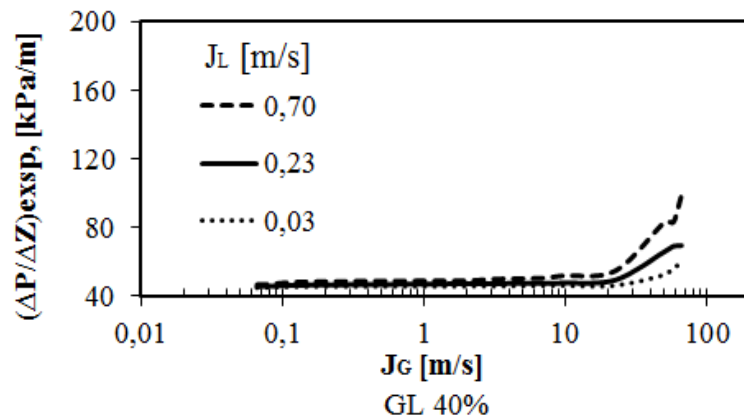


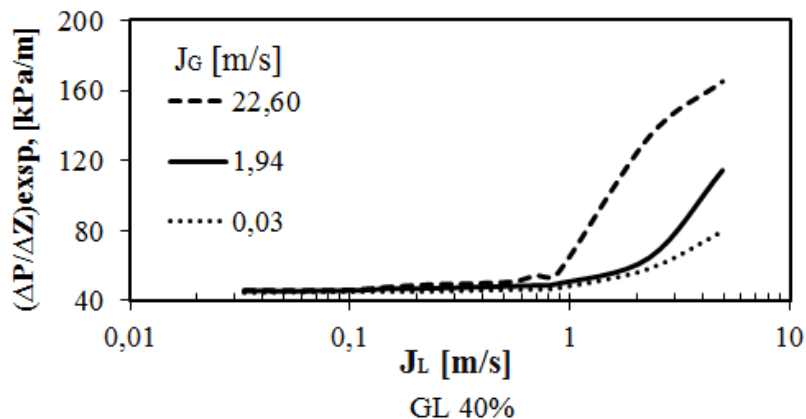
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang investigasi gradien tekanan ini dilakukan dengan pipa mini berdiameter 1,6 mm. Variasi yang digunakan terdiri dari variasi viskositas, variasi kecepatan superfisial gas (J_G) dan *liquid* (J_L). Variasi viskositas yang digunakan yaitu campuran gliserin dengan kadar 40%, 50%, 60%, dan 70%.

4.1 Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 40%

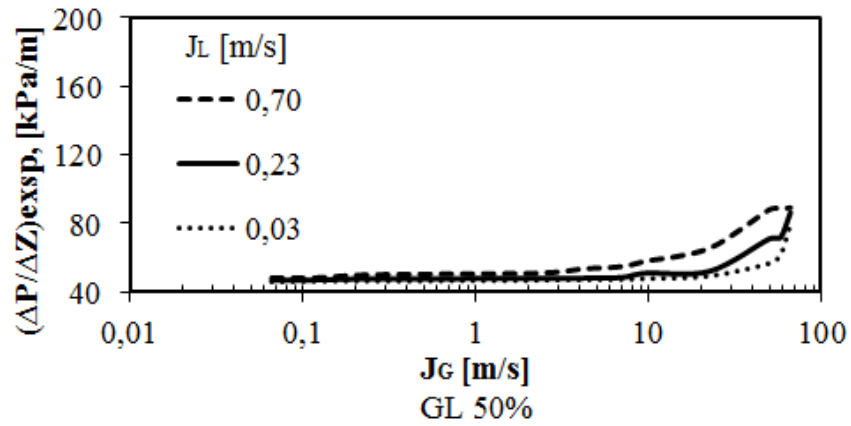


Gambar 4.1 Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 40%

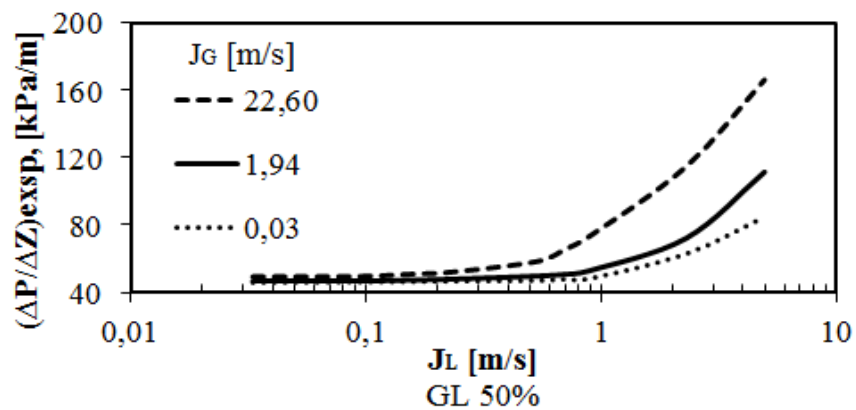


Gambar 4.2 Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 22,60 [m/s]), campuran gliserin 40%

4.2 Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 50%

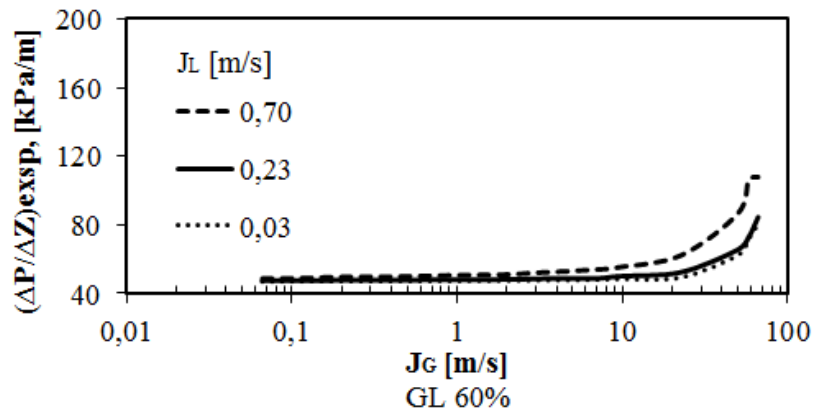


Gambar 4.3 Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 50%

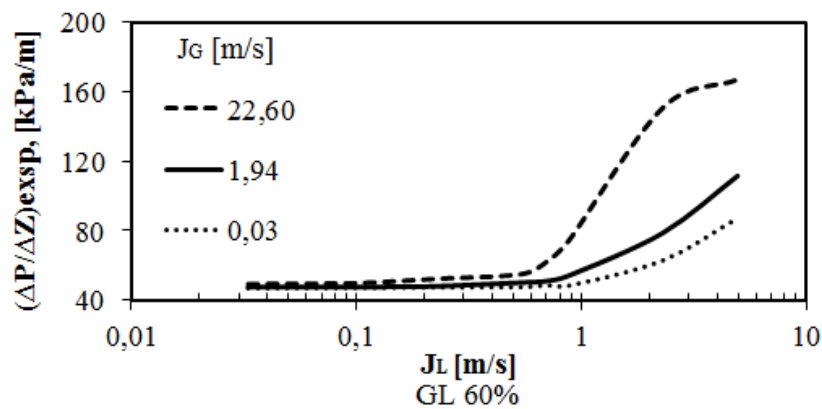


Gambar 4.4 Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 22,60 [m/s]), campuran gliserin 50%

4.3 Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 60%

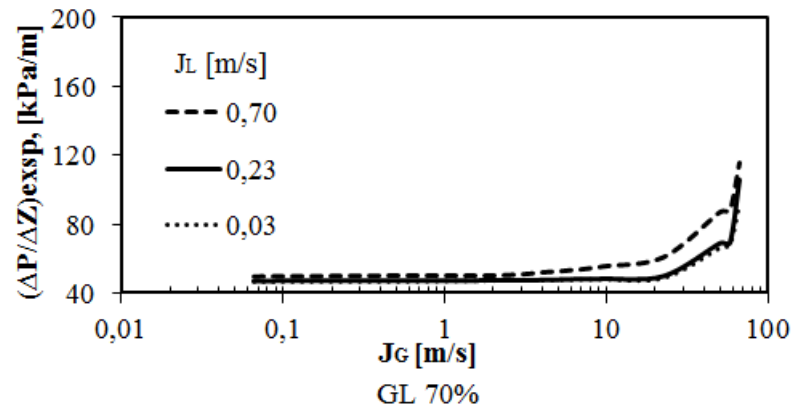


Gambar 4.5 Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 60%

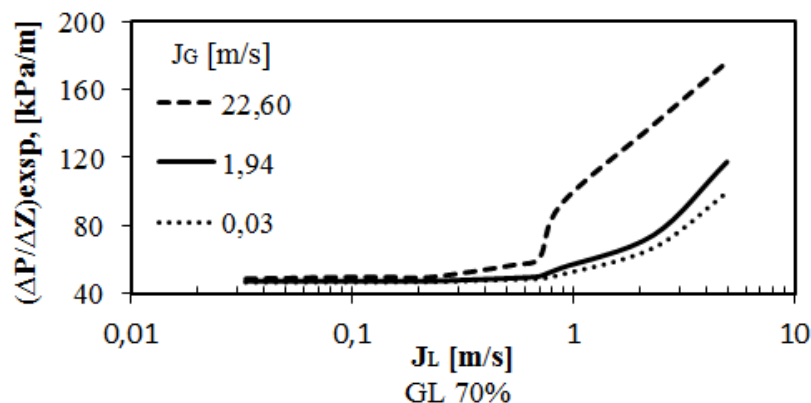


Gambar 4.6 Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 60%

4.4 Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70%



Gambar 4.7 Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 70%



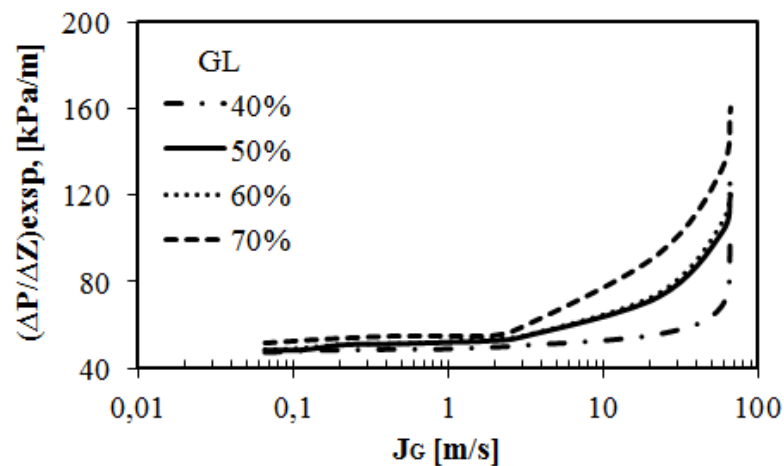
Gambar 4.8 Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 70%

Untuk menunjukkan pengaruh kecepatan superfisial gas dan *liquid* terhadap gradien tekanan, maka dilakukan dengan variasi kecepatan superfisial gas dan *liquid*. Pada Gambar 4.1, 4.3, 4.5, dan 4.7 menunjukkan peningkatan gradien tekanan dengan kecepatan superfisial *liquid* (J_L) tetap dengan variasi kecepatan superfisial gas (J_G). Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan superfisial gas dan *liquid* adalah rotameter udara dan *liquid* dengan rentang 3 J_L (0,03; 0,23; dan 0,70 [m/s]) dan variasi J_G (0-66,3 [m/s]) pada setiap J_L . Gradien tekanan

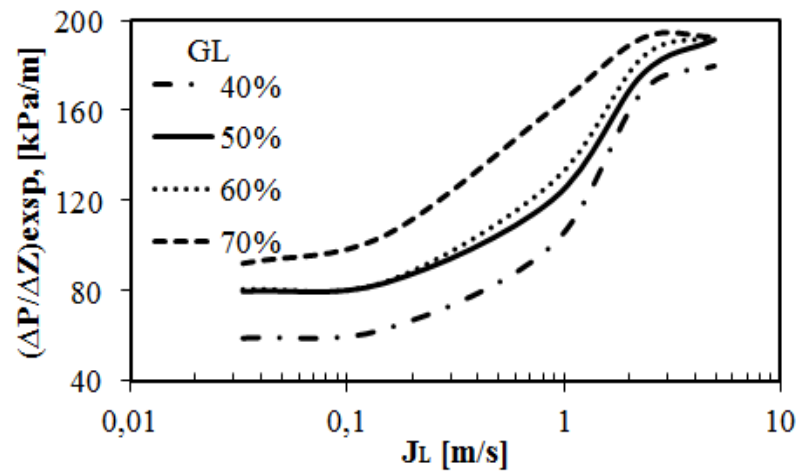
dengan kecepatan superfisial gas (J_G) tetap dan variasi kecepatan superfisial *liquid* (J_L) ditunjukkan pada Gambar 4.2, 4.4, 4.6, dan 4.8. Cara pengukurannya sama dengan J_L tetap menggunakan rotameter pada rentang 3 J_G (0,03; 1,94; dan 22,60 [m/s]) dan variasi J_L (0-4,935 [m/s]).

Pada gambar 4.1 – 4.8 Gradien tekanan ($\Delta P/\Delta Z$) merupakan fungsi dari J_G dan J_L . Supaya sebaran data dapat ditampilkan dengan jelas, maka absis pada empat gambar tersebut dinyatakan dalam skala logaritmik. Dari 4 gambar tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan superfisial berpengaruh terhadap gradien tekanan. Data yang dihasilkan yaitu semakin tingginya kecepatan superfisial gas maupun *liquid* maka gradien tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Naiknya gradien tekanan disebabkan oleh naiknya kecepatan superfisial gas dan *liquid* yang menyebabkan naiknya kecepatan superfisial total (*total volumetric flux*). Kenaikan dari kecepatan superfisial total juga mempengaruhi kenaikan gradien tekanan.

4.5 Pengaruh Viskositas Cairan Terhadap Gradien Tekanan

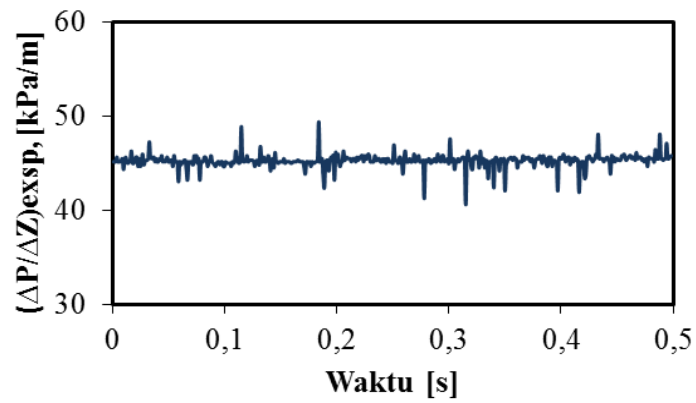


(a)

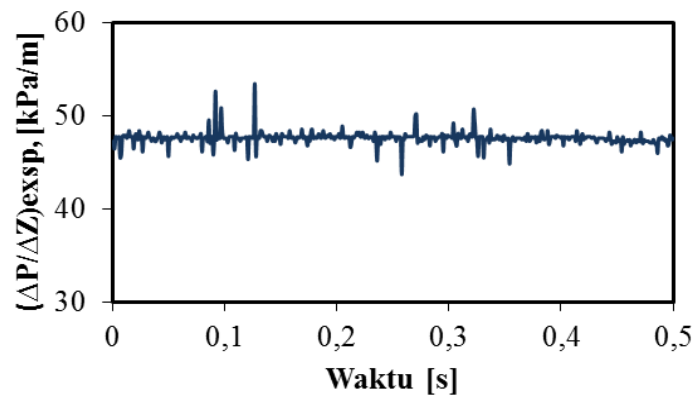


(b)

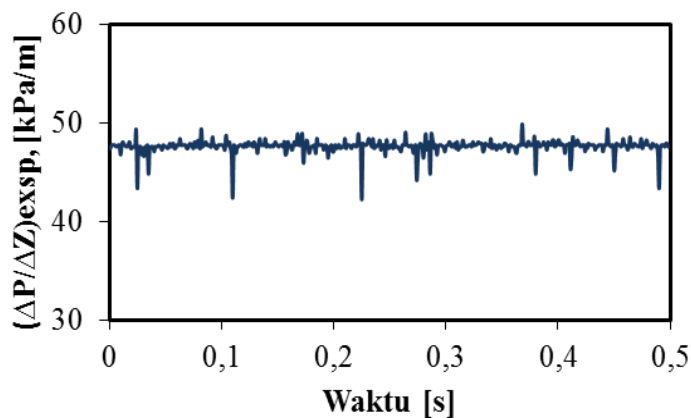
Gambar 4.9 Pengaruh viskositas terhadap gradien tekanan pada (a) $J_L = 0,879$ m/s dan J_G bervariasi, (b) $J_G = 66,3$ m/s dan J_L bervariasi



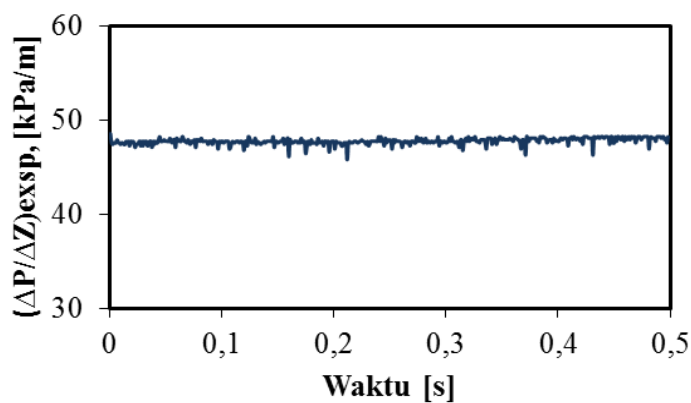
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.10 *Time series pressure gradient* pada $J_G = 0,116$ m/s dan $J_L = 0,149$ m/s (a) GL 40%, (b) GL 50%, (c) GL 60%, dan (d) GL 70%

Dari Gambar 4.8 viskositas mempengaruhi naik atau turunnya gradien tekanan. Semakin besar viskositas maka semakin besar pula gradien tekanan yang dihasilkan karena semakin besarnya viskositas maka bilangan Reynoldnya akan semakin mengecil, sehingga dengan menurunnya bilangan Reynolds maka *friction* yang dihasilkan semakin besar dan dapat mengakibatkan naiknya gradien tekanan.

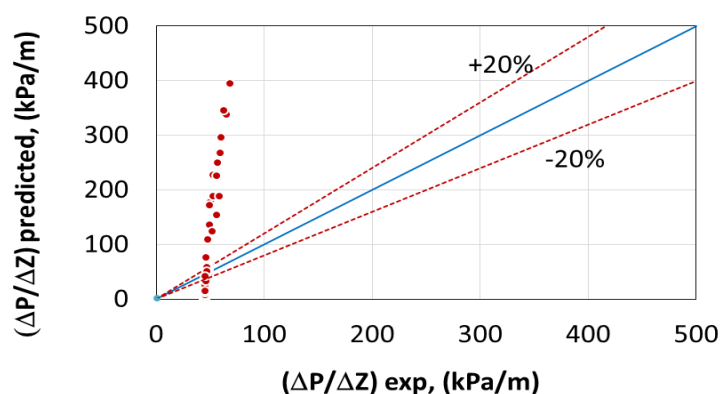
Dari Gambar 4.9 (a) rata-rata gradien tekanan yang dihasilkan adalah 45,24 kPa/m, Gambar 4.9 (b) rata-rata gradien tekanan yang dihasilkan adalah 47,59 kPa/m, Gambar 4.9 (c) rata-rata gradien tekanan yang dihasilkan adalah 47,61 kPa/m, dan Gambar 4.9 (d) rata-rata gradien tekanan yang dihasilkan adalah 47,75 kPa/m. Dari grafik *time-series* terlihat bahwa viskositas berpengaruh terhadap

gradien tekanan yang dihasilkan. Semakin besarnya viskositas campuran air dan gliserin maka rata-rata gradien tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Data tersebut diambil pada $J_G = 0,116$ m/s dan $J_L = 0,149$ m/s. Hal itu disebabkan oleh gesekan yang semakin besar karena viskositasnya bertambah besar. Jika dilihat pada persamaan 2.12 dan 2.13 semakin besarnya viskositas maka bilangan Reynoldnya akan semakin kecil sehingga gesekan yang dihasilkan semakin besar dan mengakibatkan naiknya gradien tekanan.

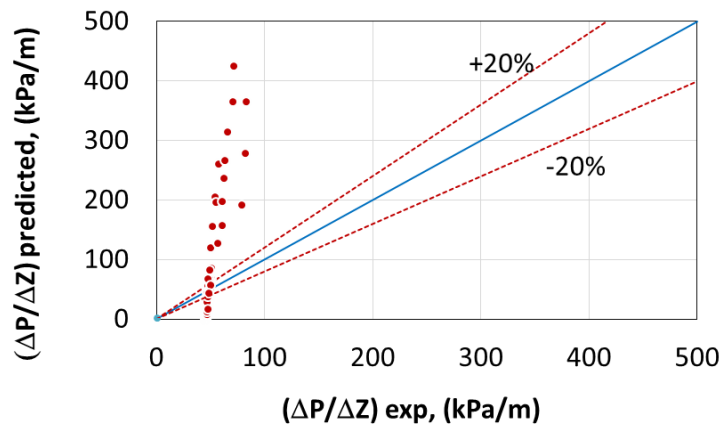
Jika dibandingkan dengan dengan (Sudarja dkk., 2018) yang menggunakan sudut 0° pengaruh yang ditunjukkan tidak terlalu signifikan. Hal tersebut dikarenakan pada aliran dua fase yang menggunakan pipa mini, untuk pengaruh dari gaya grafitasi itu sangat kecil.

4.5.1 Perbandingan Hasil Gradien dengan Data Hasil Prediksi pada Model Homogen

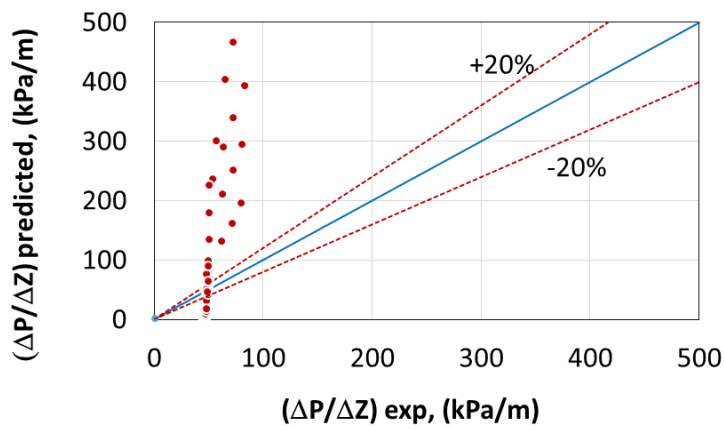
Perbandingan dilakukan terhadap model homogen yang dilakukan oleh (Dukler dkk., 1964). Pada model homogen, gradien tekanan diprediksi dengan perhitungan berdasarkan formulasi viskositas dua fasenya. Nilai *pressure drop* yang didapatkan adalah nilai rata-rata dari hasil penurunan tekanan selama 3 detik yang dikumpulkan untuk dibandingkan dengan model homogen dari (Dukler dkk., 1964). Berdasarkan Gambar 4.11, dapat diketahui bahwa hasil yang didapatkan menyimpang dari data hasil prediksi yang dilakukan oleh (Dukler dkk., 1964) dimana hasil perbandingannya rata-rata memiliki deviasi diatas +20% dan dibawah -20%.



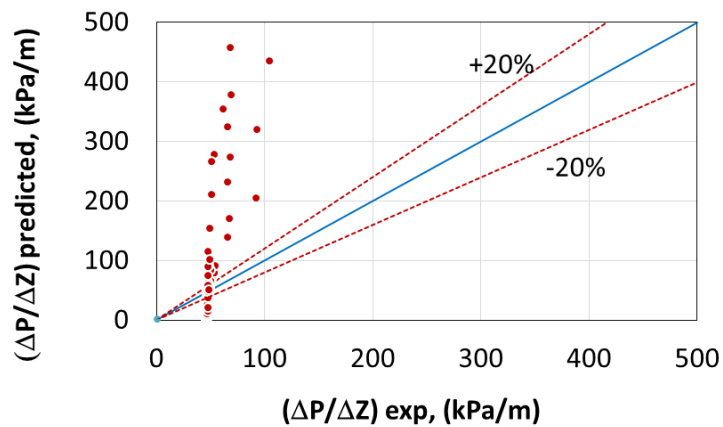
(a)



(b)



(c)

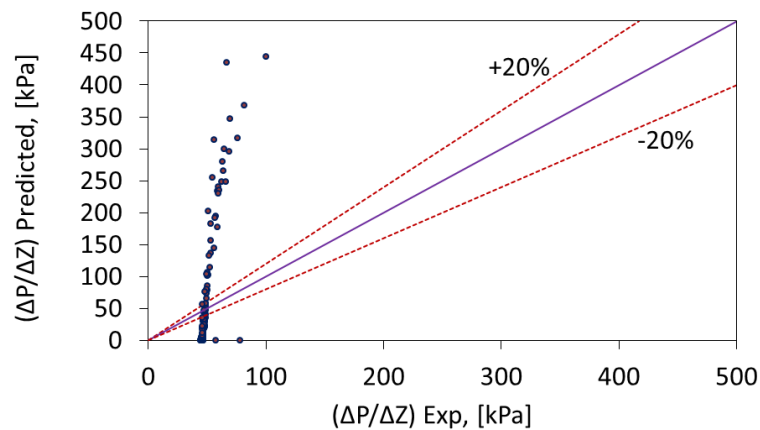


(d)

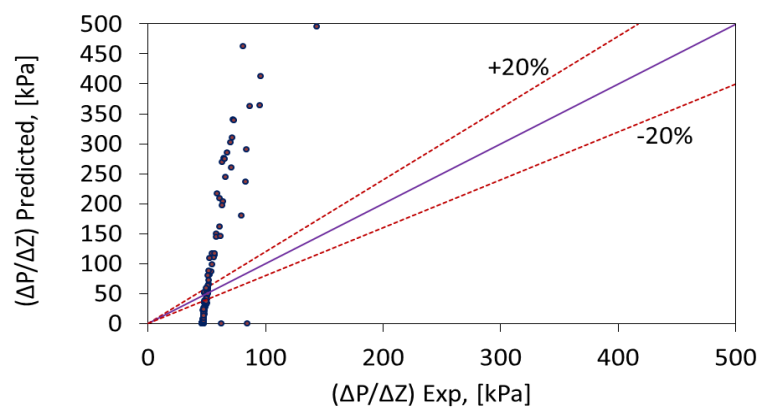
Gambar 4.11 Perbandingan gradien tekanan hasil eksperimen dengan hasil prediksi model homogen (Dukler dkk., 1964) pada persentase gliserin (a) 40%, (b) 50%, (c) 60%, dan (d) 70%

4.5.2 Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Model *Separated Flow*

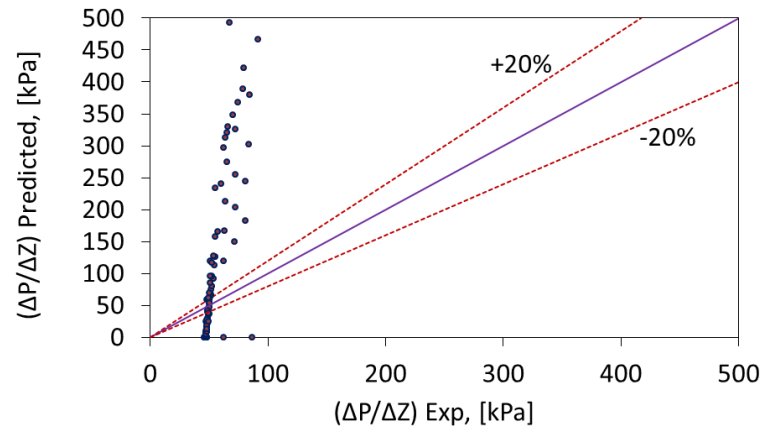
Perbandingan dilakukan terhadap model *separated flow* yang dilakukan oleh (Mishima & Hibiki, 1996). Pada model *separated flow*, gradien tekanan diprediksi dengan perhitungan berdasarkan formulasi viskositas dua fasenya. Nilai *pressure drop* yang didapatkan adalah nilai rata-rata hasil penurunan tekanan selama 3 detik yang dikumpulkan untuk dibandingkan dengan model *separated flow* dari (Mishima & Hibiki, 1996) berdasarkan Gambar 4.12, dapat diketahui bahwa hasil yang didapatkan menyimpang dari data hasil prediksi yang dilakukan oleh (Mishima & Hibiki, 1996) dimana hasil perbandingannya rata-rata memiliki deviasi diatas +20% dan dibawah -20%.



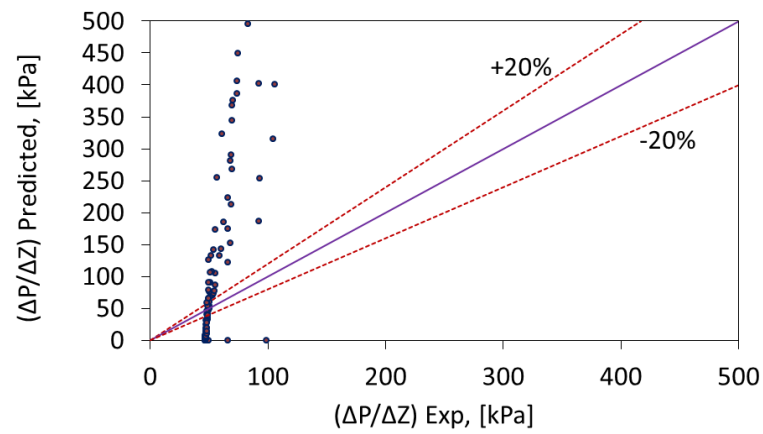
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.12 Perbandingan gradien tekanan hasil eksperimen dengan hasil prediksi model *separated flow* (Mishima & Hibiki, 1996) pada persentase gliserin

(a) 40%, (b) 50%, (c) 60%, dan (d) 70%