



TUGAS AKHIR - TF 181801

***ANALISIS BACKPRESSURE PADA ABSORBER  
DI RUMAH FASE 3 DPPU NGURAH RAI  
BERBASIS COMPUTATIONAL FLUIDA  
DYNAMICS***

IQBAL WAHYU UTOMO  
NRP. 02311440000061

Dosen Pembimbing :  
Dyah Sawitri , S.T., M.T.  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

2019





**TUGAS AKHIR - TF 181801**

**ANALISIS *BACKPRESSURE* PADA *ABSORBER* DI  
RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI  
BERBASIS *COMPUTATIONAL FLUIDA  
DYNAMICS***

**IQBAL WAHYU UTOMO  
NRP. 0231144000061**

**Dosen Pembimbing :  
Dyah Sawitri., S.T., M.T.  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**2019**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**FINAL PROJECT - TF 181801**

***ANALYSIS OF BACKPRESSURE ON ABSORBER  
IN HOUSE PUMP 3 DPPU NGURAH RAI BASED  
ON COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***

***IQBAL WAHYU UTOMO  
NRP. 0231144000061***

***Supervisors :  
Dyah Sawitri, S.T., M.T.  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA***

***ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya***

***2019***

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : IQBAL WAHYU UTOMO  
NRP : 02311440000061  
Departemen / Prodi : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS BACKPRESSURE PADA ABSORBER DI RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI BERBASIS COMPUTATIONAL FLUIDA DYNAMICS”** adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



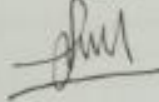
*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS *BACKPRESSURE* PADA *ABSORBER* DI  
RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI BERBASIS  
*COMPUTATIONAL FLUIDA DYNAMICS***

Oleh:

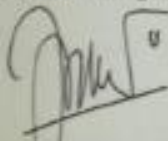


Iqbal Wahyu Utomo  
NRP.02311440000061

Surabaya, 24 Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing 1



Dyah Sawitri, S.T., M.T.  
NIP 19709101 199512 2 001

Pembimbing 2



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA  
NIP 19650309 199002 1 001



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**ANALISIS BACKPRESSURE PADA ABSORBER DI  
RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI BERBASIS  
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Progam Studi S-1 Departemen Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**IQBAL WAHYU UTOMO**  
**NRP.0231144000061**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. *Dyah Sawitri, S.T, M.T*

2. *Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA*

3. *Dr. Gunawan Nugroho, S.T, M.T.*

4. *Ir. Roekmono, M.T.*

5. *Moh. Kamalul Wafi, S.T., M.T., D.I.C*

(Pembimbing)  
(Pembimbing II)  
(Penguji I)  
(Penguji II)  
(Penguji III)



**SURABAYA**  
**24 Juli, 2019**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **ANALISIS BACKPRESSURE PADA ABSORBER DI RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI BERBASIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

**Nama** : Iqbal Wahyu Utomo  
**NRP** : 0231144000061  
**Departemen** : Teknik Fisika  
**Dosen Pembimbing** : Dyah Sawitri, S.T., M.T.  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

## **Abstrak**

*Pada DPPU Ngurah Rai terdapat 2 cara dalam melakukan pengisian bahan bakar pesawat. Pengisian tersebut menggunakan truk tangki dan refueling system. Sistem penyaluran bahan bakar pesawat menggunakan jalur pipa bawah tanah yang disebut refueling system. Refueling system terdapat pada rumah pompa fase 2 dan 3 di Ngurah Rai Denpasar Bali. Pada rumah pompa fase 2 dan 3 terdapat 6 pompa. Dalam pengoperasian pompa bergantung pada permintaan pada apron. Pada saat pengoperasian 2 pompa atau lebih, akan terjadi tumbukan antara aliran pompa 1 dengan pompa yang lain. Fenomena tersebut disebut dengan fenomena backpressure yang disebabkan oleh aliran fluida transient yang terdapat gaya aksi dan gaya reaksi yang terjadi dalam pipa. Pada setiap skenario tekanan pompa sebesar 1304284 Pascal atau 13,04284 Bar. Tekanan maksimum pada absorber sebesar 2314369 Pascal atau 23,14369 Bar. Dengan parameter tersebut. Dalam pengopersiannya disimulasikan dalam waktu satu jam. Dalam pengoperasiannya dibuat enam variasi. Untuk variasi pertama didapatkan tekanan pada absorber sebesar 1859746,11 Pascal atau 18,5974611 Bar, untuk variasi kedua didapatkan tekanan sebesar 1859735,72 Pascal atau 18,597372 Bar, untuk variasi ke tiga didapatkan tekanan sebesar 1864381,166 Pascal atau 18,64381166 Bar, untuk variasi keempat didapatkan tekanan sebesar 1875472,33 Pascal atau 18,7547233 Bar. Untuk variasi ke lima sebesar 1875472,33 Pascal atau 18,75472,33 Bar dan untuk variasi ke enam didapatkan tekanan sebesar 1878479,389 Pascal atau 18,78470389 Bar.*

**Kata Kunci** : *Aliran avtur, pipa penyalur, pompa sentrifugal, tekanan balik, absorber*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **ANALYSIS OF BACKPRESSURE ON ABSORBER IN RUMAH POMPA 3 DPPU NGURAH RAI BASED ON COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

**Nama** : Iqbal Wahyu Utomo  
**NRP** : 0231144000061  
**Departemen** : Teknik Fisika  
**Dosen Pembimbing** : Dyah Sawitri, S.T., M.T.  
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

## **Abstract**

*DPPU Ngurah Rai there are 2 ways to refuel aircraft. The filling uses a tanker and refueling system. The aircraft fuel distribution system uses an underground pipeline called the refueling system. A refueling system is available at pump houses phase 2 and 3 at Ngurah Rai Denpasar, Bali. In phase 2 and 3 pump houses there are 6 pumps. In the operation of the pump depends on the request on the apron. During the operation of 2 or more pumps, there will be collisions between pump flow 1 and other pumps. This phenomenon is called the backpressure phenomenon caused by a transient fluid flow that has an action force and the reaction force that occurs in the pipe. In each scenario the pump pressure is 1304284 Pascal or 13,04284 Bar. The maximum pressure on the absorber is 2314369 Pascal or 23,14369 Bars. With these parameters. The operation is simulated in one hour. In the operation six variations are made. For the first variation the pressure on the absorber is 1859746.11 Pascal or 18.5974611 Bar, for the second variation the pressure is 1859735.72 Pascal or 18.597372 Bar, for the third variation the pressure is 1864381,166 Pascal or 18,64381166 Bar , for the fourth variation the pressure is 1875472.33 Pascal or 18.7547233 Bar. For the fifth variation is 1875472.33 Pascal or 18.75472.33 Bars and for the sixth variation there is a pressure of 1878479,389 Pascal or 18,78470389 Bars.*

**Keywords:** *Avtur flow, piping system, centrifugal pump, back pressure, absorber*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir beserta laporan tugas akhir yang berjudul:

### **“ANALISIS BACKPRESSURE PADA ABSORBER DI RUMAH POMPA FASE 3 DPPU NGURAH RAI BERBASIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS”.**

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir dan laporan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, Adik, dan Keluarga atas segala, doa, perhatian, serta dukungan moril dan materiil yang telah diberikan.
2. Bapak Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Fisika ITS yang telah memberikan ilmu, bimbingan serta sarana dan prasarana selama menempuh pendidikan di Teknik Fisika ITS.
3. Bapak Dr Ir Totok Soehartanto, DEA selaku dosen pembimbing yang telah dengan saBar memberikan petunjuk, ilmu, serta bimbingan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Ibu Dyah Sawitri, S.T, M.T selaku dosen pembimbing.
5. Seluruh dosen Teknik Fisika ITS atas segala ilmu, bimbingan, petunjuk, dan nasihat yang sangat bermanfaat serta seluruh civitas akademika Teknik Fisika ITS, terima kasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.
6. Bapak Ir. Harsono Hadi, M.T, Ph.D selaku dosen yang memberi masukan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Ibu Eka dosen Universitas Internasional Semen Indonesia, yang telah membantu dan memberi masukan dalam pengerjaan simulasi *ansys*.
8. Pak Dr Gunawan Nugroho, S.T, M.T selaku dosen penguji yang telah memberi masukan untuk tugas akhir ini.
9. Pak Ir Roekmono, M.T selaku dosen penguji yang telah memberi masukan untuk tugas akhir ini.

10. Pak Mohammad Komalul Wafi selaku dosen penguji yang telah memberi masukan untuk tugas akhir ini.
11. Seluruh teman seperjuangan dalam tugas akhir terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.

Penulis sadar bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Namun, semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembaca, keluarga besar Teknik Fisika ITS khususnya, dan civitas akademika ITS pada umumnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai referensi pengerjaan laporan tugas akhir bagi mahasiswa lainnya.

Surabaya, 24 Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Proses <i>Backpressure</i> yang Terjadi	5
2.2 Pompa Sentrifugal	6
2.3 Proses Kerja Pompa Sentrifugal	7
2.4 Jalur Pipa	8
2.5 Bilangan <i>Reynolds</i>	9
2.6 <i>Backpressure</i>	9
2.7 <i>Absorber</i>	10
2.8 Kapasitas Tangki <i>Absorber</i>	11
2.9 <i>Pressure Safety Valve</i>	11
2.10 <i>Pressure Control Valve</i>	12
2.11 <i>Computational Fluid Dynamic</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Identifikasi Parameter	22
3.2 Desain Geometri	24
3.3 <i>Meshing</i>	30
3.4 Langkah-Langkah <i>Set-up</i>	32
3.5 <i>Running Ansys</i>	34
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37

4.1 Analisis <i>Backpressure</i> dengan Parameter skenario pada Tiga Titik	37
4.1.1 Skenario 1 Pompa Dioperasikan	37
4.1.2 Skenario 2 Pompa Dioperasikan	39
4.1.3 Skenario 3 Pompa Dioperasikan	42
4.1.4 Skenario 4 Pompa Dioperasikan	44
4.1.5 Skenario 5 Pompa Dioperasikan	47
4.1.6 Skenario 6 Pompa Dioperasikan	49
4.2 Analisa Berdasarkan Peningkatan Tekanan yang Terjadi pada <i>Absorber</i>	52
4.2.1 Skenario 1	52
4.2.2 Skenario 2	53
4.2.3 Skenario 3	54
4.2.4 Skenario 4	55
4.2.5 Skenario 5	57
4.2.6 Skenario 6	60
4.3 Analisis Dampak Tekanan Balik Terhadap <i>Absorber</i> yang Terpasang Pada <i>Head Suction Pump</i>	64
4.4 Analisa Berdasarkan Peningkatan Tekanan yang Terjadi pada Pipa Percabangan	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	71
<b>LAMPIRAN</b>	
a. Data Tekanan Pada <i>Absorber A</i>	73
b. Data Tekanan Pada <i>Absorber A</i> dan C	74
c. Data Tekanan Pada <i>Absorber A, C, dan E</i>	76
d. Data Tekanan Pada <i>Absorber A, C, E, dan F</i>	79
e. Data Tekanan Pada <i>Absorber A, C, E, F, dan D</i>	82
f. Data Tekanan Pada <i>Absorber A, C, E, F, D, dan B</i>	85
<b>BIODATA PENULIS</b>	89

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Proses <i>backpressure</i>	5
<b>Gambar 2.2</b>	Jalur pipa DPPU	8
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Bladder accumulator</i>	10
<b>Gambar 2.5</b>	pegas <i>safety valve</i>	11
<b>Gambar 2.6</b>	<i>Pressure Control Valve</i> [8]	12
<b>Gambar 2.7</b>	<i>Skewnees mesh metric spectrum</i>	14
<b>Gambar 2.8</b>	<i>Interface Run Calculation</i>	15
<b>Gambar 2.9</b>	Plot bentuk Geometri	15
<b>Gambar 2.10</b>	Skenario 1	16
<b>Gambar 2.11</b>	Skenario 2	17
<b>Gambar 2.12</b>	Skenario 3	17
<b>Gambar 2.13</b>	Skenario 4	18
<b>Gambar 2.14</b>	Skenario 5	18
<b>Gambar 2.15</b>	Skenario 6	19
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram alir Penelitian	21
<b>Gambar 3.2</b>	<i>pipeline</i> dan <i>absorber</i> A, B, dan C	22
<b>Gambar 3.3</b>	<i>pipeline</i> dan <i>absorber</i> D, E, dan F	22
<b>Gambar 3.4</b>	<i>PFD rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai</i>	23
<b>Gambar 3.5</b>	Menyiapkan <i>plane</i>	24
<b>Gambar 3.6</b>	Menggambar pipa utama	25
<b>Gambar 3.7</b>	<i>Menu swept boss</i>	25
<b>Gambar 3.8</b>	<i>Line properties</i>	25
<b>Gambar 3.9</b>	<i>Offset entities</i>	26
<b>Gambar 3.10</b>	Hasil <i>offset entities</i>	26
<b>Gambar 3.11</b>	Pembuatan <i>subpipe</i>	27
<b>Gambar 3.13</b>	Sketsa dimensi <i>absorber</i>	28
<b>Gambar 3.14</b>	Penggunaan <i>revolve boss</i>	28
<b>Gambar 3.15</b>	Hasil desain <i>absorber</i>	29
<b>Gambar 3.16</b>	<i>Pattern subpipe</i> dan <i>absorber</i>	29
<b>Gambar 3.17</b>	Hasil desain	30
<b>Gambar 3.18</b>	Hasil <i>meshing</i>	30
<b>Gambar 3.19</b>	Nilai <i>skewness</i>	31
<b>Gambar 3.20</b>	Nilai <i>orthogonal</i>	31
<b>Gambar 3.21</b>	Statistika proses <i>meshing</i>	31

<b>Gambar 3.11</b> Material jenis <i>avtur</i>	32
<b>Gambar 3.12</b> Material <i>solid</i>	33
<b>Gambar 3.13</b> Pengaturan pompa	33
<b>Gambar 3.14</b> Pengaturan <i>outflow</i>	34
<b>Gambar 3.15</b> Diagram proses	35
<b>Gambar 4.1</b> Skenario 1 pompa dioperasikan	37
<b>Gambar 4.2</b> Kurva tekanan $P_1$ pada luaran setiap pompa	38
<b>Gambar 4.3</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	38
<b>Gambar 4.4</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	39
<b>Gambar 4.5</b> Skenario 2 pompa dioperasikan	40
<b>Gambar 4.6</b> Kurva tekanan $P_1$ pada setiap luaran pompa	41
<b>Gambar 4.7</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	41
<b>Gambar 4.8</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	42
<b>Gambar 4.9</b> Skenario 3 pompa dioperasikan	43
<b>Gambar 4.10</b> Kurva tekanan $P_1$ pada setiap luaran pompa	43
<b>Gambar 4.11</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	44
<b>Gambar 4.12</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	44
<b>Gambar 4.13</b> Skenario 4 pompa dioperasikan	45
<b>Gambar 4.14</b> Kurva tekanan $P_1$ pada setiap luaran pompa	46
<b>Gambar 4.15</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	46
<b>Gambar 4.16</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	47
<b>Gambar 4.17</b> Skenario 5 pompa dioperasikan	48
<b>Gambar 4.18</b> Kurva tekanan $P_1$ pada setiap luaran pompa	48
<b>Gambar 4.19</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	49
<b>Gambar 4.20</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	49
<b>Gambar 4.21</b> Skenario 6 pompa dioperasikan	50
<b>Gambar 4.21</b> Kurva tekanan $P_1$ pada setiap luaran pompa	51
<b>Gambar 4.22</b> Kurva tekanan $P_2$ menuju dinding buntu	51
<b>Gambar 4.24</b> Kurva tekanan $P_3$ menuju PCV	52
<b>Gambar 4.25</b> Tekanan <i>absorber A</i>	53
<b>Gambar 4.27</b> Tekanan <i>Absorber C</i>	54
<b>Gambar 4.28</b> Grafik tekanan <i>absorber A</i>	54
<b>Gambar 4.29</b> Grafik tekanan <i>absorber C</i>	55
<b>Gambar 4.30</b> Grafik tekanan <i>absorber E</i>	55
<b>Gambar 4.31</b> Grafik tekanan <i>absorber A</i>	56
<b>Gambar 4.32</b> Grafik tekanan <i>absorber C</i>	56

<b>Gambar 4.33</b>	Grafik tekanan <i>absorber E</i>	57
<b>Gambra 4.34</b>	Grafik tekanan <i>absorber F</i>	57
<b>Gambar 4.35</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber A</i>	58
<b>Gambar 4.36</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber C</i>	58
<b>Gambar 4.37</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber E</i>	59
<b>Gambar 4.38</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber F</i>	59
<b>Gambar 4.40</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber A</i>	61
<b>Gambar 4.41</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber C</i>	61
<b>Gambar 4.42</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber E</i>	62
<b>Gambar 4.43</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber F</i>	62
<b>Gambar 4.44</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber D</i>	63
<b>Gambar 4.45</b>	Grafik tekanan pada <i>absorber B</i>	63

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Parameter Pipa	13
<b>Tabel 2.2</b> Parameter Geometri <i>Absorber</i>	13
<b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi material <i>solid</i>	13
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi material <i>fluid</i>	13
<b>Tabel 2.6</b> Kondisi batas <i>velocity</i>	14
<b>Tabel 3.1</b> Parameter kondisi batas [5]	23
<b>Tabel 3.2</b> Parameter Pipa [5]	24
<b>Tabel 3.3</b> Kondisi pengoperasian	31
<b>Tabel 3.4</b> Skenario pengoperasian	35

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada sistem pengisian bahan bakar (*refueling system*) di DPPU Pertamina Ngurah Rai dialirkan melalui sistem perpipaan bawah tanah ke seluruh apron yang tersedia jumlah apron yang melakukan pengisian akan berdampak terhadap tekanan aliran avtur pada sistem perpipaan, dimana tekanan pada sistem perpipaan harus dijaga pada tekanan konstan. Untuk menjaga tekanan aliran avtur pada sistem perpipaan tetap konstan maka pompa pada DPPU Ngurah Rai akan bekerja guna menjaga kestabilan. Proses pengisian bahan bakar pesawat terjadi ketika *Refueler* dihubungkan ke tangki pesawat, dimana jumlah *Refueler* yang sedang melakukan pengisian tidak dapat diketahui. Sehingga pengendalian tekanan pada sistem perpipaan dilakukan otomatis, untuk kontrol tekanan dimana jumlah pompa yang beroperasi tergantung dari tekanan yang dibutuhkan (semakin banyak *refueler* yang berfungsi semakin banyak pompa yang dioperasikan). Jika proses pengisian selesai tanpa ada pemberitahuan ke operator tanpa ada pemberitahuan ke operator untuk operasional pompa, sehingga terdapat fenomena aliran balik dikarenakan *refueler* sudah menutup sementara pompa masih bekerja.

Fenomena aliran balik dari *refueler* menuju kearah berlawanan rumah pompa akan dapat menimbulkan tumbukan antara arus balik dengan arus sebalik-nya (arus yang dialirkan untuk pompa) tumbukan ini akan menimbulkan tekanan balik akibat *refueler* tertutup dan akan berdampak terhadap *head suction* pompa untuk menghindari tekanan balik maka pada rumah pompa disediakan *absorber* pada setiap head suction yang berfungsi untuk mereduksi aliran balik sehingga dapat melindungi pompa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dilakukan analisis *backpressure* dengan simulai pada sistem penyaluran bahan bakar pesawat (*avtur*) pada rumah pompa fase 3 Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai menggunakan *Computational Fluid Dynamics*).

Simulasi yang dilakukan dengan mengkombinasi dalam pengoperasian pompa. Untuk mengetahui tekanan balik pada *absorber* pompa masing-masing pompa. Dari hasil simulasi pada penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai rekomendasi *re-design absorber* dan sebagai bahan membuat *management operation* pompa yang ada pada sistem penyaluran bahan bakar pesawat (*avtur*) di rumah pompa fase tiga depot pengisian pesawat udara (DPPU).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, adapun permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini, yaitu Bagaimana proses terjadinya fenomena *backpressure* pada *Absorber* di rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah Membuat analisis terhadap terjadinya fenomena *backpressure* pada rumah pompa fase serta mengamati kontur persebaran tekanan *avtur* berbasis *computational fluid dynamic*.

## 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

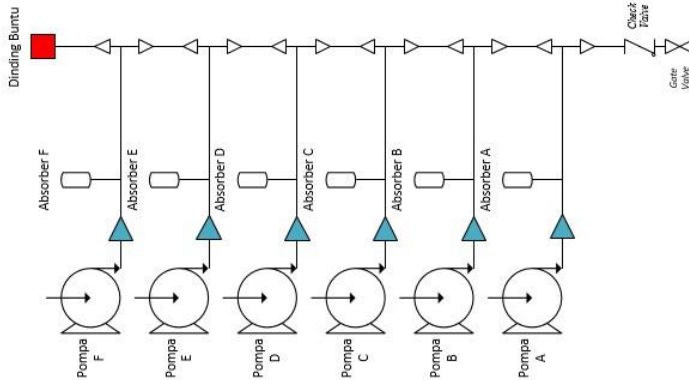
- Menggunakan data pompa dan pada DPPU Ngurah Rai.
- Spesifikasi *pipeline* tidak terdapat ketinggian
- Kondisi pipa terisi penuh *avtur*

- d. Pada desain *absorber* difungsikan untuk menampung aliran balik.
- e. Fenomena *backpressure* terjadi akibat adanya akumulasi tekanan dalam pipa
- f. Parameter *pressure* dan *volume* yang digunakan dalam hipotesis terjadinya *backpressure*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TEORI PENUNJANG

### 2.1 Proses *Backpressure* yang Terjadi



**Gambar 2.1** Proses *backpressure*

Pada DPPU (Depot Pengisian Pesawat Udara) merupakan usaha yang melayani penyediaan avtur ke maskapai penerbangan yang terdapat di bandara Ngurah Rai Denpasar Bali. Pengisian avtur terdapat dua cara. Cara yang pertama menggunakan truk tangki yang terdapat pada rumah pompa fase satu bandara Ngurah Rai. Cara yang kedua menggunakan *refueling system* yang terdapat pada rumah pompa fase dua dan tiga. *Refueling system* merupakan pengisian bahan bakar menggunakan jalur perpipaan bawah tanah. Pada *refueling system* terdapat beberapa komponen yaitu pompa sentrifugal pada rumah pompa fase dua dan tiga, dan jalur perpipaan dari rumah pompa menuju setiap apron di bandara Ngurah Rai Denpasar, Bali.

Pada jalur perpipaan tersebut sudah terdapat avtur, maka pada ujung (dekat dengan *absorber* dan pompa A) terdapat

sistem pengendalian tekanan. Sistem pengendalian tekanan tersebut digunakan untuk menjaga tekanan tetap konstan. Tekanan yang dijaga dalam sistem perpipaan sebesar 14 Bar.

Agar tekanan tersebut tetap konstan, maka dioperasikan pompa. Semakin banyak permintaan bahan bakar maka pompa yang dioperasikan akan meningkat.

Pada saat pompa beroperasi maka fluida tersebut akan mengalir ke arah *valve* maupun ke arah pompa yang lain. Jika permintaan bertambah maka pompa yang beroperasi akan bertambah. Aliran penambahan dari pompa akan bertumbukan dengan aliran pompa yang lain. Berdasarkan hal tersebut, terjadi fenomena *backpressure* yang terjadi

## 2.2 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memindahkan sebuah fluida. Dalam penggunaannya pompa akan memberikan energi ekstra kepada fluida dalam bentuk tekanan kinetis, sebagai hasil dari kecepatan putar *impeller* dan mengenai tubuh pompa sehingga menghasilkan energi potensial, berbentuk ketinggian yang mampu dicapai fluida (*head*). Pompa mengalirkan volume fluida per satuan detik yang sering kita sebut debit [1]

Prinsip kerja pompa sentrifugal adalah fluida masuk secara aksial melalui mata *casing*, terperangkap dalam pisau *impeller*, berputar *tangensial* dan *radial* sampai keluar melalui semua bagian daun yang mengelilingi *impeller* ke dalam *diffuser* (bagian *casing*). Fluida cairan akan meningkat baik kecepatan dan tekanan saat melewati *impeller* dibagian *casing* akan berkurang kecepatan alirannya dan lebih meningkatkan tekanannya [2].

Untuk mengetahui kecepatan alir pada pompa sentrifugal digunakan persamaan

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.1)$$

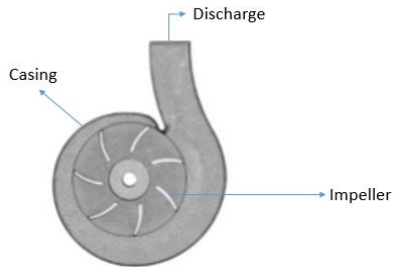
Dengan:

V = kecepatan

Q = debit



A = luas penampang



**Gambar 2.2** Pompa sentrifugal [2]

### 2.3 Proses Kerja Pompa Sentrifugal

Setiap pompa memiliki *house power (pressure)* pada sistem ini memiliki diameter pipa yang terpasang pada pompa, maka dari itu memiliki luas penampang.

Untuk nilai tekan yang dihasilkan pada sisi hisap dan tekanan pada sisi buang, *head* dari *impeller* dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$H = \frac{P_d - P_s}{\gamma} \quad (2.2)$$

Dengan :

$P_d$  = tekanan buang [ $N/m^2$ ]

$P_s$  = Tekanan hisap [ $N/m^2$ ]

$\gamma$  =  $\rho \cdot g$  [ $kg/m^2$ ]

Untuk mengetahui sejumlah massa yang mengalir pada sistem perpipaan dengan cara massa jenis dikalikan dengan volume.

$$\dot{m} = \rho \times V \quad (2.3)$$

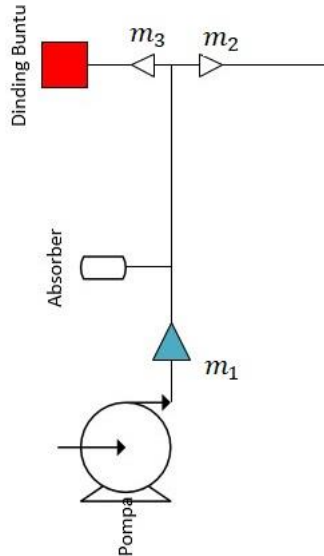
Dengan :

$\rho$  = Massa jenis

V = Volume (Luas penampang x Panjang pipa)

## 2.4 Jalur Pipa

Jalur pipa (*pipeline*) adalah media yang digunakan sebagai alat transportasi fluida (*liquid* atau gas). Terdapat beberapa tahap dalam siklus suatu jalur perpipaan yang digunakan seperti desain, konstruksi, operasional, dan pemeliharaan [3].



**Gambar 2.2** Jalur pipa DPPU

Persamaan kontinuitas

$$A_1V_1 = A_2V_2 \quad (2.4)$$

Dengan,

A = luas penampang

V = Kecepatan alir (liter)

Aliran pada pompa akan menuju pada titik percabangan (*Tee Junction*) yang dimana  $m_2$  akan menuju ke apron sedangkan  $m_3$  akan menuju ke dinding buntu. Karena hal tersebut untuk aliran  $m_3$  yang menuju dinding buntu akan

kembali menuju arah yang berlawanan. Berdasarkan hal tersebut menimbulkan gaya tekan pada avtur yang terdapat pada pipa, sehingga hal tersebut berlaku hukum Newton ke tiga sebagai berikut

$$F_{aksi} = F_{reaksi} \quad (2.5)$$

$$\dot{m}_3 \times a = -(\dot{m}_3 \times a) \quad (2.6)$$

Dengan :

$\dot{m}_3$  = aliran dari pompa yang menuju dinding buntu

$-(\dot{m}_3 \times a)$  = aliran dengan arah berlawanan

## 2.5 Bilangan Reynolds

*Reynold number* digunakan untuk menentukan jenis aliran pada kecepatan aliran fluida rata-rata, diameter pipa, viskositas fluida dan densitas fluida [4]

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (2.7)$$

Dengan,

V = kecepatan rata aliran fluida [ $m/s^2$ ]

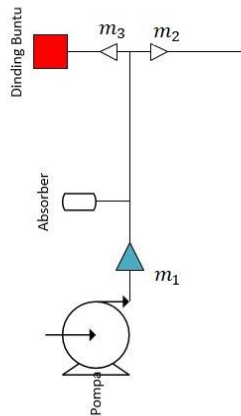
D = diameter pipa

$\nu$  = viskositas kinematik( $kgm^2/s$ )

## 2.6 Backpressure

Aliran avtur yang mengarah pada pompa F akan menekan avtur yang terdapat pada pipa sehingga berlaku hukum newton ketiga.

$F_{aksi}$  yang dilakukan oleh  $\dot{m}_3$  akan menimbulkan  $F_{reaksi}$  dengan arah berlawanan. Semakin lama pompa yang beroperasi maka semakin banyak pompa yang dioperasikan. Banyak pompa yang dioperasikan mengakibatkan  $F_{reaksi}$  semakin besar sehingga aliran massa menuju ke *head suction* pompa.



**Gambar 2.3** Jalur pipa DPPU

## 2.7 Absorber

*Absorber* merupakan alat yang digunakan untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam sistem perpipaan. Cara kerja dari *absorber* sendiri mereduksi / meredam aliran balik agar tidak mengenai pompa sentrifugal. Pada rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai digunakan *absorber* yang berjenis *bladder accumulator* [5].



**Gambar 2.4** *Bladder accumulator*

## 2.8 Kapasitas Tangki *Absorber*

Untuk mengetahui kapasitas dari tangki pada *absorber* dapat dicari dengan mencari volume.

$$V = A \times h \quad (2.8)$$

Dengan :

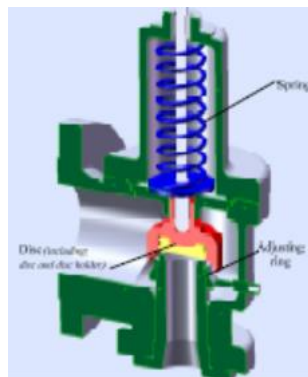
A = Luas penampang

h = Tinggi *absorber*

Jika gaya tekan lebih besar maka aliran yang masuk pada *absorber* makin meningkat, meningkat nya aliran yang masuk akan berdampak pada penambahan kapasitas *absorber* yang dapat mengalami *over flow* atau kelebihan kapasitas.

## 2.9 *Pressure Safety Valve*

*Pressure safety valve* adalah katup yang digunakan untuk membuka dan mengurangi tekanan berlebih untuk mencegah sistem tekanan. PSV banyak digunakan dalam dunia industri seperti nuklir, pembangkit listrik dan pompa bensin [6].



**Gambar 2.5** pegas *safety valve*

Cara kerjanya, selama operasi *disk* akan menyumbul keluar dan cairan berlebih akan dikeluarkan guna melindungi pipa, jika tekanan yang dikeluarkan melebihi *set-point*.

### 2.10 *Pressure Control Valve*

*Pressure control valve* merupakan sebuah katup yang digunakan untuk menjaga tekanan agar stabil. Faktor terpenting dalam kinerja katup adalah karakteristik aliran – tekanan [7].



**Gambar 2.6** *Pressure Control Valve* [8]

Pada DPPU *pressure control valve* digunakan pada jalur pipa yang berfungsi sebagai menjaga tekanan sebesar 1400000 Pascal. Jika pada apron melakukan *refueling*, maka pada pipa terdapat tekanan turun. Jumlah pompa yang berjalan bergantung pada proses *refueling*. Untuk menjaga tekanan konstan, dioperasikan sejumlah pompa agar mampu menjaga tekanan, sehingga untuk mengetahui besar kecil nya fenomena *backpressure* maka dilakukan skenario pengoperasian pompa skenario pompa dijelaskan pada 2.11.

### 2.11 *Computational Fluid Dynamics*

CFD merupakan analisa yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas dan fenomena terkait lainnya. Secara umum kerangka CFD meliputi formulasi persamaan *transport* yang berlaku, formulasi kondisi batas yang sesuai, pemilihan atau pengembangan kode-kode komputasi untuk

mengimplementasikan teknik numerik yang digunakan [2]. CFD terdapt tiga elemen utama yaitu;

#### 2.11.1. *Pre-processor*

- a. Pembuatan geometri : model yang akan dibuat akan dijelaskan pada bab 3. Untuk spesifikasi model akan dijelaskan pada tabel 2.1 dan tabel 2.2

**Tabel 2.1** Parameter Pipa

<i>Discharge Pump Diameter</i>	<b>Panjang pipa pompa</b>	<b>Panjang pipa utama</b>	<i>Discharge outflow Diameter</i>
8 inch	9,540 mm	21286,50 mm	17 inch

**Tabel 2.2** Parameter Geometri *Absorber*

<i>Inlet Diameter</i>	<b>Panjang absorber</b>
<b>4,40 inch</b>	<b>1588 mm</b>

- b. Menentukan bahan : pada tahapan ini terdapat dua material yaitu material *solid* dan material *fluid*

**Tabel 2.3** Spesifikasi material *solid*

<i>Density</i>	<i>Cp (Specific Heat)</i>	<i>Thermal Conductivity</i>
2719	871	202,4

**Tabel 2.4** Spesifikasi material *fluid*

<i>Density</i>	<i>Cp (Specific Heat)</i>	<i>Thermal Conductivity</i>	<i>Viscosity</i>
830	2000	0,13	4,15

- c. *Meshing* : bagian integral dari proses simulasi rekayasa komputer. Mesh memengaruhi akurasi, konvergensi, dan kecepatan solusi. Semakin baik solusinya bisa kita lihat dari spektrum berikut



**Gambar 2.7** *Skewness mesh metric spectrum*

### 2.11.2. Solver

- a. Membuat ukuran batas : pada tahapan ini terdapat 3 batasan. Batasan sebagai berikut
  - *Velocity inlet* : pada tahapan ini kita memberi batasan berupa kecepatan dan tekanan. Batasa tersebut dijelaskan pada tabel 2.6

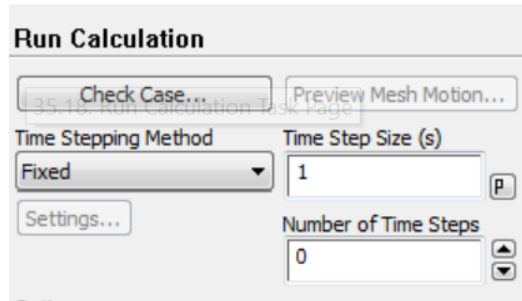
**Tabel 2.6** Kondisi batas *velocity*

<b>Velocity</b> m/s	<b>Pressure</b> Pascal/Bar
1,234	13042 / 13,042

- *Pressure Outlet* : Pada tahapan ini diberikan batasan tekanan sebesar 1400000 Pascal / 14Bar
  - *Wall* : pada tahapan ini diperoleh kekasaran sebesar  $1,05e^{-06}$
- b. Mendapatkan solusi : untuk mendapatkan solusi kita memberi pengaturan pada *Initialization* dan *Run calculation*
    - *Initialization* : metode yang menggunakan interpolasi batas. Metode ini digunakan untuk menghasilkan kecepatan yang sesuai dengan geometri yang kompleks dan bidang tekanan dengan lancar menghubungkan nilai tekanan tinggi dan rendah dalam domain komputasi.



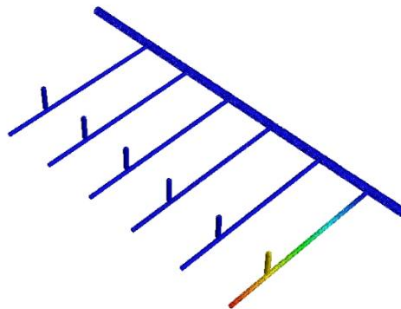
- *Run Calculation* : pada tahapan ini untuk melakukan perhitungan.



**Gambar 2.8** *Interface Run Calculation*

Pada tahapan ini diberi pengaturan *time step size* 60 s dan *number of time step* 60. Jadi pengambilan data setiap menit selama 1 jam.

2.11.3. *Post Processing* adalah bagian analisa setelah didapatkan plot bentuk geometri.

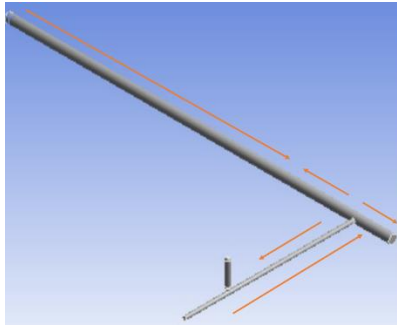


**Gambar 2.9** Plot bentuk Geometri

## 2.12 Skenario Pengoperasian

Untuk mengetahui masing-masing kapasitas *absorber* dalam menampung tekanan balik yang terjadi maka dioperasikan beberapa enam skenario yaitu,

### a. Skenario 1

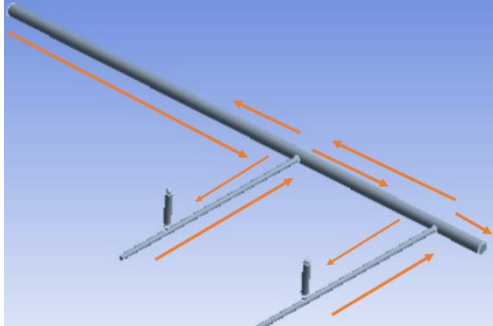


**Gambar 2.10** Skenario 1

Pada Skenario ini mengoperasikan pompa A, untuk fluida mengalir menuju *outflow* dan dinding buntu.

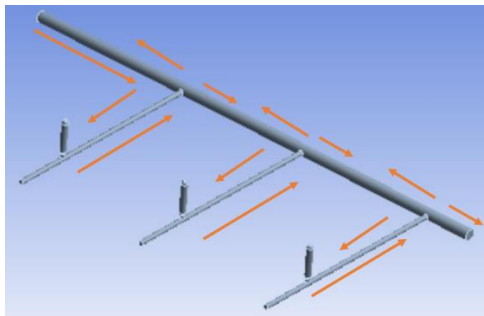
### b. Skenario 2

Pada skenario ini fluida dari pompa a dipompa aliran nya mengarah pada *outflow* dan dinding buntu. Saat pompa c dipompa aliran akan mengarah pada *outflow* dan jalur buntu. Saat aliran nya sampai di jalur buntut maka aliran tersebut kembali ke arah berlawanan. Begitu juga pada pompa a. Sehingga tekanan balik akan masuk kembali pada *absorber* c dan a. Agar tekanan balik tersebut tidak merusak pompa maka dipasang *absorber*.



**Gambar 2.11** Skenario 2

c. Skenario 3



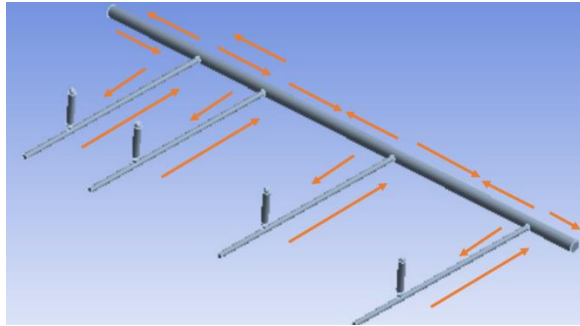
**Gambar 2.12** Skenario 3

Pada skenario ini fluida dari pompa a, c dan e dipompa aliran nya mengarah pada *outflow* dan jalur buntu. Terjadi tumbukan momentum antar 2 fluida baik itu dari pompa a, c dan e. Tumbukan momentum tersebut tekanan balik nya akan ditampung pada *absorber*.

d. Skenario 4

Pada skenario ini fluida dari pompa a, c,e, dan f dipompa aliran nya mengarah pada *outflow* dan jalur buntu. Terjadi tumbukan momentum antar fluida baik itu dari pompa a,

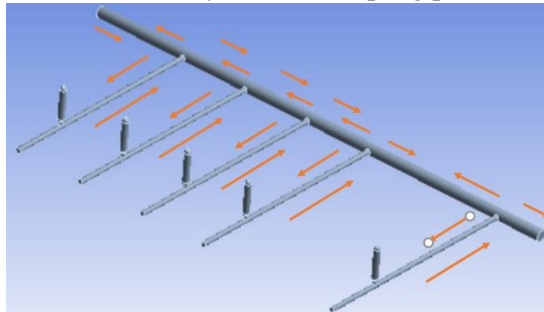
c, e, dan f. Tumbukan momentum tersebut tekanan baliknya akan ditampung pada *absorber*.



**Gambar 2.13** Skenario 4

e. Skenario 5

Pada skenario ini fluida dari pompa a,c , e, f , dan d dipompa aliran nya mengarah pada *outflow* dan jalur buntu. Terjadi tumbukan momentum antar fluida baik itu dari pompa a,c , e, f , dan d. Tumbukan momentum tersebut tekanan baliknya akan ditampung pada *absorber*.

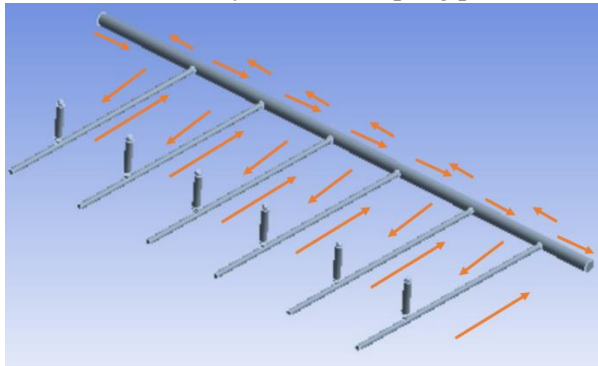


**Gambar 2.14** Skenario 5

f. Skenario 6.

Pada skenario ini fluida dari pompa a, c, e, f, d,dan b dipompa aliran nya mengarah pada *outflow* dan jalur

buntu. Terjadi tumbukan momentum antar fluida baik itu dari pompa a, c, e, f, d, dan b. Tumbukan momentum tersebut tekanan baliknya akan ditampung pada *absorber*.

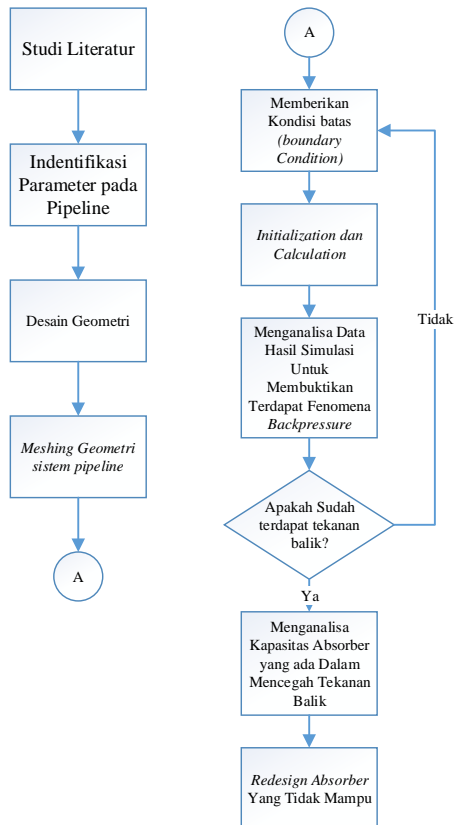


**Gambar 2.15** Skenario 6

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan berdasarkan langkah – langkah sistematis seperti ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini:



**Gambar 3.1** Diagram alir Penelitian

### 3.1 Identifikasi Parameter

Pada tahapan ini dilakukan mencari parameter yang menunjang dalam penelitian. Data-data yang diambil meliputi ukuran dari tekanan pada pompa, tekanan pada *pressure control valve* dan ukuran pipa yang terdapat pada DPPU (Depot Pengisian Pesawat Udara Ngurah Rai Denpasar Bali)



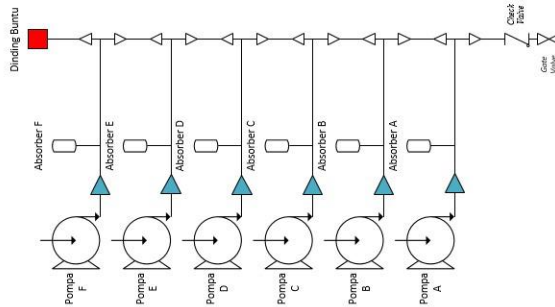
**Gambar 3.2** pipeline dan absorber A, B, dan C



**Gambar 3.3** pipeline dan absorber D, E, dan F



Berdasarkan komponen – komponen yang terdapat pada gambar 3.2 didapatkan parameter sebagai berikut



**Gambar 3.4** PFD rumah pompa fase 3 DPPU Ngruh Rai

**Tabel 3.1** Parameter kondisi batas [5]

<b>Pressure control valve, Pa</b>	<b>Pressure Inlet, Pa</b>	<b>Luas penampang pipa, mm</b>	<b>Tekanan maksimum pada absorber, Pa</b>
1400000	1304284	37,649	2314369

Dimana PCV (*Pressure Control Valve*) merupakan *valve* yang difungsikan sebagai mengendalikan tekanan pada pipa. Jika P (tekanan yan terukur) dibawah P (*setpoint*) maka pompa akan beroperasi untuk menjaga tekanan pada pipa.

Untuk mencari gaya dorong yang dihasilkan pada pompa sentrifugal maka digunakan persamaan,

$$F = P \times A \quad (3.1)$$

Dimana,

P = Tekanan

A = Luas penampang

F = Gaya tekan

Didapatkan gaya tekan pada setiap pompa sebesar 13 Bar

### 3.2 Desain Geometri

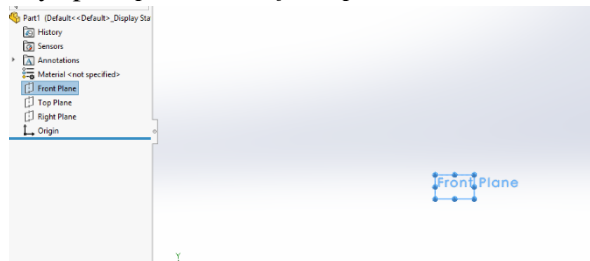
Pada tahapan ini melakukan pembuatan geometri sistem *pipeline* pada rumah pompa fase 3 menggunakan *solid work 2016* dalam pembuatannya parameter ukurannya dijelaskan pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Parameter Pipa [5]

<b>Discharge Pump Diameter</b>	<b>Panjang pipa pompa</b>	<b>Panjang pipa utama</b>	<b>Discharge outflow Diameter</b>
8 inch	9,540 mm	21286,50 mm	18 inch

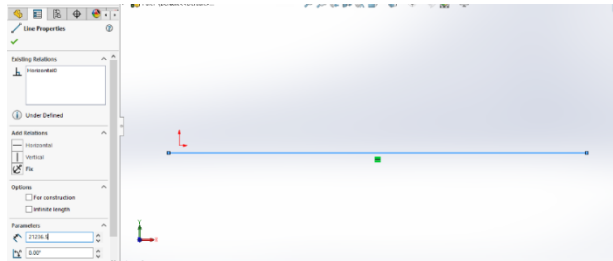
Langkah pengerjaan pada pemodelan *pipeline* dan *absorber* sebagai berikut

- a. Menyiapkan *plane*. Pilih *front plane*



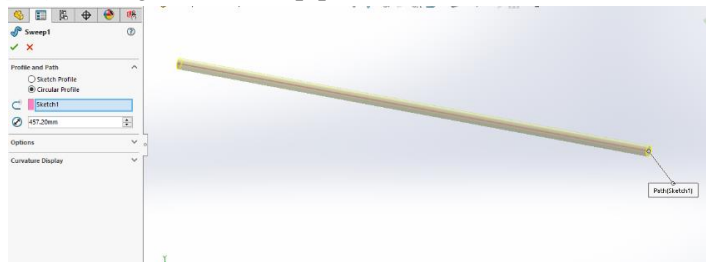
**Gambar 3.5** Menyiapkan *plane*

- b. Pada *front plane* digambarkan *line* sebagai *main pipe* dengan panjang 21286,50 mm



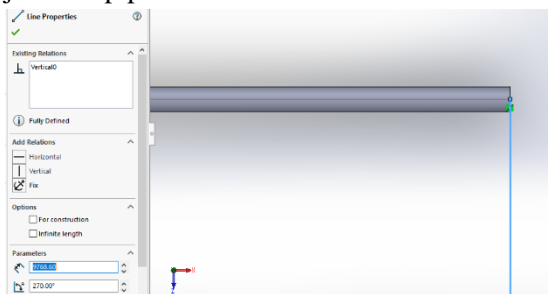
**Gambar 3.6** Menggambar pipa utama

- c. Dari sketsa tersebut pilih *swept boss* dan opsi *circular profile* dengan diameter pipa 457,2 mm (18 inch)



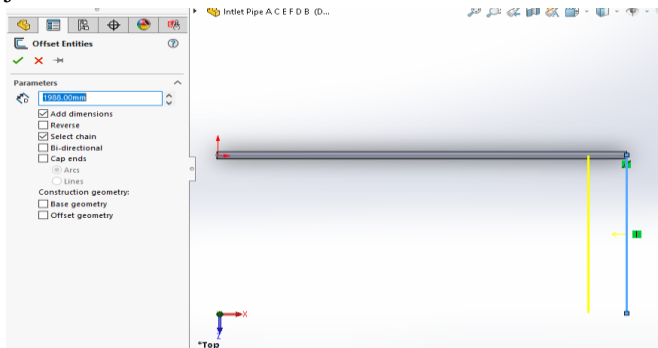
**Gambar 3.7** Menu *swept boss*

- d. Dibuat dahulu panjang pipa ditambah setengah jari – jari dari pipa utama



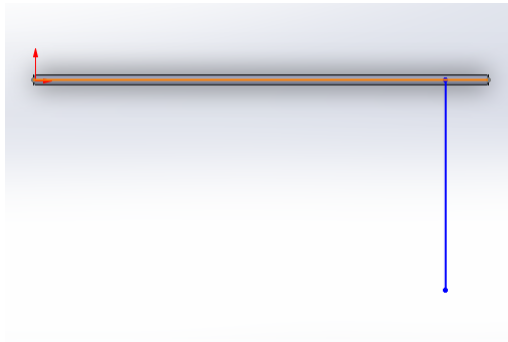
**Gambar 3.8** *Line properties*

- e. Dari garis tersebut dilakukan *offset entities* dengan jarak 1988mm



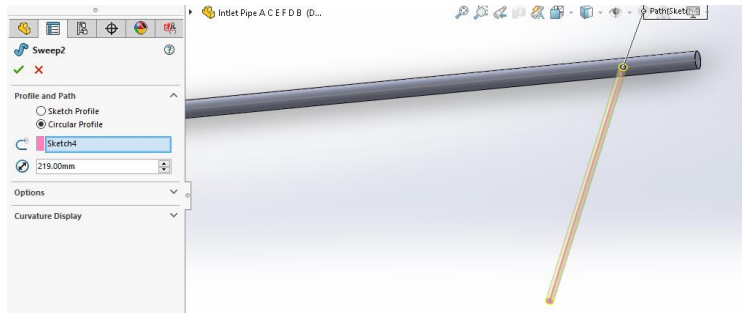
**Gambar 3.9** *Offset entities*

- f. Garis biru merupakan hasil *offset entities* dengan panjang *subpipe*



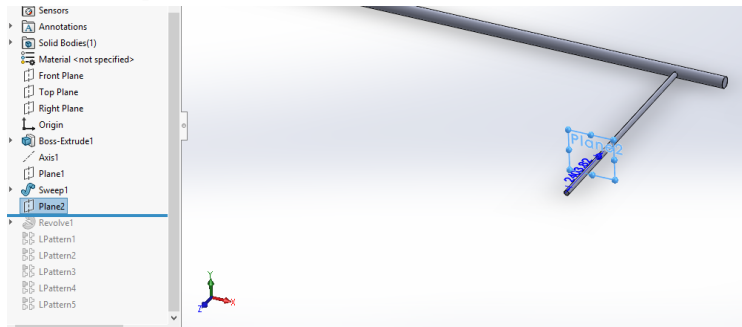
**Gambar 3.10** Hasil *offset entities*

- g. Pada *sub pipe* dilakukan *swept boss* setelah itu pilih *circular profile* dan masukan ukuran *subpipe* sebesar 219mm (8 inch)



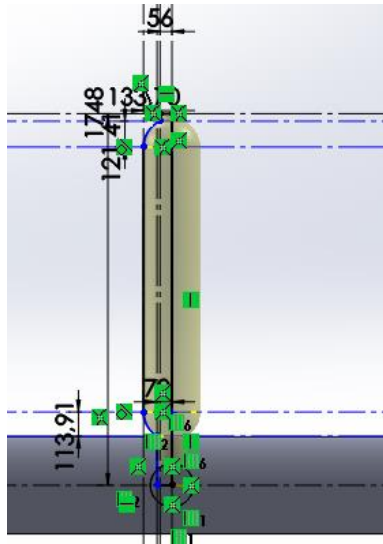
**Gambar 3.11** Pembuatan *subpipe*

h. Pembuatan *plane* Baru untuk *absorber*



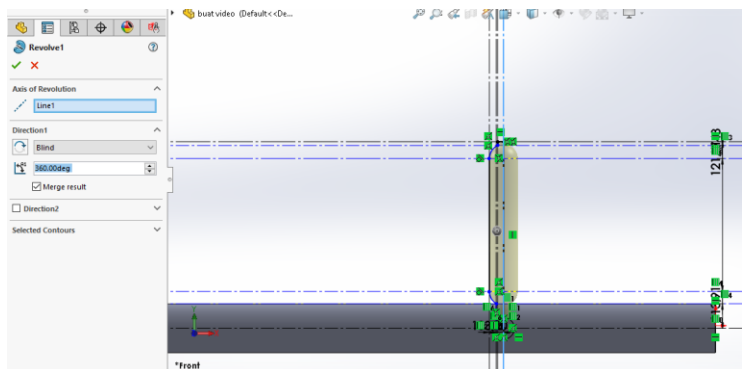
**Gambar 3.12** Pembuatan *plane* Baru

i. Menyiapkan sketsa pada *plane* Baru untuk menyiapkan dimensi dari *absorber*



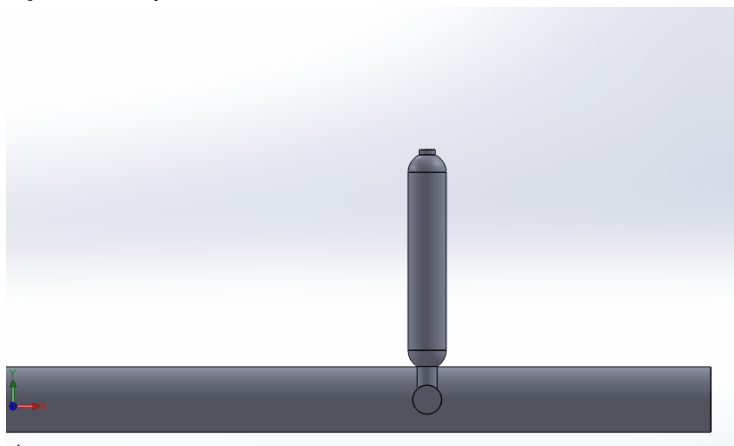
**Gambar 3.13** Sketsa dimensi *absorber*

- j. Pada sketsa *absorber* dilakukan penggunaan *revolve boss*



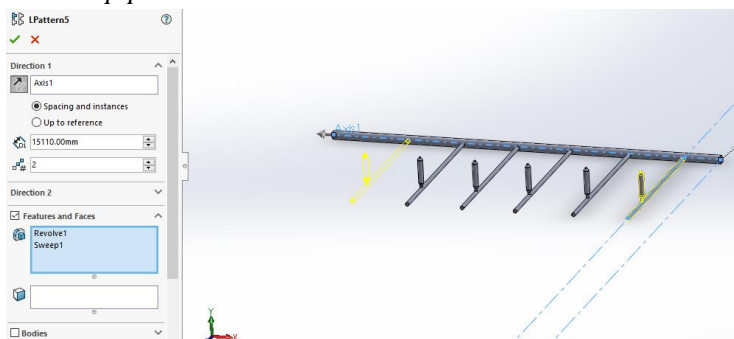
**Gambar 3.14** Penggunaan *revolve boss*

- k. Hasil desain *absorber* yang siap dianalisa pada *software ansys*



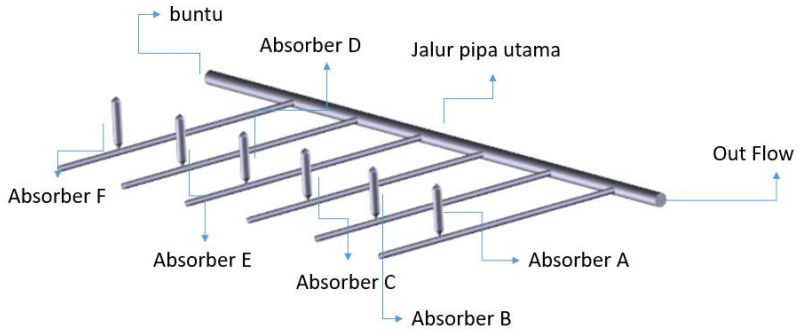
**Gambar 3.15** Hasil desain *absorber*

- l. Dilakukan *pattern* yang menjadi patokan hasil dari *boss subpipe* dan *absorber* awal



**Gambar 3.16** *Pattern subpipe* dan *absorber*

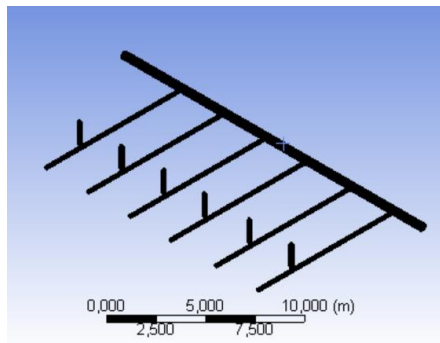
Berikut hasil dari desain menggunakan *solid work* 2016



**Gambar 3.17** Hasil desain

### 3.3 Meshing

*Meshing* adalah proses dimana domain dipotong menjadi bagian-bagian dengan ukuran lebih kecil dengan tujuan agar parameter-parameter yang ada pada setup dapat diaplikasikan kedalam elemen-elemen yang ada pada sistem *pipeline*.



**Gambar 3.18** Hasil *meshing*

Didapatkan nilai *skewness* dan *orthogonal* pada gambar berikut





### 3.4 Langkah – Langkah *Set-up*

Terdapat langkah-langkah dalam pengaturan *ansys*, dijelaskan sebagai berikut:

#### A. General

Pada menu general terdapat beberapa *submenu* diantaranya nya *mesh*, *solver*, *time*, dan *gravity*. Data yang di isikan pada *submenu* disesuaikan dengan data sekunder.

#### B. Model

Pada menu model terdapat solusi untuk menyelesaikan suatu persamaan matematis yang terstruktur. Menggunakan model *Viscous* ( $k-\epsilon$ ).

#### C. Material

Pada tahap ini dilakukan penyesuaian kondisi material yang ada pada data sekunder. Bagian material terdapat dua jenis material (*fluid* dan *solid*) yang memiliki spesifikasi yang berbeda

a) Material *fluid* menggunakan jenis *avtur* dengan spesifikasi pada gambar 3.11

Name	Material Type
avtur	Fluid
Chemical Formula	Fluent Fluid Materials
c12h24	avtur (c12h24)
	Mixture
	none

Order Materials by  
 Name  
 Chemical Formula

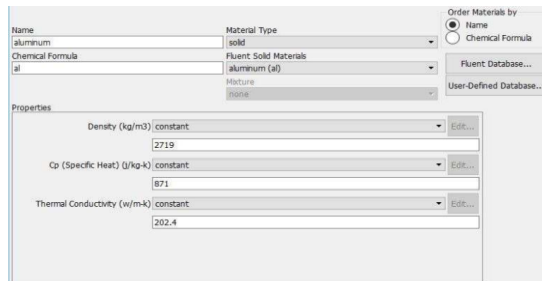
Fluent Database...  
 User-Defined Database...

Properties

Density (kg/m <sup>3</sup> )	constant	Edit...
	830	
Cp (Specific Heat) (J/kg-K)	constant	Edit...
	2000	
Thermal Conductivity (w/m-k)	constant	Edit...
	0.13	
Viscosity (kg/m-s)	constant	Edit...
	4.15	

**Gambar 3.11** Material jenis *avtur*

- b) Material *solid* menggunakan jenis aluminium dengan spesifikasi pada gambar 3.12



**Gambar 3.12** Material *solid*

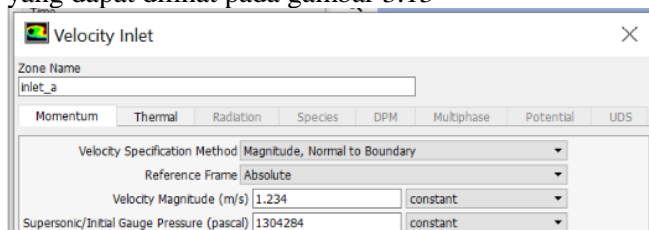
#### D. Cell Zone Condition

Pada tahapan ini diatur dengan suhu  $303,15^{\circ}\text{K}$  atau sebesar  $30^{\circ}\text{C}$  kondisi tersebut sesuai dengan data yang ada pada plan.

#### E. Boundary Condition

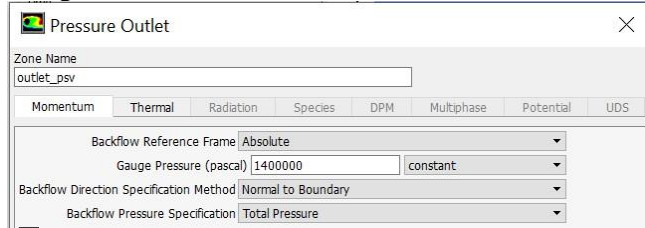
*Boundary Condition* adalah dimana memberi kondisi batas yang terdiri dari aliran masuk dan batas keluar. Kondisi batas tersebut mengacu pada data yang ada pada *plant*. Pada tahapan ini diantara nya sebagai berikut:

- a) *Inlet* pompa menggunakan jenis *velocity inlet*. *Velocity inlet* adalah batas kecepatan *inlet* yang digunakan untuk menentukan kecepatan aliran yang dapat dilihat pada gambar 3.13



**Gambar 3.13** Pengaturan pompa

- b) *Outlet flow* merupakan aliran yang mengarah pada *pressure control valve* dengan jenis *pressure outlet*. *Pressure outlet* adalah kondisi batas *outlet* tekanan sebagai berikut



**Gambar 3.14** Pengaturan *outflow*

- c) *Wall boundary* adalah kondisi batas dinding digunakan untuk mengikat daerah merupakan kondisi sistem dengan kekasaran sebesar  $1,5e^{-06}$  dan suhu sebesar  $303,15^{\circ}K$

### 3.5 Running Ansys

Pada tahapan ini menggunakan metode *hybrid initialization*. *Hybrid Initialization* adalah sebuah metode inialisasi / menentukan nilai awal untuk menyelesaikan sebuah masalah. Metode *hybrid* menggunakan metode interpolasi. *Run calculation* adalah sebuah menu yang digunakan untuk melakukan perhitungan.

Untuk mengetahui nilai tekanan pada *pipeline* makan dalam penelitian ini dilakukan melalui enam skenario pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Skenario pengoperasian

Skenario Operasi	Pompa A	Pompa B	Pompa C	Pompa D	Pompa E	Pompa F
1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
2	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
3	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
4	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
5	ON	OFF	ON	ON	ON	ON
6	ON	ON	ON	ON	ON	ON

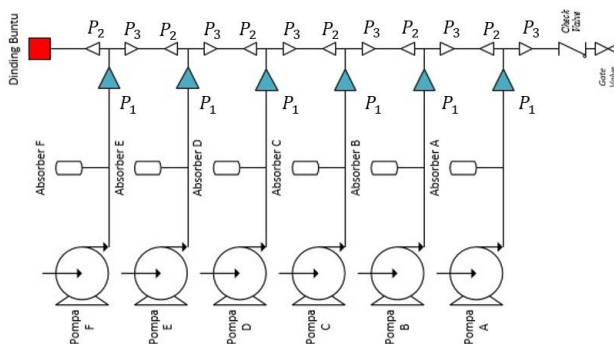
Tujuan dari skenario ini adalah untuk mengetahui adanya fenomena *backpressure* dilihat dari kontur warna pada *absorber* hasil dari *simulasi*. Pada gambar 3.15 diketahui tekanan pada setiap titik yaitu,

$P_3$  adalah aliran yang kearah PCV (*pressure control valve*)

$P_2$  adalah aliran yang menuju kearah berlawanan yang berpotensi menimbulkan gaya reaksi

$P_1$  adalah aliran yang dihasilkan dari pompa yang beroperasi

Jika tekanan pada  $P_2 > P_3$  maka terdapat potensi aliran balik yang menuju ke pompa, maka dari itu dalam simulasi akan dilakukan pengamatan tekanan pada *absorber*.



Gambar 3.15 Diagram proses

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

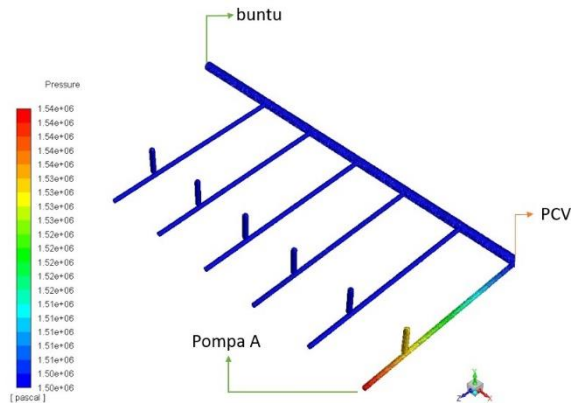
## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis *Backpressure* dengan Parameter Skenario *Pressure* pada Tiga Titik

Untuk mengetahui adanya fenomena *backpressure* maka dilakukan dengan skenario sebagai berikut,

#### 4.1.1 Skenario 1 Pompa Dioperasikan

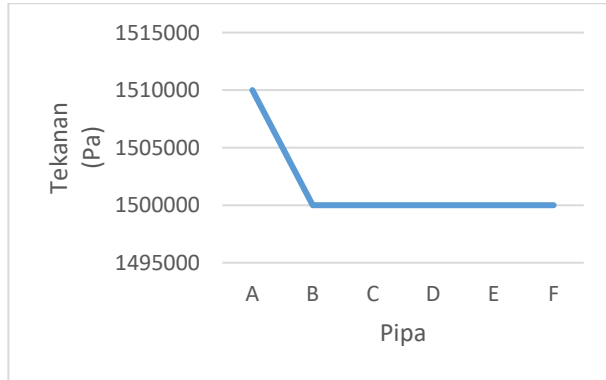
Pada skenario 1 hanya mengoperasikan pompa A. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat dengan berubahnya warna pada *absorber*.



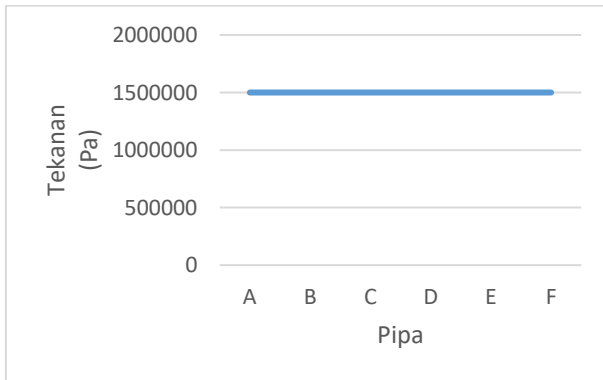
**Gambar 4.1** Skenario 1 pompa dioperasikan

Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu.

Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.2 – 4.4.

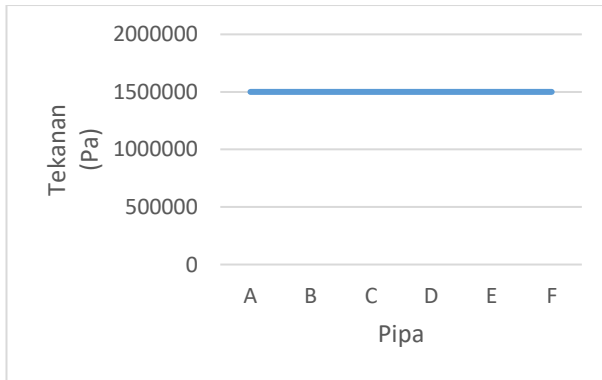


**Gambar 4.2** Kurva tekanan  $P_1$  pada luaran setiap pompa



**Gambar 4.3** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu



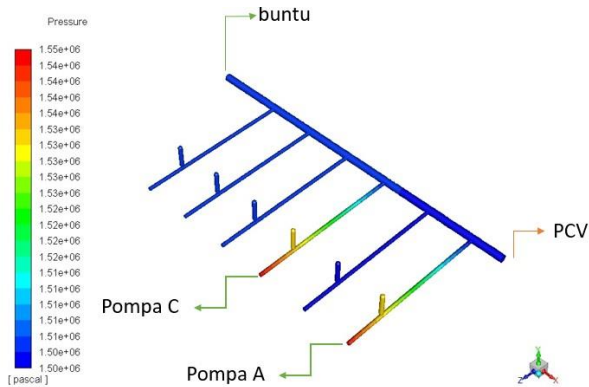


**Gambar 4.4** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

Pada gambar 4.2 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A sebesar 1510000 Pascal dan untuk percabangan pipa B, C, D, E, dan F didapatkan nilai tekanan 1500000 Pascal. Nilai pada pompa A besar diakibatkan pada skenario ini dioperasikan 1 pompa yaitu pompa A. Untuk gambar 4.3 didapatkan nilai tekanan dari percabangan pipa A menuju ke dinding buntu dengan tekanan konstan sebesar 1500000 Pascal karena tekanan tinggi menuju tekanan yang rendah. Untuk gambar 4.4 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapkatann nilai tekanan sebesar 1500000 Pascal.

#### 4.1.2 Skenario 2 Pompa Dioperasikan

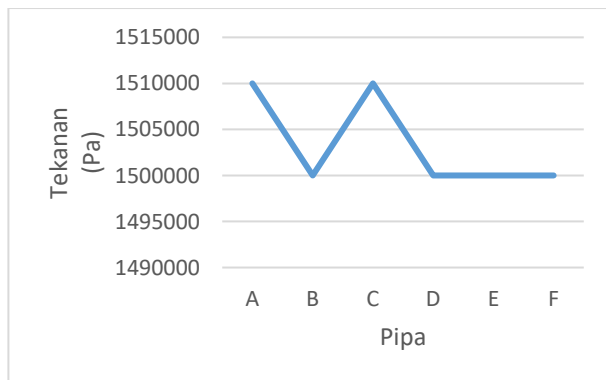
Pada skenario 2 mengoperasikan pompa A dan pompa C. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.



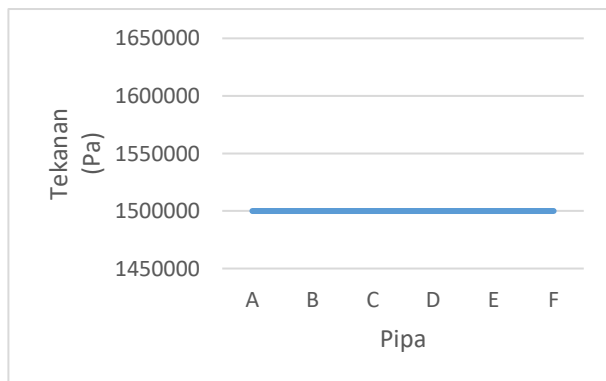
**Gambar 4.5** Skenario 2 pompa dioperasikan

Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu. Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.6 – 4.8.

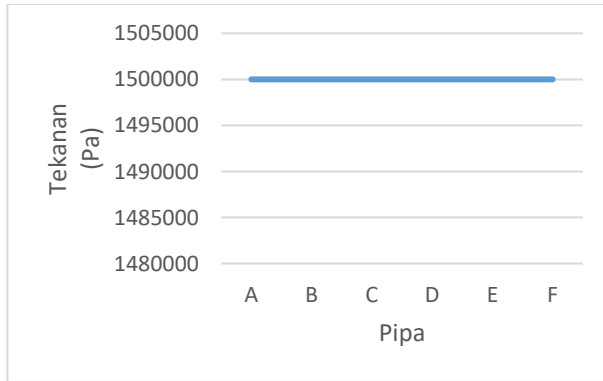
Pada gambar 4.6 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A sebesar 1510000 Pascal, untuk nilai tekanan pada percabangan pipa C sebesar 1510000 Pascal dan untuk tekanan pada percabangan pipa , C, D, E, F didapatkan nilai tekanan 1500000 Pascal. Untuk gambar 4.7 didapatkan nilai tekanan dari pompa A menuju ke dinding buntu dengan tekanan konstan sebesar 1500000 Pascal. Untuk gambar 4.8 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapatkan nilai tekanan sebesar 1500000 Pascal.



**Gambar 4.6** Kurva tekanan  $P_1$  pada setiap luaran pompa



**Gambar 4.7** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu



**Gambar 4.8** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

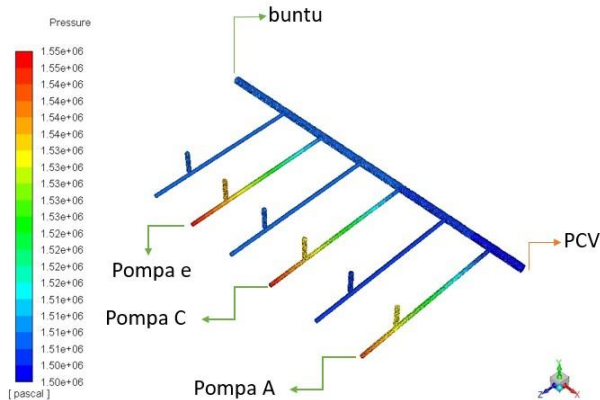
#### 4.1.3 Skenario 3 Pompa Dioperasikan

Pada skenario 3 mengoperasikan pompa A, pompa C, dan pompa E. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar 4.9

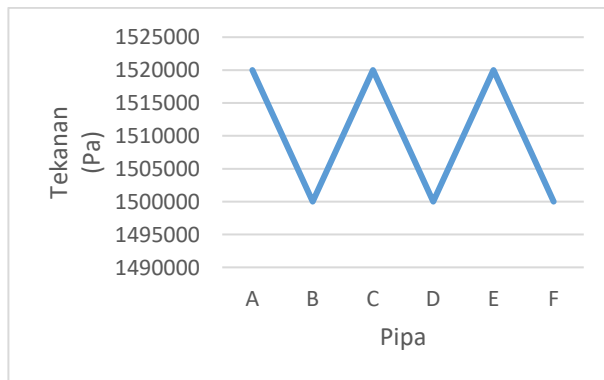
Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu. Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.10 – 4.13.

Pada gambar 4.10 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A sebesar 1520000 Pascal, untuk nilai tekanan pada percabangan pipa C sebesar 1520000 Pascal, sedangkan tekanan pada percabangan pipa E sebesar 1520000 Pascal dan untuk tekanan pada percabangan pipa , C, D, F didapatkan nilai tekanan 1500000 Pascal. Untuk gambar 4.11 didapatkan nilai tekanan dari pompa A menuju ke dinding

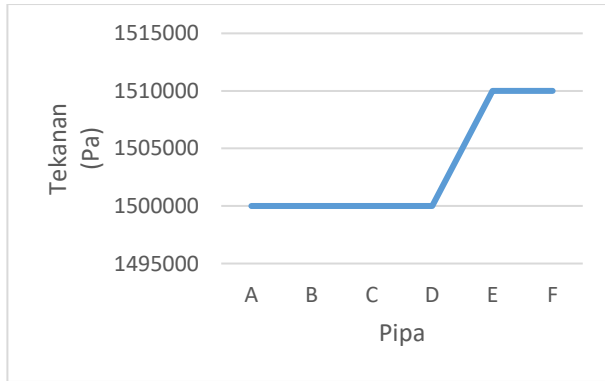
buntu dengan tekanan konstan sebesar 1500000 Pascal dan tekanan pada percabangan pipa E dan F sebesar 1510000 Pascal tekanan tersebut bertambah karena terdapat aliran balik. Untuk gambar 4.12 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapatkan nilai tekanan yang meningkat pada percabangan pipa F dan E sebesar 1510000 Pascal.



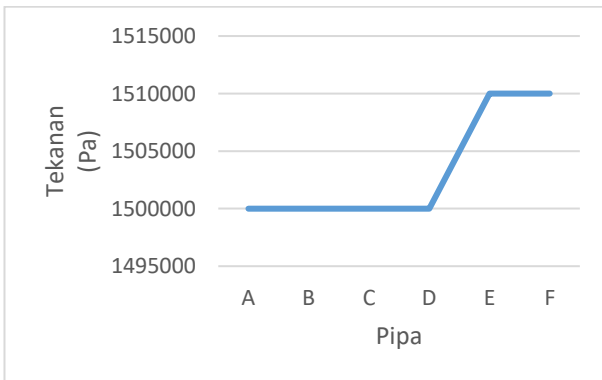
**Gambar 4.9** Skenario 3 pompa dioperasikan



**Gambar 4.10** Kurva tekanan  $P_1$  pada setiap luaran pompa



**Gambar 4.11** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu



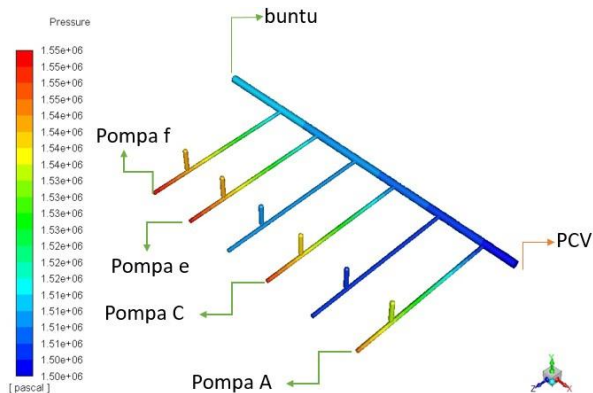
**Gambar 4.12** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

#### 4.1.4 Skenario 4 Pompa Dioperasikan

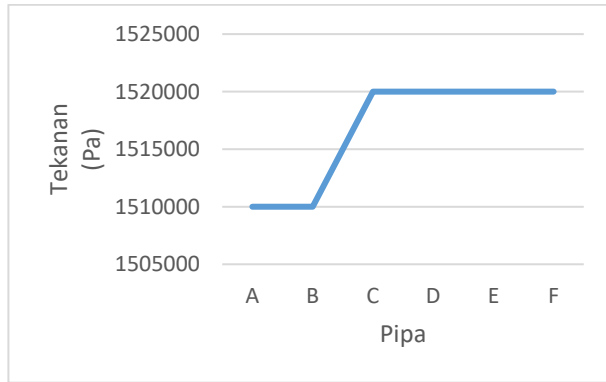
Pada skenario 4 mengoperasikan pompa A, pompa C, pompa E, dan pompa F. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar 4.13.

Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu. Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.14 – 4.16.

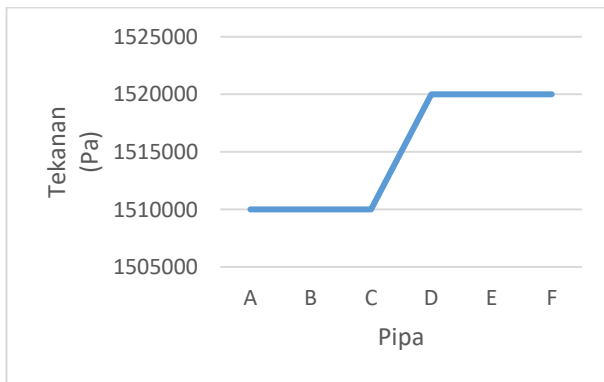
Pada gambar 4.14 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A sebesar 1510000 Pascal, untuk nilai tekanan pada percabangan pipa C sebesar 1510000 Pascal, tekanan pada percabangan pipa E sebesar 1520000 Pascal, tekanan pada percabangan pipa F sebesar 1520000 Pascal, tekanan pada percabangan D didapatkan nilai tekanan 1520000 Pascal dan untuk tekanan pada percabangan B sebesar 1510000 Pascal. Untuk gambar 4.15 didapatkan nilai tekanan dari percabangan pipa A, B, C menuju ke dinding buntu dengan tekanan konstan sebesar 1510000 Pascal dan tekanan pada percabangan pipa D, E, F sebesar 1520000 Pascal tekanan tersebut bertambah karena terdapat aliran balik. Untuk gambar 4.16 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapatkan nilai tekanan yang meningkat pada percabangan pipa D dan F sebesar 1520000 Pascal.



**Gambar 4.13** Skenario 4 pompa dioperasikan

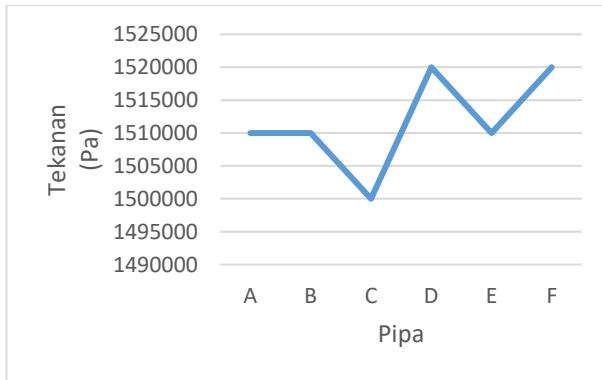


**Gambar 4.14** Kurva tekanan  $P_1$  pada setiap luaran pompa



**Gambar 4.15** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu





**Gambar 4.16** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

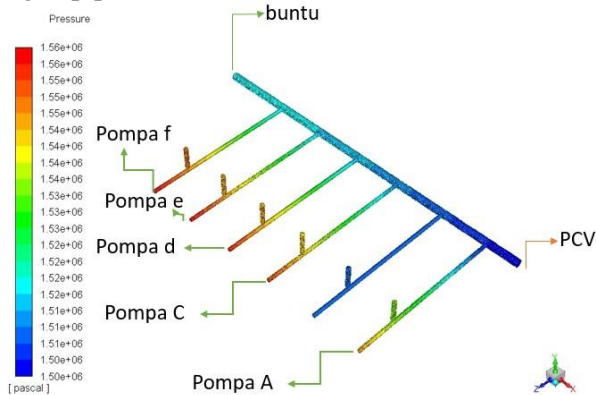
#### 4.1.5 Skenario 5 Pompa Dioperasikan

Pada skenario 5 mengoperasikan pompa A, pompa C, pompa E, pompa F, dan pompa D. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar 4.17.

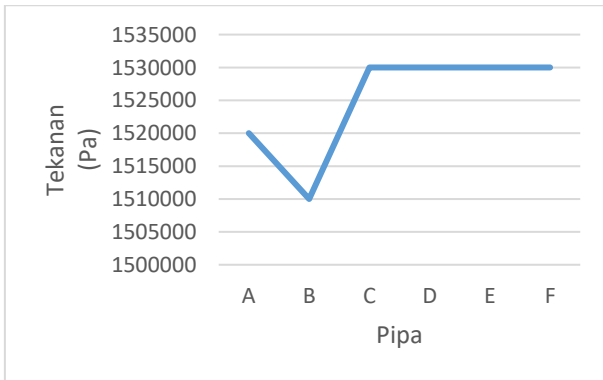
Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu. Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.18 – 4.20.

Pada gambar 4.18 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A sebesar 1520000 Pascal, untuk nilai tekanan pada percabangan pipa C, E, F, D sebesar 1530000, tekanan pada percabangan pipa B sebesar 1510000 Pascal. Untuk gambar 4.19 didapatkan nilai tekanan dari percabangan pipa A, B menuju ke dinding buntu dengan tekanan konstan

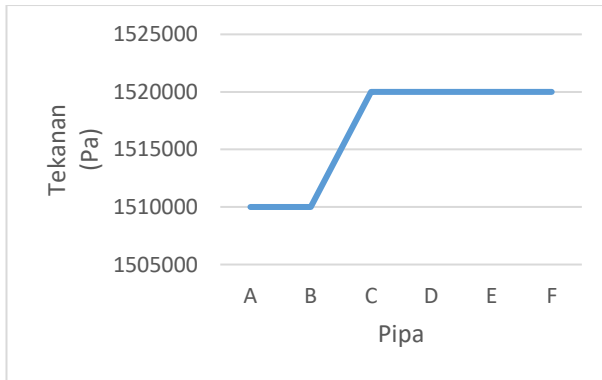
sebesar 1510000 Pascal dan tekanan pada percabangan pipa C, D, E, F sebesar 1520000 Pascal tekanan tersebut bertambah karena terdapat aliran balik. Untuk gambar 4.20 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapatkan nilai tekanan yang meningkat pada percabangan pipa F sebesar 1520000 Pascal.



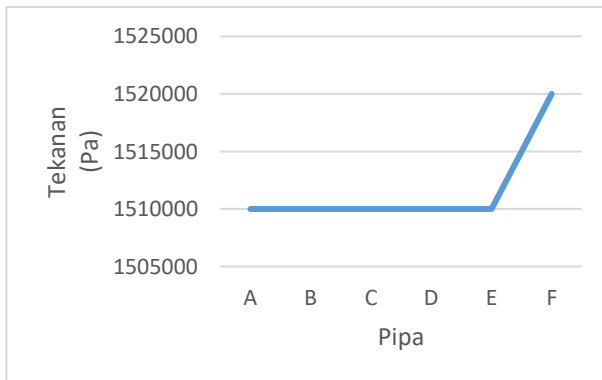
**Gambar 4.17** Skenario 5 pompa dioperasikan



**Gambar 4.18** Kurva tekanan  $P_1$  pada setiap luaran pompa



**Gambar 4.19** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu



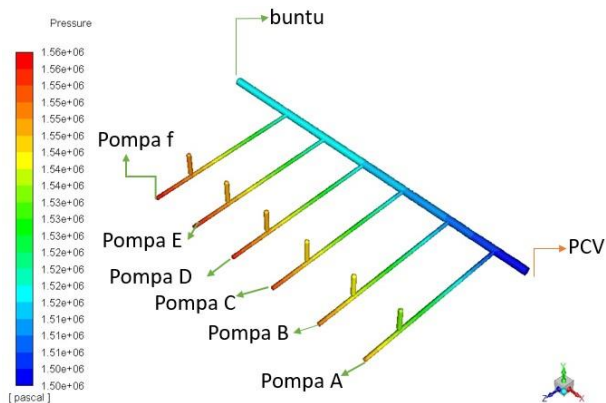
**Gambar 4.20** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

#### 4.1.6 Skenario 6 Pompa Dioperasikan

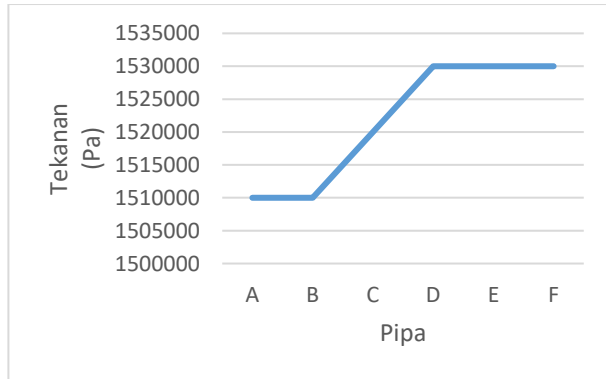
Pada skenario 6 mengoperasikan pompa A, pompa C, pompa E, pompa F, pompa D, dan pompa B. Untuk fenomena *backpressure* yang terjadi pada sistem penyaluran bahan bakar (*avtur*) dengan melakukan analisis terhadap aliran fluida pada sistem. Fenomena *backpressure* dapat dilihat dari perubahan warna atau pola kontur yang terjadi. Fenomena tersebut dapat dilihat pada gambar 4.21.

Berdasarkan *contour* persebaran warna dalam pengoperasian pompa. Didapatkan tekanan pada setiap titik percabangan yaitu, titik luaran dari pompa, titik menuju arah PCV (*pressure control valve*) dan titik menuju dinding buntu. Nilai tekanan tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.22 – 4.24.

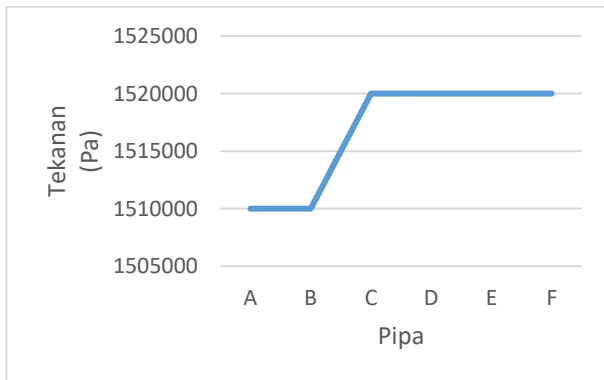
Pada gambar 4.22 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A, B sebesar 1510000 Pascal, untuk nilai tekanan pada percabangan pipa E, F, D sebesar 1530000, tekanan pada percabangan pipa C sebesar 1520000 Pascal. Untuk gambar 4.23 didapatkan nilai tekanan dari percabangan pipa A, B menuju ke dinding buntu dengan tekanan konstan sebesar 1510000 Pascal dan tekanan pada percabangan pipa C, D, E, F sebesar 1520000 Pascal tekanan tersebut bertambah karena terdapat aliran balik. Untuk gambar 4.24 merupakan grafik nilai tekanan yang terjadi mengarah PCV (*pressure control valve*) didapatkan nilai tekanan yang meningkat pada percabangan pipa B, C, D, E, F sebesar 1520000 Pascal.



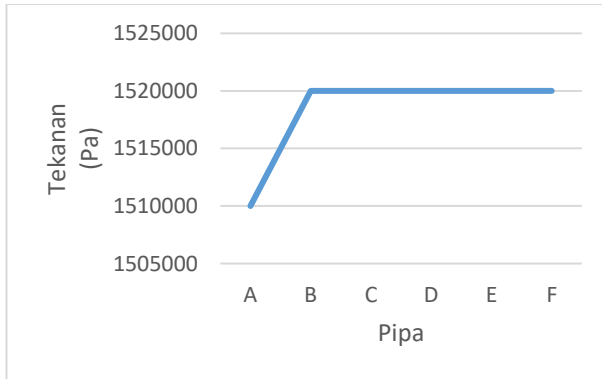
**Gambar 4.21** Skenario 6 pompa dioperasikan



**Gambar 4.21** Kurva tekanan  $P_1$  pada setiap luaran pompa



**Gambar 4.22** Kurva tekanan  $P_2$  menuju dinding buntu



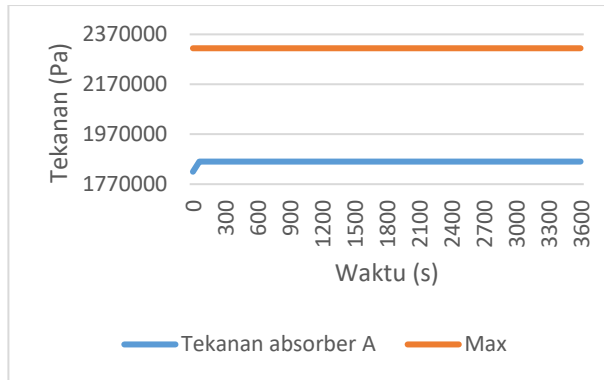
**Gambar 4.24** Kurva tekanan  $P_3$  menuju PCV

#### **4.2 Analisa Berdasarkan Peningkatan Tekanan yang Terjadi pada *Absorber***

Berdasarkan perubahan warna pada gambar 4.1-4.21 terdapat peningkatan tekanan pada *absorber*.

##### **4.2.1 Skenario 1**

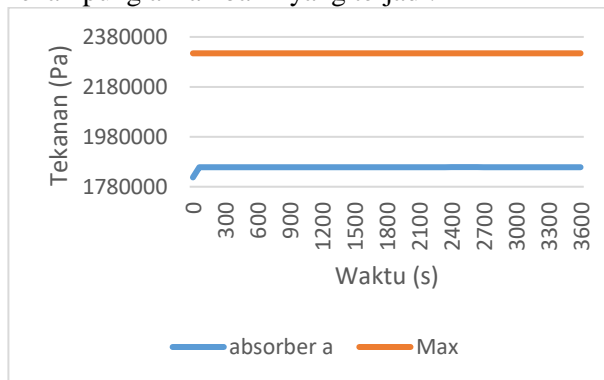
Berdasarkan gambar 4.25 merupakan grafik pengoperasian nya dalam satu jam didapatkan rata-rata tekanan sebesar 1859746,11 Pascal atau 18,5974611 Bar. Maka pada *absorber* tersebut masih dapat menampung tekanan balik yang terjadi pada *head suction* pompa A.



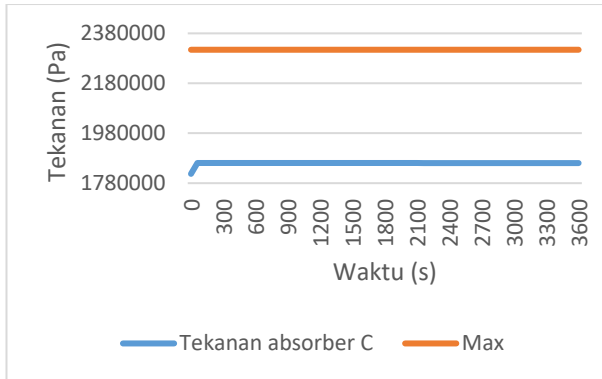
**Gambar 4.25** Tekanan *absorber A*

#### 4.2.2 Skenario 2

Berdasarkan pengoperasian nya dalam satu jam gambar 4.26 - 4.27 didapatkan tekanan maksimum pada *absorber A* sebesar 1858548,62 Pascal atau 18,5854862 Bar. Untuk *absorber C* didapatkan tekanan maksimum sebesar 1860445,80 Pascal atau 18,6044580 Bar. Maka *absorber A* dan *C* masih dapat menampung aliran balik yang terjadi.



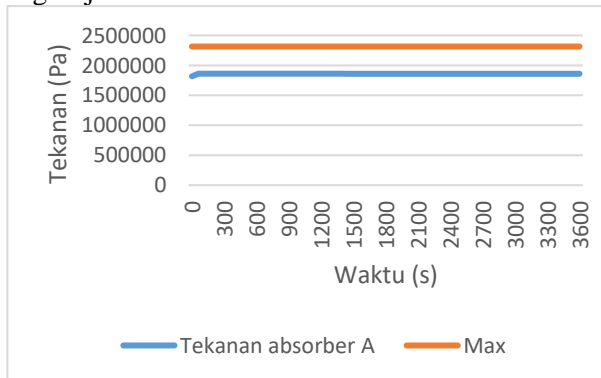
**Gambar 4.26** Tekanan *Absorber A*



**Gambar 4.27** Tekanan *Absorber C*

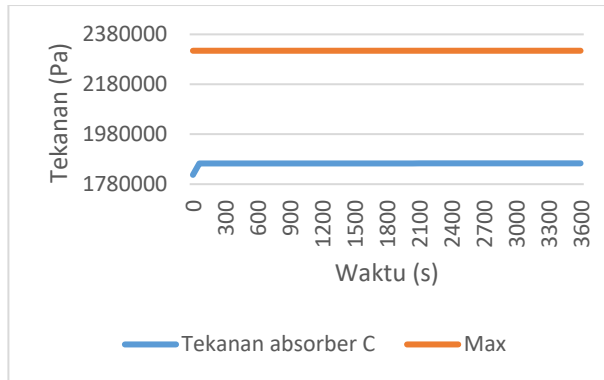
### 4.2.3 Skenario 3

Berdasarkan pengoperasian nya dalam satu jam gambar 4.28 – 4.30 didapatkan tekanan maksimum pada *absorber A* sebesar 1859428,20 Pascal atau 18,5942820 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber C* sebesar 1863429,88 Pascal atau 18,6342988 Bar dan untuk tekanan maksimum pada *absorber E* sebesar 1865169,99 Pascal atau 18,6516999 Bar maka *absorber A*, *C*, dan *E* masih dapat menampung aliran balik yang terjadi.

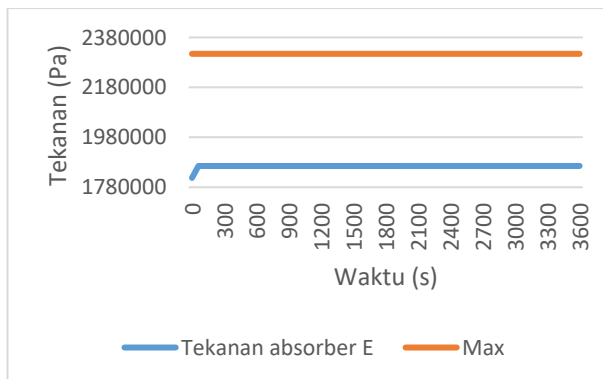


**Gambar 4.28** Grafik tekanan *absorber A*





**Gambar 4.29** Grafik tekanan *absorber C*

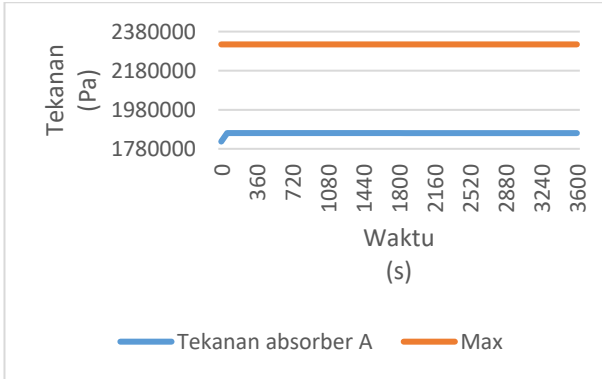


**Gambar 4.30** Grafik tekanan *absorber E*

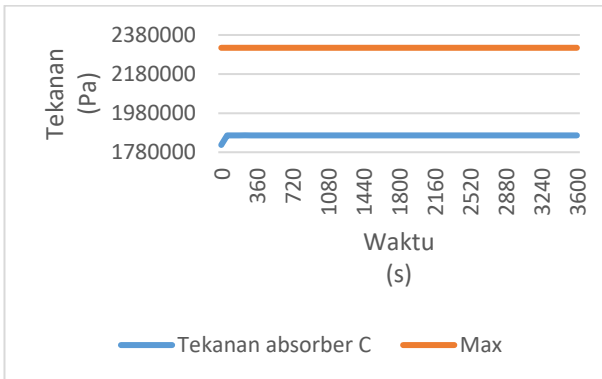
#### 4.2.4 Skenario 4

Berdasarkan pengoperasian nya dalam satu jam pada gambar 4.31 – 4.34 didapatkan tekanan maksimum pada *absorber A* sebesar 1860389,797 Pascal atau 18,60389797 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber C* sebesar 1866669,99 Pascal atau 18,6666999 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber E* sebesar 1870424,625 Pascal atau 18,70424625 Bar, dan untuk tekanan maksimum pada *absorber F* sebesar

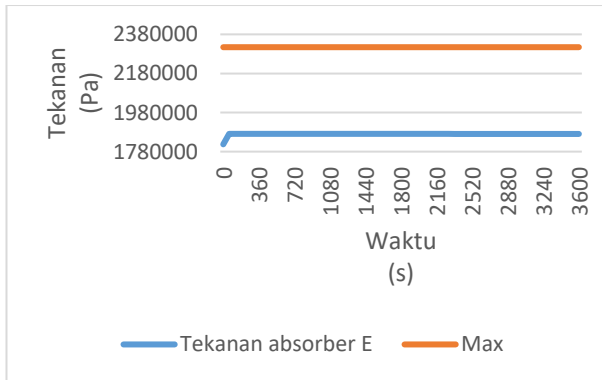
1871469,002 Pascal atau 18,71469002 Bar maka *absorber A*, C, E, F dan D masih dapat menampung aliran balik yang terjadi.



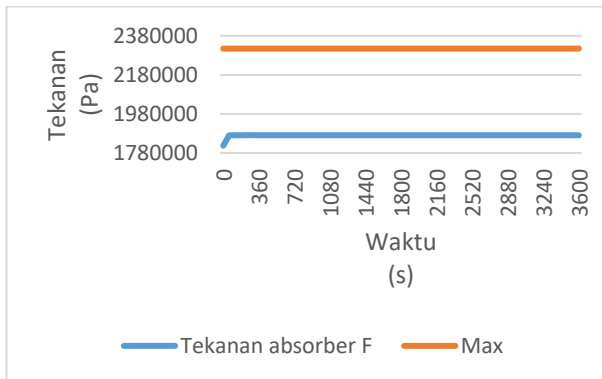
**Gambar 4.31** Grafik tekanan *absorber A*



**Gambar 4.32** Grafik tekanan *absorber C*



**Gambar 4.33** Grafik tekanan *absorber E*

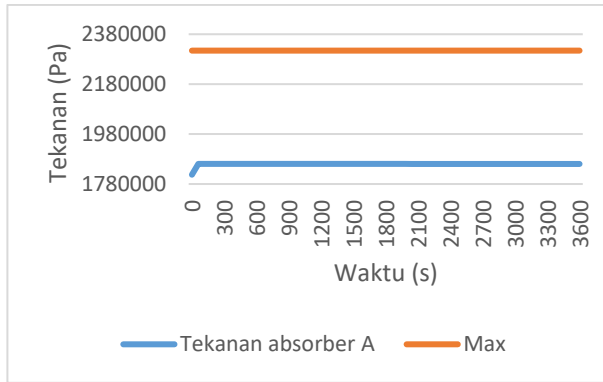


**Gambra 4.34** Grafik tekanan *absorber F*

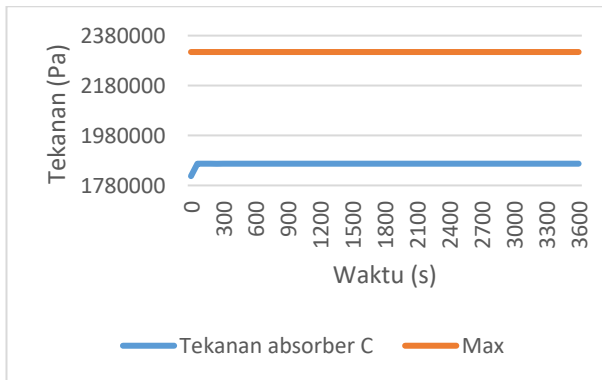
#### 4.2.5 Skenario 5

Berdasarkan pengoperasian nya dalam satu jam pada gambar 4.35 – 4.39 didapatkan tekanan maksimum pada *absorber A* sebesar 1861411,97 Pascal atau 18,6141197 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber C* sebesar 18,7011892 Pascal atau 18,7011892 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber E* sebesar 1857338,94 Pascal atau 18,5733894 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber F* sebesar 1876448,13

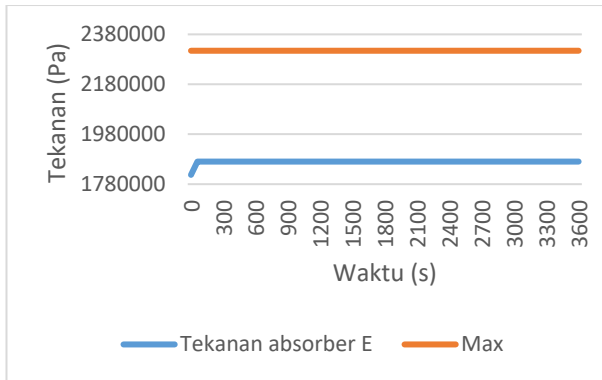
Pascal atau 18,7644813 Bar dan untuk tekanan maksimum pada *absorber* D sebesar 1873287,77 Pascal atau 18,7328777 Bar maka *absorber* A, C, E, F dan D masih dapat menampung aliran balik yang terjadi.



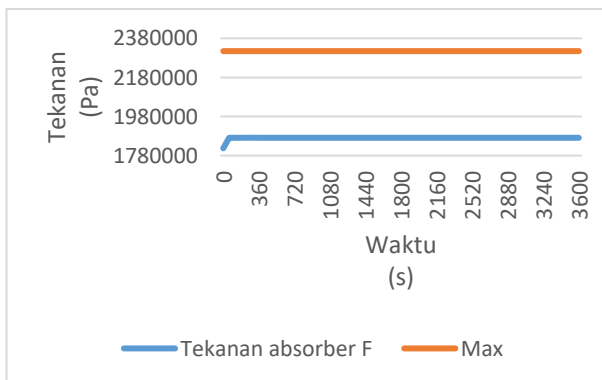
**Gambar 4.35** Grafik tekanan pada *absorber* A



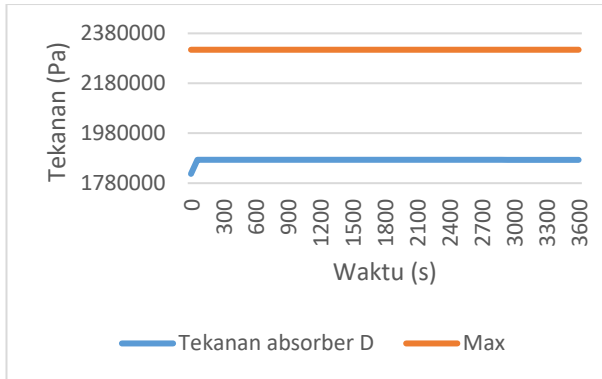
**Gambar 4.36** Grafik tekanan pada *absorber* C



**Gambar 4.37** Grafik tekanan pada *absorber E*



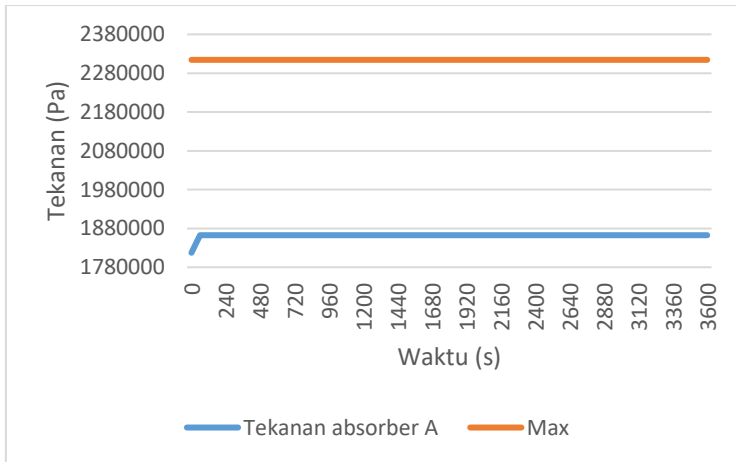
**Gambar 4.38** Grafik tekanan pada *absorber F*



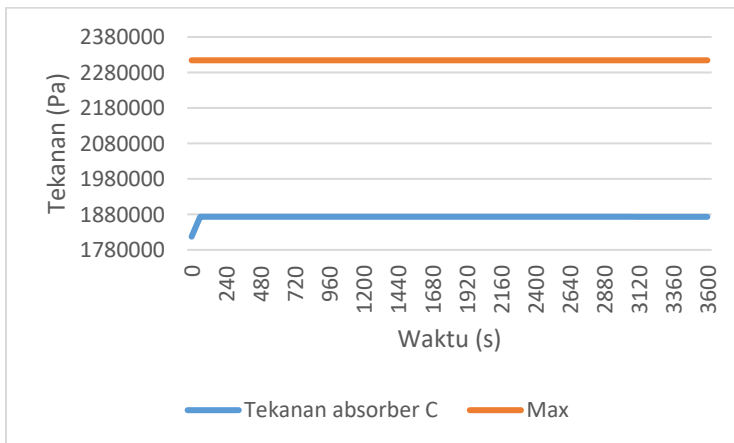
**Gambar 4.39** Grafik tekanan pada *absorber D*

#### 4.2.6 Skenario 6

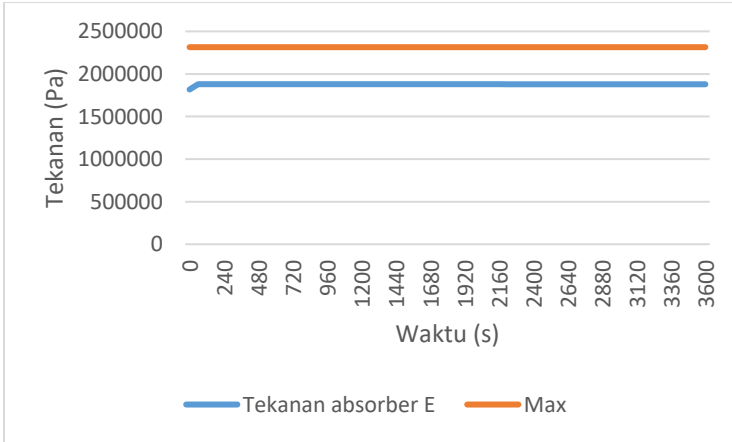
Berdasarkan pengoperasian nya dalam satu jam pada gambar 4.40 – 4.45 tekanan maksimum pada *absorber A* sebesar 1862477,53 Pascal atau 18,6247753 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber C* sebesar 1873180,56 Pascal atau 18,7318056 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber E* sebesar 1878462,95 Pascal atau 18,7846295 Bar, untuk tekanan maksimum pada *absorber F* sebesar 1879507,37 Pascal atau 18,7950737 Bar dan untuk tekanan maksimum pada *absorber D* sebesar 1876346,96 Pascal atau 18,7634696 Bar dan untuk tekanan maksimum pada *absorber B* sebesar 1868291,48 Pascal atau 18,6829148 Bar. maka *absorber A, C, E, F* dan *D* masih dapat menampung aliran balik yang terjadi.



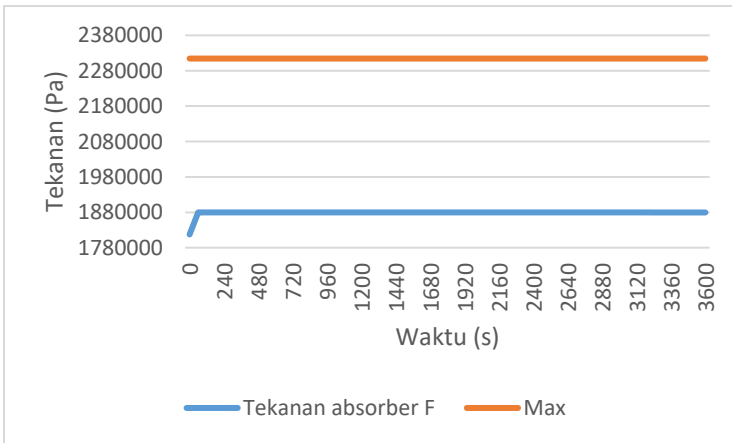
**Gambar 4.40** Grafik tekanan pada *absorber A*



**Gambar 4.41** Grafik tekanan pada *absorber C*

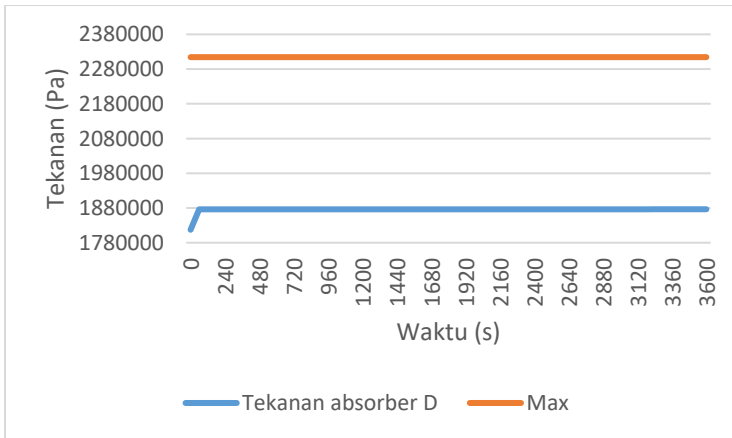


**Gambar 4.42** Grafik tekanan pada *absorber E*

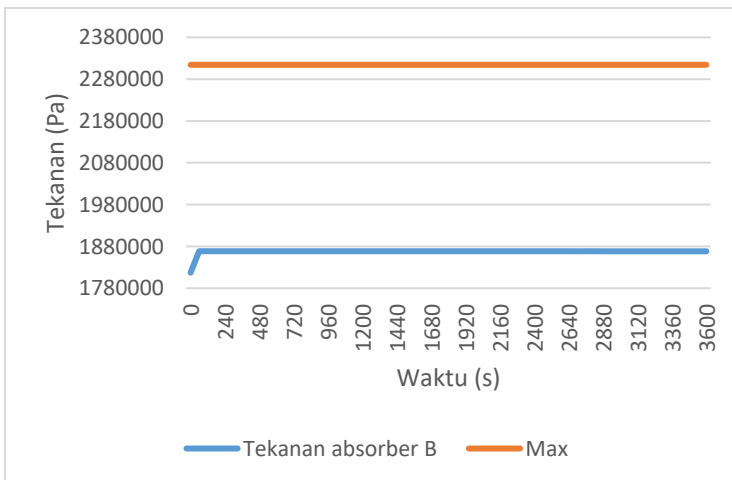


**Gambar 4.43** Grafik tekanan pada *absorber F*





**Gambar 4.44** Grafik tekanan pada *absorber D*



**Gambar 4.45** Grafik tekanan pada *absorber B*

### 4.3 Analisis Dampak Tekanan Balik Terhadap *Absorber* yang Terpasang Pada *Head suction Pump*

Pada tugas akhir ini dilakukan pembahasan mengenai terjadinya tekanan balik yang terjadi pada *absorber* di rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai Denpasar Bali. Untuk mengetahui fenomena tersebut menggunakan 6 skenario pengoperasian dari pompa. Pada pengoperasiannya kecepatan aliran fluida yang dialirkan sebesar  $1,234 \text{ m/s}$  dan memiliki daya tekan sebesar 1304284 Pascal atau 13,04284 Bar.

Fenomena tekanan balik dapat kita ketahui dengan menggunakan parameter tekanan / *pressure* pada setiap *absorber* dengan melihat perubahan nilai mulai menit awal hingga pengoperasian selama 1 jam. Fenomena tekanan balik terjadi ketika tekanan maksimum sebesar 2314369 Pascal / 23,14369 Bar pada setiap *absorber*. Saat pengoperasian skenario pertama didapatkan tekanan sebesar 1859746,11 Pascal atau 18,59 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut. Untuk pengoperasian skenario kedua didapatkan nilai tekanan untuk *absorber* A sebesar 1857869,214 Pascal atau 18,57869 Bar, sedangkan pada *absorber* C sebesar 1859735,72 Pascal atau 18,59735 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut. Untuk pengoperasian skenario ketiga didapatkan nilai tekanan pada *absorber* A sebesar 1858734,351 Pascal atau 18,58734531 Bar, sedangkan untuk *absorber* C didapatkan nilai tekanan sebesar 1862670,6 Pascal atau 18,626706 Bar, untuk *absorber* E didapatkan nilai tekanan sebesar 1864381,166 Pascal atau 18,64381166 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut. Untuk pengoperasian skenario keempat didapatkan nilai tekanan pada *absorber* A sebesar 1859680,24 Pascal atau 18,5968024 Bar, untuk *absorber* C didapatkan nilai tekanan sebesar 1865856,24 Pascal atau 18,6585624 Bar, untuk *absorber* E didapatkan nilai tekanan sebesar 1869548,33 Pascal atau 18,6954833 Bar, dan

untuk *absorber* F didapatkan nilai tekanan sebesar 1870576,849 Pascal atau 18,70576849 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut. Untuk pengoperasian skenario kelima didapatkan nilai tekanan pada *absorber* A sebesar 1860685,57 Pascal atau 18,6068557 Bar, untuk *absorber* C didapatkan nilai tekanan sebesar 1869249 Pascal atau 18,69249 Bar, untuk *absorber* E didapatkan nilai tekanan sebesar 1856394,7 Pascal atau 18,563947 Bar, untuk *absorber* F didapatkan nilai tekanan sebesar 1875472,33 Pascal atau 18,7547233 Bar dan untuk *absorber* D sebesar 1872363,71 Pascal atau 18,7236371 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut. Untuk pengoperasian skenario keenam didapatkan nilai tekanan pada *absorber* A sebesar 1861732,445 Pascal atau 18,61732445 Bar, untuk *absorber* C didapatkan nilai tekanan sebesar 1872257,038 Pascal atau 18,72257038 Bar, untuk *absorber* E didapatkan nilai tekanan sebesar 1877451,173 Pascal atau 18,77451173 Bar, untuk *absorber* E didapatkan nilai tekanan sebesar 1877451,173 Pascal atau 18,77451173 Bar, untuk *absorber* F didapatkan nilai tekanan sebesar 1878479,389 Pascal atau 18,78479389 Bar, untuk *absorber* D didapatkan nilai tekanan sebesar 1875370,746 Pascal atau 18,75370746 Bar, dan untuk *absorber* B didapatkan nilai tekanan 1867449,412 Pascal atau 18,67449412 Bar. Maka kinerja *absorber* tidak melebihi batas tekanan maksimum pada *absorber* tersebut.

Untuk tekanan pada sistem perpipaan dijaga dengan konstan sebesar 1400000 Pascal atau 14 Bar, Agar tekanan tetap konstan maka digunakan pengendalian tekanan menggunakan *pressure control valve*.

#### **4.4 Analisa Berdasarkan Peningkatan Tekanan yang Terjadi pada Pipa Percabangan**

Pada tugas akhir ini dilakukan pembahasan mengenai terjadinya fenomena aliran balik yang terjadi pada

percabangan pipa A, B, C, D, E dan F di rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai Denpasar Bali. Untuk mengetahui tersebut diamati kontur warna dari hasil simulasi *ansys*. Titik percabangan tersebut terbagi menjadi tiga, yaitu  $P_1$  (titik luaran dari pompa),  $P_2$  (titik yang mengarah pada dinding buntu), dan  $P_3$  (titik luaran yang mengarah pcv).

Untuk tekanan pada  $P_1$  (titik luaran dari pompa) setiap skenario sebagai berikut. Skenario 1 didapatkan nilai tekanan 1510000 Pascal pada pipa a. Tekanan tersebut diakibatkan pompa A beroperasi. Skenario 2 didapatkan nilai tekanan pada pipa A dan C sebesar 1510000 Pascal. Tekanan tersebut diakibatkan pompa A dan C beroperasi. Skenario 3 didapatkan nilai tekanan pada pipa A, C, dan E sebesar 1520000 Pascal. Tekanan tersebut diakibatkan pompa A, C, E beroperasi. Skenario 4 didapatkan nilai tekanan pada pipa A sebesar 1510000 Pascal untuk tekanan pada pipa C, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Penambahan pada pipa C, E, dan F sebesar 10000 Pascal yang diakibatkan aliran balik dari pompa A beroperasi. Skenario 5 didapatkan nilai tekanan pada pipa A sebesar 1520000 Pascal. Untuk pipa C, D, E, dan F nilai tekanan sebesar 1530000 Pascal. Penambahan pada pipa C, D, E, dan F sebesar 10000 Pascal yang diakibatkan pompa yang beroperasi lebih dari 1. Untuk skenario 6 didapatkan nilai tekanan pipa A dan B sebesar 1510000 Pascal. Untuk pipa C 1520000 Pascal. Untuk pipa D, E, dan F sebesar 1530000 Pascal. Penambahan tekanan tersebut diakibatkan pompa yang beroperasi lebih dari 1, yang mengakibatkan fenomena aliran balik terjadi.

Untuk tekanan pada  $P_2$  (titik yang mengarah pada dinding buntu) setiap skenario sebagai berikut. Skenario 1 didapatkan tekanan konstan sebesar 1500000 Pascal. Skenario 2 didapatkan nilai tekanan konstan percabangan A dan C sebesar 1500000 Pascal. Skenario 3 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A, B, C, dan D sebesar 1500000 Pascal, untuk percabangan pipa E dan F sebesar 1510000 Pascal.

Terdapat penambahan 100000 Pascal yang diakibatkan aliran balik yang terjadi. Skenario 4 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A dan B sebesar 1510000 Pascal, untuk percabangan pipa C, D, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Terdapat penambahan 10000 Pascal, hal tersebut dikarenakan terdapat aliran balik yang terjadi. Untuk skenario 5 didapatkan nilai tekanan pada pipa A dan B sebesar 1510000 Pascal. Untuk pipa C, D, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Terdapat penambahan 10000 Pascal, yang diakibatkan aliran balik yang terjadi tumbukan aliran dari pipa satu dengan pipa yang lain nya. Untuk skenario 6 didapatkan nilai tekanan pada pipa A dan B sebesar 1510000 Pascal. Untuk pipa C, D, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Terdapat penambahan 10000 Pascal, yang diakibatkan aliran balik yang terjadi tumbukan aliran dari pipa satu dengan pipa yang lain nya.

Untuk tekanan pada  $P_3$  ( titik luaran yang mengarah pcv) setiap skenario sebagai berikut. Skenario 1 didapatkan tekanan konstan sebesar 1500000 Pascal. Skenario 2 didapatkan nilai tekanan konstan percabangan A dan C sebesar 1500000 Pascal. Skenario 3 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A, B, C, dan D sebesar 1500000 Pascal, untuk percabangan pipa E dan F sebesar 1510000 Pascal. Terdapat penambahan 100000 Pascal yang diakibatkan aliran balik yang terjadi. Skenario 4 didapatkan nilai tekanan pada percabangan pipa A dan B sebesar 1510000 Pascal, untuk percabangan pipa C, D, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Terdapat penambahan 10000 Pascal, hal tersebut dikarenakan terdapat aliran yang mengalir menuju pipa yang lain dan terjadi penambahan. Skenario 5 didapatkan nilai tekanan pada pipa A, B, C, D, dan E sebesar 1510000 Pascal untuk pipa F sebesar 1520000. Penambahan pada pipa F diakibatkan posisi pipa F dekat dengan dinding buntu. Skenario 6 didapatkan tekanan pada A sebesar 1510000. Tekanan pada B, C, D, E, dan F sebesar 1520000 Pascal. Penambahan tersebut diakibatkan terdapat tumbukan aliran menuju *pressure*

*control valve* yang ditahan sebesar 1400000 Pascal. Untuk aliran balik yang terjadi akan ditampung pada *absorber*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan dari tugas akhir mengenai Analisis *Backpressure* Pada *Absorber* Di Rumah Pompa Fase 3 DPPU Ngurah Rai Berbasis *Computational Fluid Dynamic* adalah sebagai berikut :

- a. Pada rumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai pada *absorber* F didapatkan penambahan tekanan sebesar 18-19 Bar, penambahan tekanan tersebut karena terdapat *blank spot* atau dinding buntu. Akan tetapi penambahan tekanan tersebut masih aman, karena masih dibawah tekanan maksimum pada *absorber* sebesar 20 Bar.
- b. Untuk tekanan pada pipa dijaga sebesar 14 Bar, agar tidak terdapat tekanan yang menurun. Supaya dalam melakukan pengisian selanjutnya tidak perlu dengan waktu lama.
- c. Untuk *fluida* yang ditampung yang diakibatkan oleh tekanan balik sebesar 29,49 Liter. Kapasitas tersebut masih dibawah range maksimum sebesar 56,8 Liter

#### **5.2 Saran**

Adapun saran untuk penelitian ini adalah sebaiknya mengambil *internship* selama 1 bulan terlebih dahulu, dengan tujuan lebih mengetahui sistem pengisian bahan bakar pesawat di dppu. Serta apabila ingin melanjutkan, bisa dipelajari mengenai *set-up* dari program *ansys* agar bisa otomatis batas maksimum dan batas minimum.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## Daftar Pustaka

- [1] Arya Bhaskara A.P. et all., “ANALISA KINERJA POMPA SENTRIFUGAL DI FASE 1 PERTAMINA DPPU NGURAH RAI BERDASARKAN HUBUNGAN DAYA LISTRIK NYATA DAN DEBIT KELUARAN YANG TERUKUR,” 2013.
- [2] S. Arief. et all., “Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD,” *Sains dan Seni ITS*, vol. 4, pp. 2337-3520, 2015.
- [3] Tri Adi Sisiwanto. et all, “Analisa Pengaruh Water Hammer Terhadap Nilai Strees Pipa Pada Sistem LoadingOffloading PT.DABN,” *JURNAL TEKNIK POMITS*, vol. 3, 2014.
- [4] L. Nurcholis, “PERHITUNGAN LAJU ALIRAN FLUIDA PADA JARINGAN PIPA,” *ISSN*, vol. 7, 2008.
- [5] Umar. Muhammad, “Mechanical Datasheet For Surge Absorber,” 2013.
- [6] G.Song. et all., “A fluid structure interaction analysis of the spring loaded pressure safety valve during popping off,” South Korea, 2015.
- [7] Dazhuan Wu, et all. “CFD simulation of flow-pressure characteristics of a pressure control,” *EL SEVIER*, 2015.
- [8] “<http://diottraining.com/pelatihan-control-valve-operation-maintenance-troubleshooting/control-valve/>,” [Online]. [Diakses Sabtu Mei 2019].
- [9] Hariady, “Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101 WTU Sungai Gerong PT PERTAMINA RU III Plaju,” *Jurnal Desimasi Teknologi*, vol. 2, pp. 29-42, 2014.

- [10] Sepfitrah. et all., “ANALISA PRESSURE DROP PADA INSTALASI PIPA ALAT UJI RUGI-RUGI ALIRAN MENGGUNAKAN CFD FLUENT 6.0,” *JURNAL APTEK*, vol. 5, p. 46, 2013.
- [11] U. muhammad, “Surge Analysis and Report,” Pertamina Review, 2013.
- [12] T. S. Achmad Fakhur Rozzi, Analisis backpressure pada pipeline dirumah pompa fase 3 DPPU Ngurah Rai menggunakan Computational Fluid Dynamic, 2018.
- [13] T. S. Agung Dwi Sulaksono, “Perancangan Sistem Surge *Absorber* Untuk Mencegah Terjadinya Water Hammer pada Pipeline Sistem Pendistribusian Avtur di DPPU Pertamina - Bandara Ngurah Rai,” *TEKNIK POMITS*, vol. 2, pp. 2337-3539, 2013.

## LAMPIRAN

### A. Data Tekanan Pada *Absorber A*

Flow time (s)	Tekanan <i>absorber A</i> (Pa)	Flow time (s)	Tekanan <i>absorber A</i> (Pa)	Flow time (s)	Tekanan <i>absorber A</i> (Pa)
0	1819883	1260	1860411	2520	1860413
60	1860406	1320	1860411	2580	1860413
120	1860406	1380	1860411	2640	1860413
180	1860407	1440	1860412	2700	1860413
240	1860406	1500	1860412	2760	1860413
300	1860406	1560	1860412	2820	1860413
360	1860406	1620	1860412	2880	1860413
420	1860406	1680	1860412	2940	1860413
480	1860405	1740	1860412	3000	1860413
540	1860405	1800	1860412	3060	1860413
600	1860405	1860	1860412	3120	1860413
660	1860405	1920	1860412	3180	1860413
720	1860405	1980	1860412	3240	1860413
780	1860406	2040	1860412	3300	1860413
840	1860407	2100	1860412	3360	1860413
900	1860409	2160	1860412	3420	1860413
960	1860409	2220	1860412	3480	1860413
1020	1860409	2280	1860412	3540	1860413
1080	1860410	2340	1860412	3600	1860413
1140	1860410	2400	1860413		
1200	1860411	2460	1860413		

### B. Data Tekanan Pada *Absorber A* dan *C*

Flow time (s)	<i>absorber a</i> (Pa)	Tekanan <i>absorber C</i> (Pa)	Flow time (Pa)	<i>absorber a</i> (Pa)	Tekanan <i>absorber C</i> (Pa)
0	1817290,067	1817289,78	1860	1858547,897	1860445
60	1858534,639	1860432,92	1920	1858547,943	1860445
120	1858534,987	1860433,76	1980	1858548,003	1860445
180	1858536,613	1860434,83	2040	1858548,084	1860445
240	1858536,124	1860437,58	2100	1858548,192	1860446
300	1858536,649	1860438,34	2160	1858548,275	1860446
360	1858537,477	1860438,26	2220	1858548,354	1860446
420	1858537,494	1860437,99	2280	1858548,518	1860446
480	1858538,174	1860437,74	2340	1858548,742	1860446
540	1858538,374	1860437,65	2400	1858548,885	1860446
600	1858539,216	1860437,55	2460	1858548,902	1860446
660	1858539,514	1860437,51	2520	1858548,888	1860446
720	1858540,851	1860437,56	2580	1858548,86	1860446
780	1858541,024	1860437,78	2640	1858548,803	1860446
840	1858543,185	1860438,19	2700	1858548,724	1860446
900	1858543,019	1860438,57	2760	1858548,65	1860446
960	1858545,174	1860440,03	2820	1858548,602	1860446
1020	1858545,474	1860441,76	2880	1858548,572	1860446
1080	1858545,718	1860441,95	2940	1858548,559	1860446
1140	1858545,906	1860443,48	3000	1858548,55	1860446
1200	1858546,16	1860444,13	3060	1858548,546	1860446
1260	1858546,335	1860444,35	3120	1858548,543	1860446
1320	1858546,502	1860444,55	3180	1858548,544	1860446
1380	1858546,577	1860444,75	3240	1858548,547	1860446
1440	1858546,649	1860444,82	3300	1858548,553	1860446
1500	1858546,738	1860444,9	3360	1858548,562	1860446

1560	1858546,967	1860444,96	3420	1858548,574	1860446
1620	1858547,436	1860444,97	3480	1858548,589	1860446
1680	1858547,731	1860445	3540	1858548,606	1860446
1740	1858547,815	1860445,03	3600	1858548,624	1860446
1800	1858547,865	1860445,05			

### C. Data Tekanan Pada *Absorber A, C, dan E*

Flow time	Tekanan <i>absorber A</i>	Tekanan <i>absorber C</i>	Tekanan <i>absorber E</i>
0	1817290,067	1817289,8	1817289,805
60	1859411,857	1863411,8	1865148,852
120	1859415,622	1863414,8	1865150,576
180	1859414,963	1863414,4	1865150,932
240	1859416,497	1863417	1865154,362
300	1859417,151	1863417,5	1865154,532
360	1859417,768	1863418,4	1865155,17
420	1859418,31	1863419,4	1865156,219
480	1859419,117	1863420,9	1865157,994
540	1859419,551	1863421,9	1865159,601
600	1859419,958	1863422,5	1865160,244
660	1859419,997	1863422,5	1865160,325
720	1859420,331	1863422,7	1865160,972
780	1859421,37	1863423,6	1865162,251
840	1859421,893	1863423,6	1865162,963
900	1859422,432	1863424,3	1865163,328
960	1859422,969	1863424,5	1865163,788
1020	1859423,705	1863425,4	1865164,194
1080	1859424,026	1863425,4	1865164,633
1140	1859424,911	1863426,6	1865165,228
1200	1859425,054	1863426,5	1865165,546
1260	1859426,403	1863428,3	1865166,839
1320	1859426,357	1863428,1	1865166,905
1380	1859426,502	1863428,1	1865167,351
1440	1859426,624	1863428,4	1865167,515

1500	1859426,954	1863429,1	1865168,423
1560	1859426,962	1863429,2	1865168,52
1620	1859426,971	1863429,3	1865168,698
1680	1859427,005	1863429,4	1865168,797
1740	1859427,036	1863429,4	1865168,914
1800	1859427,09	1863429,5	1865169,046
1860	1859427,157	1863429,6	1865169,18
1920	1859427,256	1863429,7	1865169,328
1980	1859427,36	1863429,8	1865169,46
2040	1859427,509	1863429,9	1865169,599
2100	1859427,639	1863430	1865169,692
2160	1859427,733	1863430	1865169,759
2220	1859427,809	1863430,1	1865169,805
2280	1859427,897	1863430,1	1865169,85
2340	1859427,953	1863430,1	1865169,878
2400	1859428,012	1863430,2	1865169,908
2460	1859428,061	1863430,2	1865169,936
2520	1859428,095	1863430,2	1865169,958
2580	1859428,123	1863430,2	1865169,979
2640	1859428,147	1863430,2	1865169,999
2700	1859428,167	1863430,3	1865170,02
2760	1859428,185	1863430,3	1865170,042
2820	1859428,2	1863430,3	1865170,065
2880	1859428,211	1863430,3	1865170,09
2940	1859428,218	1863430,3	1865170,116
3000	1859428,218	1863430,3	1865170,138
3060	1859428,214	1863430,3	1865170,155
3120	1859428,209	1863430,3	1865170,167
3180	1859428,206	1863430,3	1865170,173
3240	1859428,204	1863430,3	1865170,177

3300	1859428,202	1863430,3	1865170,18
3360	1859428,2	1863430,3	1865170,183
3420	1859428,198	1863430,4	1865170,185
3480	1859428,195	1863430,4	1865170,187
3540	1859428,193	1863430,4	1865170,189
3600	1859428,189	1863430,4	1865170,191



#### D. Data Tekanan Pada *Absorber A,C, E, dan F*

Flow time	Tekanan <i>absorber A</i>	Tekanan <i>absorber C</i>	Tekanan <i>absorber E</i>	Tekanan <i>absorber F</i>
0	1817290,067	1817289,776	1817289,805	1817289,876
60	1860371,668	1866642,126	1870388,729	1871439,055
120	1860380,168	1866641,849	1870401,837	1871451,481
180	1860380,436	1866652,907	1870403,11	1871453,271
240	1860387,666	1866674,012	1870421,348	1871471,783
300	1860387,612	1866671,967	1870421,419	1871471,549
360	1860384,975	1866667,939	1870420,956	1871470,323
420	1860378,049	1866662,238	1870414,252	1871463,254
480	1860378,004	1866660,029	1870415,147	1871463,566
540	1860378,756	1866653,789	1870409,897	1871456,584
600	1860378,645	1866655,01	1870408,672	1871456,027
660	1860377,985	1866654,065	1870406,636	1871453,839
720	1860378,455	1866654,633	1870407,028	1871453,939
780	1860380,743	1866656,585	1870408,333	1871454,321
840	1860382,733	1866657,832	1870408,469	1871454,784
900	1860383,564	1866659,21	1870410,325	1871455,432
960	1860385,821	1866660,89	1870411,111	1871457,461
1020	1860386,108	1866662,229	1870412,799	1871457,911
1080	1860387,045	1866665,747	1870416,517	1871461,514
1140	1860387,631	1866664,834	1870416,848	1871462,195
1200	1860387,443	1866668,425	1870419,704	1871465,198
1260	1860387,766	1866667,056	1870419,831	1871465,331
1320	1860386,431	1866666,794	1870422,271	1871468,359
1380	1860386,767	1866666,924	1870422,731	1871468,406
1440	1860386,841	1866667,143	1870422,961	1871468,433

1500	1860386,933	1866667,391	1870423,061	1871468,418
1560	1860387,145	1866667,673	1870422,969	1871468,294
1620	1860388,115	1866667,502	1870422,158	1871467,485
1680	1860388,202	1866667,714	1870422,209	1871467,34
1740	1860388,499	1866667,224	1870421,445	1871466,484
1800	1860388,597	1866667,459	1870421,489	1871466,46
1860	1860388,802	1866667,752	1870421,526	1871466,386
1920	1860388,881	1866667,729	1870421,538	1871466,387
1980	1860389,165	1866668,128	1870421,76	1871466,534
2040	1860389,383	1866668,602	1870422,286	1871466,812
2100	1860389,411	1866668,717	1870422,352	1871466,957
2160	1860389,495	1866669,142	1870423,044	1871467,386
2220	1860389,484	1866669,092	1870422,997	1871467,465
2280	1860389,342	1866669,483	1870423,897	1871468,609
2340	1860389,38	1866669,526	1870424,047	1871468,629
2400	1860389,401	1866669,549	1870424,156	1871468,654
2460	1860389,433	1866669,557	1870424,259	1871468,683
2520	1860389,449	1866669,513	1870424,171	1871468,689
2580	1860389,471	1866669,503	1870424,208	1871468,68
2640	1860389,478	1866669,471	1870424,156	1871468,68
2700	1860389,495	1866669,456	1870424,088	1871468,665
2760	1860389,527	1866669,465	1870424,116	1871468,657
2820	1860389,554	1866669,479	1870424,094	1871468,66
2880	1860389,585	1866669,513	1870424,133	1871468,668
2940	1860389,62	1866669,549	1870424,157	1871468,684
3000	1860389,659	1866669,612	1870424,213	1871468,707
3060	1860389,697	1866669,662	1870424,265	1871468,739
3120	1860389,731	1866669,756	1870424,338	1871468,774
3180	1860389,749	1866669,766	1870424,374	1871468,799
3240	1860389,774	1866669,87	1870424,444	1871468,841

3300	1860389,783	1866669,862	1870424,469	1871468,86
3360	1860389,805	1866669,995	1870424,571	1871468,935
3420	1860389,805	1866669,978	1870424,579	1871468,942
3480	1860389,802	1866669,964	1870424,6	1871468,964
3540	1860389,802	1866669,99	1870424,608	1871468,973
3600	1860389,797	1866670	1870424,625	1871469,002

**E. Data Tekanan Pada *Absorber A, C, E, F, dan D***

Flow time	Tekanan <i>absorber A</i>	Tekanan <i>absorber C</i>	Tekanan <i>absorber E</i>	Tekanan <i>absorber F</i>	Tekanan <i>absorber D</i>
0	1817290,07	1817289,78	1799790,81	1817289,88	1817289,81
60	1861395,35	1870095,64	1857310,14	1876415,21	1873257,15
120	1861398,47	1870100,38	1857316,11	1876424,5	1873262,41
180	1861398,89	1870101,31	1857317,49	1876425,01	1873265,07
240	1861404,1	1870107,24	1857330,09	1876435,94	1873275,15
300	1861404,06	1870106,86	1857329,2	1876435,75	1873274,17
360	1861403,84	1870106,62	1857328,71	1876435,75	1873273,88
420	1861403,68	1870106,56	1857328,49	1876435,73	1873273,79
480	1861403,57	1870106,61	1857328,44	1876435,66	1873273,77
540	1861403,44	1870106,84	1857328,45	1876435,39	1873273,79
600	1861403,19	1870107,4	1857328,48	1876434,4	1873273,41
660	1861402,69	1870108,27	1857327,31	1876432,26	1873272,34
720	1861402,7	1870108,32	1857327,51	1876432,19	1873272,3
780	1861402,81	1870108,42	1857327,73	1876432,16	1873272,34
840	1861403,32	1870108,8	1857328,24	1876432,29	1873272,63
900	1861405,82	1870110,58	1857329,75	1876433,58	1873274,32
960	1861407,17	1870112,14	1857332,66	1876435,25	1873276,01
1020	1861407,41	1870112,29	1857332,33	1876435,62	1873276,48
1080	1861410,04	1870114,24	1857335,68	1876439,26	1873279,56
1140	1861409,89	1870114,55	1857336,19	1876439,53	1873279,89
1200	1861409,12	1870115,3	1857338,3	1876441,95	1873281,43
1260	1861409,31	1870115,52	1857338,27	1876441,96	1873281,57
1320	1861409,47	1870115,74	1857338,36	1876442,07	1873281,76
1380	1861409,67	1870116,11	1857338,95	1876442,78	1873282,3
1440	1861409,6	1870116,8	1857339,53	1876443,52	1873282,84

1500	1861409,59	1870116,79	1857339,84	1876443,8	1873283,08
1560	1861409,77	1870117,28	1857340,06	1876444,05	1873283,3
1620	1861409,83	1870117,38	1857340,39	1876444,37	1873283,56
1680	1861410,09	1870117,94	1857340,66	1876444,54	1873283,81
1740	1861410,19	1870117,95	1857341,05	1876444,78	1873284,07
1800	1861410,44	1870118,48	1857341,29	1876444,91	1873284,32
1860	1861410,69	1870118,48	1857341,93	1876445,29	1873284,76
1920	1861410,86	1870118,92	1857342,06	1876445,38	1873284,92
1980	1861411,65	1870120,19	1857343,56	1876446,41	1873286,16
2040	1861411,66	1870120,18	1857343,56	1876446,42	1873286,17
2100	1861411,65	1870120,1	1857343,57	1876446,44	1873286,19
2160	1861411,63	1870120,02	1857343,58	1876446,47	1873286,21
2220	1861411,6	1870119,96	1857343,59	1876446,52	1873286,23
2280	1861411,54	1870119,97	1857343,62	1876446,61	1873286,28
2340	1861411,51	1870120,01	1857343,65	1876446,73	1873286,34
2400	1861411,48	1870120,08	1857343,72	1876446,89	1873286,44
2460	1861411,5	1870120,18	1857343,82	1876447,07	1873286,58
2520	1861411,49	1870120,28	1857343,94	1876447,23	1873286,71
2580	1861411,59	1870120,38	1857344,03	1876447,33	1873286,82
2640	1861411,58	1870120,44	1857344,13	1876447,41	1873286,89
2700	1861411,72	1870120,56	1857344,24	1876447,49	1873287
2760	1861411,71	1870120,59	1857344,33	1876447,54	1873287,05
2820	1861411,87	1870120,75	1857344,47	1876447,62	1873287,18
2880	1861411,85	1870120,76	1857344,56	1876447,66	1873287,22
2940	1861411,97	1870120,91	1857344,68	1876447,72	1873287,32
3000	1861411,96	1870120,9	1857344,75	1876447,76	1873287,35
3060	1861412,06	1870121,05	1857344,85	1876447,82	1873287,44
3120	1861412,05	1870121,04	1857344,91	1876447,86	1873287,48
3180	1861412,1	1870121,16	1857344,98	1876447,92	1873287,55
3240	1861412,09	1870121,14	1857345,03	1876447,96	1873287,58

3300	1861412,11	1870121,22	1857345,07	1876448	1873287,63
3360	1861412,1	1870121,22	1857345,1	1876448,04	1873287,66
3420	1861412,11	1870121,28	1857345,13	1876448,08	1873287,7
3480	1861412,11	1870121,28	1857345,15	1876448,11	1873287,72
3540	1861412,11	1870121,31	1857345,16	1876448,13	1873287,75
3600	1861412,1	1870121,33	1857345,18	1876448,16	1873287,77

**F. Data Tekanan Pada *Absorber A, C, E, F, D, dan B***

time	Tekanan A	Tekanan C	Tekanan E	Tekanan F	Tekanan D	Tekanan B
0	1817290,067	1817289,776	1817289,805	1817289,876	1817289,809	1817289,749
60	1862455,309	1873141,974	1878414,23	1879463,926	1876304,576	1868259,797
120	1862465,319	1873157,241	1878430,937	1879478,924	1876319,547	1868270,859
180	1862466,512	1873158,561	1878431,656	1879479,543	1876319,052	1868273,152
240	1862468,073	1873160,943	1878435,616	1879482,575	1876321,094	1868276,062
300	1862467,967	1873160,586	1878435,615	1879483,021	1876321,854	1868274,906
360	1862468,087	1873161,222	1878439,248	1879485,723	1876325,377	1868275,447
420	1862468,05	1873161,138	1878439,317	1879485,928	1876325,148	1868274,922
480	1862466,73	1873160,634	1878439,69	1879486,509	1876325,468	1868274,103
540	1862465,698	1873160,688	1878440,555	1879487,802	1876326,943	1868274,825
600	1862465,67	1873160,813	1878440,983	1879488,097	1876327,121	1868274,35
660	1862465,901	1873161,375	1878441,814	1879488,924	1876327,986	1868275,401
720	1862466,239	1873161,96	1878442,163	1879489,256	1876328,305	1868275,325
780	1862466,65	1873162,526	1878442,802	1879489,728	1876328,91	1868276,819
840	1862467,672	1873164,083	1878443,79	1879490,563	1876329,789	1868276,856
900	1862468,073	1873164,517	1878444,353	1879490,957	1876330,296	1868278,637

960	1862471,669	1873170,114	1878448,809	1879494,346	1876334,166	1868281,599
1020	1862471,708	1873170	1878448,883	1879494,431	1876334,28	1868282,732
1080	1862471,837	1873170,212	1878449,419	1879494,848	1876334,746	1868283,926
1140	1862472,271	1873171,428	1878450,936	1879496,099	1876336,125	1868283,806
1200	1862472,415	1873171,553	1878451,288	1879496,399	1876336,419	1868284,815
1260	1862473,519	1873174,251	1878455,245	1879499,815	1876339,844	1868285,471
1320	1862473,581	1873174,241	1878455,262	1879499,898	1876339,904	1868286,216
1380	1862473,675	1873174,363	1878455,519	1879500,245	1876340,174	1868286,946
1440	1862473,739	1873174,538	1878455,82	1879500,595	1876340,444	1868286,719
1500	1862473,985	1873175,093	1878456,794	1879501,874	1876341,327	1868288,079
1560	1862473,999	1873175,152	1878456,845	1879501,939	1876341,376	1868287,717
1620	1862474,033	1873175,315	1878457,019	1879502,152	1876341,524	1868287,386
1680	1862474,317	1873176,251	1878458,027	1879503,377	1876342,472	1868288,359
1740	1862474,338	1873176,271	1878458,043	1879503,393	1876342,488	1868288,315
1800	1862474,413	1873176,362	1878458,126	1879503,459	1876342,562	1868288,135
1860	1862474,932	1873177,068	1878459,036	1879504,072	1876343,4	1868288,87
1920	1862474,947	1873177,09	1878459,061	1879504,092	1876343,418	1868288,857
1980	1862475,027	1873177,317	1878459,312	1879504,273	1876343,589	1868288,927
2040	1862475,455	1873178,276	1878459,92	1879504,688	1876344,171	1868289,644



2100	1862475,471	1873178,263	1878459,947	1879504,705	1876344,189	1868289,612
2160	1862475,556	1873178,192	1878460,099	1879504,797	1876344,293	1868289,483
2220	1862476,466	1873179,253	1878461,383	1879505,628	1876345,485	1868290,672
2280	1862476,46	1873179,247	1878461,387	1879505,634	1876345,489	1868290,644
2340	1862476,436	1873179,233	1878461,397	1879505,652	1876345,494	1868290,564
2400	1862476,362	1873179,363	1878461,507	1879505,828	1876345,619	1868290,527
2460	1862476,408	1873179,52	1878461,624	1879505,977	1876345,743	1868290,734
2520	1862476,512	1873179,624	1878461,806	1879506,216	1876345,933	1868290,752
2580	1862476,531	1873179,689	1878461,872	1879506,298	1876345,999	1868290,912
2640	1862476,643	1873179,775	1878462,048	1879506,519	1876346,173	1868290,981
2700	1862476,68	1873179,878	1878462,212	1879506,721	1876346,33	1868291,195
2760	1862476,693	1873179,898	1878462,253	1879506,767	1876346,366	1868291,13
2820	1862476,757	1873179,941	1878462,317	1879506,838	1876346,421	1868291,158
2880	1862476,825	1873179,984	1878462,371	1879506,894	1876346,468	1868291,187
2940	1862476,904	1873180,034	1878462,428	1879506,951	1876346,518	1868291,222
3000	1862476,999	1873180,1	1878462,499	1879507,017	1876346,578	1868291,265
3060	1862477,109	1873180,188	1878462,591	1879507,098	1876346,657	1868291,318
3120	1862477,216	1873180,297	1878462,704	1879507,192	1876346,752	1868291,377
3180	1862477,29	1873180,396	1878462,809	1879507,275	1876346,84	1868291,425

3240	1862477,326	1873180,442	1878462,858	1879507,311	1876346,88	1868291,444
3300	1862477,348	1873180,46	1878462,876	1879507,324	1876346,895	1868291,452
3360	1862477,374	1873180,475	1878462,889	1879507,333	1876346,906	1868291,458
3420	1862477,407	1873180,492	1878462,903	1879507,342	1876346,918	1868291,464
3480	1862477,447	1873180,513	1878462,918	1879507,351	1876346,933	1868291,471
3540	1862477,491	1873180,538	1878462,936	1879507,362	1876346,949	1868291,479
3600	1862477,535	1873180,565	1878462,955	1879507,373	1876346,968	1868291,486

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Iqbal Wahyu Utomo dilahirkan di Surabaya, 16 Maret 1996. Penulis merupakan pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di SDI Darut Taqwa pada tahun 2008, SMPN 21 Surabaya pada tahun 2011, SMAN 19 Surabaya pada tahun 2014, dan sedang menempuh pendidikan S1 Teknik Fisika FTI di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya hingga sekarang, melalui jalur SBMPTN 2014. Penulis memiliki pengalaman program *internship* selama satu bulan di Telkomsel dan satu bulan di PT Semen Gresik unit RKC 3-4 Instr & Ctl Sys Maint Pabrik Tuban.

Pada bulan Juli 2019 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisis *Backpressure* Pada Absorber di Rumah Pompa Fase 3 DPPU Ngurah Rai Berbasis *Computational Fluid Dynamic***. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, maka dapat menghubungi melalui *email*: [iqbalutomo@hotmail.com](mailto:iqbalutomo@hotmail.com) atau bisa via *whatapps* 08980686888