

**PENINGKONDISIAN TEMPERATUR CRUDE PALM OIL PADA  
ALAT PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK SEDERHANA  
SKALA LABORATORIUM DENGAN PENAMBAHAN  
*THERMOCOUPLE TYPE-K 4 CHANNEL***

**SKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI ENERGI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HARIDIANSYAH**

**NIM. 161210859**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENINGKONDISIAN TEMPERATUR CRUDE PALM OIL PADA ALAT**  
**PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK SEDERHANA SKALA**  
**LABORATORIUM DENGAN PENAMBAHAN *THERMOCOUPLE***  
***TYPE-K 4 CHANNEL***

**SKRIPSI**

BIDANG KONVERSI ENERGI  
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HARIDIANSYAH**

**NIM. 161210859**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 21 Januari 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

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

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Fuazen, S.T.,M.T  
NIDN. 1122077301

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

Mengetahui,  
Ketua program Studi

Ir. Eko Julianto, S.T., M.T., IPM  
NIDN. 1118078703

## **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, 21 Januari 2021

Haridiansyah

NIM. 161210859

## HALAMAN PERSEMBAHAN

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Alhamdulillahirabbil'alamin segala puji hanya untuk Allah SWT tak henti-hentinya hamba bersyukur atas nikmat-Mu, serta shalawat 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 siapa-siapa di dunia fana ini (mamaku tersayang Lisnur, dan Bapakku tercinta Alm. Abdulhaya), 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, abangku (Hendra Kurnian) dan adikku (Haria Putra dan Lisa Anggreni) 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 dalam 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, Inshaallah atas dukungan doa dan restu semua mimpi itu kan terjawab dimasa penuh kehangatan nanti. Untuk Itu kupersembahkan ungkapan terima kasih kepada:*

*Istri tercinta (Seriana) dan anak-anak tersayang (Nadiya Aprilliza, Nasywa Nayla dan Hana Shofia Khadriya) terima kasih atas kasih sayang, do'a, support, perhatian, dan kesabaran dalam memberiku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.*

*Untuk bapak Eko Sarwono, ST.,MT, bapak Gunarto, ST.,M.Eng, bapak Fuazen, S.T.,M.T, bapak Dr. Doddy Irawan, S.T.,M.Eng, dan bapak Ir. Eko Julianto, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing, dosen penguji tugas akhir dan ketua program studi, terima kasih banyak telah memberiku banyak nasihat, masukkan, mengajarku 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, insprasi dan motivasi sehingga aku mampu menyelesaikan studi.*

*Dan saya haturkan terima kasih kepada Muhammad Zubyan, S.T, selaku kepala laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak atas bimbingan dan bantuannya beserta teman-teman teknik mesin angkatan 2016 tidak lupa pula kepada perusahaan tempat saya bekerja Pt. Sucofindo (Persero) yang memberikan dukungan semangat dan motivasi selama studi dan pengerjaan skripsi ini.*

## RIWAYAT HIDUP

**HARIDIANSYAH**, lahir di Desa Darit Kecamatan Menyuke Kabupaten Landak Kalimantan Barat pada tanggal 09 Oktober 1980, anak kedua dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Alm. Abdulhaya dan Ibu Lisnur. Tahun 1986 penulis menempuh pendidikan dasar ke Madrasah Ibtidaiyah Darit lulus pada tahun 1992. Selanjutnya pada tahun 1992 penulis melanjutkan menempuh pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Darit dan lulus pada tahun 1995. Tahun 1995 penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan Putra Khatulistiwa Pontianak dan lulus pada tahun 1998. Selanjutnya pada tahun 1998 penulis melanjutkan studi ke Universitas Tanjungpura Prodi Teknik Sipil selama 5 Semester tahun 2001. Kemudian pada tahun 2016 Penulis melanjutkan studi dan diterima di 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 **“Pengkondisian Temperatur Crude Palm Oil pada Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Sederhana Skala Laboratorium dengan Penambahan *Thermochouple Type-K 4 Channel*”** di bawah bimbingan Bapak Eko Sarwono, ST.,M.T. dan Bapak Gunarto,ST.,M.Eng.

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

PENKONDISIAN TEMPERATUR CRUDE PALM OIL PADA ALAT  
PENUKAR KALOR PIPA KONSENTRIK SEDERHANA SKALA  
LABORATORIUM DENGAN PENAMBAHAN *THERMOCOUPLE TYPE-K 4*  
*CHANNEL*

Nama Mahasiswa : Haridiansyah  
NIM : 161210859  
Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Eko Sarwono, ST.,MT  
Dosen Pembimbing II : Gunarto, ST., M.Eng

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Fuazen, S.T.,M.T  
Dosen Penguji II : Dr. Doddy Irawan, S.T.,M.Eng  
Tanggal Ujian : 21 Januari 2021

Pontianak, 21 Januari 2021

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik

Ir. Eko Julianto, S.T., M.T., IPM

NIDN. 1118078703

## RINGKASAN SKRIPSI

**Haridiansyah**, “Pengkondisian Temperatur Crude Palm Oil pada Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Sederhana Skala Laboratorium dengan Penambahan *Thermochouple Type-K 4 Channel*” di bawah bimbingan bapak Eko Sarwono, ST.,M.T selaku pembimbing pertama dan bapak Gunarto, S.T.,M.Eng selaku pembimbing kedua.

Alat penukar kalor tentu harus sudah melalui proses banyak penelitian dan percobaan untuk menghasilkan efisiensi yang besar khususnya dalam hal perpindahan kalor. Perpindahan kalor adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi diantara benda atau material akibat adanya perbedaan temperatur. Efektivitas perpindahan kalor dari sebuah penukar kalor dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya adalah jenis aliran dalam pipa penukar kalor. Pada penelitian ini penulis akan mengkondisikan temperatur crude palm oil pada Alat Penukar Kalor pipa konsentrik sederhana skala laboratorium dengan penambahan thermocouple type-k4 channel yang diharapkan bisa membantu penulis dalam mempelajari dan mendapatkan data ilmiah tentang alat penukar kalor tersebut, dan dapat menjadi pengetahuan bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak dalam pengenalan alat serta pembelajaran praktikum pada bidang konversi energi. Landasan perencanaan digunakan supaya penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai yaitu alat yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Alat penukar kalor ini dibuat sesuai dengan landasan perencanaan yaitu berupa studi kepustakaan seperti pengumpulan material yang mendukung dan sesuai, serta mengumpulkan literatur sebagai pegangan untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

Hubungan bilangan *Reynolds* fluida panas terhadap bilangan *Nusselt* fluida panas terlihat bahwa semakin besar bilangan *Reynolds* maka semakin besar bilangan *Nusselt*. Pengaruh debit aliran terhadap jumlah satuan perpindahan panas dan efektivitas penukar kalor tidak efektif. Hal ini disebabkan karena adanya



perbedaan hasil perhitungan antar variasi.

Pada variasi suhu 40°C terlihat pada debit aliran 750 L/h ke debit 1000 L/h, ketika nilai NTU naik, nilai efektifitas ( $\epsilon$ ) terjadi penurunan, sedangkan pada debit 1000 L/h ke 1500 L/h, ketika nilai NTU turun maka nilai efektifitas ( $\epsilon$ ) juga ikut turun.

Pada variasi suhu 45°C terlihat bahwa ketika nilai NTU turun maka nilai efektifitasnya juga ikut turun.

*Kata Kunci : Alat Penukar Kalor, Pengkondisian Temperatur CPO, Efektivitas Perpindahan Kalor, Bilangan Reynolds, Bilangan Nusselt.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan rencana penelitian yang berjudul “Pengkondisian Temperatur Crude Palm Oil Pada Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Sederhana Skala Laboratorium Dengan Penambahan *Thermocouple Type-K 4 Channel*”. Rencana penelitian ini disusun sebagai acuan untuk melakukan penelitian.

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 teknik mesin.

Pontianak, 21 Januari 2021

Haridiansyah  
NIM. 161210859

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	v
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI .....	vi
RINGKASAN SKRIPSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Perpindahan Panas.....	8
2.2.2 Aliran Dalam Sebuah Pipa ( <i>Internal Flow In Tube</i> ) .....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Landasan Perencanaan .....	27
3.3.1 Alat dan Bahan .....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.3 Prosedur Penelitian.....	34
3.3.1 Tahap Persiapan.....	35
3.4 Metode Analisis Data .....	35

3.5 Diagram Alir Penelitian.....	37
BAB IV DATA DAN ANALISIS.....	38
4.1 Data Hasil Pengujian.....	38
4.2 Perhitungan Data.....	40
4.2.1 Perhitungan Data Pengujian Pengkondisian dengan Laju Aliran 12,5 LPM pada Variasi Temperatur air 40°C.....	40
4.2.2 Perhitungan Data Pengujian Pengkondisian dengan Laju Aliran 12,5 LPM pada Variasi Temperatur air 45°C.....	47
4.3 Pembahasan.....	55
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi jenis-jenis perpindahan panas .....	9
Gambar 2.2	Profil temperatur aktual dan rata-rata pada aliran dalam pipa .....	11
Gambar 2.3	(a)arah aliran fluida, (b) Perubahan temperatur fluida pada penukar kalor searah.....	13
Gambar 2.4	(a)arah aliran fluida, (b) Perubahan temperatur fluida pada penukar kalor berlawanan arah .....	13
Gambar 2.5	Penukar kalor pipa konsentrik.....	15
Gambar 2.6	Analogi listrik untuk perpindahan panas pada penukar kalor pipa konsentrik .....	16
Gambar 2.7	Efektifitas penukar kalor pipa ganda aliran berlawanan arah .....	26
Gambar 3.1	Flange .....	28
Gambar 3.2	Lem Araldite .....	29
Gambar 3.3	Termokopel Type-K.....	29
Gambar 3.4	Thermocouple reader.....	30
Gambar 3.5	Temperature Controll .....	30
Gambar 3.6	Elemen pemanas air elektrik.....	31
Gambar 3.7	Penampungan air .....	31

Gambar 3.8 Pompa sentrifugal.....	31
Gambar 3.9 Flowmeter .....	32
Gambar 3.10 Manometer .....	32
Gambar 3.11 Stopwatch.....	33
Gambar 3.12 Timbangan digital.....	33
Gambar 3.13 Stop Kran .....	34
Gambar 3.14 Ball Valve .....	34
Gambar 4.1. Pengaruh Debit Aliran terhadap Bilangan <i>Reynolds</i> Fluida Panas dan Bilangan <i>Nusselt</i> Fluida Panas pada variasi suhu air panas 40°C.....	49
Gambar 4.2. Pengaruh Debit Aliran terhadap Bilangan <i>Reynolds</i> Fluida Panas dan Bilangan <i>Nusselt</i> Fluida Panas pada variasi suhu air panas 45°C.....	49
Gambar 4.3. Pengaruh Debit aliran terhadap Jumlah Satuan Perpindahan Panas (NTU) dan Efektivitas Penukar Kalor pada variasi suhu air panas 40°C.....	50
Gambar 4.4. Pengaruh Debit aliran terhadap Jumlah Satuan Perpindahan Panas (NTU) dan Efektivitas Penukar Kalor pada variasi suhu air panas 45°C.....	51
Gambar 4.5. Pengaruh Debit Aliran terhadap Temperatur CPO Masuk dan Keluar pada variasi suhu air 40°C.....	52
Gambar 4.6. Pengaruh Debit Aliran terhadap Temperatur CPO Masuk dan Keluar pada variasi suhu air 45°C.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Alat Uji Penukar Kalor Pipa Konsentrik	
	Saluran Silinder .....	63
Lampiran 2	Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Silinder .....	64
Lampiran 3	Dokumentasi Alat Penukar Kalor di Laboratorium Teknik Mesin UMP .....	65
Lampiran 4	Dokumentasi Pengambilan Data.....	66
Lampiran 5	Incrophera Tabel A.6 Halaman 94.. .....	67

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman komoditas perkebunan yang cukup penting di Indonesia. Kelapa sawit memiliki manfaat dari bahan mentah ataupun olahannya menjadi minyak. Secara Umum, minyak kelapa sawit terdapat dua macam yaitu minyak kelapa sawit yang di ekstrak dari daging buah sawit dan minyak yang berasal dari inti buah sawit. Hasil ekstraksi daging buah sawit disebut minyak mentah atau CPO (*Crude Palm Oil*), sedangkan inti buah disebut KPO (*Kernel Palm Oil*).

CPO dan KPO digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis produk seperti minyak goreng, kosmetik dan beberapa jenis minyak lainnya. Sebelum diolah menjadi berbagai produk, bahan baku ini harus diproses lebih lanjut, khususnya CPO. CPO harus diinspeksi dan diuji kualitasnya pada perusahaan yang bergerak dibidangnya dan harus tersertifikasi. Satu diantara perusahaan inspeksi dan pengujian kualitas CPO yaitu PT. SUCOFINDO (Persero).

Setelah melewati proses inspeksi dan pengujian kualitas, kemudian CPO di *loading* ke kapal dari *storage tank*. Saat berada di dalam *storage tank*, CPO dipanaskan menggunakan boiler dengan temperatur konstan 40 °C - 55 °C. Saat proses *loading*, temperatur pada CPO berubah-ubah tergantung kondisi cuaca seperti hujan dan panas. Kondisi cuaca seperti inilah yang dapat menimbulkan perpindahan kalor.

Perpindahan kalor adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi diantara benda atau material akibat adanya perbedaan temperatur. Apabila dua benda yang memiliki perbedaan temperatur dihubungkan, maka panas akan mengalir dari benda yang memiliki temperatur yang tinggi ke benda yang memiliki temperatur yang 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.

Untuk bisa menjelaskan bagaimana energi panas dapat ditransfer, serta untuk memprediksi tingkat pertukaran kalor diperlukan sebuah alat. Satu diantara alat tersebut yaitu alat penukar kalor. Alat penukar kalor tersebut tentu harus sudah melalui proses banyak penelitian dan percobaan untuk menghasilkan efisiensi yang besar khususnya dalam hal perpindahan kalor.

Alat penukar kalor (*heat exchanger*) adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan kalor antara dua buah fluida atau lebih yang memiliki perbedaan temperatur yaitu fluida yang bertemperatur tinggi ke fluida yang bertemperatur rendah, baik melalui suatu dinding pembatas maupun tanpa dinding pembatas dimana fluida-fluida tersebut mempunyai temperatur yang berbeda.

Aplikasi penukar kalor telah banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, dan merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan teknologi khususnya dalam bidang perpindahan kalor. Beberapa aplikasi dari alat penukar kalor dapat dijumpai pada sistem pendingin, otomotif, proses industri, dan pemanas air tenaga surya. Semakin berkembangnya bentuk aplikasi dari sistem penukar kalor harus selalu diikuti dengan perkembangan teknologi untuk meningkatkan perpindahan kalor (*heat transfer enhancement technology*). Untuk mewujudkan hal tersebut, maka berbagai pihak khususnya pihak perguruan tinggi menerapkan ilmu tentang perpindahan kalor baik berupa teori maupun berupa praktek sebagai media pembelajaran pada bidang konversi energi.

Alat penukar kalor yang ada di laboratorium Universitas Muhammadiyah Pontianak, telah dirancang dan dibangun oleh salah satu alumni mahasiswa Program Studi Teknik Mesin. Akan tetapi alat tersebut masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis akan mengembangkan dan menguji alat dengan penambahan *thermocouple type-K 4 Channel* untuk mengetahui temperatur rata-rata pada dinding luar pipa dalam. Pada

penelitian ini penulis akan mengkondisikan temperatur saat *loading* ke kapal menggunakan fluida *CPO*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang didapat yaitu bagaimana mengkondisikan temperatur pada saat *loading* ke kapal yang terpengaruh oleh cuaca yang dapat menyebabkan penurunan temperatur sehingga dapat menurunkan kualitas dari *CPO*, dan bagaimana cara menguji temperatur rata-rata dinding luar pipa dalam yang diteliti menggunakan alat penukar kalor pipa konsentrik skala laboratorium dengan penambahan *Thermocouple type-K 4 Channel*.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan Alat penukar kalor berupa pipa konsentrik dengan saluran silinder skala laboratorium.
2. Pipa - pipa yang digunakan terbuat dari aluminium dimana dimensi pipa luar (diameter luar 25,4 mm, diameter dalam 23,4 mm dan panjang pipa 1000 mm), dan dimensi pipa dalam (diameter luar 15,8 mm, diameter dalam 14,3 mm, dan panjang pipa 1300 mm).
3. Arah aliran kedua fluida dalam alat penukar kalor adalah berlawanan arah (*counter flow*).
4. Pipa luar diisolasi dengan *Aluminium Foil* dengan ketebalan 80 mm sehingga perpindahan panas dapat diminimalisasi.
5. Pengujian dilakukan pada posisi horizontal.
6. Fluida yang digunakan pada pengujian ini adalah *Crude Palm Oil (CPO)*, air dingin seumpama cuaca hujan dan air panas seumpama cuaca panas
7. Parameter yang dibuat konstan yaitu debit aliran air dingin dan air panas pada silinder
8. Temperatur *CPO* masuk ke pipa dalam sebesar  $\pm 40^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$ .
9. 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 di program 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. mengembangkan alat penukar kalor pipa konsentrik saluran silinder skala laboratorium yang terdapat di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
  - b. Menguji alat penukar kalor dengan saluran silinder skala laboratorium dengan penambahan *Thermocouple Type-K 4 Channel*.
  - c. Menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani studi di program studi teknik mesin jurusan teknik mesin fakultas teknik.
  - d. 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 sederhana skala laboratorium dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh debit aliran terhadap bilangan *Reynolds* CPO dan bilangan *Nusselt* fluida panas terlihat bahwa semakin besar debit aliran maka semakin besar bilangan *Reynolds* dan bilangan *Nusselt*.
2. Pada variasi suhu air panas 40°C terlihat bahwa pada debit aliran 750 L/h ke debit 1000 L/h, ketika nilai NTU naik, nilai efektifitas ( $\epsilon$ ) terjadi penurunan, sedangkan pada debit 1000 L/h ke 1500 L/h, ketika nilai NTU turun maka nilai efektifitas ( $\epsilon$ ) juga ikut turun.
3. Pengaruh debit aliran terhadap Temperatur CPO masuk dan keluar terlihat bahwa semakin besar debit aliran maka semakin besar bilangan nilai temperaturnya.
4. Pada perlakuan yang menggunakan variasi temperature air 45°C pada debit 1500 lebih mendekati efektif dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena dapat mengkondisikan temperature CPO keluar yaitu 55°C.
5. 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-129JXK dengan kapasitas air minimal 18 liter/menit, tinggi aliran minimal 27 meter, daya hisap 9 meter, pipa hisap 1 inci dan pipa dorong 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

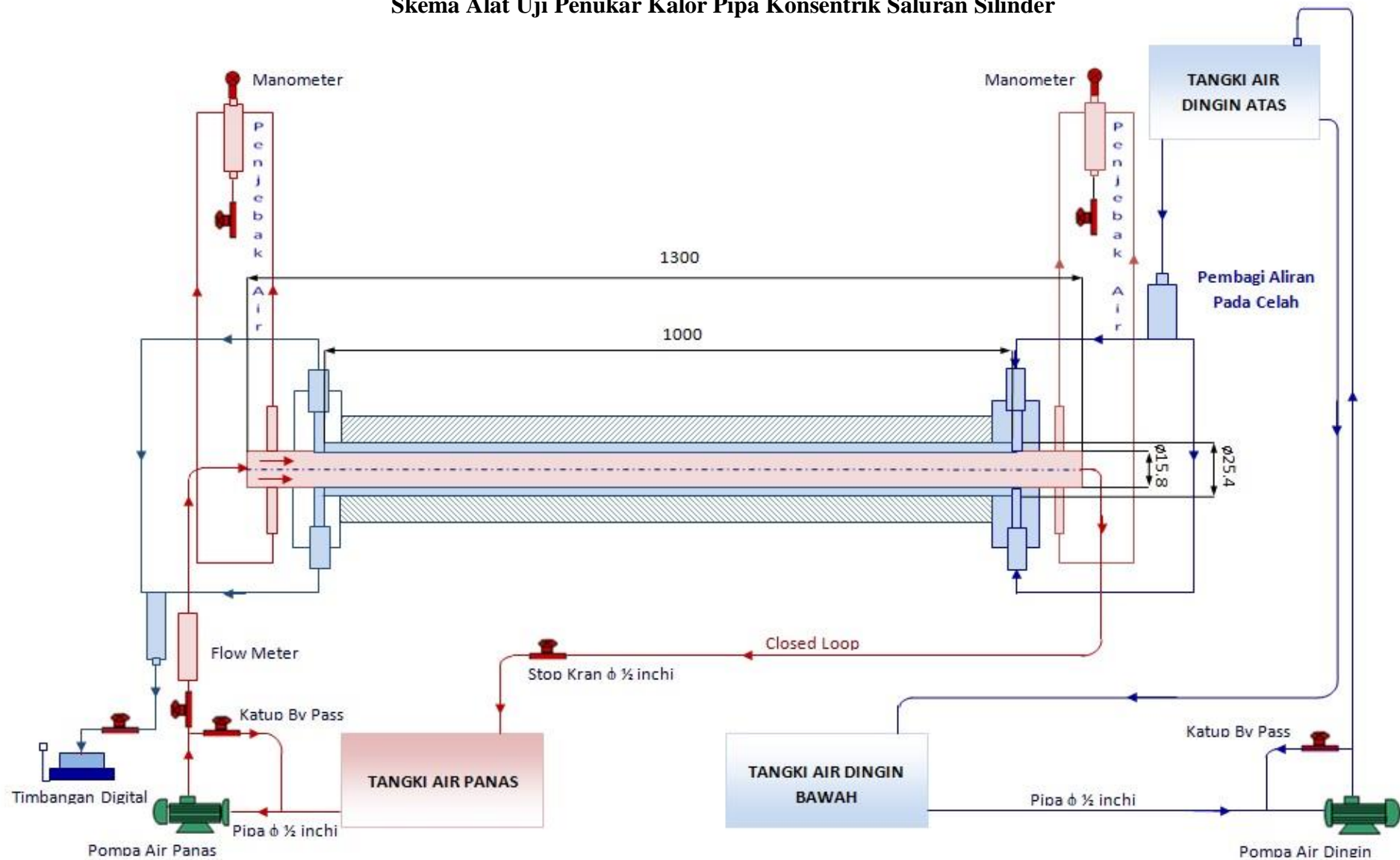
1. Instalasi aksesoris pipa dilakukan dengan cara yang benar untuk mencegah kebocoran alat.
2. Pada saat pengambilan data diperlukan penambahan waktu untuk mengimbangi pembacaan *Thermocouple*.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dalam menganalisa alat lebih teliti untuk mencegah *error*/data tidak valid.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan sisipan pipa terpilin supaya aliran air dan temperature dapat dimaksimalkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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*, 6<sup>th</sup> 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.
- Pane, A.H., 2014, Modul Contoh Penyelesaian Soal Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger), Edisi Percobaan
- 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*
- Sunu, P.W., Anakottapary, D.S., dan Santika, W.G., 2015, Efektifitas Perpindahan Panas Pada Double Pipe Heat Exchanger Dengan Groove
- Wibowo, B.S., Kamal, S., Kristiawan, B., 2015, Studi Eksperimental Efektifitas Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Annular Dengan Twisted Tape Insert Pada Fluida Nano TiO<sub>2</sub> Dengan Fluida Dasar Oli Termo XT32.
- Zulyan, M ., 2019, Rancang Bangun Dan Uji Karakteristik Perpindahan Kalor Pada Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Sederhana Skala Laboratorium

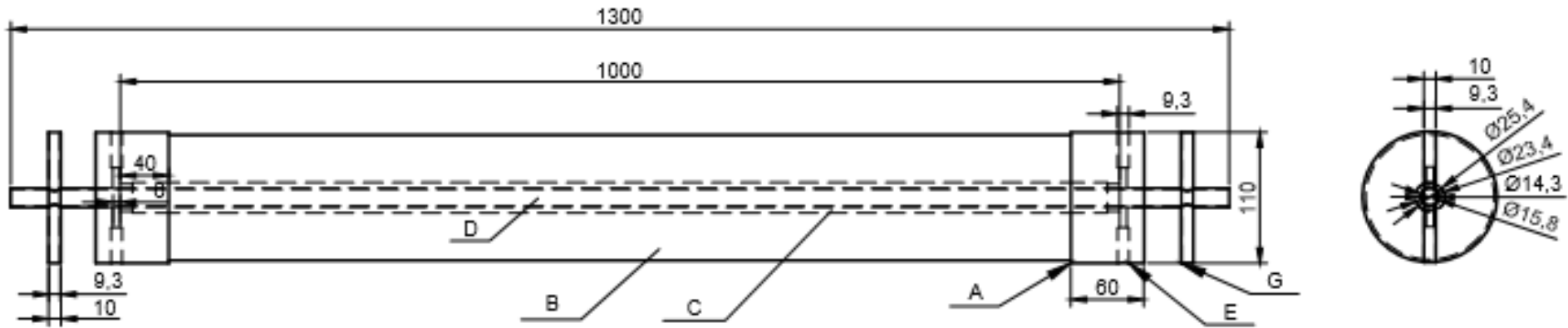
# Lampiran 1

## Skema Alat Uji Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Silinder





**Lampiran 2**  
**Alat Penukar Kalor Pipa Konsentrik Saluran Silinder**



Keterangan :  
 A. flange  
 B. Isolator  
 C. annulus  
 D. Pipa dalam  
 E. Saluran masuk annulus  
 F. Saluran keluar annulus  
 G. Pressure Tap



Skala : 1 : 10	Digambar : Muhammad Zulyan
Satuan Ukuran : mm	NIM : 141210227
Tanggal : 27/05/2018	Angkatan : 2014

UMP Pontianak

Alat penukar kalor

NO.

A4

**Lampiran 3**  
**Dokumentasi Alat Penukar Kalor di Laboratorium Teknik Mesin UMP**



Gambar 1 Alat Penukar Kalor



Gambar 2 Pengisian fluida CPO ke dalam drum alat penukar lalor

**Lampiran 4**  
**Dokumentasi Pengambilan Data**



Gambar 3 Pengambilan data



Gambar 4 Pengambilan data

## Lampiran 5

**TABLE A.6** Thermophysical Properties of Saturated Water<sup>a</sup>

Temperature, $T$ (K)	Pressure, $p$ (bars) <sup>b</sup>	Specific Volume (m <sup>3</sup> /kg)		Heat of Vapor- ization, $h_{fg}$ (kJ/kg)	Specific Heat (kJ/kg·K)		Viscosity (N·s/m <sup>2</sup> )		Thermal Conductivity (W/m·K)		Prandtl Number		Surface Tension, $\sigma_s \cdot 10^3$ (N/m)	Expansion Coeffi- cient, $\beta_s \cdot 10^6$ (K <sup>-1</sup> )	Temper- ature, $T$ (K)
		$v_f \cdot 10^3$	$v_g$		$c_{p,f}$	$c_{p,g}$	$\mu_f \cdot 10^4$	$\mu_g \cdot 10^4$	$k_f \cdot 10^3$	$k_g \cdot 10^3$	$Pr_f$	$Pr_g$			
273.15	0.00611	1.000	206.3	2502	4.217	1.854	1750	8.02	569	18.2	12.99	0.815	75.5	-68.05	273.15
275	0.00697	1.000	181.7	2497	4.211	1.855	1652	8.09	574	18.3	12.22	0.817	75.3	-32.74	275
280	0.00990	1.000	130.4	2485	4.198	1.858	1422	8.29	582	18.6	10.26	0.825	74.8	-6.04	280
285	0.01387	1.000	99.4	2473	4.189	1.861	1225	8.49	590	18.9	8.81	0.833	74.3	114.1	285
290	0.01917	1.001	69.7	2461	4.184	1.864	1080	8.69	598	19.3	7.56	0.841	73.7	174.0	290
295	0.02617	1.002	51.94	2449	4.181	1.868	959	8.89	605	19.5	6.62	0.849	72.7	227.5	295
300	0.03531	1.003	39.13	2438	4.179	1.872	855	9.09	613	19.6	5.83	0.857	71.7	276.1	300
305	0.04712	1.005	29.74	2426	4.178	1.877	769	9.29	620	20.1	5.20	0.865	70.9	320.6	305
310	0.06221	1.007	22.93	2414	4.178	1.882	695	9.49	628	20.4	4.62	0.873	70.0	361.9	310
315	0.08132	1.009	17.82	2402	4.179	1.888	631	9.69	634	20.7	4.16	0.883	69.2	400.4	315
320	0.1053	1.011	13.98	2390	4.180	1.895	577	9.89	640	21.0	3.77	0.894	68.3	436.7	320
325	0.1351	1.013	11.06	2378	4.182	1.903	528	10.09	645	21.3	3.42	0.901	67.5	471.2	325
330	0.1719	1.016	8.82	2366	4.184	1.911	489	10.29	650	21.7	3.15	0.908	66.6	504.0	330
335	0.2167	1.018	7.09	2354	4.186	1.920	453	10.49	656	22.0	2.88	0.916	65.8	535.5	335
340	0.2713	1.021	5.74	2342	4.188	1.930	420	10.69	660	22.3	2.66	0.925	64.9	566.0	340
345	0.3372	1.024	4.683	2329	4.191	1.941	389	10.89	668	22.6	2.45	0.933	64.1	595.4	345
350	0.4163	1.027	3.846	2317	4.195	1.954	365	11.09	668	23.0	2.29	0.942	63.2	624.2	350
355	0.5100	1.030	3.180	2304	4.199	1.968	343	11.29	671	23.3	2.14	0.951	62.3	652.3	355
360	0.6209	1.034	2.645	2291	4.203	1.983	324	11.49	674	23.7	2.02	0.960	61.4	679.9	360
365	0.7514	1.038	2.212	2278	4.209	1.999	306	11.69	677	24.1	1.91	0.969	60.5	707.1	365
370	0.9040	1.041	1.861	2265	4.214	2.017	289	11.89	679	24.5	1.80	0.978	59.5	733.7	370
373.15	1.0133	1.044	1.679	2257	4.217	2.029	279	12.02	680	24.8	1.76	0.984	58.9	750.1	373.15
375	1.0815	1.045	1.574	2252	4.220	2.036	274	12.09	681	24.9	1.70	0.987	58.6	761	375
380	1.2869	1.049	1.337	2239	4.226	2.057	260	12.29	683	25.4	1.61	0.999	57.6	788	380
385	1.5233	1.053	1.142	2225	4.232	2.080	248	12.49	685	25.8	1.53	1.004	56.6	814	385
390	1.794	1.058	0.980	2212	4.239	2.104	237	12.69	686	26.3	1.47	1.013	55.6	841	390
400	2.455	1.067	0.731	2183	4.256	2.158	217	13.05	688	27.2	1.34	1.033	53.6	896	400
410	3.302	1.077	0.553	2153	4.278	2.221	200	13.42	688	28.2	1.24	1.054	51.5	952	410
420	4.370	1.088	0.425	2123	4.302	2.291	185	13.79	688	29.8	1.16	1.075	49.4	1010	420
430	5.699	1.099	0.331	2091	4.331	2.369	173	14.14	685	30.4	1.09	1.10	47.2		430

Incropera Tabel A.6 Halaman 949