

Selain bentuk dan ukuran korosi, jarak antara korosi satu dengan yang lain juga akan mempengaruhi kondisi tegangan pada pipa. Dua korosi dengan jarak yang dekat, dapat dianggap sebagai satu kesatuan korosi karena adanya interaksi antara keduanya. Tegangan yang dihasilkan juga akan berbeda jika dibandingkan dengan korosi yang jaraknya jauh atau *single defect*

II. URAIAN PENELITIAN

A. Korosi

Korosi didefinisikan sebagai perusakan suatu material karena bereaksi dengan lingkungannya. Korosi dapat juga diartikan sebagai proses kembalinya logam pada bentuk aslinya. Korosi adalah proses alam yang tidak dapat dicegah, tetapi dengan kemajuan teknologi korosi dapat dikendalikan sehingga dapat mengurangi kerugian serta dampak lain yang ditimbulkan.

B. Hoop Stress

Hoop stress atau tegangan tangensial adalah tegangan yang searah dengan garis singgung penampang pipa. *Hoop stress* terjadi karena adanya tekanan internal yang diakibatkan oleh aliran fluida dalam pipa. Untuk menghitung nilai *hoop stress* dapat menggunakan persamaan berikut^[3]:

$$\sigma_h = \frac{PD}{2t} \quad (1)$$

dimana,

- σ_h : Hoop Stress, (MPa)
- P : Tekanan, (N/m²)
- D : Diameter Pipa, (m)
- t : tebal dinding pipa, (m)

C. Longitudinal Stress

Longitudinal stress adalah tegangan yang searah dengan panjang pipa. Longitudinal stress merupakan penjumlahan dari tegangan aksial (*axial stress*), tegangan tekuk (*bending stress*), dan tegangan tekan (*pressure stress*) yang terjadi pada pipa^[4].

a. Tegangan aksial (*axial stress*)

Merupakan tegangan yang terjadi akibat adanya gaya F_{ax} yang bekerja searah dengan sumbu pipa. Tegangan aksial dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\sigma_{ax} = \frac{F_{ax}}{A_m} \quad (2)$$

$$F_{ax} = P \times A_i \quad (3)$$

$$A_i = \frac{\pi \times ID^2}{4} \quad (4)$$

$$A_m = \frac{\pi (OD^2 - ID^2)}{4} \quad (5)$$

dimana,

- σ_{ax} : Longitudinal Stress akibat gaya aksial, (Mpa);
- F_{ax} : Gaya aksial (N);

A_i : Internal area (m²)

A_m : cross sectional area of pipe (m²);

OD : diameter luar pipa (m);

ID : Diameter dalam pipa (m)

b. Tegangan Tekuk (*Bending Stress*)

Merupakan tegangan yang ditimbulkan oleh momen di ujung-ujung pipa. *Bending stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_b = \frac{Mb}{Z} \quad (6)$$

dimana,

σ_b : Longitudinal stress akibat bending moment (MPa)

Mb : Momen bending pada cross-section (Kg.m);

Z : Section modulus dari pipa (m²);

c. Tegangan Tekan (*Pressure Stress*)

Merupakan tegangan yang terjadi akibat adanya gaya tekan internal (P) yang bekerja pada dinding pipa searah sumbu pipa. *Pressure stress* dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$\sigma_p = \frac{POD}{4t} \quad (7)$$

dimana,

σ_p : Longitudinal stress akibat pressure (MPa)

P : Pressure (MPa);

OD : Outside diameter (m);

t : Tebal dinding pipa (m)

Longitudinal Stress pada dasarnya merupakan penjumlahan dari ketiga tegangan diatas. Sehingga dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_L = \frac{F_{ax}}{A_m} + \frac{POD}{4t} + \frac{Mb}{Z} \quad (8)$$

D. Tegangan Von Mises

Untuk mendapatkan tegangan von mises dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_L^2} - \sigma_h \sigma_L \quad (9)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Tegangan pada Pipa

Dari perhitungan manual yang telah dilakukan, didapatkan nilai tegangan *hoop stress*, *longitudinal stress*, dan *von mises stress*. Nilai tegangan yang didapat ini nantinya akan dibandingkan dengan nilai tegangan hasil analisa numerik. Berikut ini adalah hasil perhitungan manual yang telah dilakukan:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Tegangan

Parameter	Nilai	Satuan
Hoop stress	72,10	MPa
Longitudinal stress	70,84	MPa
Von mises stress	71,45	MPa

