

**ANALISA PRESSURE DROP ALIRAN DUA FASE DENGAN  
VARIASI DEBIT UDARA DAN AIR MELALUI DIAMETER  
PIPA BERBEDA SEARAH VERTIKAL SKALA  
LABORATORIUM**

**SEKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI INERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SAEPUL ANWAR**

NIM. 151210127

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA *PRESSURE DROP* ALIRAN DUA FASE DENGAN VARIASI  
DEBIT UDARA DAN AIR MELALUI DIAMETER PIPA BERBEDA  
SEARAH VERTIKAL SKALA LABORATORIUM**

**SEKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI ENERGI**  
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SAEPUL ANWAR**  
**NIM. 151210127**

Proposal ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 29 juli 2020

Dosen pembimbing I

Gunarto, ST.,M.Eng  
NIDN. 0009097301

Dosen Penguji I

Fuazen, ST ,MT  
NIDN. 1122087301

Dosen Pembimbing II

Eko Sarwono ,ST .,MT  
NIDN. 001810106901

Dosen Penguji II

Dr.Doddy Irawan,M,Eng  
NIDN. 1121108001

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik

Fuazen, ST., MT  
NIDN. 1122087301

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 16 Juli 2020

**SAEPUL ANWAR**

**NIM. 151210127**

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Alhamdulillah rabbil alamin segala puji hanya untuk Allah SWT tak henti-hentinya aku bersyukur atas nikmat-Mu, serta sholawat dan salam kepada mu rabbi, pemimpin terbaik, yang selalu kita harapkan syafa'atnya Baginda Nabi Muhammad SAW. Kupersembahkan karya ini untuk belahan jiwaku yaitu kedua orang tuaku yang tanpa mereka aku bukanlah siap-siapa di dunia fana ini (mamaku tersayang Munarah, dan Bapakku tercinta Pusiman), mereka adalah orang yang selalu menginjeksikan segala idealisme, prinsip hidup, madrasah pertamaku sejak aku di rahim ibuku hingga kini takkan pernah lekang oleh waktu, dan keluargaku, yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendo'akanku, selalu menasehatiku untuk menjadi lebih baik. Terima kasih ya Allah yang telah mengirimkan insan terbaik alam hidupku.*

*Semoga sebuah karya kecil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta. Dalam setiap langkahku, aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan di diriku, meski belum semua itu kuraih, Insyaallah atas dukungan doa dan restu semua mimpi itu kan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu kupersembahkan ungkapan terima kasih kepada:*

*Terima kasih kaka ku yang kusayangi serta istri dan anak ku yg selalu menemaniku atas do'a ,support, perhatian, dan kesabaran dalam memberiku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.*

*Untuk bapak Gunarto ST., M.Eng, bapak Eko Sarwono ST.,MT bapak Fuazen ST.,MT, dan bapak Dr. Doddy Irawan ST.,M.eng, selaku dosen pembimbing dan penguji tugas akhir, terima kasih banyak telah memberiku banyak nasihat, masukkan, mengajariiku dengan penuh kesabaran, dan dukungan selama penulisan tugas akhir ini, yang sudah seperti orang tuaku sendiri.*

*Dosen-dosen Teknik Mesin yang telah memberiku bekal ilmu yang sangat berharga, inspirasi dan motivasi sehingga menyelesaikan studi.*

*Teman-teman seperjuanganku, terima kasih telah sudi menjadi teman baikku semasa kuliah, yang selalu ada saat tawa dan sedih, serta telah banyak membantuku semasa kuliah, semua cerita yang kita lewati bersama tidak akan pernah terlupakan.*

*Tidak lupa juga ku ucapkan terima kasih kepada staff program studi teknik mesin yang telah banyak membantu dalam proses dalam perkuliahan.*

*Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua. Beribu terima kasih ku ucapkan atas segala kekhilafan dan kekurangan mohon dimaafkan By saepul anwar.*

## **RIWAYAT HIDUP**

**SAEPUL ANWAR**, lahir di Sompak Kalimantan Barat pada tanggal 11 juli 1996, anak kelima dari pasangan Bapak Pusiman dan Ibu Munarah. Tahun 2002 penulis studi ke Sekolah Dasar Negeri 29 Pontianak Utara dan lulus pada tahun 2008. Selanjutnya pada tahun 2008 penulis melanjutkan studi ke Sekolah Menengah Pertama Swasta Miftahul Ulum Pontianak Utara dan pada tahun 2011. Tahun 2011 penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan Pontianak dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya pada tahun 2015 penulis melanjutkan studi ke Universitas Muhammadiyah Pontianak Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin sampai sekarang.

Melengkapi persyaratan keserjanaan di Fakultas Teknik pada Universitas Muhammadiyah Pontianak, penulis melakukan penulisan skripsi dengan judul **“ANALISA PRESSURE DROP ALIRAN DUA FASE DENGAN VARIASI DEBIT UDARA DAN AIR MELALUI DIAMETER PIPA BERBEDA SEARAH VERTIKAL SKALA LABORATORIUM”** di bawah bimbingan Bapak Gunarto,ST.,M.Eng dan Bapak Ir.Ahcmad Kuntadi, M,Eng

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI:

ANALISA PRESSURE PRESSURE DROP ALIRAN DUA FASE DENGAN VARIASI DEBIT UDARA DAN AIR MELALUI DIAMETER PIPA BERBEDA SEARAH VERTIKAL SKALA LABORATORIUM.

Nama Mahasiswa : Saepul Anwar

NIM : 151210127

Program Studi : Teknik Mesin

Dosen Pembimbing :

Dosen Pembimbing I : Gunarto ST, M.,Eng

Dosen Pembimbing II : Eko Sarwono ST.,MT

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji I : Fuazen ST., MT

Dosen Penguji II : Dr.Doddy Irawan ST., M.Eng

Tanggal Ujian : 22 Juli 2020

Pontianak, 29 Juli 2020

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Waspodo, ST., MT

NIDN. 1114067602

## **RINGKASAN SKRIPSI**

**SAEPUL ANWAR**, “ Analisa Pressure Drop Aliran Dua Fase Dengan Variasi Air Dan Udara Melalui Diameter Berbeda skala Searah Vertikal Skala Laboratorium” di bawah bimbingan bapak Gunarto, ST, M.,Eng selaku pembimbing pertama dan bapak Ir. Ahcmad Kuntadi, M, M.Eng selaku pembimbing kedua.

Aliran dua fase seringkali dijumpai dalam beberapa ilmu teknik dan fasilitas industri seperti plant tenaga uap konvensional, evaporator dan kondensor, reaktor nuklir tekanan air, berbagai industri petrol, industri pemrosesan makanan dan bahan kimia. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi debit dan penggunaan diameter pipa berbeda searah vertikal terhadap pressure drop pada aliran dua fase likuid-gas. Penelitian yang dilakukan secara eksperimental menggunakan pipa transparan dengan diameter dalam  $\frac{1}{4}$ " ,  $1\frac{1}{4}$ " , 2" dan  $\frac{3}{4}$ " pada pipa vertikal serta air sebagai fluida kerja cairan dan udara sebagai fluida kerja gas. Variasi yang dilakukan adalah variasi debit udara dan air, kecepatan superficial dan kecepatan aktual.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbedaan variasi debit udara dan air dan diameter berbeda sangat mempengaruhi pressure drop, semakin kecil variasi maka pressure drop akan semakin meningkat, nilai pressure drop yang paling besar adalah pada pipa  $\frac{1}{4}$ " variasi debit aliran air 0,00017 m<sup>3</sup>/s dan debit udara 0,00025 m<sup>3</sup>/s dan yang rendah pada variasi debit aliran air 0,00017 m<sup>3</sup>/s dan udara 0,00033 m<sup>3</sup>/s, pressure drop terkecil adalah pipa 2".

Kata kunci : variasi debit air dan udara, diameter pipa berbeda aliran dua fase



## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “*Analisa Pressure Drop Aliran Dua Fase Dengan Variasi Debit Udara Dan Air Melalui Diameter Pipa Berbeda Searah Vertikal Vertikal Skala Laboratorium*”. Proposal Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan motivasinya selama penulis menuntut ilmu.
2. Bapak Dr. H. Helman Fachri SE., MM, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Waspodo, ST.,MT, selaku Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
5. Bapak Gunarto ST., M.Eng dan Bapak Dr. Dodi Irawan ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I dan II yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan Pembimbing Utama dalam penyusunan Tugas akhir ini.
6. Staf pengajar beserta karyawan/ti Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
7. Teman-teman Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang tidak sempat penulis sebutkan secara satu-persatu yang juga turut serta memberikan dorongan dan semangat serta bantuannya dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Pontianak, 16 juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>.....</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>.....i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....</b>	<b>..... ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>.....iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>..... v</b>
<b>LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI .....</b>	<b>..... vi</b>
<b>RINGKASAN SKRIPSI .....</b>	<b>..... vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>..... viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>..... x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>..... xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>.....xvi</b>
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	<b>..... xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>..... 1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Idenfikasi Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batas Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>..... 6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	11
2.2.1. Definisi Fluida .....	11
2.2.2. Sifat-Sifat Fluida.....	11
2.2.3. Kerapatan (Density).....	11
2.2.4. Laju Aliran Massa .....	12
2.2.5. Viskositas.....	14

2.2.6.	Aliran Fluida.....	15
2.2.7.	Tipe-Tipe Aliran.....	15
2.2.8.	Persamaan Bernuolli.....	17
2.2.9.	Penurunan Tekanan (Pressure Drop).....	22
2.2.10.	Pengali Dua Fase (Two-phase multiplier).....	23
2.2.11.	Integrasi Dari Pengali Dua-Fase.....	24
2.2.12.	Manometer.....	26
2.3.	Alat Bahan Penelitian.....	29
2.3.1.	Pompa Air Sentrifugal Bilangan Reynolds (Re).....	29
2.3.2.	Tanki Air.....	30
2.3.3.	Ball Valve.....	30
2.3.4.	Pressure Gauge.....	31
2.3.5.	Sambungan Tee.....	32
2.3.6.	Flow Meter Air Dan Udara.....	32
2.3.7.	Kompresor.....	33
2.3.8.	Termocople.....	33
2.3.9.	Control Valve.....	34
2.3.10.	Solenoid Valve.....	34
2.3.11.	Check Valve.....	35
2.3.12.	Pipa Akrilik.....	35
2.3.13.	Alat Bantu.....	36

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... 37**

3.1.	Tempat Dan Waktu Penelitan.....	37
3.2.	Landasan Perencanaan.....	37
3.3.	Alat Dan Bahan.....	38
3.4.	Bahan Penelitian.....	39
3.5.	Prosedur Penelitian.....	39
3.6.	Metode Penelitian.....	40
3.7.	Skema Alat Penelitian.....	41
3.8.	Table Pengujian.....	42

3.9. Diagram Alir Penelitian.....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1. Analisa Perhitungan Variasi Debit Air 600 L/h dan Debit udara 15 L/m.....	43
4.1.1. Perhitungan Section 1 (diameter ¼”) .....	43
4.1.2. Perhitungan Section 2 (diameter 1¼”).....	49
4.1.3. Perhitungan Section 3 (diameter 2”).....	54
4.1.4. Perhitungan Section 4 (diameter ¾”).....	59
4.1.5. Hasil perhitungan seluruh section debit 600 L/h dan udara 15 L/m .....	64
4.1.6. Hasil perhitungan seluruh section debit 600 L/h dan udara 20 L/m .....	65
4.1.7. Hasil perhitungan seluruh section debit 600 L/h dan udara 25 L/m .....	66
4.1.8. Hasil perhitungan seluruh section debit 600 L/h dan udara 30 L/m .....	67
4.1.9 Pengaruh variasi debit terhadap pressure drop .....	68
4.1.10. Pengaruh kecepatan super fisial terhadap pressure drop .....	69
4.1.11. Pengaruh kecepatan aktual terhadap pressure drop .....	69
4.2. Analisa Perhitungan Variasi Debit Air 900 L/h dan Debit udara 10 L/m.....	71
4.2.1. Perhitungan Section 1 (diameter ¼ ”) .....	71
4.2.2. Perhitungan Section 2 (diameter 1¼ ”).....	77
4.2.3. Perhitungan Section 3 (diameter 2 ”).....	82
4.2.4. Perhitungan Section 4 (diameter ¾ ”).....	87
4.2.5. Hasil perhitungan seluruh section debit 900 L/h dan udara 10 L/m .....	92
4.2.6. Hasil perhitungan seluruh section debit 900 L/h dan udara 20 L/m .....	93
4.2.7. Hasil perhitungan seluruh section debit 900 L/h dan udara 25 L/m .....	94
4.2.8. Hasil perhitungan seluruh section debit 900 L/h dan udara 30 L/m .....	95
4.2.9 Pengaruh variasi debit terhadap pressure drop .....	96
4.2.10. Pengaruh kecepatan superfisial terhadap pressure drop .....	97
4.2.11. Pengaruh kecepatan aktual terhadap pressure drop .....	97
4.3. Analisa Perhitungan Variasi Debit Air 1200 L/h dan Debit udara 10 L/m ...	99
4.3.1. Perhitungan Section 1 (diameter ¼ ”) .....	99
4.3.2. Perhitungan Section 2 (diameter 1¼ ”).....	105
4.3.3. Perhitungan Section 3 (diameter 2 ”).....	111

4.3.4. Perhitungan Section 4 (diameter $\frac{3}{4}$ ").....	116
4.3.5. Hasil perhitungan seluruh section debit 1200 L/h dan udara 10 L/m .....	121
4.3.6. Hasil perhitungan seluruh section debit 1200 L/h dan udara 15 L/m .....	122
4.3.7. Hasil perhitungan seluruh section debit 1200 L/h dan udara 25 L/m .....	123
4.3.8. Hasil perhitungan seluruh section debit 1200 L/h dan udara 30 L/m .....	124
4.3.9 Pengaruh variasi debit terhadap pressure drop .....	125
4.3.10. Pengaruh kecepatan superfisial terhadap pressure drop .....	126
4.3.11. Pengaruh kecepatan aktual terhadap pressure drop .....	126
4.4. Analisa Perhitungan Variasi Debit Air 1500 L/h dan Debit udara 10 L/m ..	128
4.4.1. Perhitungan Section 1 (diameter $\frac{1}{4}$ " ).....	128
4.4.2. Perhitungan Section 2 (diameter $1\frac{1}{4}$ " ).....	134
4.4.3. Perhitungan Section 3 (diameter 2" ).....	139
4.4.4. Perhitungan Section 4 (diameter $\frac{3}{4}$ ").....	144
4.4.5. Hasil perhitungan seluruh section debit 1500 L/h dan udara 10 L/m .....	149
4.4.6. Hasil perhitungan seluruh section debit 1500 L/h dan udara 15 L/m .....	150
4.4.7. Hasil perhitungan seluruh section debit 1500 L/h dan udara 20 L/m .....	151
4.4.8. Hasil perhitungan seluruh section debit 1500 L/h dan udara 30 L/m .....	152
4.4.9 Pengaruh variasi debit terhadap pressure drop .....	153
4.4.10. Pengaruh kecepatan superfisial terhadap pressure drop .....	154
4.4.11. Pengaruh kecepatan aktual terhadap pressure drop .....	154
4.5. Analisa Perhitungan Variasi Debit Air 1800 L/h dan Debit udara 10 L/m...	156
4.4.1. Perhitungan Section 1 (diameter $\frac{1}{4}$ ") .....	156
4.4.2. Perhitungan Section 2 (diameter $1\frac{1}{4}$ ").....	162
4.4.3. Perhitungan Section 3 (diameter 2 ").....	167
4.4.4. Perhitungan Section 4 (diameter $\frac{3}{4}$ ").....	172
4.4.5. Hasil perhitungan seluruh section debit 1800 L/h dan udara 10L/m .....	177
4.4.6. Hasil perhitungan seluruh section debit 1800 L/h dan udara 15L/m .....	178
4.4.7. Hasil perhitungan seluruh section debit 1800 L/h dan udara 20L/m .....	179
4.4.8. Hasil perhitungan seluruh section debit 1000 L/h dan udara 25L/m .....	180
4.4.9 Pengaruh variasi debit terhadap pressure drop.....	181
4.4.10. Pengaruh kecepatan superfisial terhadap pressure drop .....	182

4.4.11. Pengaruh kecepatan aktual terhadap pressure drop .....	182
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	183
5.1. Kesimpulan .....	183
5.2. Saran .....	183
DAFTAR PUSTAKA .....	184
LAMPIRAN .....	185

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 kontinuitas ( fluida dinamis. Weebly.com .....	13
Gambar 2.2 aliran laminar .....	16
Gambar 2.3 Aliran transisi .....	16
Gambar 2.4 Aliran turbulen .....	17
Gambar 2.5 persamaan Bernoulli .....	17
Gambar 2.6 Pengukuran tekanan, tekanan dinamik dan static (fox dan Mc.Donald,1995 ).....	18
Gambar 2.7 diagram Moody ( fox dan Mc.Donald.1995).....	21
Gambar 2.8 Tabung Piezometer ( Munson,2003 ) .....	26
Gambar 2.9 Manometer tabung-U .....	28
Gambar 2.10 Manometer tabung Miring ( Munson,2003) .....	29
Gambar 2.11 Pompa Air Sentrifugal .....	30
Gambar 2.12 Tangki Air .....	30
Gambar 2.13 Ball Valve .....	31
Gambar 2.14 Pressure gauge .....	31
Gambar 2.15 Sambungan Tee .....	32
Gambar 2.16 Flow Meter Air Dan Udara .....	32
Gambar 2.17 Kompresor Angin .....	33
Gambar 2.18 thermocouple .....	34
Gambar 2.19 control valve .....	34
Gambar 2.20 selenoid valve .....	35
Gambar 2.21 check valve.....	35
Gambar 2.22 pipa akrilik .....	36



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Bahan Dan Alat Penelitian.....	38
Tabel 4.1. Debit air konstan 600L/h dan variasi debit udara 15 L/m .....	43
Tabel 4.2. Perhitungan air 600 L/h dan variasi debit udara 15 L/m .....	64
Tabel 4.3. Perhitungan air 600 L/h dan debit udara 20 L/m .....	65
Tabel 4.4. Perhitungan air 600 L/h dan debit udara 25 L/m .....	66
Tabel 4.5. Perhitungan air 600 L/h dan debit udara 30 L/m .....	67
Tabel 4.6. Debit air konstan 900L/h dan variasi debit udara 10 L/m .....	71
Tabel 4.7. Perhitungan air 900 L/h dan debit udara 10 L/m .....	92
Tabel 4.8. Perhitungan air 900 L/h dan debit udara 20 L/m .....	93
Tabel 4.9. Perhitungan air 900 L/h dan debit udara 25 L/m .....	94
Tabel 4.10. Perhitungan air 900 L/h dan debit udara 30 L/m .....	95
Tabel 4.11. Debit air konstan 1200L/h dan variasi debit udara 10 L/m .....	99
Tabel 4.12. Perhitungan variasi debit air 1200 L/h dan debit udara 10 L/m .....	121
Tabel 4.13. Perhitungan variasi debit air 1200 L/h dan debit udara 15 L/m .....	122
Tabel 4.14. Perhitungan variasi debit air 1200 L/h dan debit udara 25 L/m .....	123
Tabel 4.15. Perhitungan variasi debit air 1200 L/h dan debit udara 30 L/m .....	124
Tabel 4.16. Debit air konstan 1500L/h dan variasi debit udara 10 L/m .....	128
Tabel 4.17. Perhitungan air 1500 L/h dan debit udara 10 L/m .....	149
Tabel 4.18. Perhitungan air 1500 L/h dan debit udara 15 L/m .....	150
Tabel 4.19. Perhitungan air 1500 L/h dan debit udara 20 L/m .....	151
Tabel 4.20. Perhitungan air 1500 L/h dan debit udara 30 L/m .....	152
Tabel 4.21. Debit air konsta 1800L/h dan variasi debit udara 10 L/m .....	156
Tabel 4.22. Perhitungan air 1800 L/h dan debit udara 10 L/m .....	177
Tabel 4.23. Perhitungan air 1800 L/h dan debit udara 15 L/m .....	178
Tabel 4.24. Perhitungan air 1800 L/h dan debit udara 20 L/m .....	179
Tabel 4.25. Perhitungan air 1800 L/h dan debit udara 25 L/m .....	180

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. perbandingan debit air konstan dan variasi debit udara terhadap pressure drop.....	68
Grafik 4.2. Perbandingan kecepatan superfisial air dan udara terhadap pressure drop .....	69
Grafik 4.3. Perbandingan kecepatan aktual air dan udara terhadap pressure drop	69
Grafik 4.4. perbandingan debit air konstan dan variasi debit udara terhadap pressure drop.....	96
Grafik 4.5. Perbandingan superfisial air dan udara terhadap pressure drop .....	97
Grafik 4.6. Perbandingan kecepatan aktual air dan udara terhadap pressure drop	97
Grafik 4.7. Perbandingan debit air konstan dan variasi debit udara terhadap pressure drop.....	125
Grafik 4.8. Perbandingan kecepatan superfisial air dan udara terhadap pressure drop .....	126
Grafik 4.9. perbandingan kecepatan aktual air dan udara terhadap pressure drop .....	126
Grafik 4.10. perbandingan debit air konstan dan variasi debit udara terhadap pressure drop.....	152
Grafik 4.11. perbandingan kecepatan superfisial air dan udara terhadap pressure drop .....	153
Grafik 4.12. Perbandingan kecepatan aktual air dan udara terhadap pressure drop .....	153
Grafik 4.13. perbandingan debit air konstan dan variasi debit udara terhadap pressure drop.....	181
Grafik 4.14. perbandingan kecepatan superfisial air dan udara terhadap pressure drop .....	182
Grafik 4.15. perbandingan kecepatan aktual air dan udara terhadap pressure drop .....	182

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Aliran dua fase merupakan bagian dari aliran multi fase mempunyai fenomena yang sangat kompleks dibanding pada aliran satu fase di antaranya adalah interaksi antar fase, pengaruh deformasi permukaan dan pergerakan antar fluida, pengaruh ketidakseimbangan fase, perubahan pressure drop dan lain sebagainya. Pada aliran satu fase hanya ada pressure drop yang dipengaruhi oleh Reynold number yang merupakan fungsi dari viskositas, berat jenis fluida dan diameter pipa. Sedangkan pada aliran multiphase di dalam saluran tertutup (pipa) tidak hanya dipengaruhi oleh Reynold number tetapi fase-fase yang bercampur di dalamnya mempunyai pengaruh yang signifikan. sehingga akan terdapat banyak flow regime (flow pattern) yang terbentuk dalam saluran tersebut akibat interaksi antar fase fluida tersebut. Aliran yang mengalami perubahan flow pattern (flow regime) dapat menyebabkan pressure drop yang berubah-ubah pula atau berfluktuasi (Somchai,2005). Oleh karena itu saat ini yang menjadi ketertarikan dalam penelitian adalah informasi mengenai karakteristik flow patern pada aliran dua fase yang terjadi sepanjang aliran pipa vertikal.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan yang berhubungan dengan pressure drop dan flow patern pada aliran dua fase pada pipa vertikal dan horizontal. Secara umum parameter-parameter yang diperhatikan di antaranya debit fluida cair dan gas,viskositas fluida, flow patern, tegangan geser antar fase dan konfigurasi pipa. Spedding (1998) meneliti tentang aliran dua fase vertikal air – udara dengan diameter dalam (ID) 0.026 m. Data yang dihasilkan hanya pressure drop, belum menampilkan bentuk flow patern. Saisorn (2007) menemukan sebuah investigasi pada karakteristik-karakteristik aliran dua fase (flow pattern, void fraction dan pressure drop) dalam sebuah micro circular channel dengan diameter 0,53 mm. Bentuk-

bentuk two-phase flow termasuk slug flow, throat-annular flow, churn flow dan annular-rivulet flow telah diobservasi. Eksperimen-eksperimennya juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan-perbedaan yang signifikan dalam data dari penggunaan udara atau gas nitrogen, dan air atau de-ionized water sebagai fluids aktif. Ini bisa jadi karena tidak ada perubahan properties fluid dan diameter pipa. Penelitiannya menginformasikan tentang flow patern, void fraction dan pressure drop tetapi pada diameter pipa sangat kecil. Karayiannis (2006) meneliti pengaruh dari diameter pipa untuk flow patern aliran dua fase vertikal. Dengan variasi diameter dalam (ID) yang digunakan yaitu: 1.10, 2.01, 2.88 and 4.26 mm. Fluida kerja cairannya adalah R134a. Penelitiannya menginformasikan tentang flow patern dan pressure drop tetapi pada diameter pipa sangat kecil.

Dari banyak penelitian yang telah dilakukan dan dipublikasikan mengenai karakteristik-karakteristik aliran dua fase untuk mempelajari fenomena aliran dua fase flow patern, void fraction dan pressure drop telah dilakukan investigasi dengan membuat model-modelnya dan korelasi yang telah dikembangkan untuk flow patern transisi, presure drop dan distribusi void fraction dalam pipa horisontal, vertikal dan miring dengan beragam dimensi. Tetapi dari banyak studi tentang aliran dua fase yang dijelaskan sebelumnya analisa terhadap perbedaan debit fluida (air dan udara) masih terbatas informasinya. Untuk itu penelitian kali ini penelitian dengan cara menambahkan ruang lingkup sebelumnya diharapkan dapat mengetahui bagaimana aliran dua fase pada pipa vertikal terhadap perbedaan debit (air dan udara). Dengan menggunakan air sebagai fluida kerja cairan dan udara sebagai fluida kerja gas.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Adapun permasalahan yang di angkat dari tugas akhir ini adalah analisa pressure drop aliran dua fase dengan variasi debit udara dan air melalui diameter pipa berbeda searah vertikal skala laboratorium.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka masalah utama yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Berapa besar pengaruh variasi debit terhadap pressure drop pada aliran dua fase arah vertical?
2. Bagaimanakah pengaruh pipa variasi diameter berbeda terhadap pressure drop dalam aliran dua fase arah vertical?

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan di atas, maka dalam penelitian ini perlu diambil batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan fluida air dan udara dan dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Temperatur udara dan air dianggap konstan dengan suhu antara 30° - 33°C.
3. Alat yang dirancang merupakan alat skala laboratorium.
4. diameter pipa yang digunakan berbeda ¼", ¾", 1" dan 2"

## 1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Tujuan umum

Sebagai syarat untuk memperoleh gelar S1 (strata satu)

2. Tujuan khusus

Merancang alat uji sistem aliran dua fasa (air dan udara) skala laboratorium.

Menganalisis pressure drop yang terjadi terhadap perbedaan debit. Untuk Mengetahui pengaruh pipa variasi diameter dan debit berbeda terhadap pressure drop aliran dua fase.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di prodi teknik mesin Universitas Muhammadiyah pontianak.

2. Bagi Akademik

Dapat dijadikan bahan referensi bagi generasi-generasi teknik mesin yang akan dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini selanjutnya juga akan memberikan manfaat bagi kami ketika sudah terjun kedalam masyarakat untuk bisa mengaplikasikan apa yang selama ini kami pelajari diperguruan tinggi Universitas Muhammadiyah.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan penulis dalam outline tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II Landasan Teori**

Pada bab ini berisi tentang tinjauan pustaka, teori – teori dasar serta rumus perhitungan yang sangat erat dengan permasalahan yang sedang dibahas.

### **BAB III Metode Penelitian**

Pada bab ini berisi spesifikasi data teknis serta metode alur penelitian.

### **BAB IV hasil penelitian dan pembahasn**

Pada bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari data yang telah diperoleh.

### **BAB V kesimpulan dan saran**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi analisa, perhitungan dan pembahasan tentang pengaruh variasi debit air dan udara dengan diameter berbeda searah vertikal terhadap pressure drop yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa semakin kecil diameter pipa, maka semakin besar juga nilai pressure drop. Hal ini disebabkan karena variasi debit dan diameter pipa yang berbeda.
2. Kecendrungan pressure drop meningkat pada variasi debit air konstan 10 L/m dan udara 25-30 L/m pada section 1 pipa  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{3}{4}$ . Namun pada variasi debit air konstan 15,20,25,30 L/m dan udara 10-30, 10-30, 10-30, 10-25
3. semakin besar nilai (Jl-Jg) dan (U) maka semakin besar pula pressure drop

#### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian lebih lanjut yaitu :

1. Pengambilan data pada proses penelitian sebaiknya dilakukan berulang – ulang agar diperoleh hasil sebaik mungkin
2. Dibutuhkan ketelitian dan kecermatan dalam membaca perubahan tekanan pada alat ukur (pressure gauge) pada debit aliran air dan pada debit aliran udara (flow meter udara)
3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menganalisa penurunan pressure drop dari mulai satu fase hingga bercampur menjadi dua fase pada mixing chamber hingga melalui pipa uji dapat dilakukan menggunakan debit aliran dan diameter yang berbeda.
4. Dalam melakukan penelitian sebaiknya menggunakan alat yang lebih akurat seperti pressure gauge digital.



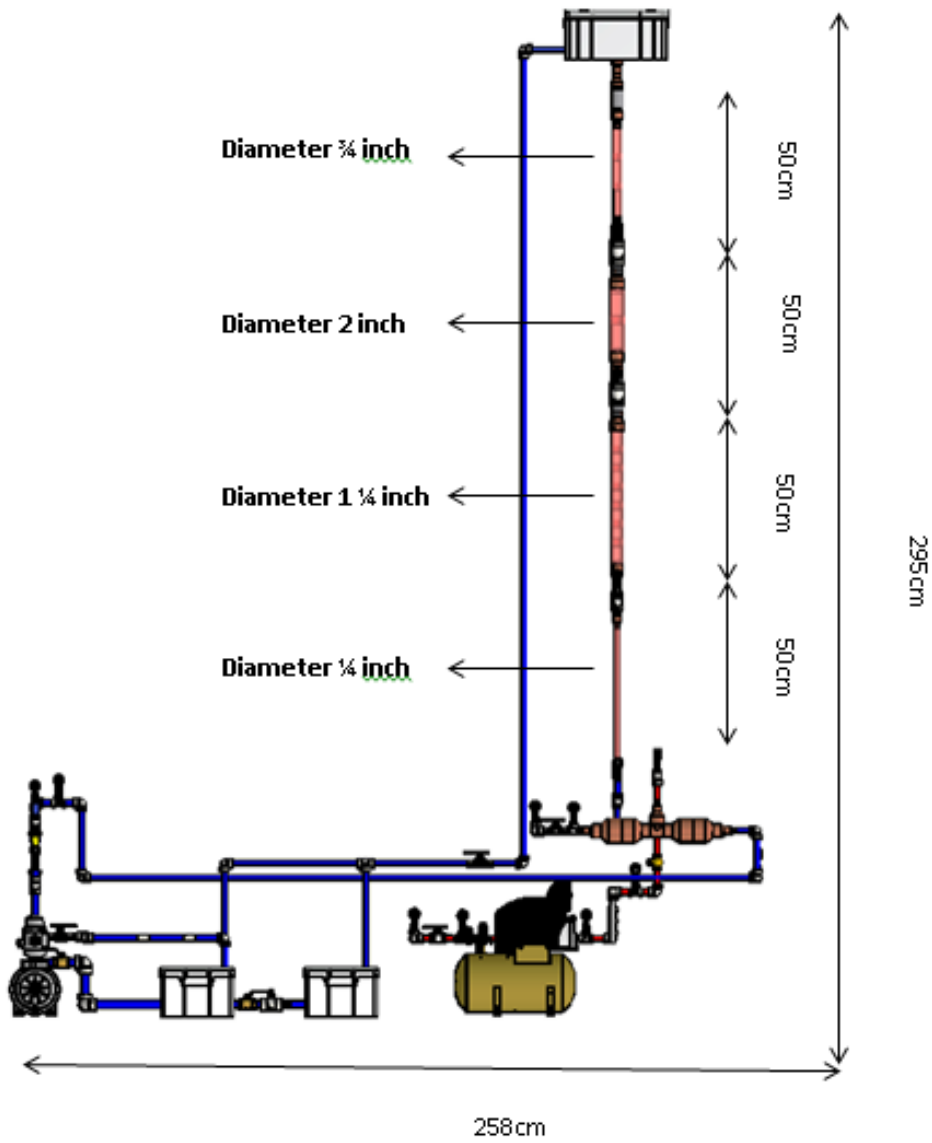
## DAFTAR PUSTAKA

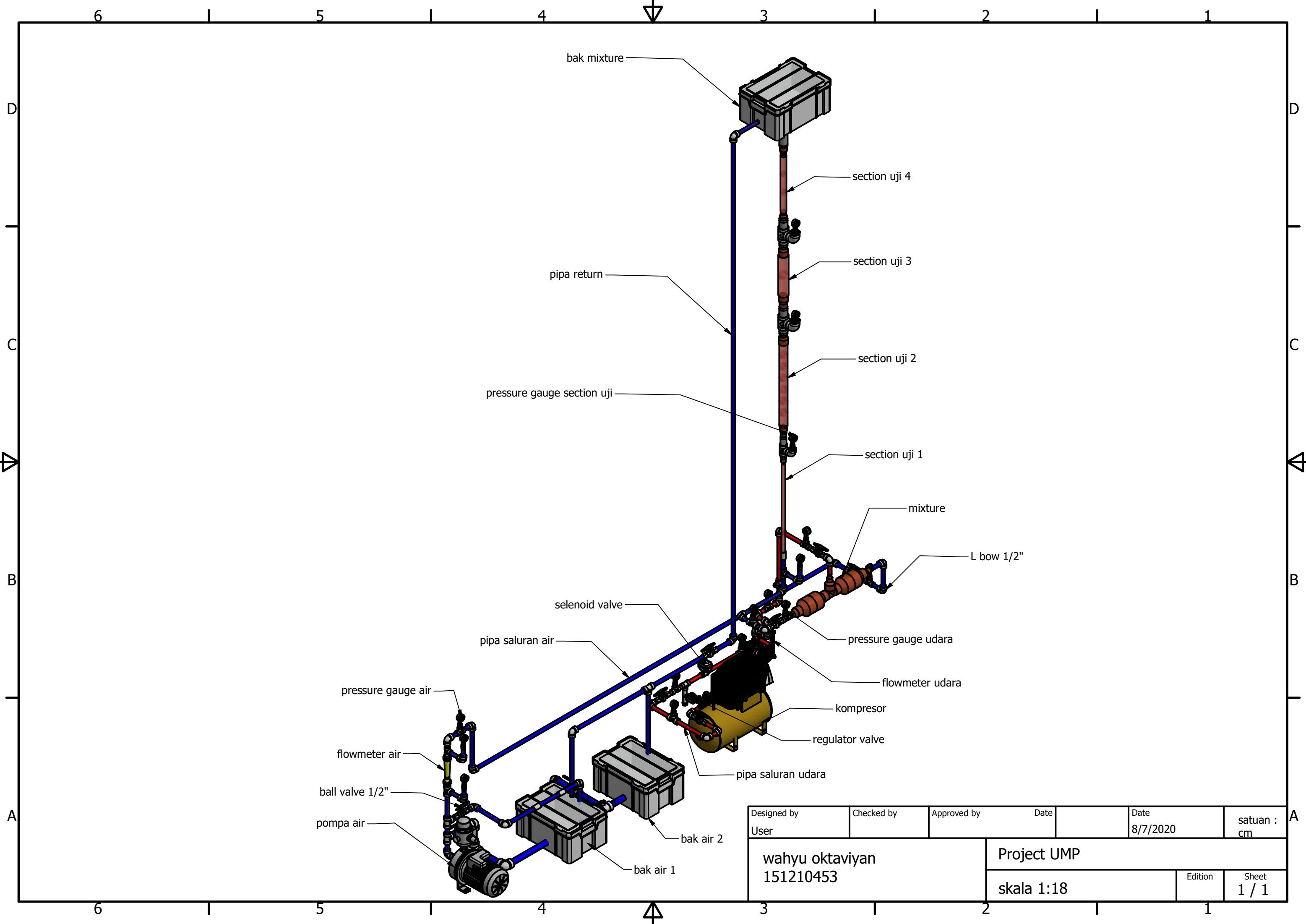
- Syahrizal Siregar, Rumilla Harahap, Batu Mahadi Siregar. 2006. *“Pengaruh Panjang Saluran Dan Debit Fluida Terhadap Penuruna Tekanan Pada Aliran Dua-Fasa Garis Searah Vertikal”*. Sumatra Uatara: Universitas Islam Sumatra Utara.
- Kamal, Samsul. 2007. *Studi Penurunan Tekanan Statis pada Aliran Dua Fasa Cair-Uap arah Melintang Vertikal Terhadap Susunan Pipa Horisontal*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Gede Widayana, Dan Triyogi Yuwono. 2009. *Studi Eksperimental Dan Numerik Aliran Dua Fase (Air - Udara) Melewati Elbow 30° Dari Pipa Vertikal Menuju Pipa Dengan Sudut Kemiringan 60°*. Surabaya: Universitas Pendidikan Ganesha (Undiksha) Singaraja.
- Priyo Heru Adiwibowo. 2010. *Eksperimental Karakterisitik Pressure Drop Pada Aliran Dua Fase Gas-Cairan Melewati Pipa Vertikal*. Surabaya: Universitas Negri Surabaya.
- Adiwibowo, Priyo Heru. 2010. *Karakteristik Flow Patern Pada Aliran Dua Fasa Gas-Cairan Melewati Pipa Vertikal*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Muhajir, Khairul. 2011. *Pengaruh Viskositas terhadap Aliran Fluida Gas-Cair melalui Pipa Vertikal dengan Perangkat Lunak Ansys Fluent 13.0*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Nur Robbi, Slamet Wahyudi, Denny Widyanuriyawan. 2013. *Pengaruh Hambatan Cincin Terhadap Fenomena Flooding Dalam Aliran Dua Fase Berlawanan Arah Pipa Vertikal*. Malang: Universitas Brawijaya

- I Kadek Ervan Hadi Wiryanta. 2015. *Void Fraction Dan Pemetaan Pola Aliran Dua Fase (Air-Udara) Melewati Elbow 75° Dari Pipa Vertikal Menuju Pipa Miring 15°*. Bali: Politehnik Negri Bali
- Indra Koto. 2016. *Karakterisasi Pressure Drops Pada Aliran Bubble Dan Slug Air – Udara Searah Vertikal Ke Atas Melewati Sudden Contraction*. Medan: Universitas Negri Medan.
- Nizzar Bagas Aradea. 2017. *Karakteristik Pola Aliran Dua Fase (Udara - Air) Pada Pipa Vertikal Udara Air Searah Ke Atas*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

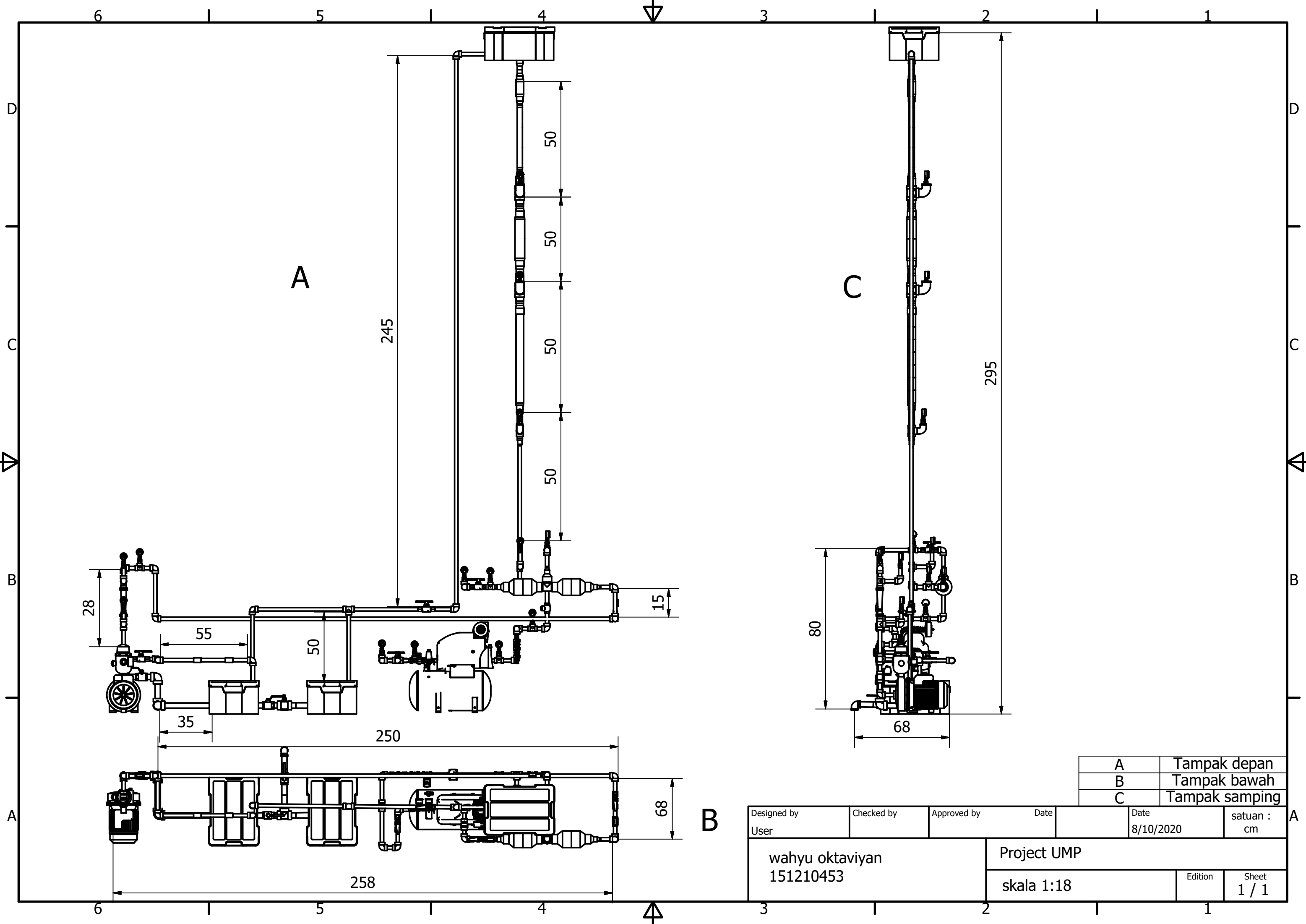
# LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar alat





Designed by User	Checked by	Approved by	Date	Date 8/7/2020	satuan : cm
wahyu oktaviyan 151210453			Project UMP		Sheet 1 / 1
			skala 1:18	Edition	



A	Tampak depan
B	Tampak bawah
C	Tampak samping

Designed by User	Checked by	Approved by	Date	Date 8/10/2020	satuan : cm
wahyu oktaviyan 151210453			Project UMP		
skala 1:18			Edition	Sheet 1 / 1	

Lampiran 2. Proses Pekerjaan









Lampiran 3. Daftar Symbol

**DAFTAR SIMBOL DAN SATUAN**

A	luas total pada pipa ( $m^2$ )	$L_s$	panjang pada slug body (m)
D	diameter pipa (m)	$P_G$	Keliling pipa dimana tegangan geser gas aktual
C	parameter shedding	$P_i$	perimeter interface liquid-gas (m)
$C_0$	parameter distribusi	$P_L$	perimeter (keliling) pipa dimana tegangan geser liquid aktual
G	Fluks massa ( $kg/m^2.s$ )	$Q_G$	laju aliran gas dalam pipa ( $m^3/s$ )
P	perimeter pipa ( $\pi D$ )		
R	pusat radius lengkungan pipa (m)	$Q_L$	laju aliran liquid dalam pipa ( $m^3/s$ )
f	Fanning friction factor	$V_G$	Volume pada fase gas ( $m^3$ )
g	percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )	$V_{mix}$	Volume pada campuran ( $m^3$ )
u	kecepatan fluida (m/s)	$\bar{v}$	kecepatan rata-rata (m/s)
x	kualitas gas didalam campuran	$u_s$	slip velocity (m/s)
$f_{sl}$	fraction factor untuk kecepatan superficial liquid	$u_G$	kecepatan rata-rata gas (m/s)
$f_{sg}$	fraction factor untuk kecepatan superficial gas	$u_L$	kecepatan rata-rata liquid (m/s)
$h_L$	ketinggian dari lapisan liquid (m)	$u_t$	kecepatan slug transitional (m/s)
$m_G$	jumlah masa gas (kg)	$u_m$	kecepatan campuran (m/s)
$m_{mix}$	jumlah masa campuran (kg)	$u_b$	kecepatan bubble rise (m/s)
m	Mass quantity (kg)	$u_{Gf}$	kecepatan aktual gas di dalam liquid film region (m/s)
$m \cdot$	Mass flow rate (kg/s)	$u_{Lf}$	kecepatan aktual liquid di dalam liquid film region (m/s)
p	Tekanan ( $N/m^2$ )	$u_{sl}$	kecepatan slug (m/s)
$p_s$	tekanan upstream statik ( $N/m^2$ )	Re	bilangan Reynolds
$p_v$	tekanan uap pada liquid flow ( $N/m^2$ )	$U_{SG}$	kecepatan superficial gas (m/s)
$p_k$	upstream tekanan statik dimana cavitation occurs	$U_{SL}$	kecepatan superficial liquid (m/s)
$L_u$	panjang pada satu bagian slug (m)	$\theta$	kemiringan pipa arah horizontal ( $^\circ$ )
$L_f$	panjang pada liquid film region (m)		

$\langle \alpha \rangle$	fraksi hampa ( <i>void fraction</i> )	e	Error (%)
$\alpha_L$	fraksi liquid ( <i>liquid holdup</i> )	<b>Subscripts</b>	
$\alpha_{LS}$	liquid holdup di dalam slug body	SL	Superficial liquid
$\alpha_{Lf}$	liquid holdup di dalam liquid film region	SG	Superficial Gas
$\beta$	Volumetric gas quality	L	Liquid
$\chi$	Kualitas gas pada campuran	G	Gas
$\mu$	Viskositas absolute (N.s/m <sup>2</sup> )	s	Slip
$\Delta p$	perbedaan antara tekanan <i>freestream</i> dengan tekanan pada dinding silinder (N/m <sup>2</sup> )	f	liquid film
$\kappa$	kekasaran hidrolis (m)	S	Slug
$\tau_w$	tegangan geser (N/m <sup>2</sup> )	u	Slug unit
$\tau_{WL}$	tegangan geser dinding pada fase liquid (N/m <sup>2</sup> )	t	Transional
$\tau_{WG}$	tegangan geser dinding pada fase gas (N/m <sup>2</sup> )	b	Bubble
$\rho_L$	massa jenis liquid (kg/m <sup>3</sup> )	m	Mixture
$\rho_G$	massa jenis gas (kg/m <sup>3</sup> )	W	Wall
$\gamma$	top angle (radian)	i	Interface
k	Turbulent kinetic energy (m <sup>2</sup> /s)	Tot	Total
$\sigma$	surface tension (N/m)	k	Phase
$\varphi$	indeks cavitation	h	Homogeneous
$\Gamma$	Deviation (%)		
$\varepsilon$	Turbulent energy dissipationrate (m <sup>3</sup> /s)		
$\theta$	Sudut kemiringan Pipa (°)		
$\tau$	Shear stress (N/m <sup>2</sup> )		
$\Delta\rho$	perbedaan massa jenis liquid dan		