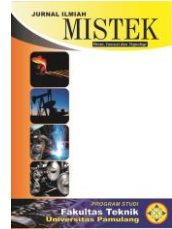




JURNAL MISTEK

JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



SIMULASI KERJA ALIRAN ALIRAN FLUIDA PADA HIDROLIK MESIN UJI TARIK DENGAN VARIASI KEKUATAN 5 BAR, 7 BAR, 9 BAR DENGAN *SOFTWARE ANSYS 2022 R1*

Damianus Taek Sani Kolo¹, Nur Rohmat², Sunny Ineza Putri³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : kolodamianus25@gmail.com¹, dosen00597@unpam.ac.id², dosen02783@unpam.ac.id³

Masuk : 24 September 2021

Direvisi : 6 Oktober 2021

Disetujui : 16 November 2021

Abstrak: Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan aliran fluida dalam mesin uji tarik dimana akan diberi tekanan 5 Bar, 7 Bar dan 9 Bar dengan variasi sudut belok pipa 45°, 60° dan 90°, serta nilai kerugian aliran fluida itu sendiri. Untuk mengetahui pengaruh aliran fluida dan nilai kerugian aliran fluida dapat diketahui dengan bantuan *Software ANSYS 2022 R1* (numerik). Dengan persamaan komputasi *k-epsilon* untuk aliran laminar yang nantinya hasil simulasi akan dibandingkan dengan hasil perhitungan (empiric). Dalam simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan aliran fluida dan nilai gesekan pada pipa dengan sudut 45°, 60° dan 90° dengan kekuatan tekanan 5 Bar, 7 Bar dan 9 Bar. Variasi model pipa yang di uji memiliki ukuran diameter dalam pipa 0,0239 m dan ukuran diameter luar pipa 0,0266 m dan ketebalan pipa 0,0027 m, dengan panjang pipa 0,6 m dan 0,4 m, kecepatan masuk aliran fluida 1,5 m/s. Perbedaan antara hasil simulasi dan hasil perhitungan pada sudut pipa 45° sebesar 325,55 Pa (5,23%) , sudut 60° sebesar 806,77 Pa dan sudut 90° 590,88 Pa.

Kata kunci: aliran fluida, sudut pipa, tekanan, kekuatan

Abstract: With the aim of knowing the effect of the strength of the fluid flow in the tensile testing machine where the pressure will be 5 Bar, 7 Bar and 9 Bar with variations in pipe turning angles of 45°, 60° and 90°, as well as the value of the loss of fluid flow itself. To determine the effect of fluid flow and the value of fluid flow losses, it can be known with the help of *ANSYS 2022 R1* (numeric) software. With the *k-epsilon* computational equation for laminar flow, the simulation results will be compared with the calculation results (empiric). This simulation aims to determine the effect of fluid flow strength and friction value on pipes with angles of 45°, 60° and 90° with a pressure strength of 5 Bar, 7 Bar and 9 Bar. The variation of the pipe model tested has a pipe inner diameter of 0.0239 m and a pipe outer diameter of 0.0266 m and a pipe thickness of 0.0027 m, with a pipe length of 0.6 m and 0.4 m, the fluid flow inlet velocity is 1,5 m/s. The difference between the simulation results and the calculation results at the pipe angle of 45° is 325.55 Pa (5.23%), 60° angle is 806.77 Pa and 90° angle is 590.88 Pa.

Keywords: fluid flow, pipe angle, pressure, strength

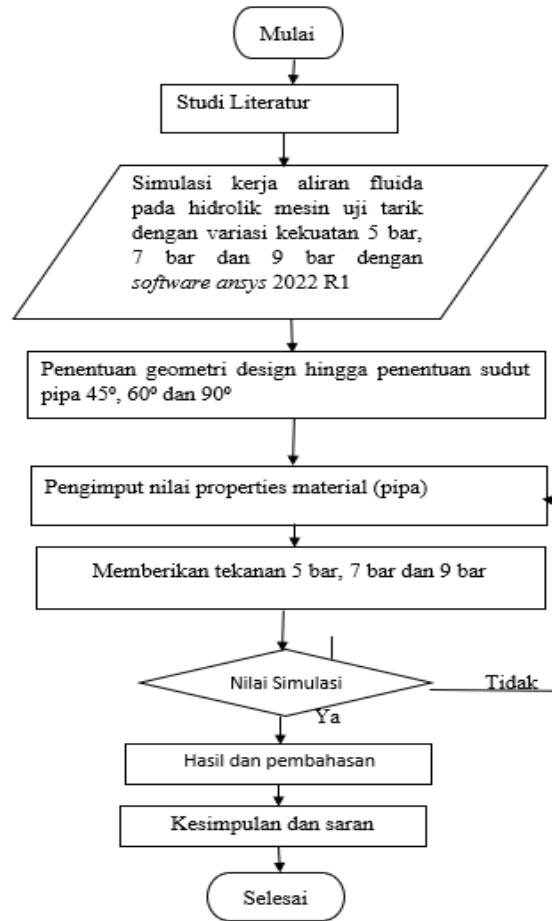
PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terciptanya produk-produk baru. Di bidang manufaktur, hal ini menjadi isu yang sangat penting karena banyak kendala yang harus diatasi. Untuk menentukan kekuatan tarik suatu bahan sehingga beban terjadi dibawah beban tarik. Kajian penelitian ini adalah analisis aliran fluida pada hidrolik dengan variasi kekuatan 5 bar, 7 bar 9 bar saat dilakukan uji tarik.

Untuk mengetahui pengaruh aliran fluida pada aliran pipa ketika diberikan sudut pipa 45°, 60° dan 90° saat diberikan tekanan 5 bar, 7 bar, 9 bar. Serta untuk mengetahui nilai head loss pada aliran fluida dengan sudut pipa 45°, 60°, 90° saat diberikan beban 5 bar, 7 bar dan 9 bar.

METODOLOGI

Penelitian Dalam menyelesaikan penelitian maka diperlukan kerangka / tahapan pengerjaan dan memulai sampai selesai agar memudahkan penulis dan pembaca dalam memahami tahapan pengerjaan penelitian ini. Berikut ini adalah diagram alir penelitian Skripsi antara lain seperti berikut:



Gambar 3.4 Diagram alir

Persiapan pengujian

Perisapan alat-alat sebelum melakukan pengujian atau pada saat pengujian dilakukan.

1. Laptop

Laptop yang digunakan untuk simulasikan solidworks adalah laptop Dell

2. Software ANSYS STUDENT R1



Gambar 3.5 Software ANSYS STUDENT 2022 R1

Pada penelitian ini menggunakan *Software ANSYS STUDENT R1*. *Software* ini digunakan untuk mensimulasikan aliran fluida pada mesin uji bending. *ANSYS STUDENT R1* mempunyai peranan penting dalam simulasi

3. Waktu dan tempat pelaksanaan pengujian

Berikut ini adalah tempat dan waktu pelaksanaan simulasi pengujian aliran fluida

a. Waktu

Waktu pelaksanaan pengujian simulasi dilaksanakan pada hari

b. Tempat

Tempat pelaksanaan simulasi pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Pamulang.

Langkah – Langkah Desain

Sebelum melakukan desain gambar, ada beberapa langkah yang harus diketahui untuk membuat part pada *Software ANSYS 2022 R1* sebagai berikut:

1. Design Part

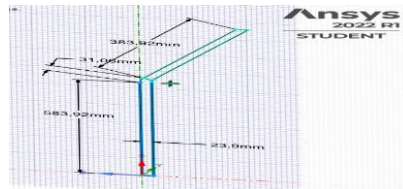
Model desain gambar pipa yang akan dirancang adalah pipa dengan besar sudut belokan 45° , 60° dan 90° . Berikut ini adalah langkah-langkah perancangan model dengan menggunakan *Software ANSYS Workbench 2022 R1*.

- Nyalakan computer yang akan digunakan untuk merancang desain pipa yang akan dibuat.
- Buka *Software ANSYS Workbench 2022 R1* pada computer
- Pilih “*Fluid Flow (Fluent)*” pada tampilan *Software ANSYS Workbench 2022 R1*, kemudian pilih “*Geometry*”.
- Pilih “*Sketch*” pada menu bar kemudian pilih “*Top Plane*”
- Membuat desain pipa dengan besar sudut pipa 45° , 60° dan 90°

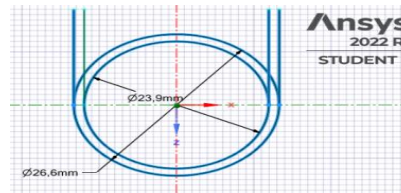
Pipa yang direncanakan memiliki ukuran sebagai berikut.

I. Pipa dengan sudut 45°

- Nominal *Pipa Size* = $\frac{3}{4}$
- Diameter Dalam (DN) = 23,9 mm
- Diameter Luar (OD) = 26,6 mm
- Panjang pipa = 400 mm dan 600 mm
- Sudut Belokan Pipa = 45°



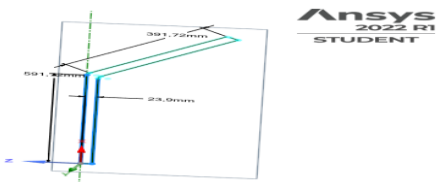
Gambar pipa sudut 45° (Tampak Atas)



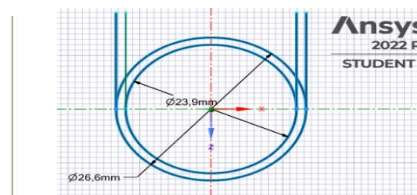
Gambar pipa sudut 45° (Tampak Depan)

II. Pipa dengan sudut 60°

- Nominal *Pipa Size* = $\frac{3}{4}$
- Diameter Dalam (DN) = 23,9 mm
- Diameter Luar (OD) = 26,6 mm
- Panjang Pipa = 400 mm dan 600 mm
- Sudut Belokan Pipa = 60°

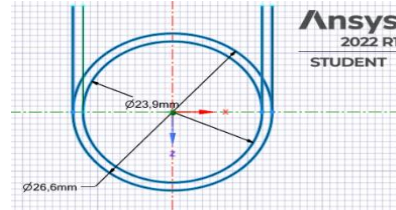
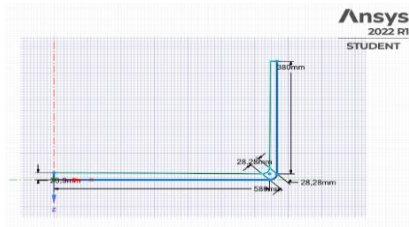


Gambar pipa sudut 60° (Tampak Atas)



Gambar pipa sudut 60° (Tampak Depan)

- III. Pipa dengan sudut 90°
1. Nominal *Pipa Size* = ¾
 2. Diameter Dalam (DN) = 23,9 mm
 3. Diameter Luar (OD) = 26,6 mm
 4. Panjang Pipa = 400 mm dan 600 mm
 5. Sudut Belokan Pipa = 90°



Gambar pipa sudut 90° (Tampak Samping) Gambar pipa sudut 90° (Tampak Depan)

2. Meshing

Meshing merupakan pembagian objek menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Semakin kecil *meshing* yang dibuat, maka hasil perhitungan semakin teliti, namun membutuhkan daya computer yang lebih besar. *Meshing* berfungsi untuk pembentukan *geometry*, *Meshing* dan mendefinisikan type batas pada *geometry* terhadap laju aliran fluida yang dilewati. Di dalam *Software Workbench* dibuat dengan banyak variasi. Variasi yang dibuat mulai dari *meshing* kasar sampai halus dengan mengatur banyak sedikitnya titik *mesh* pada setiap garis. Kerapatan *mesh* juga bervariasi pada daerah dinding, untuk memprediksi timbulnya panas yang berlebih. Cara ini berguna untuk mendapatkan hasil validasi yang valid.

Langkah – Langkah *Meshing*

- a. Kembali ke tampilan awal lalu pilih “*Mesh*” kemudian klik “*edit*”
- b. Pilih “*mesh*” lalu pilih “*Generate*” setelah itu tentukan “*Inlet, outlet, Wall*”
- c. Selanjutnya klik “*mesh*” lalu pilih “*Update*” selanjutnya mengganti nilai “*Element Size*” lalu “*enter*”
- d. Pilih “*mesh*” lalu pilih “*update*”.

3. Setup

- a. Pilih “*Setup*” lalu klik “*Edit*”
 - b. *Setup*
- A. *General*
1. *Solver: Type* pilih “*Pressure Based*”, *Velocity Formulation* pilih “*Absolute*”
 2. *Time* pilih “*Steady*”
 3. *Gravity (contreng)*
- B. *Models*
1. *Energi: on*
 2. *Viscous: K-epsilon* klik “*Edit*” pilih “*K-epsilon*” lalu “*OK*”
- C. *Material*
1. *Fluid: Fuel-oil-Liquid* pilih “*Air*” lalu pilih “*Fluent Database*” lalu kemudian pilih “*Fuel-oil Liquid*” kemudian klik “*Copy – Close*”
 2. *Solid: Aluminium*
- D. *Cell Zone Conditions*
- Fluid: Material name* pilih “*fuil oil liquid*” lalu klik “*Apply*” selanjutnya di “*Close*”
- E. *Boundary Conditions*
1. *Inlet* pilih “*Velocity Inlet*” klik “*edit*” memberikan kecepatan awal lalu klik “*Apply*” selanjutnya di “*Close*”
 2. *Outlet: Pressure Outlet* pilih “*Apply*” lalu klik “*Close*”
 3. *Operation condition (Pressure)* memberikan nilai tekanan mijalnya 5 bar.
 4. *Gravity (Contreng)*, Sumbu y -9,81

F. Reference Values : Compute From “Inlet”

4. Solutions

i. Monitor

1. Redual : 1e-05, 1e-06 dan seterusnya.
2. Initiaization pilih “Standard Initiaization”, Compute From pilih “Inlet”, Reverence frame pilih “Relative to cell zone”

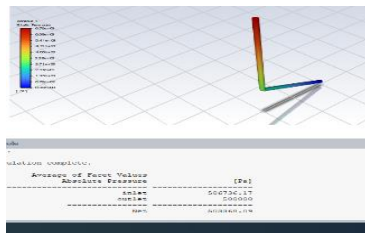
ii. Run calculation : parameters bagian number of iteration (1000)

5. Results

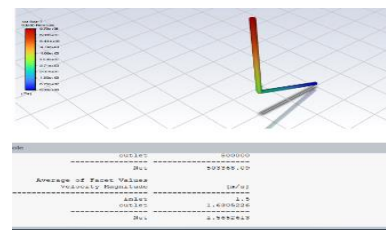
- A. Graphich pilih “contour” lalu block “inlet, outlet, wall” lalu klik compute kemudian save
- B. Reports pilih “surface integral”

HASIL DAN PEMBAHASAN

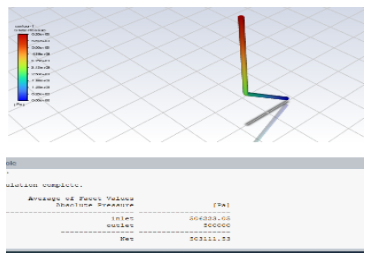
Dalam penelitian ini, simulasi Numerik Profil aliran dan penurunan tekanan aliran terhadap sudut belokan pipa dilakukan menggunakan 3 jenis variasi belokan pipa yaitu pipa dengan belokan 45°, belokan 60° dan pipa dengan belokan 90° dengan masing-masing 3 (tiga) simulasi pada tiap variasi belokan. Ke tiga simulasi tersebut diberi masing-masing kekuatan tekanan (*Pressure*) 500000 Pa (5 BAR), 700000 Pa (7 BAR) dan 900000 Pa (9 BAR). Simulasi dilakukan sebanyak tiga kali percobaan, yaitu dimulai dari beban tekanan masuk (*Pressure Inlet*) masing-masing 500000 Pa, 700000 Pa dan 900000 Pa. Simulasi pada tekanan masuk (*pressure inlet*) 500000 Pa, 700000 Pa, 900000 Pa dan kecepatan awal 1,5 m/s. Pada perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan kecepatan aliran fluida dengan kecepatan awal 1,5 m/s.



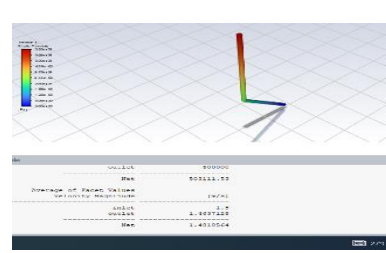
Gambar hasil *Pressure* Pipa sudut 45°



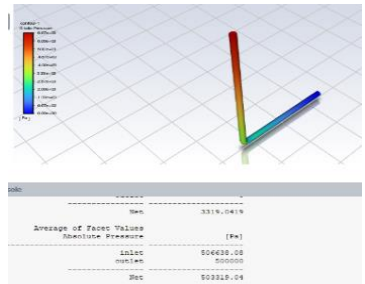
Gambar hasil *Velocity* Pipa sudut 45°



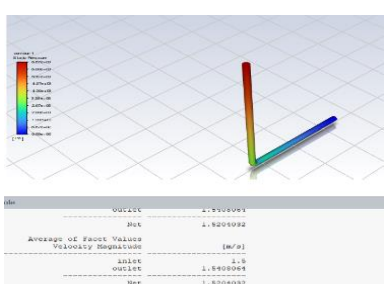
Gambar hasil *Pressure* Pipa sudut 60°



Gambar hasil *Velocity* Pipa sudut 60°



Gambar hasil *Pressure* pipa sudut 90°



Gambar hasil *Velocity* Pipa sudut 90°

Tabel 4.1 Hasil simulasi

Bending	Pressure	Pressure		Velocity		Selisih
		Inlet (Pa)	Outlet (Pa)	Inlet (m/s)	Outlet (m/s)	
45°	5 bar	506223,05	500000	1,5	1,4637128	6223,05
	7 bar	706223,05	700000	1,5	1,4637128	6223,05
	9 bar	906223,05	900000	1,5	1,4637128	6223,05
60°	5 bar	506736,17	500000	1,5	1,6305226	6736,17
	7 bar	706736,17	700000	1,5	1,6305226	6736,17
	9 bar	906736,17	900000	1,5	1,6305226	6736,17
90°	5 bar	506638,08	500000	1,5	1,5408064	6638,08
	7 bar	706638,08	700000	1,5	1,5408064	6638,08
	9 bar	906638,08	900000	1,5	1,5408064	6638,08

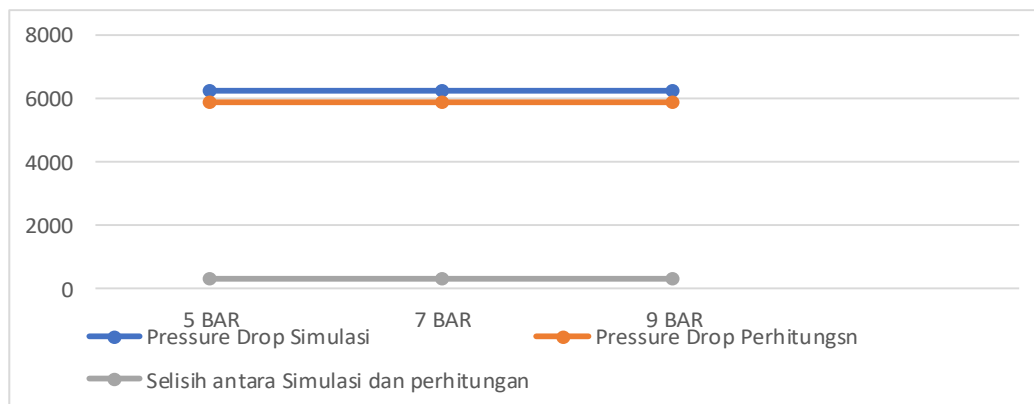
Sumber: Damianus (Dokumen Pribadi)

Dalam pembahasan ini, nilai yang dicari adalah kerugian nilai gesekan (k), tekanan yang diberikan (p) pada aliran belokan pipa 45°, 60° dan sudut 90°. Terdapat 3 variasi kekuatan tekanan yang diberikan yaitu 500000 Pa (5 Bar), 700000 Pa (7 Bar), dan 900000 Pa (9 Bar).

A. Koefisien nilai kerugian gesekan pada sudut belokan pipa 45°

Simulasi ini terdiri dari 3 (tiga) variasi tekanan yang diberikan yaitu 500000 Pa (5 Bar), 700000 Pa (7 Bar) dan 900000 Pa (9 Bar). Nilai P in dan P out, diperoleh dari menu "Point Parameters" dengan memilih dimana titik masuk dan titik keluarnya aliran fluida pada simulasi.

Grafik 4.1 Hasil Simulasi *Pressure Drop*, hasil perhitungan dan selisih antara hasil simulasi dan perhitungan

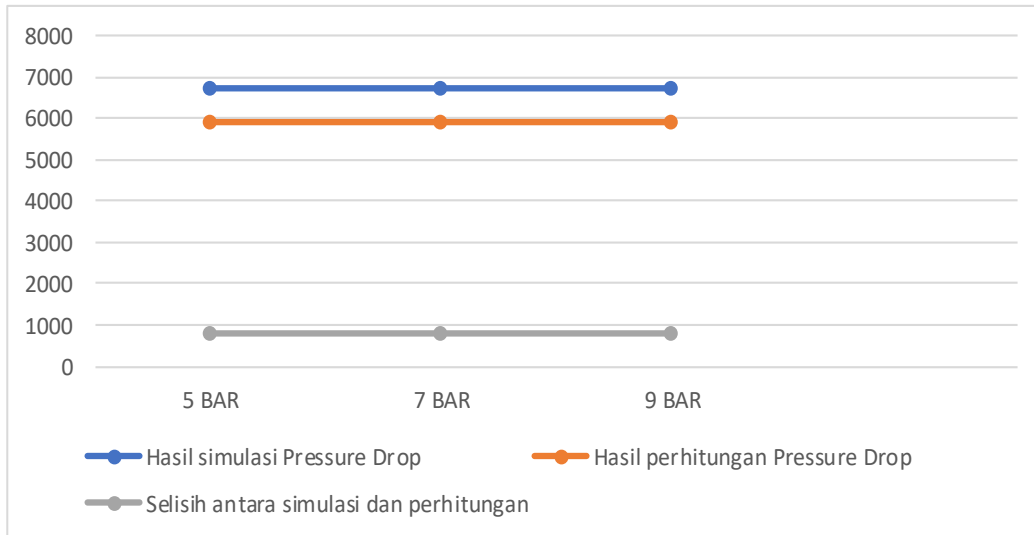


Nilai hasil simulasi antara tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar sama yaitu 6223,05 Pa dan nilai hasil perhitungan antara tekanan sama yaitu 5897,5 Pa maka pemberian tekanan tidak berpengaruh terhadap sudut. Sebab kecepatan awal sama yakni 1,5 m/s pada perbedaan tekanan tersebut. Selisih antara nilai simulasi *Pressure Drop* adalah 325,55 Pa.

B. Koefisien nilai kerugian gesekan pada sudut belokan pipa 60°

Simulasi ini terdiri dari 3 (tiga) variasi tekanan yang diberikan yaitu 500000 Pa (5 Bar), 700000 Pa (7 Bar) dan 900000 Pa (9 Bar). Nilai P in dan P out, diperoleh dari menu “Point Parameters” dengan memilih dimana titik masuk dan titik keluarnya aliran fluida pada simulasi.

Grafik 4.2 Hasil Simulasi *Pressure Drop*, hasil perhitungan dan selisih antara hasil simulasi dan perhitungan

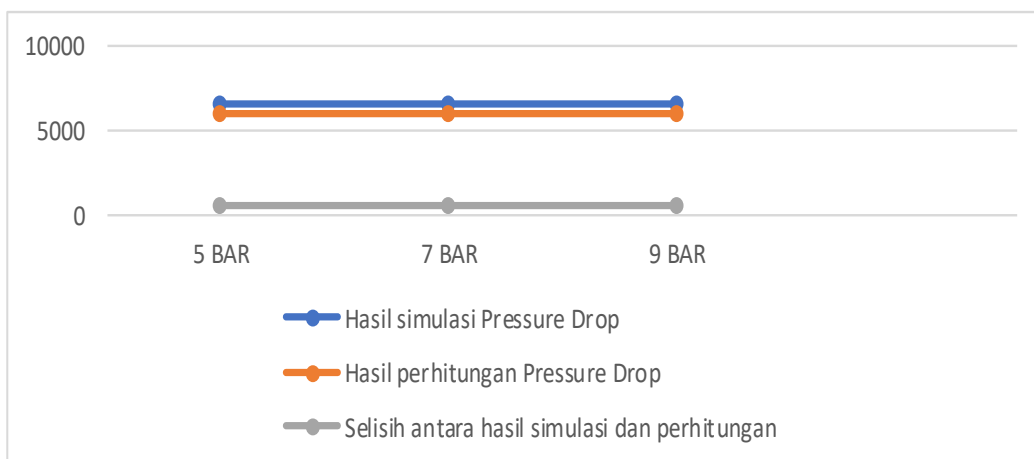


Nilai hasil simulasi antara tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar sama yaitu 6736,17 Pa dan nilai hasil perhitungan antara tekanan sama yaitu 5929,4 Pa maka pemberian tekanan tidak berpengaruh terhadap sudut. Sebab kecepatan awal sama yakni 1,5 m/s pada perbedaan tekanan tersebut. Selisih antara nilai simulasi *Pressure Drop* adalah 806,77 Pa.

C. Koefisien nilai kerugian gesekan pada sudut belokan pipa 90°

Simulasi ini terdiri dari 3 (tiga) variasi tekanan yang diberikan yaitu 500000 Pa (5 Bar), 700000 Pa (7 Bar) dan 900000 Pa (9 Bar). Nilai P in dan P out, diperoleh dari menu “Point Parameters” dengan memilih dimana titik masuk dan titik keluarnya aliran fluida pada simulasi.

Grafik 4.3 Hasil Simulasi *Pressure Drop*, hasil perhitungan dan selisih antara hasil simulasi dan perhitungan



Nilai hasil simulasi antara tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar sama yaitu 6638,08 Pa dan nilai hasil perhitungan antara tekanan sama yaitu 6047,2 Pa maka pemberian tekanan tidak berpengaruh terhadap sudut. Sebab kecepatan awal sama yakni 1,5 m/s pada perbedaan tekanan tersebut. Selisih antara nilai simulasi *Pressure Drop* adalah 590,88 Pa.

Tabel 4.2 Hasil perbandingan *Pressure Drop* antara hasil simulasi dan hasil perhitungan.

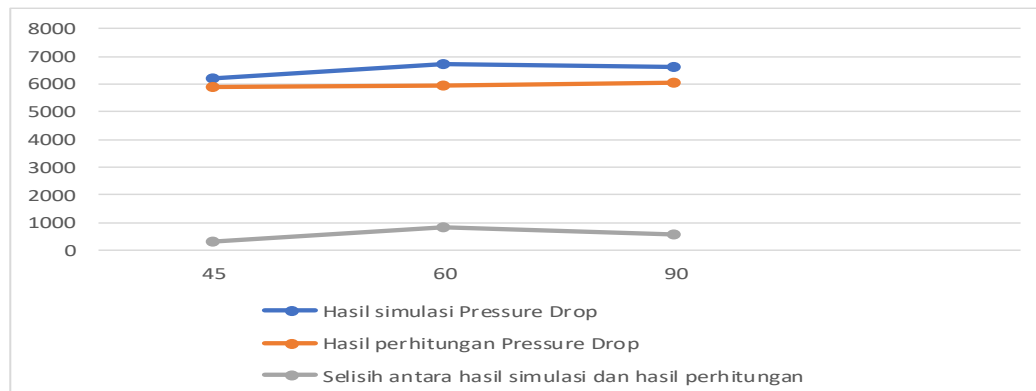
Bending	Pressure	ΔP simulasi (Pa)	ΔP Hasil hitunan (Pa)	Selisih (Pa)
45°	5 bar	6223,05	5897,5	325,55 (5,23%)
	7 bar	6223,05	5897,5	325,55 (5,23%)
	9 bar	6223,05	5897,5	325,55 (5,23%)
60°	5 bar	6736,17	5929,4	806,77
	7 bar	6736,17	5929,4	806,77
	9 bar	6736,17	5929,4	806,77
90°	5 bar	6638,08	6047,2	590,88
	7 bar	6638,08	6047,2	590,88
	9 bar	6638,08	6047,2	590,88

Sumber : Damianus (Dokumen Pribada)

Berdasarkan table 4.2, Jika perbedaan antara hasil simulasi dan hasil perhitungan (empiric) $< 10\%$ maka baik perhitungan dan simulasi valid / benar. Sedangkan jika hasil simulasi lebih besar ataupun lebih kecil dari hasil perhitungan, atau dengan kata lain selisih (perbedaan) antara hasil simulasi dan hasil perhitungan (empiric) $> 10\%$ maka baik hasil simulasi atau hasil perhitungan tidak valid / tidak benar. Kalau hasil dari simulasi sama dengan (=) hasil perhitungan (empiric) artinya valid / benar. Salah satu di antara hasil simulasi dan hasil perhitungan, nilai perbedaan $> 10\%$ kemungkinan salah input data atau salah perhitungan.

Jika diberikan kecepatan awal aliran fluida yang sama pada sudut pipa yang berbeda maka hasilnya berbeda pula. Pada grafik 4.4 dimana kecepatan awal 1,5 m/s di berikan pada sudut pipa 45° maka hasilnya pada tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar hasilnya adalah 6223,05 Pa pada simulasi, hasil perhitungan pada sudut 45° pada tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar maka hasilnya 5897,5 Pa. Selisih antara hasil simulasi dan perhitungan pada sudut 45° adalah 325,55 Pa (5,23%). Sedangkan sudut 60° dengan tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar maka hasilnya 6736,17 Pa pada hasil simulasi, hasil perhitungannya adalah 5929,4 Pa, selisih antara hasil simulasi dan perhitungan adalah 806,77 Pa. Sudut 90° dengan tekanan 5 bar, 7 bar dan 9 bar nilai pada simulasi 6638,08 Pa, nilai perhitungannya 6047,2 Pa dengan selisih nilai adalah 590,88 Pa.

Grafik 4.4 Hasil Simulasi *Pressure Drop*, hasil perhitungan dan selisih antara hasil simulasi dan perhitungan



Tabel 4.3 Hasil Head Loss (hL)

Bending	Pressure (Pa)	Head Loss (hL) (m)
45°	5 bar	0,02622
	7 bar	0,02622
	9 bar	0,02622
60°	5 bar	0,029608
	7 bar	0,029608
	9 bar	0,029608
90°	5 bar	0,042118
	7 bar	0,042118
	9 bar	0,042118

Sumber: Damianus (Dokumen Pribadi)

Head Loss sangat penting untuk diketahui sebab untuk menentukan efisien atau tidaknya sebuah jaringan perpipaan. Jika nilai Head Loss kecil maka aliran fluida tidak masalah ketika beroperasi. Sebaliknya jika nilai Head Lossnya besar maka terjadi masalah, kemungkinan pada kekasaran pipa atau sumber tekanannya.

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi numerik yang telah dilakukan pada desain pipa dengan sudut belokan 45°, 60° dan 90° dengan menggunakan 3 (tiga) variable tekanan aliran fluida yaitu: 5 Bar, 7 Bar dan 9 Bar.

1. Dari hasil nilai simulasi dan nilai perhitungan (empiric), maka diperoleh selisih kurang dari 10% dan nilai yang terdapat pada sudut pipa 45° sebesar 325,55 (5,23%), nilai sudut pipa 60° sebesar 806,77 dan sudut pipa 90° sebesar 590,88.
2. Maka pada tiap masing-masing desain pipa, diperoleh kesimpulan bahwa sudut belokan pada pipa sangat berpengaruh terhadap penurunan tekanan aliran dan nilai gesekan pada pipa. Terbukti setelah dilakukan simulasi dengan nilai kecepatan awal yang sama (1,5 m/s) antara sudut 45°, 60° dan 90° terdapat sebuah perbandingan hasil bahwa semakin besar sudut belokan pipa, maka semakin besar nilai tekanan dan besar nilai gesekan yang terjadi.
3. Sebaiknya pipa yang digunakan adalah pipa dengan sudut belokan 60° sebab pipa dengan sudut 60° nilai gesekan pada pipa sangat kecil.

SARAN

1. Lakukan simulasi minimal sebanyak tiga (3) kali setiap percobaan simulasi, demi keakuratan data hasil yang diinginkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan percobaan dengan sudut derajat pipa yang berbeda agar dapat diketahui aliran fluida yang lebih baik untuk menambah usia pakai pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryoseto, J. (2018). Pembuatan alat peraga sistem hidolik.
- [2] Awal syahrani, alimuddin sam, C. (2013). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490. Jurnal Mekanika, Jurusan Teknik Mesin, Univ. Tadulako, 4(2), 393402.
- [3] Ciptiyani, E. (2010). Simulasi Mekanika Fluida Dinamis Pada Pelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif. Simulasi Mekanika Fluida Dinamis Pada Pelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif, 6–17.

- [4] Hafiz maulana, jati sunaryati, rendy thamrin. (2016). Analisis Kapasitas Nominal Penampang Dan Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Material Nonlinear. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.25077/jrs.12.1.39-50.2016>
- [5] Madadina Dwi Andini, Andri Suherman, G. A. (2019). rancang bangun alat praktikum hukum bernoulli Oleh karena itu rancang bangun alat praktikum dalam penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan pengaruh tekanan dengan laju alir fluida sesuai hukum Bernoulli menggunakan alat selain. *Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia*, 2(1), 379–382
- [6] Naubnome, V. (2020). Analisis Uji Tarik Dan Simulasi Kegagalan Pada Baja Ss400 Dengan Variasi Ketebalan Lapisan Karbon Fiber Untuk Aplikasi Kerangka Mobil Listrik. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 3(1), 28. <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i1.840>
- [7] Ronnika Rita, D. S. F. H. U. (2015). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Komposit Dari Batang Singkong Dan Limbah Plastik Berdasarkan Pelapisan Dan Komposisi Bahan Baku. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(2), 337–346.
- [8] Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. *Jurnal J-Ensitem*, 3(1), 1–11.
- [9] Winanda, J. A. (2016). Sistem Hidrolik Penggerak Steam Control Valve Di Pt . Petrokimia Gresik Unit Pabrik Iii Calculation of Heat Load Hydraulic System Steam Control Valve Pt . 1–51.
- [11] Yassyir Maulana. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(1), 1–8.
- [12] Yulianto, S. (2014). Perhitungan Beban Silinder Hidraulik Pada Forklift Type FD 30-14 di PT.Tractors. 8(1).
- [13] Awal syahrani, alimuddin sam, C. (2013). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490. *Jurnal Mekanika, Jurusan Teknik Mesin, Univ. Tadulako*, 4(2), 393402.
- [14] Ciptiyani, E. (2010). Simulasi Mekanika Fluida Dinamis Pada Pelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif. *Simulasi Mekanika Fluida Dinamis Pada Pelajaran Fisika Berbasis Multimedia Interaktif*, 6–17.
- [15] Hafiz maulana, jati sunaryati, rendy thamrin. (2016). Analisis Kapasitas Nominal Penampang Dan Kinerja Struktur Beton Bertulang Dengan Material Nonlinear. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.25077/jrs.12.1.39-50.2016>