

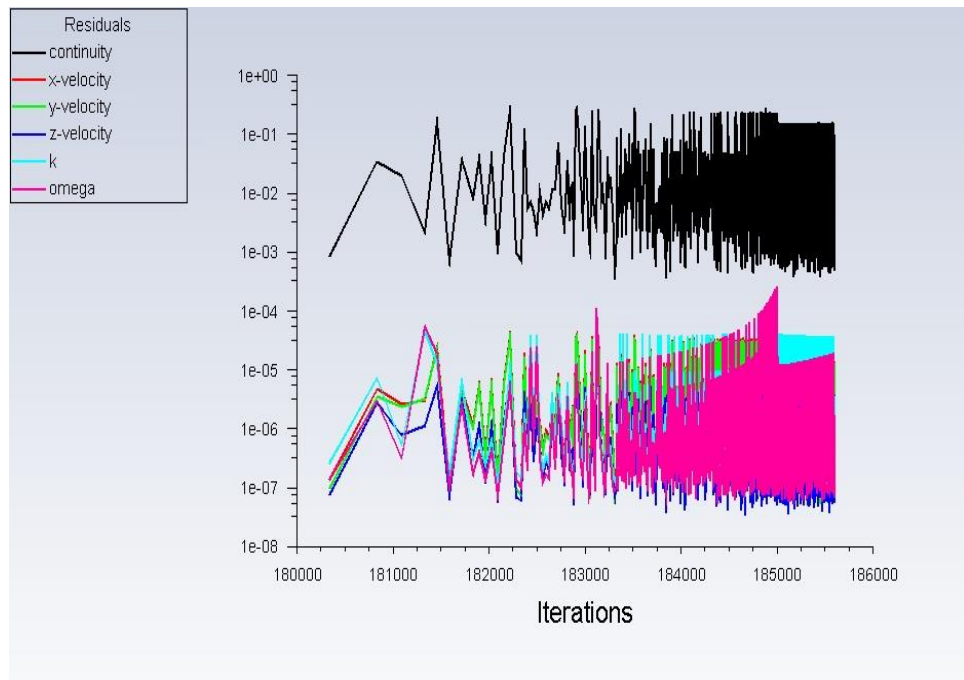
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Simulasi

Model *viscous k-omega standart* dijalankan dalam kondisi *transient* dengan debit aliran pada *inlet* sebesar 6.01 kg/s. Waktu simulasi yang digunakan pada penelitian adalah 4 detik. Mengacu pada pergerakan katup pengantar dan katup buang. Katup pengantar bergerak setinggi satu 1 cm dan katup buang bergerak setinggi 8 cm. Data katup penghantar dan katup buang didapatkan dari pergerakan katup pompa hidram yang sudah di rancang. Pergerakan katup pada pompa hidram dijalankan menggunakan *layering dynamic mesh* dengan *setting* pergerakan menggunakan *profile*.

Nilai *time step* sebesar 0.0001 detik dengan *number of time steps* sebanyak 40000 kali. Nilai *time step* tersebut digunakan karena sesuai dengan waktu simulasi yang digunakan yaitu 4 detik. Maksimum iterasi yang diberikan pada setiap time step adalah sebesar 20 iterasi, nilai tersebut dirasa cukup untuk melakukan simulasi pada penelitian ini untuk meminimalisir waktu komputasi. *Grafik residual monitoring* simulasi dijalankan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.

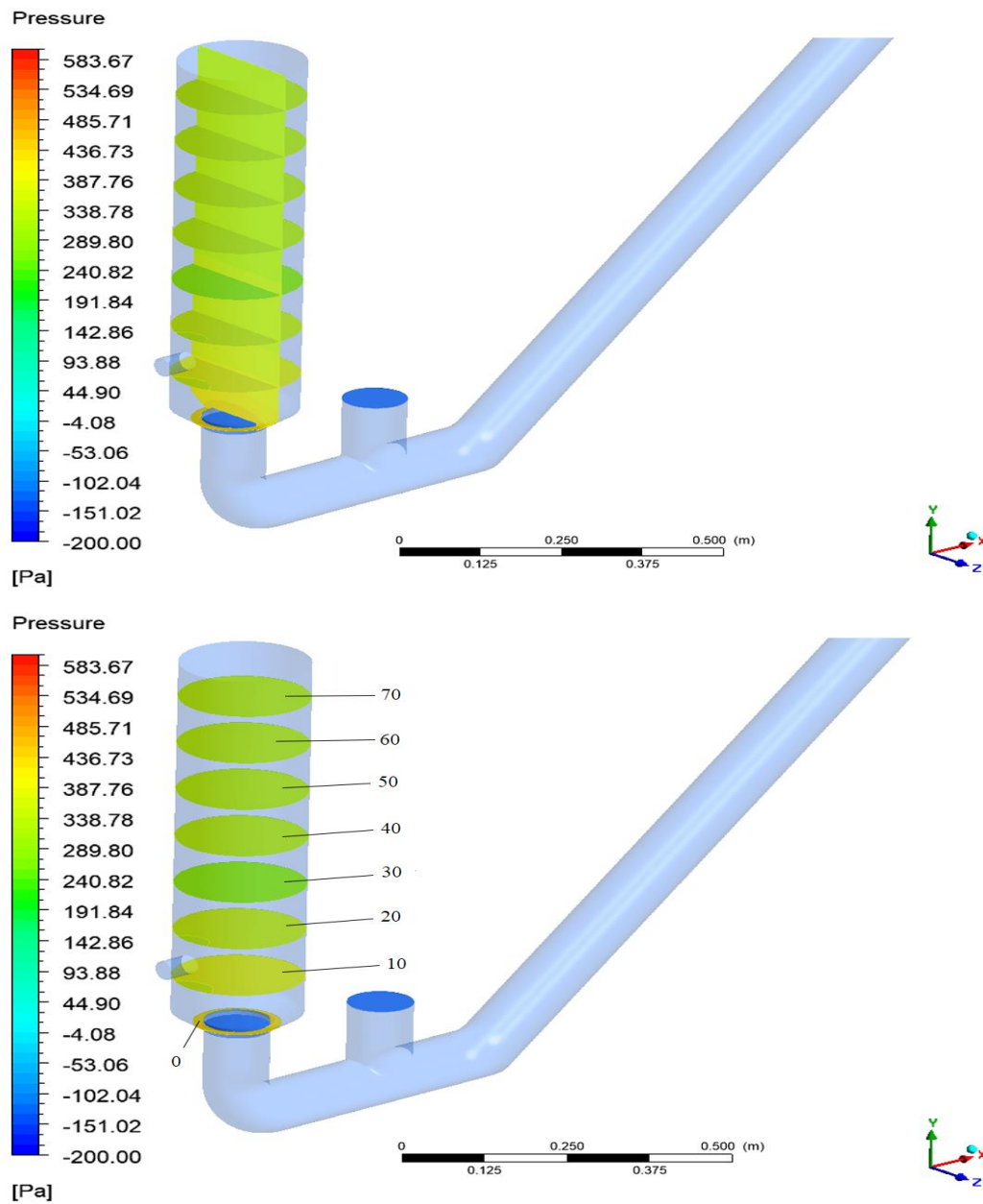


Gambar 4. 1 *Grafik Residual Monitoring*

4.2 HASIL DAN ANALISA KONTUR DISTRIBUSI TEKANAN TABUNG UDARA

Data penelitian ini mendapatkan hasil berupa kontur distribusi tekanan pada tabung pompa hidram dari pengolahan gambar hasil simulasi. Diameter pada tabung sebesar 8 inch dengan tinggi 32 inch dan *volume* sebesar 26 liter. Distribusi tekanan pada tabung pompa hidram berbeda-beda disebabkan banyak faktor seperti besarnya debit yang masuk, terbuka/tertutupnya katup penghantar dan katup pembuangan, ketinggian pipa miring, dan juga adanya elbow pada bagian pompa hidram.

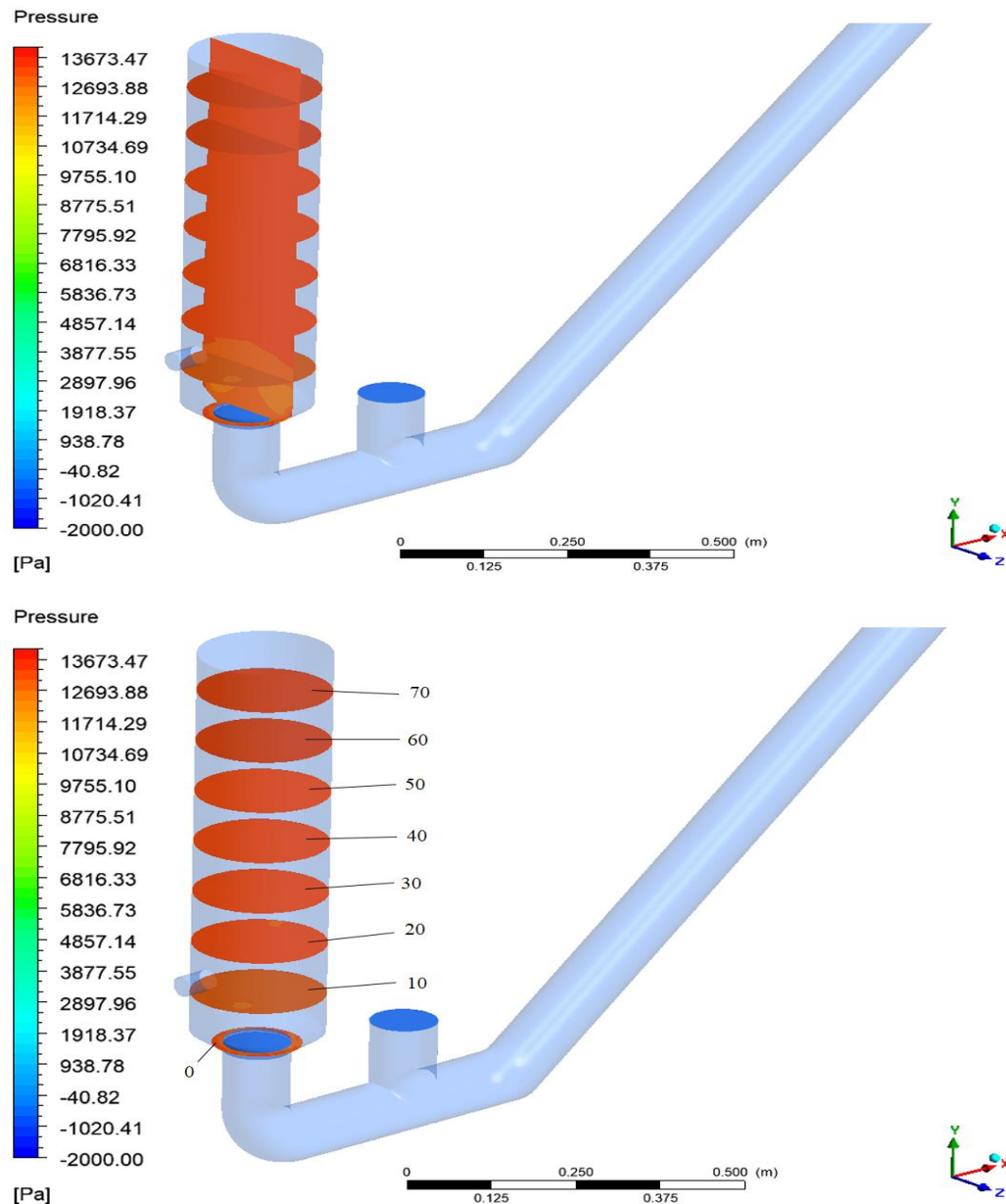
4.2.1 Kontur tekanan tabung posisi katup hantar akan terbuka



Gambar 4. 2 Kontur tekanan tabung saat katup hantar akan terbuka.

kontur tekanan gambar 4.2 dapat dianalisa bahwa tekanan yang terjadi pada tabung belum tinggi karena posisi katup hantar belum terbuka namun pada bagian plane 0 cm sudah terlihat adanya tekanan yang disebabkan posisi katup buang kembali tertutup dan menimbulkan tekanan pada katup hantar.

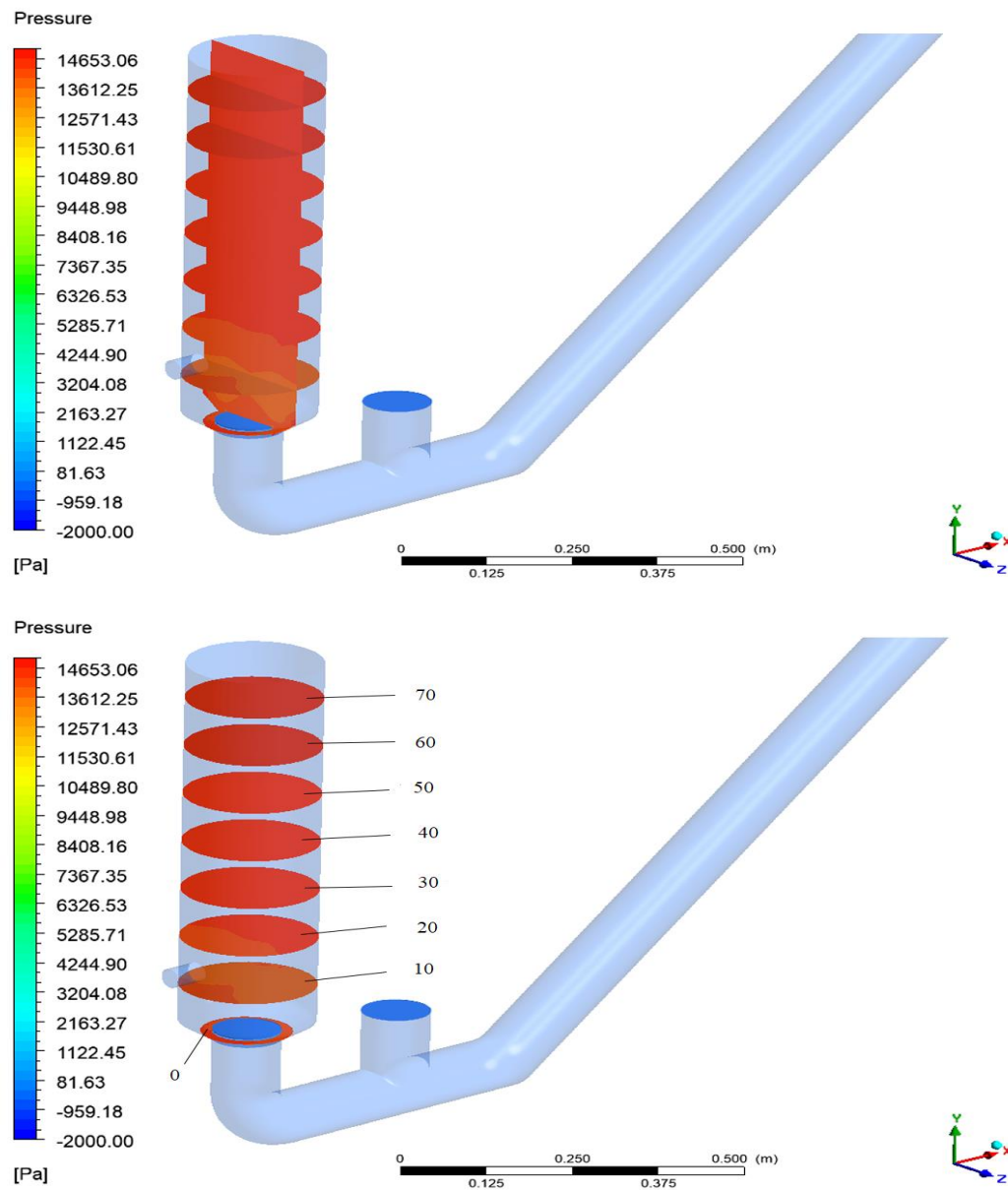
4.2.2 Kontur tekanan tabung posisi katup hantar terbuka 0,5 cm



Gambar 4. 3 Kontur tekanan tabung saat katup hantar terbuka 0,5 cm

Kontur tekanan tabung gambar 4.3 dapat dianalisa bahwa setelah katup hantar terbuka dan posisi katup buang tertutup terjadi kenaikan tekanan di tabung udara. Pada detik ke 2,5 katup hantar akan terbuka setinggi 0,5 cm dikarenakan adanya tekanan pada badan pompa akibat menutupnya katup buang.

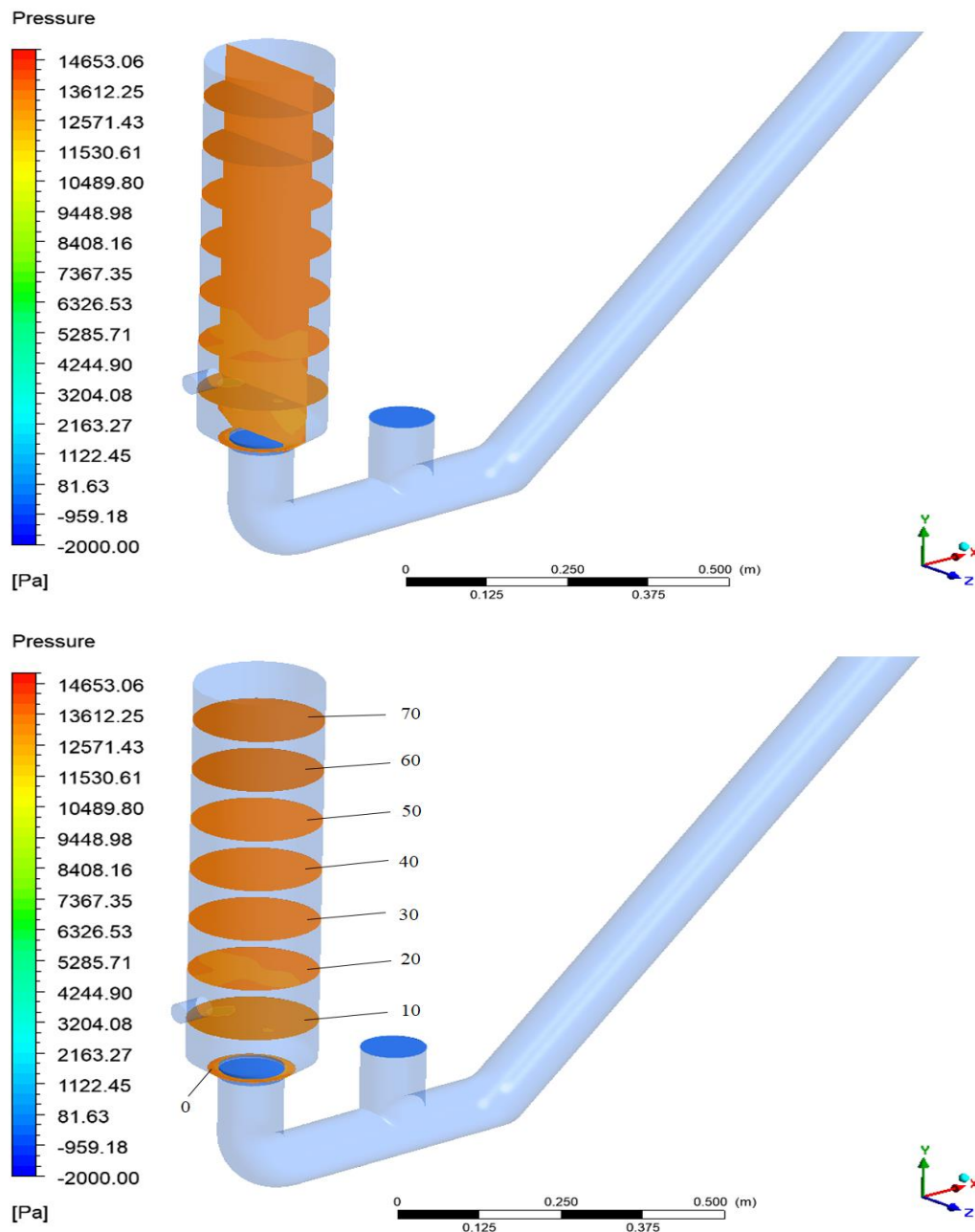
4.2.3 Kontur tekanan tabung posisi katup hantar terbuka 1 cm



Gambar 4. 4 Kontur tekanan tabung saat katup hantar terbuka 1 cm.

Gambar kontur tekanan tabung gambar 4.4 dapat dianalisa bahwa pada saat katup buang tertutup dan katup hantar terbuka penuh setinggi 1 cm tekanan pada tabung mengalami kenaikan lebih besar jika dibandingkan dengan katup hantar hanya yang terbuka setinggi 0,5 cm.

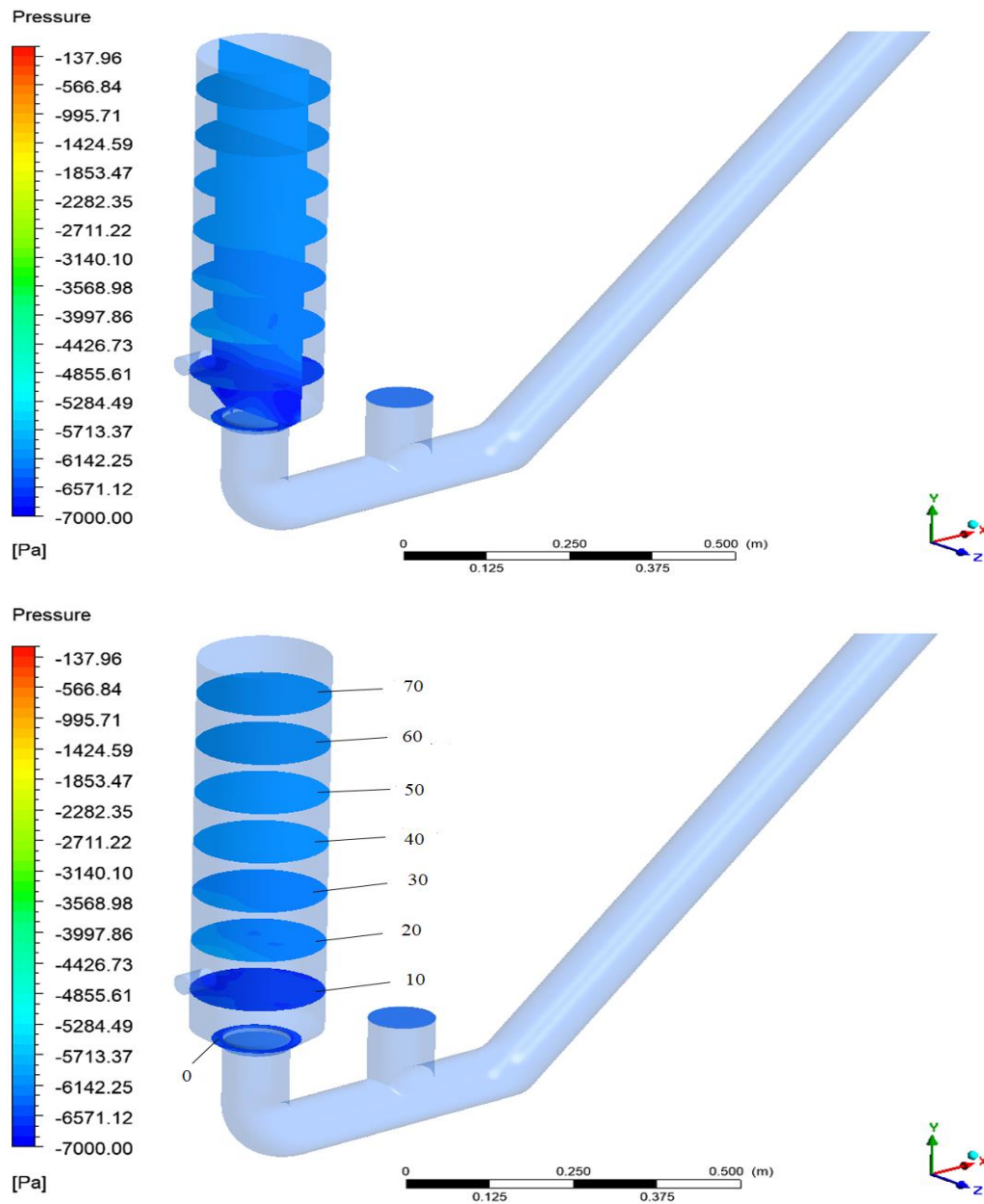
4.2.4 Kontur tekanan tabung posisi katup hantar tertutup 0,5 cm



Gambar 4.5 Kontur tekanan tabung saat katup hantar tertutup 0,5 cm.

Gambar 4.5 menunjukkan kontur tekanan tabung saat katup hantar menutup sebesar 0,5 cm. Tekanan pada tabung mulai berkurang dikarenakan katup hantar yang menutup dan air mulai keluar ke outlet.

4.2.5 Kontur tekanan tabung posisi katup hantar tertutup



Gambar 4. 6 Kontur tekanan tabung saat katup hantar tertutup.

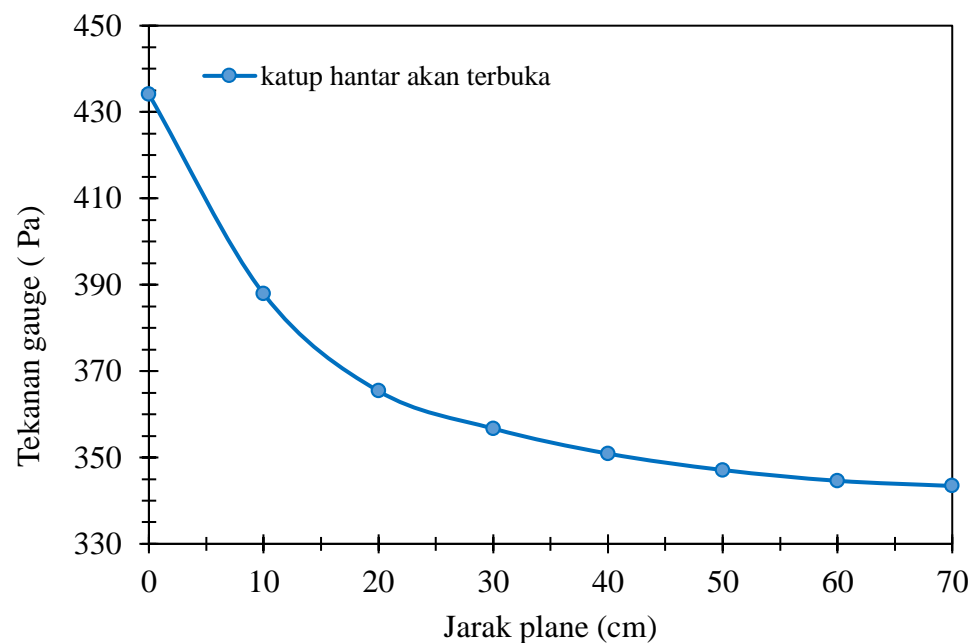
Kontur tekanan gambar 4.6 dapat dianalisa bahwa pada saat katup hantar tertutup tekanan pada tabung mulai hilang sehingga tekanan pada tabung mengecil, dikarenakan udara yang terkompresi pada tabung mendorong air menuju ke outlet.

4.3 HASIL ANALISA DATA DAN GRAFIK *PRESSURE* TABUNG UDARA

4.3.1 Data dan grafik pressure tabung saat katup hantar akan terbuka

Tabel 4. 1 Data pressure tabung udara saat katup hantar akan terbuka.

Data <i>pressure</i> tabung udara saat katup hantar akan terbuka	
Jarak <i>plane</i> (cm)	<i>Pressure</i> (Pa)
0	434.1
10	387.9
20	365.4
30	356.7
40	350.9
50	347.1
60	344.6
70	343.4



Gambar 4. 7 Grafik tekanan tabung udara saat katup hantar akan terbuka.

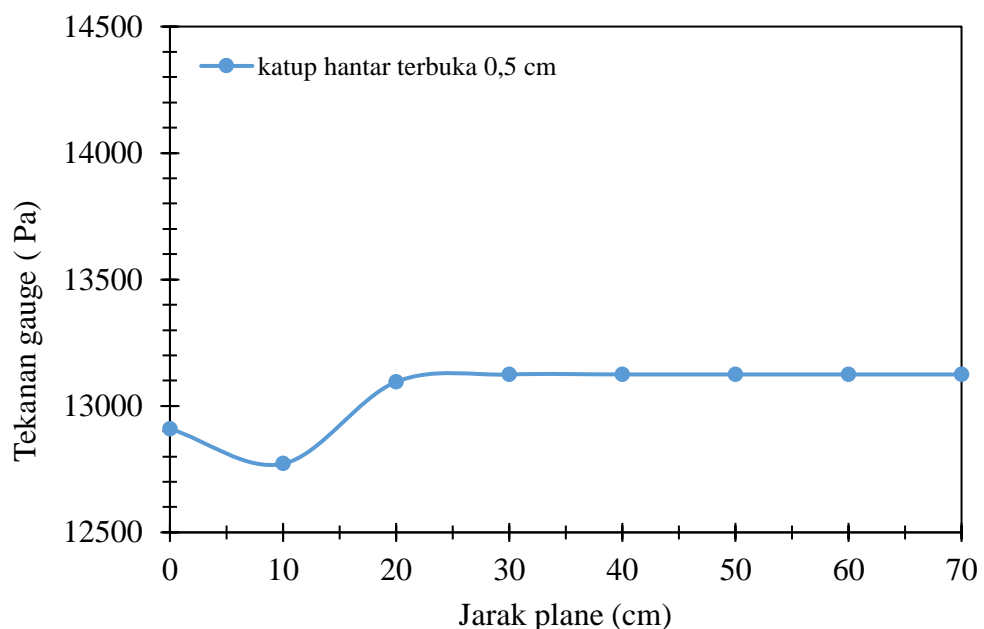
Data dan grafik pressure tabel 4.1 dan gambar 4.7 dapat dianalisa bahwa tekanan tertinggi terdapat pada plane 0 karena tekanan dari badan pompa baru akan

terdistribusikan ke katup hantar, pada plane yang lain tekanan belum terdistribusikan karena tekanan baru masuk ke bagian katup hantar.

4.3.2 Data dan grafik pressure tabung saat katup hantar terbuka 0,5 cm

Tabel 4. 2 Data pressure tabung udara saat katup hantar terbuka 0,5 cm.

Data <i>pressure</i> tabung udara saat katup hantar terbuka 0,5 cm	
Jarak <i>plane</i> (cm)	<i>Pressure</i> (Pa)
0	12909.7
10	12771.4
20	13095.1
30	13124.3
40	13124.6
50	13124.6
60	13124.5
70	13124.5



Gambar 4. 8 Grafik tekanan tabung udara saat katup hantar terbuka 0,5 cm.

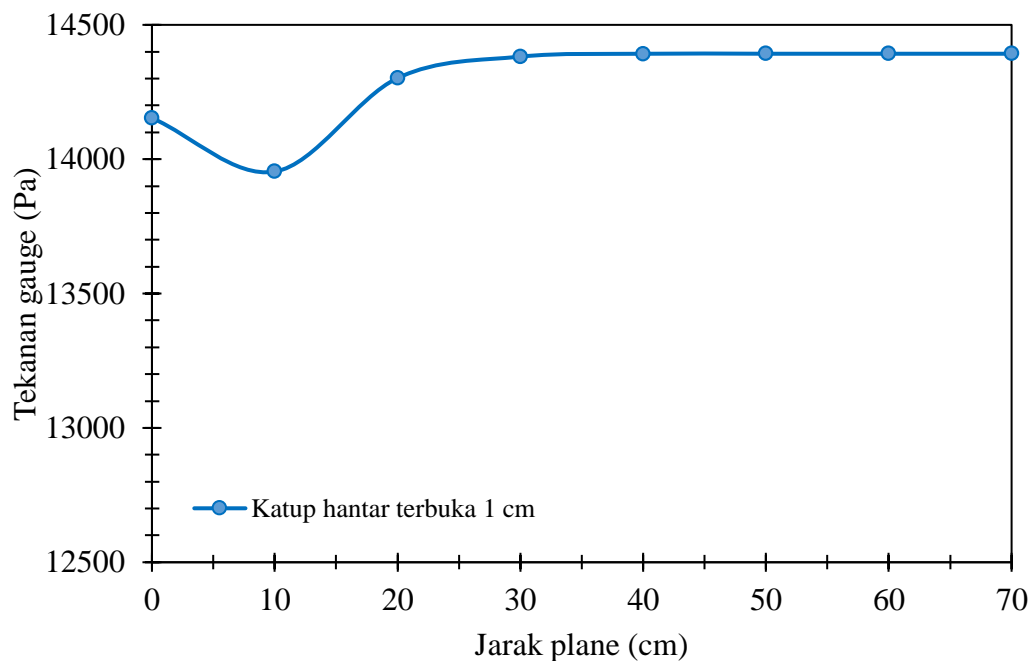
Data dan grafik pressure tabel 4.2 dan gambar 4.8 dapat dianalisa bahwa pada plane 10 cm terjadi tekanan yang lebih rendah dibandingkan dengan plane

yang lainnya yaitu sebesar 12771,4 Pa dikarenakan pada plane tersebut terdapat outlet dan pada plane 20 sampai 70 cm tekanan tabung stabil.

4.3.3 Data dan grafik pressure tabung saat katup hantar terbuka 1 cm

Tabel 4. 3 Data pressure tabung udara saat katup hantar terbuka 1 cm.

Data <i>pressure</i> tabung udara saat katup hantar terbuka 1 cm	
Jarak <i>plane</i> (cm)	<i>Pressure</i> (Pa)
0	14153.3
10	13953.8
20	14301.9
30	14381.7
40	14392.4
50	14392.5
60	14392.5
70	14392.5



Gambar 4. 9 Grafik tekanan tabung udara saat katup hantar terbuka 1 cm.

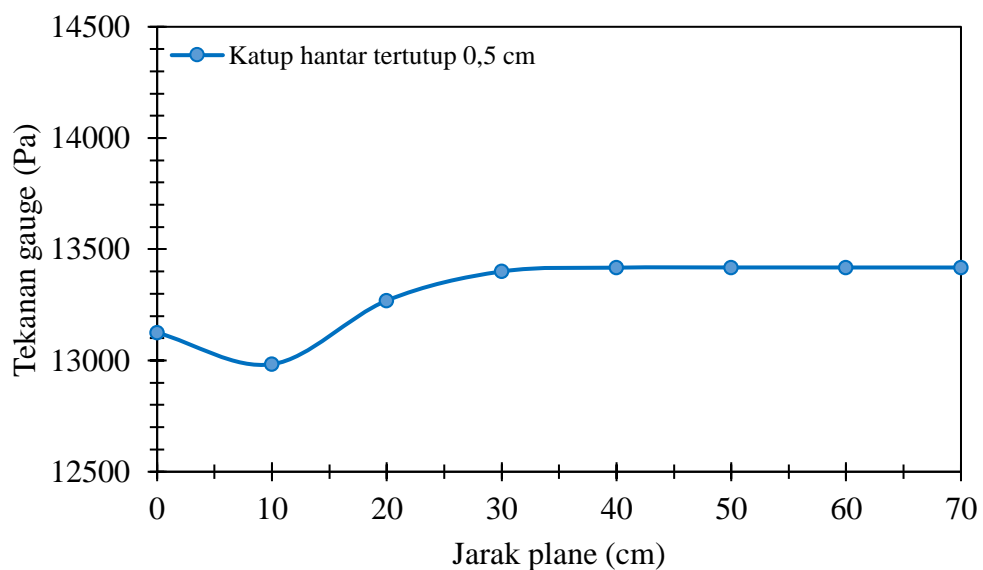
Data dan grafik tekanan tabel 4.3 dan gambar 4.9 diketahui bahwa tekanan yang terjadi di pompa merupakan tekanan tertinggi dari pada kondisi lainnya

dikarenakan pada kondisi diatas katup hantar sudah terbuka penuh mengakibatkan tekanan pada badan pompa yang tinggi terdistribusi sepenuhnya ke tabung udara. Pada plane 11 cm terjadi penurunan tekanan yang disebabkan adanya outlet namun jika dibandingkan dengan data grafik saat katup hantar terbuka 0,5 cm, tekanan tersebut mengalami kenaikan dari 12771,4 Pa menjadi 13953,8 Pa.

4.3.4 Data dan grafik pressure tabung saat katup hantar tertutup 0,5 cm

Tabel 4. 4 Data pressure tabung udara saat katup hantar tertutup 0,5 cm.

Data <i>pressure</i> tabung udara saat katup hantar tertutup 0,5 cm	
Jarak <i>plane</i> (cm)	<i>Pressure</i> (Pa)
0	13125.1
10	12983.2
20	13269.5
30	13400.1
40	13417.3
50	13418.2
60	13418.1
70	13418



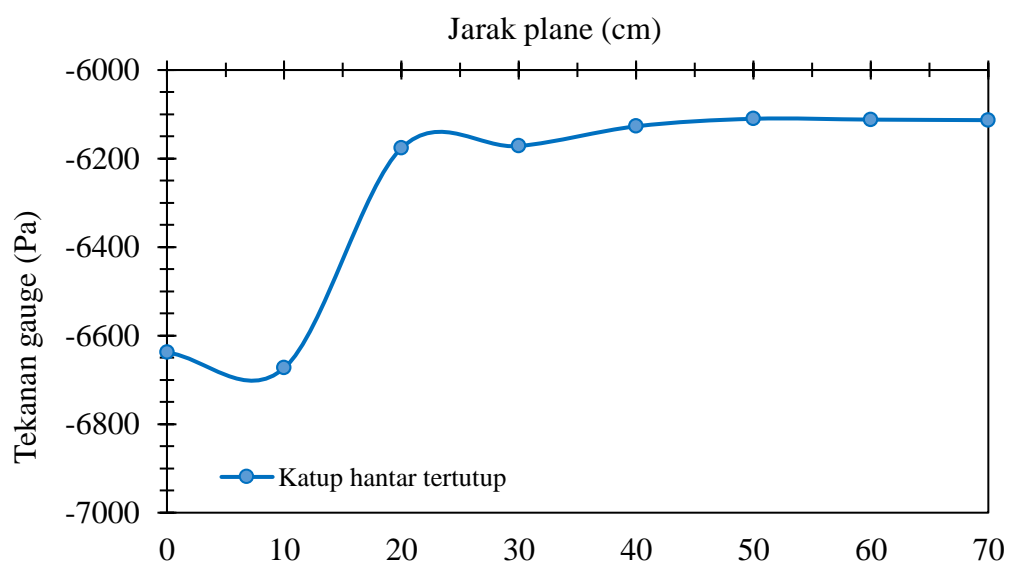
Gambar 4. 10 Grafik tekanan tabung udara saat katup hantar tertutup 0,5 cm.

Data dan grafik tabel 4.4 dan gambar 4.10 telah terjadi penurunan tekanan jika dibandingkan dengan data dan grafik pada saat katup hantar terbuka penuh. Data dan grafik diatas menunjukkan bahwa tekanan menurun dikarenakan katup hantar tertutup 0,5 cm dan air mulai keluar ke outlet.

4.3.5 Data dan grafik pressure tabung saat katup hantar tertutup

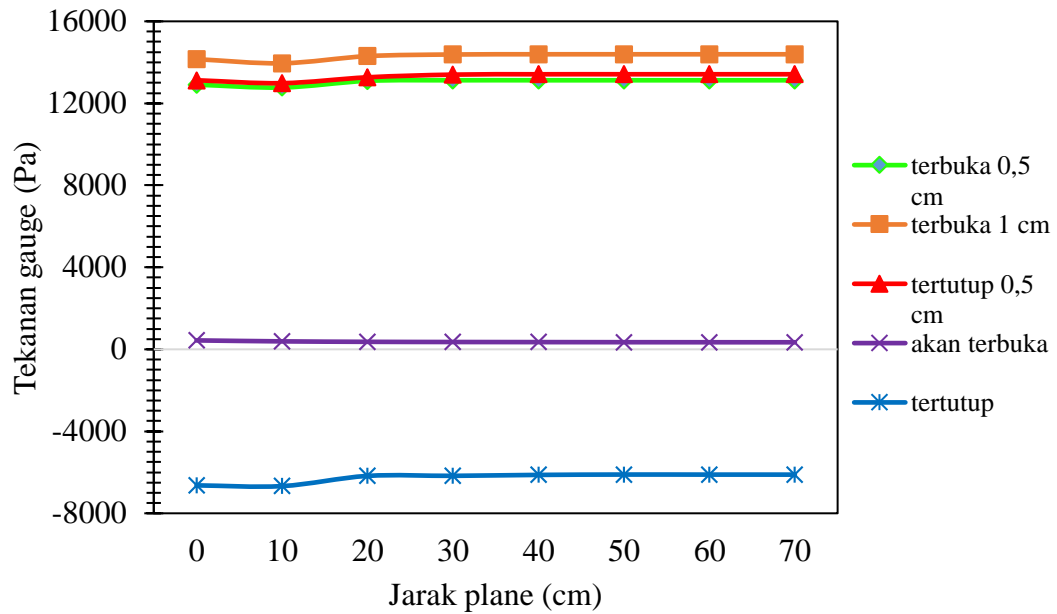
Tabel 4. 5 Data pressure tabung udara saat katup hantar tertutup.

Data <i>pressure</i> tabung udara saat katup hantar tertutup 0,5 cm	
Jarak <i>plane</i> (cm)	<i>Pressure</i> (Pa)
0	-6637.9
10	-6673.04
20	-6176.05
30	-6171.71
40	-6127.11
50	-6110.13
60	-6112.02
70	-6113.22



Gambar 4. 11 Grafik tekanan tabung udara saat katup hantar tertutup.

Data dan grafik tabel 4.5 dan gambar 4.11 tekanan pada tabung udara sangat kecil dikarenakan katup hantar yang telah tertutup penuh mengakibatkan tekanan pada badan pompa tidak terdistribusikan ke tabung melalui katup hantar. Udara pada tabung menekan air menuju ke outlet.



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan tekanan saat katup hantar mulai terbuka hingga tertutup

Grafik perbandingan tekanan yang terjadi pada saat katup akan terbuka hingga tertutup penuh menunjukkan perbedaan tekanan pada tabung udara pompa hidram. Tekanan tertinggi berada saat katup hantar terbuka setinggi 1 cm atau terbuka penuh sedangkan tekanan terendah berada pada saat katup hantar tertutup penuh dikarenakan tekanan pada badan pompa tidak terdistribusikan lagi melalui katup hantar.

4.4 Validasi

Validasi pada penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan secara teoritis dengan simulasi numerik menggunakan *ANSYS Fluent 19 R2 academic*.

- **Tekanan pada Tabung Udara Pompa Hidram**

$$v_0 = \frac{Q}{A}$$

Dimana, Q = Debit aliran fluida (0,00601 m³/s)

A = Luas Penampang (0,008107 m²)

$$v_0 = \frac{0,00601}{0,008107}$$

$$v_0 = 0,741 \text{ m/s}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2 \times g \times (h_1 - h_2)}$$

Dimana, v_0 = Kecepatan aliran fluida pada inlet (0,741 m/s)

v_1 = kecepatan aliran fluida pada badan pompa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h_1 = Ketinggian aliran fluida pada pipa pelesat (4,789 m)

h_2 = Ketinggian aliran fluida pada katup buang (0 m)

$$v_1 = \sqrt{0,741^2 + 2 \times 9,81 \times (4,789 - 0)}$$

$$v_1 = 9,731 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \times g \times (h_1 - h_2)}$$

Dimana, v_1 = kecepatan aliran fluida pada badan pompa (9,731 m/s)

v_2 = kecepatan aliran fluida pada tabung udara (m/s)

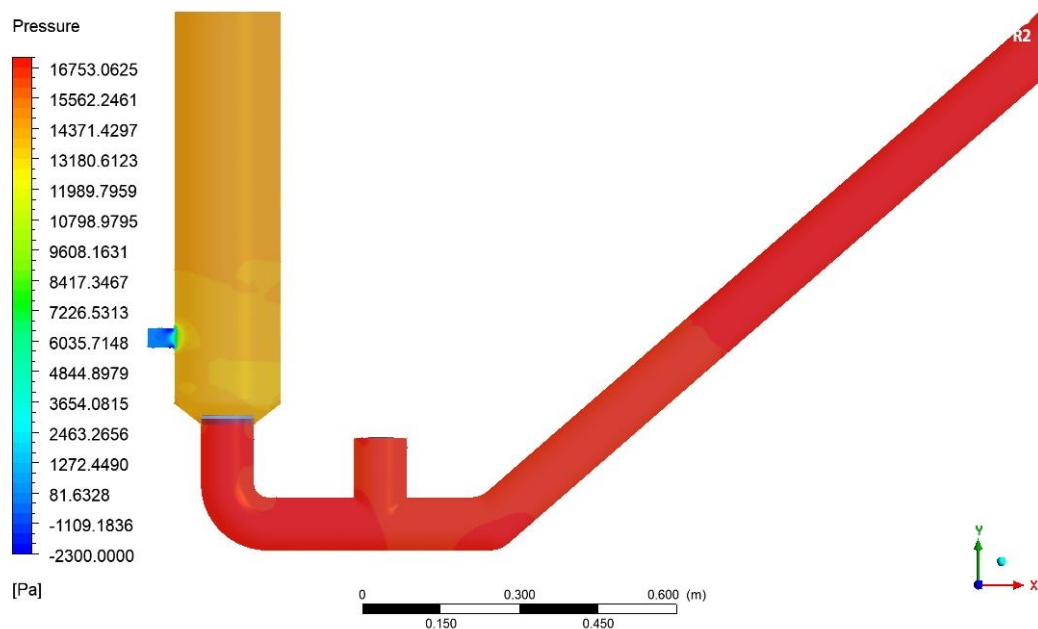
h_1 = Ketinggian aliran fluida pada pipa pelesat (4,789 m)

h_2 = Ketinggian aliran fluida pada tabung udara (0,997 m)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

$$v_2 = \sqrt{9,731 + 2 \times 9,81 \times (4,789 - 0,997)}$$

$$v_2 = 9,172 \text{ m/s}$$



Gambar 4. 13 Kontur tekanan tabung pada katup hantar terbuka penuh

Hasil tekanan pada pompa hidram didapat dari perhitungan dengan asumsi fluida bersifat *incompressible*. Tekanan pada tabung udara pompa hidram dilakukan perhitungan menggunakan persamaan Bernoulli sebagai berikut:

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{1}{2} \times (V_2^2 - V_1^2) + g \times (h_2 - h_1)$$

Dimana, ΔP = Perbedaan tekanan (Pa)

v_1 = Kecepatan aliran fluida pada badan pompa (9,731 m/s)

v_2 = Kecepatan aliran fluida pada tabung udara (9,172 m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h_1 = Ketinggian aliran fluida pada pipa pelesat (4,789 m)

h_2 = Ketinggian aliran fluida pada tabung udara (0,997 m)

ρ = Massa jenis air (997 kg/m³)

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{1}{2} \times (9,172^2 - 9,731^2) + 9,81 \times (0,997 - 0)$$

$$\frac{\Delta P}{997} = 4,497$$

$$\Delta P = 4483,689 \text{ Pa}$$

Hasil perhitungan teoritis dan simulasi numerik terdapat perbedaan. Hasil perhitungan menggunakan data sesuai dengan data eksperimen hasilnya 4483,689 Pa sedangkan hasil menggunakan simulasi numerik hasilnya 3572,45 Pa.