ANALISA FAKTOR GESEKAN ALAT PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK SALURAN SILINDER SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

ANDRE LELANANG
NPM. 141210634

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

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA FAKTOR GESEKAN ALAT PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

BIDANG KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

ANDRE LELANANG
NPM. 141210634

Dosen Pembimbing I

Gunarto, S.T.,M.Eng
NIDN. 0009097301

Dosen PembimbingII

Dr. Doddy Irawan, S.T.,M,Eng
NIDN. 1121108001

Dosen Penguji 1

Eko Sarwono, S.T., M.T
NIDN. 0018106901

Dosen Penguji 2

Fuazen, ST., MT
NIDN. 1122077301

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Fuazen, ST.,M.T
NIDN. 1122077301

PERNYATAAN KEASLIAN 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 tertulis dikutip dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam Naskah Skripsi 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, 05, Maret 2021

Andre Lelanang
NIM. 141210634

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

SESUNGGUHNYA SESUDAH KESULITAN ITU ADA KEMUDAHAN

(Q. S. Al-insyirah : 6)

HIDUP ITU SEPERTI MENGENDARAI SEBUAH SEPEDA. UNTUK MENJAGA KESEIMBANGAN, KAMU HARUS TERUS BERGERAK.

-Albert Einstein-

Teruslah Bergerak Menuju Kesuksesan.

Meski Kadang Perasaan Malas Dan Lelah Menghampiri.

Sukses Itu Membutuhkan Usaha.

Dan Usaha Tak Pernah Menghianati Hasil.

"Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya tercinta (Sagiman dan Suminah) serta seluruh keluarga dan orang - orang yang terlibat di dalam skripsi ini"

BIODATA PENULIS

1.	Nama	: Andre Lelanang
2.	Tempat Tanggal Lahir	: Pontianak, 19 Februari 1996
3.	Jenis Kelamin	: Laki-laki
4.	Agama	: Islam
5.	Nama Orang Tua	
	Ayah	: Sagiman
	Ibu	: Suminah
6.	Alamat	: Dusun Mulyorejo, Kec. Sungai Raya, Kab. Kubu Raya.

JENJANG PENDIDIKAN

1.	SD	: SDN 40 Sungai Raya
2.	SMP	: SMPN 01 Sungai Raya
3.	SMA	: SMKN 2 Pontianak
4.	S1	: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas MuhammadiyahPontianak Tahun 2014-2021

RINGKASAN

Andre Lelanang, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, Februari 2021, Analisa Faktor Gesekan Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Silinder Skala Laboratorium.

Dosen Pembimbing : Gunarto , S.T., M.Eng dan Dr. Doddy Irawan, S.T., M.Eng

Pada Pengujian ini, menggunakan pipa aluminium dengan diameter luar pipa dalam 25mm, diameter dalam pipa dalam 19mm, diameter luar *annulus*50mm, diameter dalam *annulus*44mm, panjang pipa dalam 1.500mm, panjang *annulus*1.000mm. Kontruksi penukar kalor pipa konsentrik satu laluan (*one pass concentric tube heat exchanger*), dengan arah aliran berlawanan arah (*counterflow*), air panas dengan arah aliran horizontal di pipa dalam, air dingin aliran horizontal di *annulus* berlawanan arah dengan arah aliran air panas. Pengujan menggunakan tiga variasi debit yaitu 5 LPM, 8,33 LPM dan 11,67 LPM meliputi dua seksi. Pada seksi pertama dengan gravitasi pada *annulus*terlihat bahwa semakin meningkatnya debit aliran, semakin meningkat faktor gesekan, bilangan *Reynolds* dan efektivitas penukar kalor. Pada seksi kedua dengan pompa dingin pada *annulus* terlihat bahwa semakin meningkatnya debit aliran, semakin meningkat faktor gesekan dan efektivitas penukar kalor. Tetapi, pada bilangan *Reynolds* nilainya fluktuatif. Pada debit 5 LPM berada pada nilai 13.108,38 namun pada debit 8,33 LPM terjadi penurunan pada nilai 9.806,683 kemudian pada debit 11,67 LPM kembali meningkat pada nilai 13.926,28.

Kata Kunci : Debit, Faktor Gesekan, *Reynolds*, Efektivitas Penukar Kalor

KATA PENGANTAR

Bismillahirahmanirahim,

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan rencana penelitian yang berjudul “Analisa Faktor Gesekan Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Silinder Skala Laboratorium". Rencana penelitian ini disusun sebagai acuan untuk melakukan penelitian.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tuaku tersayang, Ayah (Sagiman) Ibu (Suminah) yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan materi, motivasi, kasih dan sayang, serta inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan rencana penelitian ini.
2. Dr. Doddy Irawan, S.T., M.Eng Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianakserta pembimbing II skripsi atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Fuazen, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.
4. Gunarto, ST., M.Eng, selaku dosen pembimbing akademik serta Pembimbing I yang selalu memberikan dukungan dan saran untuk mendukung rencana penelitian ini.
5. Eko Julianto, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Muhammadiyah Pontianak.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak, yang telah banyak mendukung membantu dan memberikan motivasi yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
7. Teman dan sahabat seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2014 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah berjuang bersama dan banyak memberikan pelajaran hidup.

8. Keluarga besar Alm. Wagimin yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi.
9. Keluarga besar Alm. Sukiman yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi.
10. Destrin Rena Via yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi serta insprasisehingga penulis dapat menyelesaikan rencana penelitian ini.
11. Saudara serta teman-teman yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta doa.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar bisa memperbaiki penyusunan rencana penelitian ini dan untuk kedepannya.

Akhir kata penulis berharap semoga rencana penelitian ini dapat memberikan manfaat dalam memperluas wawasan maupun sebagai ilmu pengetahuan bagi masyarakat untuk memajukan bidang pertanian.

Pontianak, 05 Maret 2021

Andre Lelanang
NIM. 141210634

DAFTAR ISI

		halaman
LEMBAR PENGESAHAN		i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI		ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN		iii
BODATA PENULIS		iv
RINGKASAN		v
KATA PENGANTAR		vi
DAFTAR ISI		viii
DAFTAR GAMBAR		xi
DAFTAR TABEL		xiii
DAFTAR SIMBOL		xiv
DAFTAR LAMPIRAN		xvi
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah	2
	1.3 Batasan Masalah	3
	1.4 Tujuan	3
	1.5 Manfaat	4
	1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	LANDASAN TEORI	5
	2.1 Tinjauan Pustaka	5
	2.2 Dasar Teori	7
	2.2.1 Perpindahan Panas	7
	2.2.2 Kondisi Aliran	8
	2.2.3 Temperatur rata-rata	9
	2.2.4 Penukar Kalor	10
	2.2.5 Penukar Kalor Pipa Konsentrik	13
	2.2.6 Parameter Tanpa Dimensi	21
	2.2.7 Kecepatan rata-rata *(mean velocity)*	23

2.2.8 Korelasi Perpindahan Panas dan Faktor Gesekan di Daerah Aliran Laminar dan Turbulen melalui sebuah Pipa Bulat Halus 24
2.2.9 Penurunan Tekanan dan Faktor Gesekan dalam Aliran Penuh 25
2.2.10 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh 26
2.2.11 Perbedaan Temperatur rata-rata Logaritma (LMTD) 29
2.2.12 Metode ε-NTU (*Effectiveness*-NTU)..... 29
2.2.13 Daya Air 32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 33
3.2 Bahan Penelitian..... 33
3.3 Alat Penelitian 33
3.4 Prosedur Penelitian..... 33
3.4.1 Tahap Persiapan..... 34
3.4.2 Tahap Pengujian 34
3.5 Metode Analisis Data 37
3.6 Diagram Alir Penelitian..... 38
BAB IV DATA DAN ANALISIS 39
4.1 Data Hasil Pengujian 39
4.2 Perhitungan Data 42
4.2.1 Perhitungan Data Pengujian dengan Laju Aliran 5 LPM dengan Gravitasi pada *annulus* 42
4.2.2 Hasil Perhitungan Data Pengujian dengan Gravitasi pada *annulus* 54
4.2.3 Perhitungan Data Pengujian dengan Laju Aliran 5 LPM dengan Pompa Dingin pada *annulus*..... 56
4.2.4 Hasil Perhitungan Data Pengujian dengan Pompa Dingin pada annulus..... 67
4.3 Pembahasan 69

BAB V PENUTUP 72
5.1 Kesimpulan 72
5.2 Saran 73
DAFTAR PUSTAKA 74
LAMPIRAN 75

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1	Ilustrasi jenis-jenis perpindahan panas	8
Gambar 2.2	Profil temperatur aktual dan rata-rata pada aliran dalam pipa	10
Gambar 2.3	(a) arah aliran fluida, (b) perubahan temperatur fluida pada penukar kalor searah	11
Gambar 2.4	(a) arah aliran fluida, (b) perubahan temperatur fluida pada penukar kalor berlawanan arah	11
Gambar 2.5	Penukar kalor pipa konsentrik	13
Gambar 2.6	Analogi listrik untuk perpindahan panas pada penukar kalor pipa konsentrik	14
Gambar 2.7	Pipa Aluminium.....	16
Gambar 2.8	Aluminium Bubble Foil.....	16
Gambar 2.9	Clamp Saddle.....	17
Gambar 2.10	Termometer digital	17
Gambar 2.11	*flowmeter*	18
Gambar 2.12	*Temperature controller* atau *thermostat*.....	19
Gambar 2.13	Tangki air.....	19
Gambar 2.14	Pompa Sentrifugal	19
Gambar 2.15	Presure Gauge.....	20
Gambar 2.16	Pemanas air elektrik	20
Gambar 2.17	Timbangan digital.....	20
Gambar 2.18	Stop kran.....	21
Gambar 2.19	*Ball valve*	21
Gambar 2.20	*Diagram Moody*.....	26
Gambar 2.21	Efektivenes penukar kalor pipa ganda aliran berlawanan arah	32
Gambar 4.1	Pengaruh Debit Aliran terhadap faktor gesekan di pipa dalam dan Bilangan *Reynolds*pada fluida panas dengan gravitasi pada *annulus*	69

Gambar 4.2 Pengaruh Debit Aliran terhadap faktor gesekan di pipa dalam dan Bilangan *Reynolds*pada fluida panas dengan pompa dingin pada *annulus*..... 69
Gambar 4.3 Pengaruh Debit Aliran terhadap faktor gesekan di pipa dalam dan efektivitas penukar kalor dengan gravitasi pada *annulus* 70
Gambar 4.4 Pengaruh Debit Aliran terhadap faktor gesekan di pipa dalam dan efektivitas penukar kalor dengan pompa dingin pada *annulus* 71

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1 Konduktivitas termal pada beberapa materialuntuk suhu ruangan 15
Tabel 4.1 Pengambilan data alat penukar kalor dengan gravitasi pada *annulus* 40
Tabel 4.2 Pengambilan data alat penukar kalor dengan Pompa dingin pada *annulus* 41
Tabel 4.3 Sifat-sifat Air di Dalam Pipa dengan Gravitasi pada *annulus* Setelah di Interpolasi 54
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Data Pengujian dengan Gravitasi pada *annulus* 55
Tabel 4.5 Sifat-sifat Air di Dalam Pipa dengan Pompa Dingin pada *annulus* Setelah di Interpolasi 67
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Data Pengujian dengan Pompa Dingin pada *annulus* 68

DAFTAR SIMBOL

Besaran	Nama Satuan dan Singkatan	Simbol
Diameter Dalam Pipa Dalam	mili meter (mm)	di
Diameter Luar Pipa Dalam	mili meter (mm)	do
Diameter Dalam *annulus*	mili meter (mm)	Di
Diameter Luar *annulus*	mili meter (mm)	Do
Debit	Liter Per Sekon (LPM)	Q
Waktu	Sekon (s)	t
Bypass	Derajat (º)	BP
Bukaan Katup	Derajat (º)	BK
Temperatur Lingkungan	Derajat Celcius (ºC)	T_L
Temperatur Tangki Air Panas	Derajat Celcius (ºC)	T_H
Temperatur	Derajat Celcius (ºC)	T
Tekanan	Bar	P
Laju Aliran Massa	Kilogram per Sekon (kg/s)	$\dot{m}$
Volume	Liter	V
Temperatur Bulk rata-rata	Kelvin (K)	T_b
Specific Heat	joule per Kilogram Derajat Celcius (J/kgºC)	c_p
Thermal Conductivity	Watt per Meter Derajat Celcius (W/mºC)	k
Viscocity	Kilogram per Meter Sekon (kg/ms)	μ
Specific Volume	Meter Kubik per Kilogram (m^3/kg)	v
kerapatan fluida	Kilogram per Meter Kubik (kg/m^3)	ρ
Prandtl Number		P_r
Laju Aliran	Watt (W)	$\bar{Q}$
Heat Balance Error	Persen (%)	Q_{loss}
Bilangan *Reynolds*		R_e
Bilangan *Nusselt*		Nu_d
Koefisien Perpindahan Panas Konveksi rata-rata	Watt per Meter persegi Derajat Celcius (W/m^2ºC)	h

Besaran	Nama Satuan dan Singkatan	Simbol

Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh pada Pipa Dalam	Watt per Meter persegi Derajat Celcius ($W/m^2{}^oC$)	U
Bilangan *Nusselt* rata-rata		Nu
Bilangan *Nusselt* rata-rata *Dittus-Boelter*		Nu_{D-B}
Penurunan Tekanan	Pascal (Pa)	ΔP
Faktor Gesekan		f
Perbedaan Temperatur rata-rata Logaritma	Derajat Celcius (ºC)	ΔT_{LMTD}
Laju Kapasitas Panas	Joule per Sekon Derajat Celcius (J/sºC)	C_c
Panas Jenis Fluida	Joule per Sekon Derajat Celcius (J/sºC)	C_h
Efektivitas Penukar Kalor		ε
Jumlah Satuan Perpindahan Panas		NTU
Berat Spesifik Cairan	Kilogram per Meter Kubik (kg/m^3)	γ
Total Head Pompa	Meter (m)	H
Daya Air	Kilo Watt (kW)	P_W

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran 1 Skema Alat Uji Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran silinder skala laboratorium..... 75

Lampiran 2 Design 3D Alat Penukar Kalor 76

Lampiran 3 Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran silinder skala laboratorium..... 77

Lampiran 4 Gambar 2D dan 3D Proyeksi Eropa 78

Lampiran 5 Alat Penukar Kalor Tampak Depan..... 79

Lampiran 6 Alat Penukar Kalor Tampak Samping..... 80

Lampiran 7 Alat Penukar Kalor Tampak Atas..... 81

Lampiran 8 Dokumentasi 82

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpindahan kalor adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi diantara benda atau material akibat perbedaan temperatur. Apabila dua benda yang memiliki perbedaan temperatur dihubungkan, maka panas akan mengalir dari benda dengan temperatur yang lebih tinggi ke benda yang memiliki temperatur yang lebih rendah. Ilmu tentang perpindahan kalor tidak hanya bertujuan untuk menjelaskan bagaimana energi panas dapat ditransfer, tetapi juga untuk memprediksi tingkat di mana pertukaran akan terjadi dalam kondisi tertentu yang lebih spesifik.

Alat penukar kalor *(Heat Exchanger)* merupakan alat pemindah panas dari fluida yang temperaturnya tinggi ke fluida yang temperaturnya rendah. Perpindahan kalor tersebut baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Akan tetapi kebanyakan sistemnya tidak mengalami kontak langsung. Kontak langsung alat penukar kalor terjadi sebagai contoh pada gas kalor yang terfluidisasi dalam cairan dingin untuk meningkatkan temperatur cairan atau mendinginkan gas. Alat penukar panas banyak digunakan pada berbagai instalasi industri, yaitu pada Boiler, Kondensor, Cooler, Cooling Tower, dan lain sebagainya. Sedangkan pada kendaraan kita yaitu Radiator yang digunakan sebagai alat penukar panas. Tujuan perpindahan panas tersebut didalam proses industri diantaranya adalah memanaskan atau mendinginkan fluida hingga mencapai temperatur tertentu yang dapat memenuhi persyaratan untuk proses selanjutnya, seperti pemanasan reaktan atau pendinginan produk dan mengubah keadaan (fase) fluida yaitu destilasi, evaporasi, dan kondensasi.

Sistem penukar kalor secara pasif, peningkatan perpindahan panas diperoleh tanpa menyediakan tambahan energi aliran. Pada sistem penukar kalor secara aktif, peningkatan perpindahan panas dilakukan dengan memberikan tambahan energi aliran ke fluida. Sedangkan dalam sistem penukar kalor campuran, dua atau lebih dari sistem pasif dan aktif yang

digunakan secara simultan untuk menghasilkan peningkatan perpindahan kalor, dimana peningkatan perpindahan kalor lebih tinggi dari pada jika teknik-teknik peningkatan perpindahan kalor dioperasikan secara terpisah.

Tujuan utama dari perkembangan teknologi perpindahan kalor adalah meningkatkan proses perpindahan kalor sampai titik maksimal, dimana perkembangan-perkembangan tersebut mengarah pada efektifitas alat penukar kalor yang semakin tinggi persentasenya.

Penelitian yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, alat penukar kalor dirancang dengan penambahan *twisted tape insert* dengan tujuan untuk menstimulasi aliran fluida dalam tube. Hal ini bertujuan untuk membentuk pusaran yang menyebabkan aliran menjadi turbulen yang dapat meningkatkan bilangan Nusselt aliran fluida tanpa menambah kecepatan aliran fluida sehingga diharapkan dapat meningkatkan koefisien perpindahan kalor konveksi dan meningkatkan perpindahan kalor yang terjadi pada tube. Untuk mendapatkan aliran turbulen supaya koefisien dan nilai *nusselt* meningkat pada alat penukar kalor, tidak harus di berikan penambahan *twisted tape insert*, karena untuk mendapatkan aliran turbulen didapat dari faktor-faktor penunjang seperti perhitungan daya yang terdapat pada pompa yang akan digunakan, diameter dan panjang pipa pada alat penukar kalor, gesekan yang terjadi di dalam pipa dan lain sebagainya.

Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis akan menganalisa faktor gesekan alat penukar kalor pipa konsentrik saluran silinder skala laboratorium yang diharapkan bisa membantu mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak dalam pembelajaran praktikum .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah penelitian pada alat penukar kalor yaitu bagaimana menganalisa faktor gesekan pada alat penukar kalor pipa konsentrik dengan saluran silinder skala laboratorium.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut :

1. Alat penukar kalor berupa pipa konsentrik dengan saluran silinder skala laboratorium.
2. Pipa - pipa yang digunakan terbuat dari alumunium dimana dimensi pipa luar (diameter luar 50 mm, diameter dalam 44 mm dan panjang pipa 1000 mm), dan dimensi pipa dalam (diameter luar 25 mm, diameter dalam 19 mm, dan panjang pipa 1500 mm).
3. Arah aliran kedua fluida dalam alat penukar kalor adalah berlawanan arah (*counterflow*).
4. Pipa luar diisolasi dengan isolasi dengan ketebalan 10 mm sehingga perpindahan panas dapat diminimalisasi.
5. Pengujian dilakukan pada posisi horizontal.
6. Fluida yang digunakan pada pengujian ini adalah air panas dan air dingin.
7. Parameter yang dibuat konstan yaitu debit aliran air dingin pada silinder dan temperatur air panas masuk ke pipa dalam sebesar ± 55°C.
8. Faktor pengotoran (*fouling factor*) diabaikan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan masalah penelitian di atas, maka tujuan penelitian alat penukar kalor yaitu sebagai berikut :

1. Tujuan Umum
   a. Memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh gelar sarjana.
   b. Menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani studi diprogram studi teknik mesin jurusan teknik mesin fakultas teknik.
   c. Alat yang sudah dibuat dan diuji bisa untuk alat praktikum sederhana tentang *Heat Exchanger*.
2. Tujuan Khusus
   a. Menganalisa faktor gesekan pada alat penukar kalor dengan saluran silinder skala laboratorium yang telah dibuat.

b. Menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani studi diprogram studi teknik mesin jurusan teknik mesin fakultas teknik.

c. Untuk melatih dalam penyusunan laporan secara sistematis.

1.5 Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam ilmu perpindahan kalor bagi mahasiswa teknik mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Dapat diterapkan pada penukar kalor untuk meningkatkan perpindahan kalor yang murah, perawatan mudah dan ringkas.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah mengetahui sisi dari proposal penelitian ini maka sistematika penulisan disajikan dalam tulisan yang terdiri dari :

BAB I : Merupakan Pendahuluan yang berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, dan Sistematika Penulisan.

BAB II : Merupakan Tinjauan Pustaka berupa kajian dari penelitian terdahulu yang telah diuji kebenarannya.

BAB III : Merupakan Metodologi Penelitian yaitu menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan, mengungkapkan bagaimana cara mencari fakta, instrumen yang digunakan, dan teknik-teknik pengujian.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada alat penukar kalor pipa konsentrik saluran silinder skala laboratorium dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perlakuan dengan gravitasi pada *annulus* terlihat bahwa semakin meningkatnya debit aliran, semakin meningkat faktor gesekandan bilangan *Reynolds.*
2. Pada perlakuan dengan pompa dingin pada *annulus* terlihat bahwa semakin meningkatnya debit aliran, semakin meningkat faktor gesekan. Tetapi, pada bilangan *Reynolds* nilainya fluktuatif. Pada debit 5 LPM berada pada nilai 13.108,38 namun pada debit 8,33 LPM terjadi penurunan pada nilai 9.806,683 kemudian pada debit 11,67 LPM kembali meningkat pada nilai 13.926,28.
3. Pengaruh debit aliran terhadap faktor gesekan dan efektivitas penukar kalor terlihat bahwa semakin besar debit aliran maka semakin besar faktor gesekan dan efektivitas penukar kalor.
4. Karakteristik Alat Penukar Kalor berupa pipa konsentrik aluminium dimana dimensi pipa luar (diameter luar 50 mm, diameter dalam 44 mm dan panjang pipa 1000 mm), dan dimensi pipa dalam (diameter luar 25 mm, diameter dalam 19 mm, dan panjang pipa 1500 mm). Alat Penukar Kalor menggunakan pompa dingin dan pompa panas. Spesifikasi pompa dingin jenis pompa air sumur dangkal Model GP-129JXKdengan kapasitas air minimal 18 liter/menit, tinggi aliran minimal 27 meter, daya hisap 9 meter, pipa hisap 1 inci dan pipadorong 1 inci. Adapun spesifikasi pompa panas yaitu model CPM-130 dengan kapasitas air maksimal 90 liter/menit, tinggi aliran maksimal 22 meter, daya hisap 9 meter, pipa hisap 1 inci dan pipa dorong 1 inci. Jenis fluida pada alat penukar kalor adalah air dingin dan air panas.Dimana air panas didapat dari heater dengan daya 500 watt.

5.2 Saran

1. Posisi Heater seharusnya diletakkan di bawah dekat dengan inlet pompa panas agar panas air merata.
2. Instalasi aksesoris pipa dilakukan dengan cara yang benar untuk mencegah kebocoran alat.
3. Untuk perancangan alat selanjutnya perlu menambahkan alat Thermocouple yang berfungsi untuk membaca temperatur dinding luar Tube pada alat penukar kalor.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dalam menganalisa alat lebih teliti untuk mencegah error/data tidak valid.

DAFTAR PUSTAKA

Anditama, Dhimas Huda. 2012. *Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas dan Faktor Gesekan Pada Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Annular dengan Perforated Twisted Tape Insert, Notched Twisted Tape Insert, dan Jagged Twisted Tape Insert.*Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Cengel, Y.A. 2003.*Heat Transfer A Practical Approach*. Second Edition

Holman, J.P. 2010. *Heat Transfer.*Tenth Edition

Incropera, Frank, P., David P. De Witt. 2007. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* 6th Edition, John Wiley &Sons.

Istanto, T., dan Juwana, W.E. 2011.*Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas dan Faktor Gesekan Pada Penukar Kalor Pipa Konsentrik Dengan Sisipan Pita Terpilin Berlubang*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Kakaç, Sadik., Hongtan Liu., Anchasa Pramuanjaroenkij. 2012. *Heat Exchangers Selection, Rating, and Thermal Design*. Third Edition.

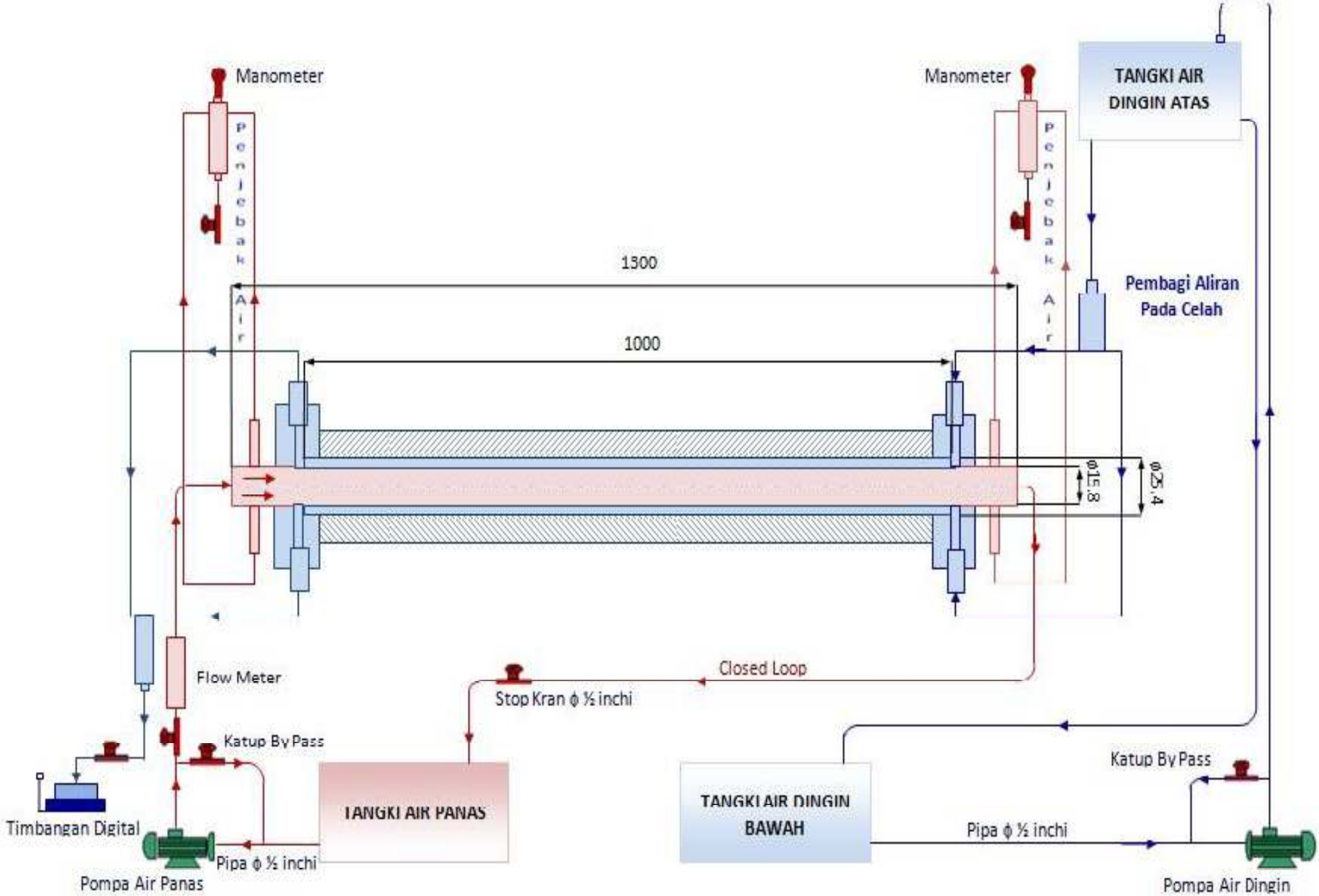
R.A., Fatkhur, J.W., Endra, Istanto, T. 2012. *Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas dan Faktor Gesekan Pada Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Persegi Dengan Twisted Tape Insert With Centre Wing*

Sularso., dan Haruo Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor.* Jakarta: PT Pradnya Paramita.

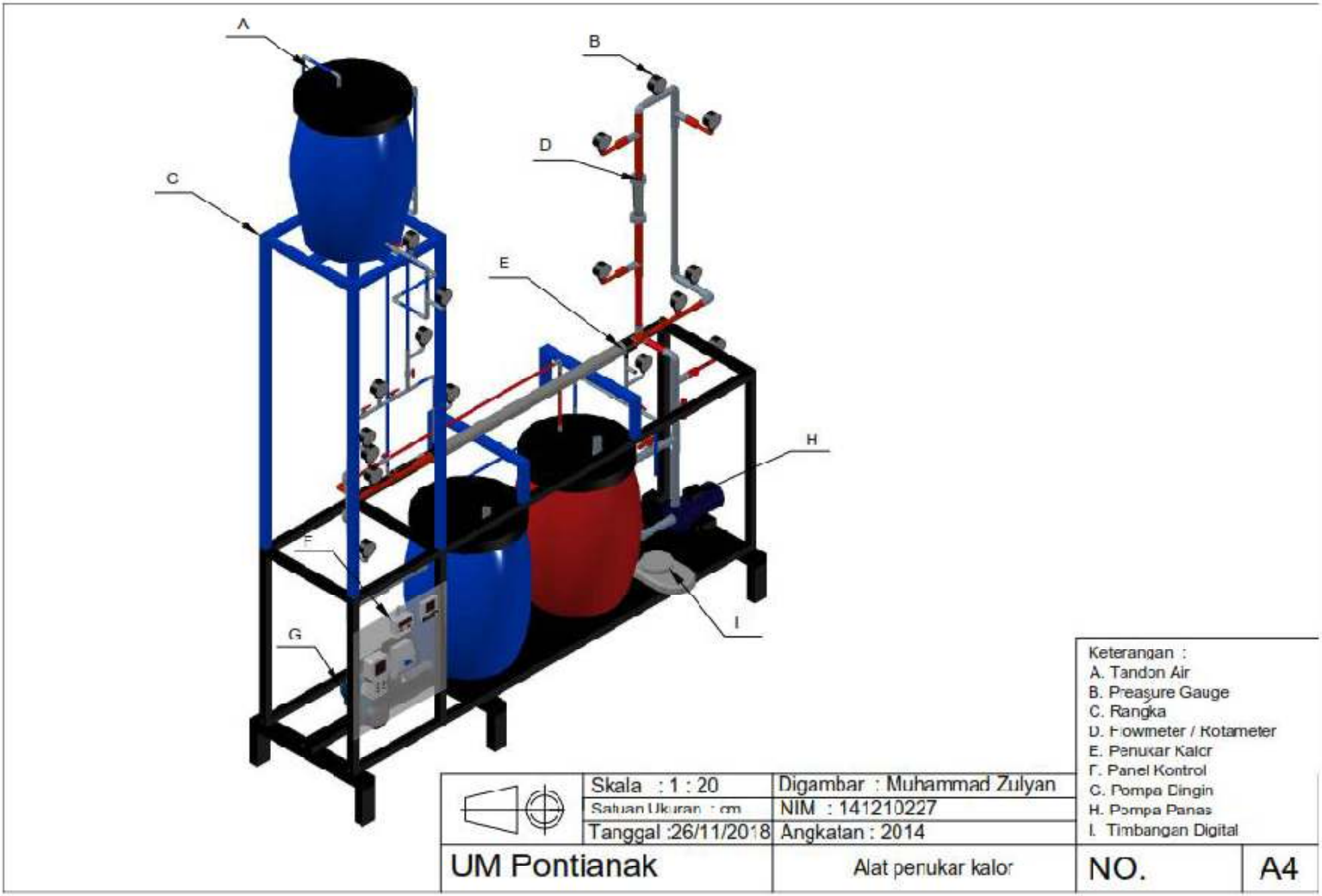
Sunu, P.W., Anakottapary, D.S., dan Santika, W.G. 2015. *Efektivitas Perpindahan Panas Pada Double Pipe Heat Exchanger Dengan Groove*

Wibowo, B.S., Kamal, S., Kristiawan, B. 2015. *Studi Eksperimental Efektivitas Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Annular Dengan Twisted Tape Insert Pada Fluida Nano TIO2 Dengan Fluida Dasar Oli Termo XT32*

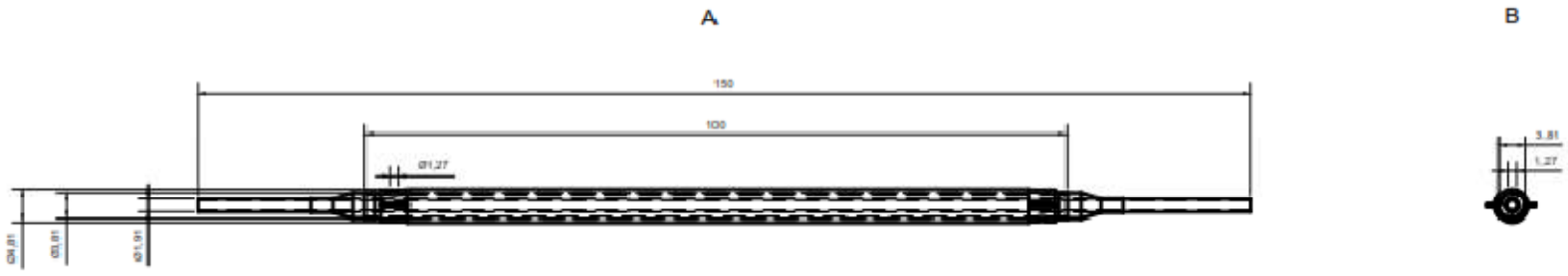
Lampiran 1 **Skema Alat Uji Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran silinder skala laboratorium**



Lampiran 2 **Design 3D Alat Penukar Kalor**

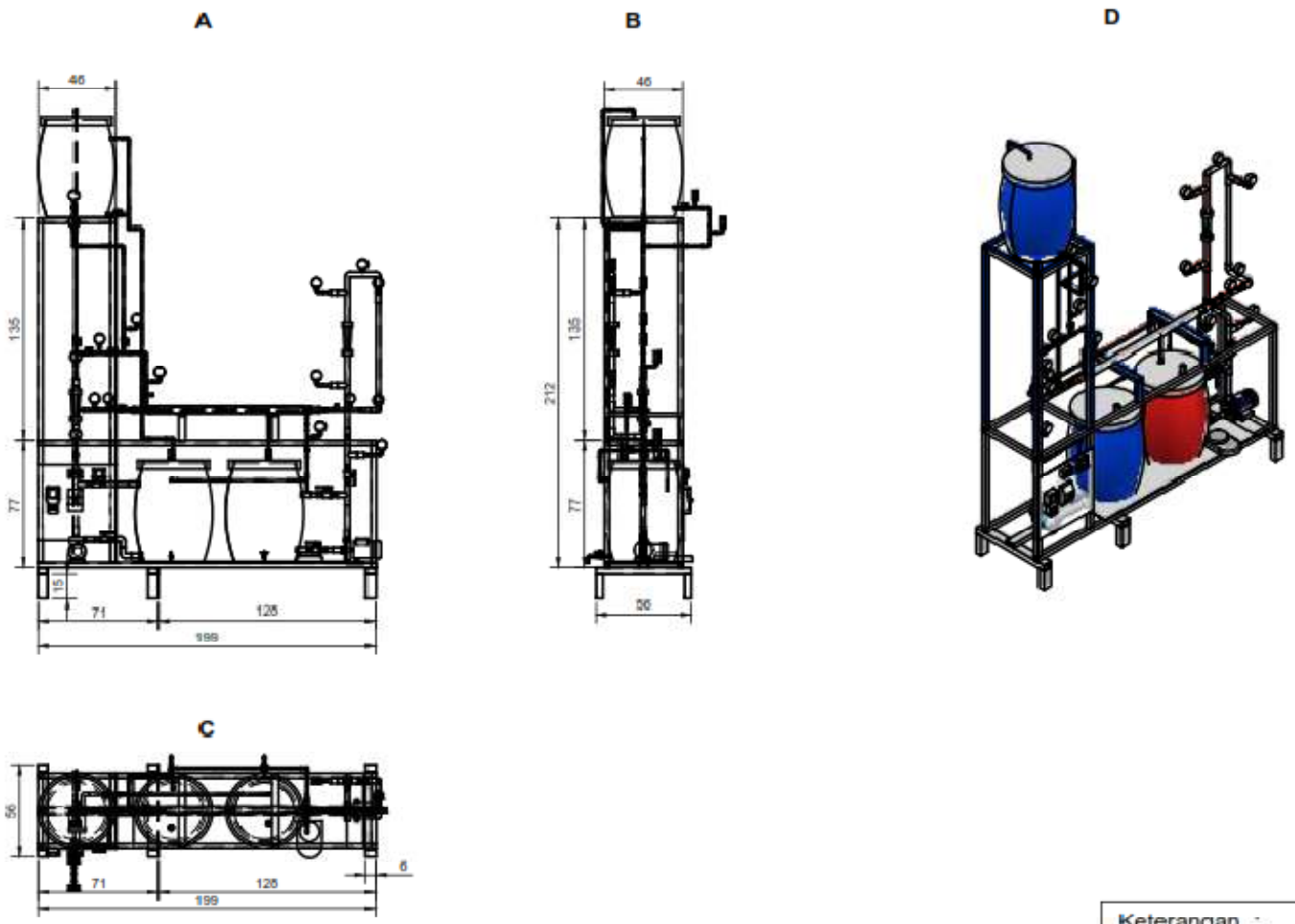


Lampiran 3 **Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran silinder skala laboratorium**



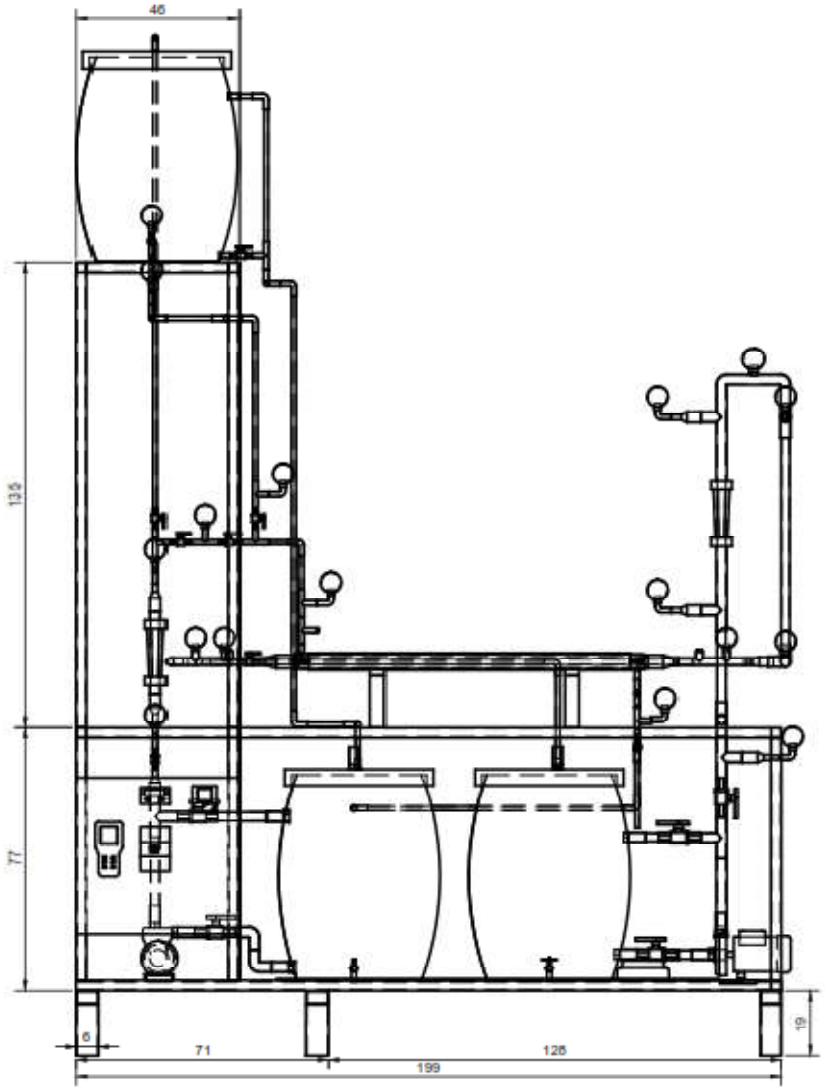
	Skala : 1 : 10	Digambar : Muhammad Zulyan	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 141210227	A. Tampak Depan
	Tanggal :27/05/2018	Angkatan : 2014	B. Tampak Samping
UM Pontianak		Alat penukar kalor	NO. A4

Lampiran 4 **Gambar 2D dan 3D Proyeksi Eropa**



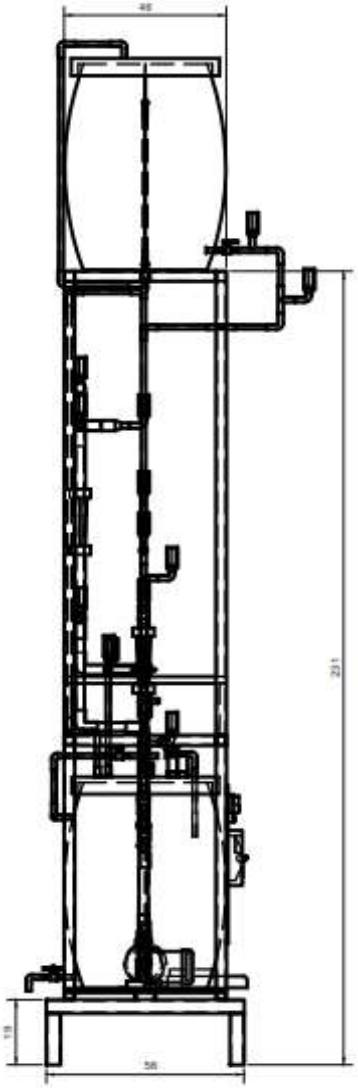
	Skala : 1 : 40	Digambar : Muhammad Zulyan	Keterangan : A. Tampak Depan B. Tampak Kiri C. Tampak Atas D. Tampak SW Isometrik
	Satuan Ukuran : cm	NIM : 141210227	
	Tanggal :26/11/2018	Angkatan : 2014	
UM Pontianak		Alat penukar kalor	NO. A4

Lampiran 5 **Alat Penukar Kalor Tampak Depan**



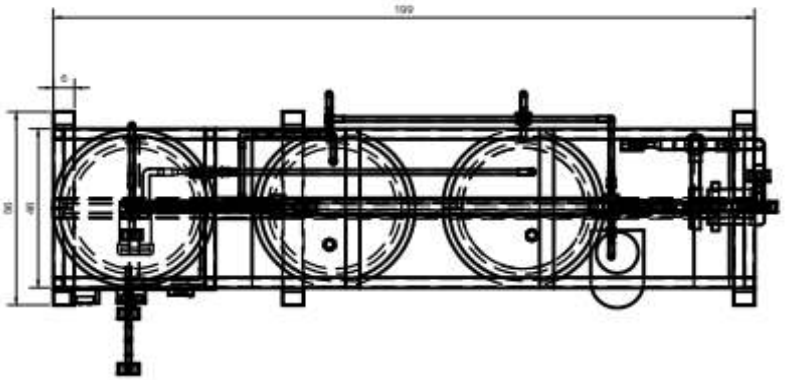
	Skala : 1 : 20	Digambar : Muhammad Zulyan	Keterangan : Tampak Depan
	Satuan Ukuran : cm	NIM : 141210227	
	Tanggal :26/11/2018	Angkatan : 2014	
UM Pontianak		Alat penukar kalor	NO. A4

Lampiran 6 **Alat Penukar Kalor Tampak Samping**



	Skala : 1 : 20	Digambar : Muhammad Zulyan	Keterangan : Tampak Samping
	Satuan Ukuran : cm	NIM : 141210227	
	Tanggal :26/11/2018	Angkatan : 2014	
UM Pontianak		Alat penukar kalor	NO. A4

Lampiran 7 **Alat Penukar Kalor Tampak Atas**



	Skala : 1 : 20	Digambar : Muhammad Zulyan	Keterangan : Tampak Atas
	Satuan Ukuran : cm	NIM : 141210227	
	Tanggal :26/11/2018	Angkatan : 2014	
UM Pontianak		Alat penukar kalor	NO. A4

Lampiran 8

Dokumentasi

Panel Kontrol Alat Penukar Kalor

Menyiapkan Alat untuk Proses Pengujian

Proses Pengambilan Data

Pengecekan Suhu Air

Pengecekan Tekanan Air