

STUDI KEHANDALAN BALOK BETON BERTULANG dengan PENGARUH KOROSI

Fakhrur Rahman

Pembimbing : Dr. Paramashanti, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

fakhrurrahman@gmail.com

Kata Kunci: Dermaga, Beton Bertulang, Korosi, Simulasi, Kehandalan.

Abstrak: Dermaga pada umumnya terbuat dari beton bertulang, lokasinya yang berdekatan dengan wilayah laut atau pantai mengakibatkan struktur dermaga dapat dengan mudah terpapar senyawa korosif dari air laut, sehingga dapat menyebabkan terjadinya korosi pada struktur dermaga yang berujung pada penurunan kinerja struktur beton bertulang. Pada tugas akhir ini penurunan kinerja struktur atau elemen beton diasumsikan dipengaruhi oleh beberapa parameter atau variabel, yaitu kuat tekan beton, kuat tarik baja sebagai variabel acak, dan faktor korosi sebagai variabel deterministik. Untuk menganalisa pengaruh variabel acak terhadap kinerja struktur dermaga digunakan teori kehandalan atau reliabilitas dengan metoda simulasi dan pendekatan secara analitik menggunakan FORM 2. Sedangkan faktor korosi dimasukkan ke dalam perhitungan kinerja struktur sebagai parameter yang berpengaruh pada pengurangan luasan tulangan pada beton bertulang yang akan berakibat pada penurunan kinerja struktur. Dari perhitungan dengan metoda simulasi, untuk struktur beton bertulang tanpa pengaruh korosi, didapatkan nilai kehandalan lentur sebesar 83.84% dan kehandalan geser sebesar 99.26% dengan menggunakan metoda simulasi. Sedangkan untuk perhitungan dengan metoda analitik didapat nilai kehandalan sebesar 88.1% dan kehandalan geser sebesar 99.26%. Sehingga dapat disimpulkan struktur beton bertulang tersebut aman atau handal terhadap kapasitas lentur maupun gesernya. Tingkat kehandalan yang tidak 100% lebih diakibatkan oleh keacakan sifat material yang digunakan pada proses pembangunan di lapangan daripada pengaruh korosi.

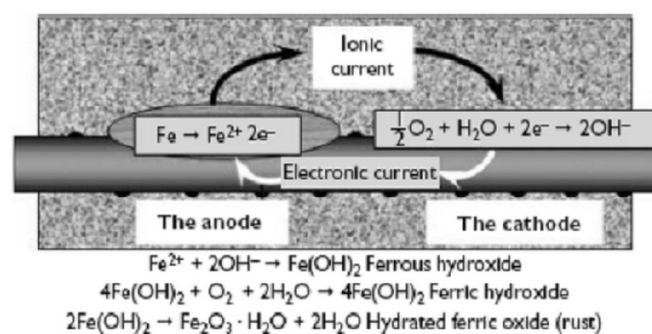
PENDAHULUAN

Sebagai negara maritim, Indonesia mempunyai banyak pelabuhan untuk sarana transportasi antar pulau. Pelabuhan yang baik harus memiliki dermaga yang dapat digunakan sebagai

tempat berlabuhnya kapal. Dermaga pada umumnya terbuat dari beton bertulang, lokasinya yang berdekatan dengan wilayah laut atau pantai mengakibatkan struktur dermaga dapat dengan mudah terpapar senyawa korosif dari air laut, sehingga dapat menyebabkan terjadinya korosi pada struktur dermaga yang berujung pada penurunan kinerja struktur beton bertulang. Penurunan kinerja struktur atau elemen beton dipengaruhi oleh banyak parameter, diantaranya adalah kuat tekan beton (mutu beton), kuat tarik baja, tebal selimut beton, dimensi penampang (lebar dan tinggi beton), dan lainnya. Parameter-parameter tersebut pada kondisi real di lapangan memiliki tingkat ketidakpastian (nilai yang bervariasi, acak) tidak selalu sama seperti besaran desain pabrik pembuatnya. Untuk menganalisis pengaruh variabel acak terhadap kinerja struktur dermaga digunakan teori kehandalan atau reliabilitas. Tugas Akhir ini akan meninjau besaran kehandalan lentur dan geser beton bertulang dengan memasukkan keacakan data dan faktor korosi pada perhitungan kapasitasnya untuk melihat pengaruh korosi pada penurunan kinerja struktur.

TEORI DAN METODOLOGI

Korosi pada beton bertulang merupakan proses alami yang berlangsung dalam rentang waktu yang cukup lama, dan jika tanpa penanganan akan mengakibatkan kerusakan pada material beton (tulangan) akibat proses kimia yang terjadi di dalamnya.

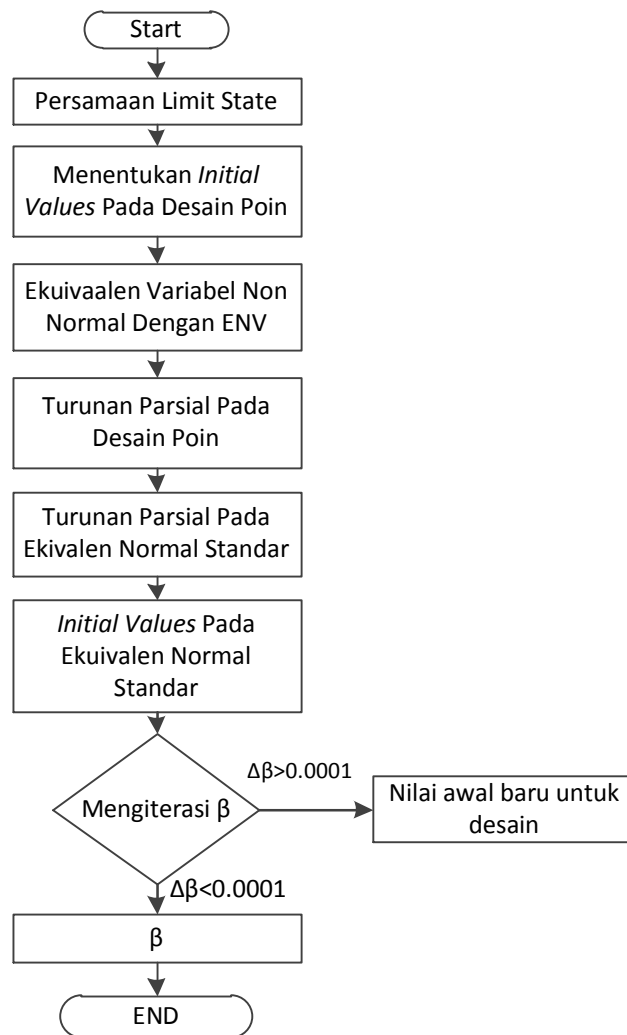


Gambar 1. Reaksi kimia pada proses terjadinya korosi baja tulangan

Model korosi yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa kinerja beton bertulang adalah model korosi seragam yang dikemukakan oleh Thoft-Christensen P. & Hansen H.I., (1994),

Pada tugas akhir ini pengaruh variabel acak dianalisis dengan menggunakan teori probabilitas untuk mendapatkan kegagalan dan selanjutnya didapat tingkat kehandalannya. Tingkat kehandalan dihitung dengan simulasi monte carlo di mana variabel acak atau data acak diperoleh dengan bantuan generator angka acak pada program komputer (*Microsoft Excel*). Dalam bentuk sederhana dari metoda simulasi, setiap variabel acak direpresentasikan dalam

sebuah distribusi yang berdasarkan karakteristik probabilitasnya, misalnya rata-rata dan standar variasi. Selain itu, perhitungan juga dilakukan dengan menggunakan metoda FORM II, dengan langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut:



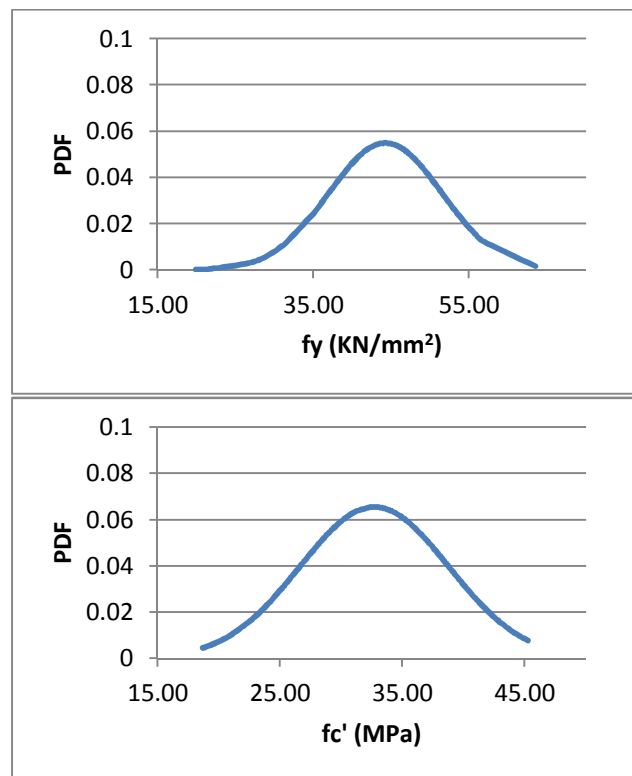
Gambar 2. Diagram alir tahapan perhitungan metoda FORM II

HASIL DAN ANALISA/DISKUSI

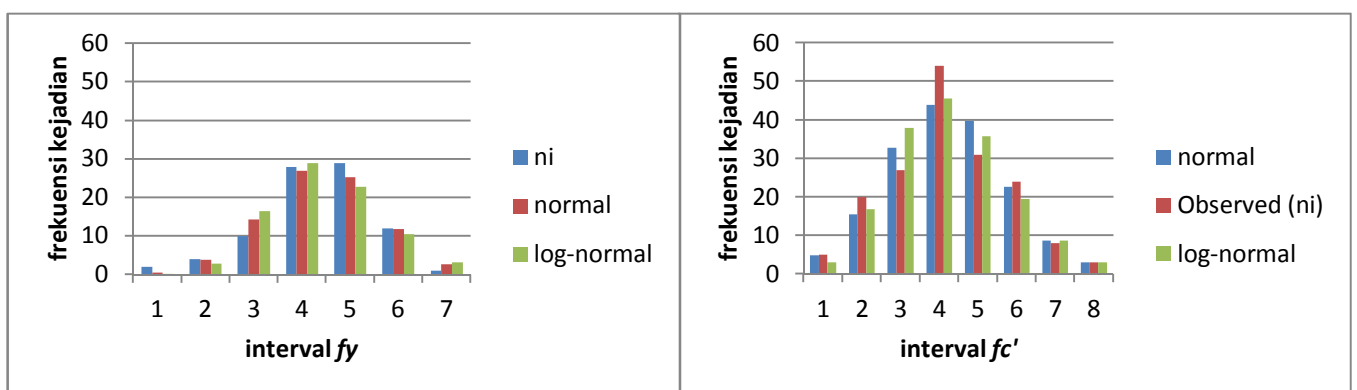
Dari hasil perhitungan parameter statistik untuk data acak yang digunakan, didapat:

- Untuk data f'_c :
 - $\mu_{f_{c'}} = 34.44 \text{ MPa}$
 - $\sigma_{f_{c'}} = 5.83 \text{ MPa}$
- Untuk data f_y :
 - $\mu_{f_y} = 442.41 \text{ MPa}$
 - $\sigma_{f_y} = 72.61 \text{ MPa}$

Kemudian hasil dari pengecekan fungsi distribusi data f_y dan f'_c dengan metoda *chi-kuadrat* diketahui bahwa data-data tersebut terdistribusi normal, seperti yang terlihat pada tabel dan gambar di bawah ini:

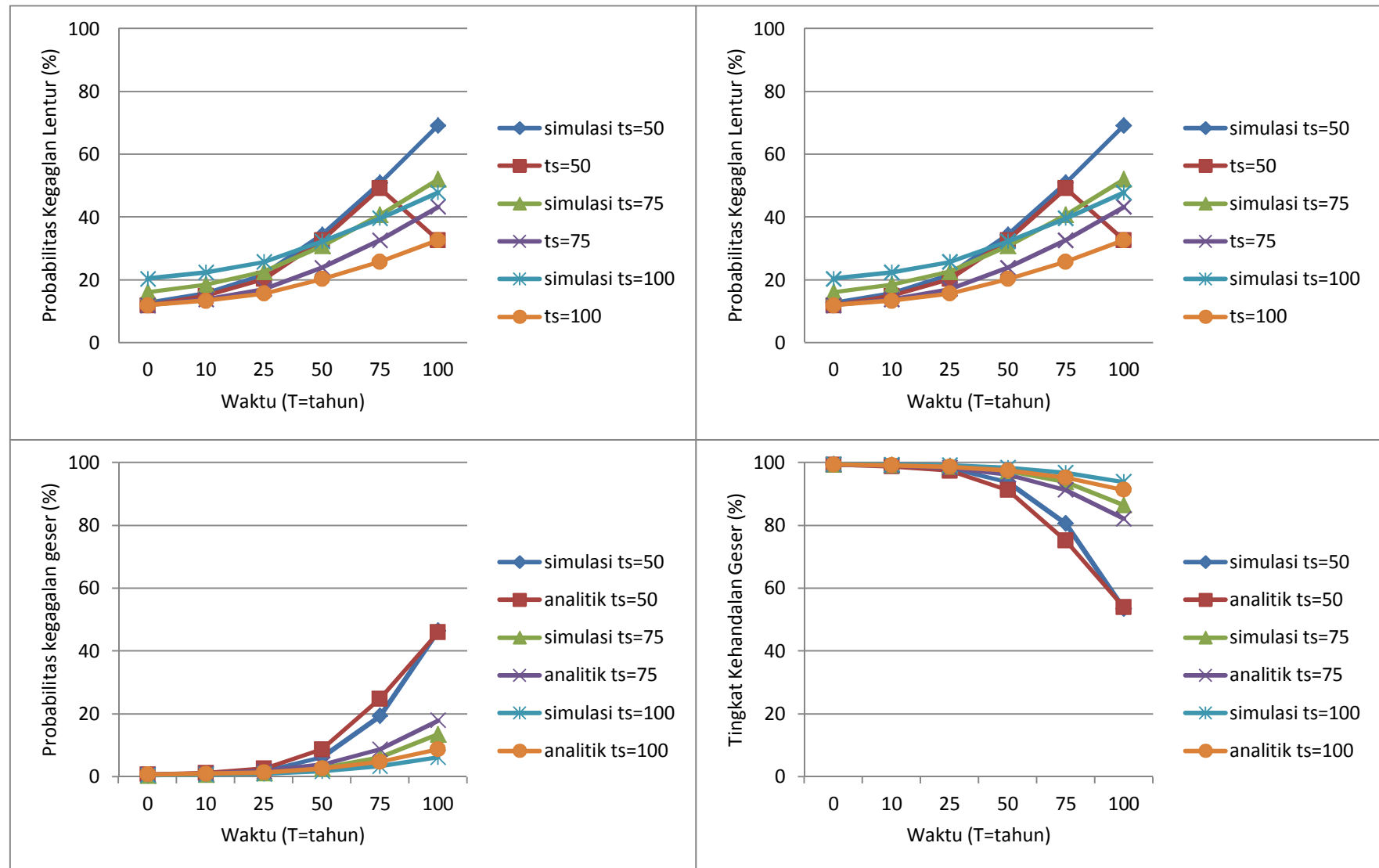


Gambar 3. Grafik distribusi normal untuk data f_y dan f'_c



Gambar 4. Grafik hasil pengecekan dengan metoda *chi-kuadrat* untuk data f_y dan f'_c

Perbandingan perhitungan dengan metoda simulasi dan metoda analitik (FORM II) dapat dilihat pada gambar plot grafik di bawah ini:



Gambar 5. Perbandingan perhitungan antara metoda simulasi dan FORM II

Untuk pencegahan bahaya kerusakan akibat penurunan kinerja struktur yang disebabkan oleh korosi, dapat melakukan hal-hal berikut ini:

- Menjaga beton agar selalu dalam keadaan kering
- Mengaplikasikan lapisan (*coating*) polimer pada balok beton bertulang
- Mengganti bar tulangan konvensional dengan *stainless steel*
- Menggunakan *fly ash concrete* dengan permeabilitas rendah
- Memindahkan ion-klorida berlebih keluar dari beton
- Mengurangi jumlah campuran semen
- Menggunakan *Electrochemical Chloride Extration* (ECE)

KESIMPULAN DAN SARAN

Probabilitas kegagalan dan tingkat kehandalan yang terjadi pada tahun ke-0 menunjukkan penurunan kehandalan yang terjadi lebih disebabkan oleh pengaruh kualitas pengerjaan atau faktor manusia (pekerja) daripada oleh faktor korosi, karena pada tahun ke-0 tidak terjadi korosi pada tulangan. Untuk struktur beton bertulang tanpa pengaruh korosi, didapatkan nilai kehandalan lentur sebesar 83.84% dan kehandalan geser sebesar 99.26% dengan menggunakan metoda simulasi. Sedangkan untuk perhitungan dengan metoda analitik didapat nilai kehandalan sebesar 88.1% dan kehandalan geser sebesar 99.26%. Sehingga dapat disimpulkan struktur beton bertulang tersebut aman atau handal terhadap keacakan sifat material yang digunakan pada proses pembangunan di lapangan.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data dari benda uji atau material yang digunakan sebagai material konstruksi struktur yang ditinjau, selain itu jumlah atau sebaran data acak sebaiknya dalam jumlah banyak, sehingga dapat lebih menggambarkan kondisi *real*-nya. Dan Untuk mendapatkan hasil realibilitas yang baik, sebaiknya memperhitungkan waktu korosi tahap awal (inisiasi) dan korosi akibat crack.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka yang digunakan dalam Tugas akhir

- Badan Standardisasi Nasional, 2002. SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Bandung
- Haldar, A., & Mahadevan, S. 2000. *Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design*. New York: John Wiley and Sons.

Arieshanida, F. 2013. *Analisis Resiko Kerusakan Pipa Bawah Laut Akibat Tumbukan Jangkar*. Bandung: ITB.

Mukhti, J. A . 2013. *Analisis Struktur Dermaga Deck On Pile Terminal Peti Kemas Kalibaru Ia Pelabuhan Tanjung Priok*. Bandung: ITB

Darmawan, M.S. & Stewart, M.G. *Spatial Variability of Pitting Corrosion and Its Effect on the Strength and Reliability of Prestressed Concrete Bridge Beams*. Australia: NSW

Bambang, A., Darmawan, M.S., Irmawan, M. 2011. *Studi Probabilitas Pengaruh Korosi Seragam Berbasis Waktu Terhadap Kehandalan Lentur Balok Beton Pratekan Parsial*. Surabaya: ITS

Robert, H.H., Raka, I. G. P., Darmawan, M.S., Wambadi, I. *Studi Pengaruh Korosi Terhadap Jembatan Beton Bertulang*. Surabaya: ITS

Darmawan M.S., (2006), *Model Korosi untuk Struktur Beton Bertulang di Lingkungan Air Laut*, Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan VIII 2006, Surabaya : UPN Jatim.