menunjukkan adanya pengaruh terhadap kuat lentur balok, semakin lama waktu perendaman balok di air laut maka nilai kuat lenturnya juga semakin kecil
- c). Tidak ada pengaruh yang signifikan antara hubungan tebal selimut dan lama perendaman

2. Dari Hasil Penelitaian untuk Balok Beton Bertulang tanpa Pembebanan awal:

- a). Dari hasil analisis statistik dapat disimpulkan variasi tebal selimut menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap kuat lentur balok, karena semakin besar tebal selimut maka semakin kecil nilai kuat lentur pada balok
- b). Variasi waktu perendaman di air laut menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap kuat lentur balok, karena semakin lama waktu perendaman balok di air laut maka nilai kuat lenturnya juga semakin kecil
- c). Tidak ada pengaruh yang signifikan antara hubungan tebal selimut dan lama perendaman

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982)*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. Balitbang Dep. PU
- Anonim², 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan A (Bahan Bangunan Bukan Logam) (SK SNI S-04-1989-F)*. Bandung

- Anonim³, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Anonim⁴, 2004. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Anonim⁵, 2011. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. (Online), (<http://www.ilmusipil.com/tebal-selimut-%C5wlfm-bangunan-air-laut>, diakses 20 Juni 2011)
- Anonim⁶, 1983. *Pengujian Bahan*. Bandung : PEDC
- Amri, Sjafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : ANDI
- Pijil, 1982. *Ringkasan Ilmu Bangunan*. Jakarta: Erlangga
- Neville, A. M., 1975, *Properties of Concrete*, The English Language Book Society and Pitman Publishing, London.
- Nugraha, Paulus, 1989, *Teknologi Beton*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Purwanto, Agus, 2003, *Korosi Baja Tulangan Serta Penggunaan Aditif Untuk Proteksinya*, Jurnal Gema Teknik, nomor 1, tahun VI, Januari, Surakarta.
- Rooseno, Prof. Dr, 1954, *Beton Bertulang*, Turagung, Jakarta.
- Wibowo, Gunawan. 2009. *Pengaruh Korosi Baja Tulangan Terhadap kuat geser Balok*. Jurnal Jurusan Teknik Sipil FT- Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Wicaksono, Agung & Faizirin, Fauzan. 2009. *Pengaruh Air Laut pada Perawatan (Curing) Beton Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton dengan Variasi Fas dan Durasi Perawatan*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya