

**ANALISIS EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER PURE*  
*METHANOL COOLER* (030-E09) DI PT. KALTIM METHANOL**

**INDUSTRI**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



**IBRAHIM HUSEIN**

**1910816310012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**2024**

**ANALISIS EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER PURE*  
*METHANOL COOLER* (030-E09) DI PT. KALTIM METHANOL  
INDUSTRI**

**SKRIPSI**



**IBRAHIM HUSEIN**

**1910816310012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**ANALISIS EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER PURE***  
***METHANOL COOLER (030-E09)* DI PT. KALTIM METHANOL**  
**INDUSTRI**

Oleh  
**Ibrahim Husein (1910816310012)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 9 Januari 2024 dan dinyatakan  
**LULUS**

**Komite Penguji :**  
**Ketua :** Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T.  
NIP. 197007171998021001  
**Anggota 1 :** Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng.  
NIP, 199210182019031010  
**Anggota 2 :** Ir. Aqli Mursadin, S.T., M.T., Ph.D., IPU.  
NIP. 197106111995121001  
**Pembimbing Utama :** M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.  
NIP. 199203222019031010



Banjarbaru, Januari 2024  
diketahui dan disahkan oleh :

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP 197401071998021001

**Koordinator Program Studi**  
**S-1 Teknik Mesin,**



**Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagvo, S.T., M.T., IPM. ACPE**  
NIP 197608052008121001

## IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

**ANALISIS EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER PURE METHANOL COOLER* (030-E09) DI PT. KALTIM METHANOL INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : IBRAHIM HUSEIN

NIM : 1910816310012

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

KOMITE PENGUJI

Ketua Komite : Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

Dosen Penguji I : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng

Dosen Penguji II : Dr. Aqli Mursadin, Ph.D.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 24 Oktober 2023

Seminar Hasil : Kamis, 28 Desember 2023

Ujian Akhir : Selasa, 9 Januari 2023

Tempat : Ruang Sidang PSTM FT ULM

SK Penguji :

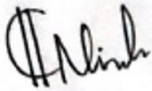
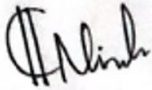
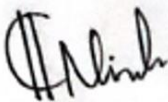
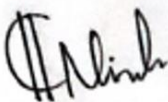
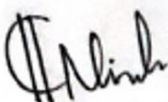
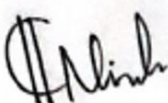
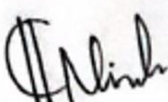
## LEMBAR KONSULTASI

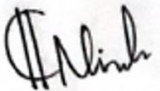
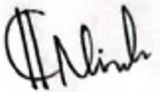
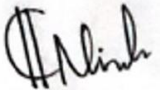
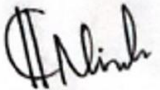
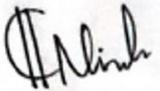
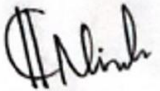
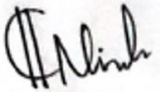
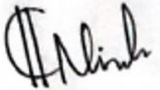
### SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Ibrahim Husein

NIM : 1910816310012

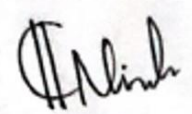
Judul Skripsi : ANALISIS EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER PURE METHANOL COOLER* (030-E09) DI PT. KALTIM METHANOL INDUSTRI

No	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	26-05-2023	Konsultasi terkait dengan topik yang diambil sesuai dengan konsentrasi dan bidang keahlian mahasiswa	
2	12-07-2023	Penetapan topik dan variabel penelitian yang diangkat	
3	09-08-2023	Konsultasi permasalahan penulisan yang sesuai dengan pedoman penulisan skripsi serta perbaikan pada latar belakang	
4	16-08-2023	Revisi pada draft proposal penelitian, yakni pada penulisan masih terdapat kesalahan (penulisan rumus)	
5	22-08-2023	Acc draft proposal dari dosen pembimbing untuk selanjutnya mendaftar siding proposal skripsi	
6	02-10-2023	Perbaikan pada latar belakang penelitian	
7	19-10-2023	Perbaikan pada tinjauan pustaka menyesuaikan latar belakang penelitian	

8	31-10-2023	Konsultasi dan penetapan variabel yang akan diangkat dalam penelitian	
9	16-11-2023	Konsultasi proses simulasi pada permasalahan yang diangkat	
10	4-12-2023	Konsultasi terkait dengan perhitungan BAB 4	
11	6-12-2023	Perbaikan perhitungan secara matematis pada BAB 4	
12	16-12-2023	Perbaikan proses simulasi dengan menurunkan Error simulasi pada BAB 4	
13	19-12-2023	Konsultasi terkait dengan pengaruh variasi dan grafik pada BAB 4	
14	20-12-2023	Konsultasi penggunaan tabel dan persamaan yang sesuai dengan <i>equipment</i> pada BAB 4	
15	27-12-2023	ACC hasil dan pembahasan laporan skripsi untuk selanjutnya mendaftar sidang seminar hasil	

Banjarbaru, 27 Desember 2023

Pembimbing



**Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.**

NIP: 199203222019031010

**ORISINALITAS**  
**PENELITIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan Skripsi, 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).

Banjarbaru, Januari 2023  
Mahasiswa,

*Materai 1000 & TTD*

Ibrahim Husein  
NIM. 1910816310012

## **RIWAYAT HIDUP**

Ibrahim Husein lahir di Semarang, 29 Agustus 2001, Putra ke – 5 dari ayah Mochammad Djoned, AMD. dan Ibu Robbi Sriawan, S.E. Menempuh Pendidikan SD/MI di Madrasah Ibtidaiyah Tarbiyatul Khirat Kota Semarang (2007 – 2013), SMP di SMP Negeri 15 Kota Semarang (2013 – 2016), SMA di SMA Negeri 15 Kota Semarang (2016 – 2019). Studi di program studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan Tahun 2019.

Banjarbaru, Januari 2023  
Mahasiswa,

*TTD*

Ibrahim Husein  
NIM. 1910816310012



## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Analisis Efektivitas Heat Exchanger Pure Methanol Cooler (030 – E09) Di PT. Kaltim Methanol Industri”. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi dan Rasul Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati saya menyampikn rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya khususnya kepada :

1. Orang tua, Ayah Mochammad Djoned dan Ibu Robbi Sriawan yang mana beliau telah memberikan dukungan baik berupa doa, ucapan semangat dan materil. Sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini dengan sebaik – baiknya
2. Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Ir. Soni Hartanto S.T. IPM selaku PIC MSIB & Technical Departemen Manager PT. Kaltim Methanol Industri.
6. Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Bapak Ersha Nosela, S.T. dan Bapak Pandhu Satya Wasista S.T. selaku pegawai PT. Kaltim Methanol Industri yang telah membantu pengumpulan data pada Skripsi ini.
8. Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., dan Bapak Dr. Aqli Mursadin, Ph.D selaku Dosen penguji Skripsi.

9. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
10. Seluruh Karyawan PT. Kaltim Methanol Industri.
11. Seluruh kawan – kawan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah mendukung hingga terselesaikannya Skripsi ini.
12. Semua pihak yang telah berkontribusi dalam terselesaikannya Skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan permohonan maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam penyusunan Skripsi ini. Oleh karen itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan dalam perbaikan.

Banjarbaru, Januari 2023  
Mahasiswa,

*TTD*

Ibrahim Husein  
NIM. 1910816310012

## RINGKASAN

Ibrahim Husein, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Januari 2024. Analisis Efektivitas *Heat Exchanger Pure Methanol Cooler* (030 – E09) Di PT. Kaltim Methanol Industri; Pembimbing : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T., Ketua Komite : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., Anggota : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., Dr. Aqli Mursadin, Ph.D.

Penelitian ini membahas tentang pengaruh material tube pada heat exchanger pure methanol cooler di PT. Kaltim Methanol Industri. Heat exchanger adalah alat yang digunakan untuk menukar panas antara dua atau lebih fluida dengan temperatur berbeda. Penelitian ini membandingkan tiga jenis material tube, yaitu Copper Nickel 10% (CuNi10Fe), Stainless Steel 316L, dan ASTM A516 Carbon Steel. Penelitian ini mengukur nilai koefisien perpindahan panas dalam keadaan bersih ( $U_C$ ) dan kotor ( $U_D$ ), serta efektivitas heat exchanger. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ASTM A516 Carbon Steel memiliki nilai  $U_C$  dan  $U_D$  tertinggi dengan nilai  $U_C$  kondisi ideal 310,1274494 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F dan kondisi aktual sebesar 282,8580127 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F, nilai  $U_D$  kondisi ideal sebesar 171,8296058 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F dan kondisi aktual sebesar 163,1166833 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F, sedangkan CuNi10Fe memiliki nilai efektivitas tertinggi, dengan nilai pada kondisi ideal sebesar 94% dan kondisi aktual sebesar 60%,. Nilai  $U_C$ ,  $U_D$ , dan efektivitas dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti material roughness dan konduktivitas termal material. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan  $\epsilon$ -NTU dan metode Kern untuk menghitung efektivitas heat exchanger

Kata kunci : Alat Penukar Kalor Tabung dan Pipa, Efektivitas, Methanol Murni, Material Pipa Copper Nickel 10% (CuNi10Fe), Material Pipa AISI 316L Stainless Steel, Material Pipa ASTM A516 Carbon Steel.

## SUMMARY

Ibrahim Husein, *Mechanical Engineering Bachelor Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University. Analysis Of The Effectiveness Of Pure Methanol Cooler Heat Exchanger (030 – E09) At PT. Kaltim Methanol Industry; Supervisor: M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T., Committee Chair : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., Member 1 : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., Member 2 : Dr. Aqli Mursadin, Ph.D.*

*This research discusses the effect of tube material on the pure methanol cooler heat exchanger at PT. Kaltim Methanol Industry. A heat exchanger is a device that is used to exchange heat between two or more fluids with different temperatures. This research compares three types of tube materials, namely Copper Nickel 10% (CuNi10Fe), Stainless Steel 316L, and ASTM A516 Carbon Steel. This research measures the value of the heat transfer coefficient in clean ( $U_C$ ) and dirty ( $U_D$ ) conditions, as well as the effectiveness of the heat exchanger. The results of the research show that ASTM A516 Carbon Steel has the highest  $U_C$  and  $U_D$  values with  $U_C$  value of ideal condition 310.1274494 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F and actual condition of 282.8580127 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F,  $U_D$  value of ideal condition 171.8296058 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F and actual condition of 163.1166833 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F, while CuNi10Fe has the highest effectiveness value, with the value of ideal condition 94% and actual condition 60%. The  $U_C$ ,  $U_D$ , and effectiveness values are influenced by factors such as material roughness and thermal conductivity of the material. This research uses the  $\epsilon$ -NTU approach method and the Kern method to calculate the effectiveness of the heat exchanger.*

*Key Words : Shell and Tube Heat Exchnger , Effectiveness, Pure Methanol, Tube Material Copper Nickel 10% (CuNi10Fe), Tube Material AISI 316L Stainless Steel, Tube Material ASTM A516 Carbon Steel.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas berkat rahmat dan hidayah Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya sehingga saya dapat menyelesaikan ini. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lambung Mangkurat.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
2. Bapak Ir. Soni Hartanto S.T. IPM selaku PIC MSIB & Technical Departemen Manager PT. Kaltim Methanol Industri.
3. Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dorongan dan semangat yang berupa materil maupun moral.
5. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karen itu, penulis mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga Skripsi ini berguna bagi pengembangan ilmu dan teknologi khususnya dalam bidang Konversi Energi.

Banjarbaru, Januari 2023  
Penulis,

*TTD*

Ibrahim Husein  
NIM. 1910816310012

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
IDENTITAS .....	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	iv
ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI .....	vi
RIWAYAT HIDUP .....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	viii
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Sejarah Singkat PT. Kaltim Methanol Industri.....	13
2.2.1 Unit 300 (Distillation Unit) PT. Kaltim Methanol Industri.....	14
2.3 Perpindahan Panas .....	22
2.3.1 Perpindahan panas secara konduksi .....	23
2.3.2 Perpindahan pans secara konveksi .....	24
2.3.3 Perpindahan panas secara radiasi .....	24

2.4	Alat Penukar Kalor ( <i>Heat Exchanger</i> ) .....	24
2.4.1	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> .....	30
2.5	Rumus Pendukung Analisis .....	32
2.5.1	Menentukan <i>Physical Properties</i> Fluida Pada Bagian <i>Shell</i> dan <i>Tube</i> .....	33
2.5.2	Perhitungan <i>Heat Balance</i> / Neraca Panas .....	34
2.5.3	<i>Logarithmic Mean Temperature Difference</i> (LMTD) .....	35
2.5.4	Menghitung Koefisien Perpindahan Panas Pada Bagian <i>Tube</i> ( $h_i$ & $h_{io}$ ) .....	37
2.5.5	Menghitung Koefisien Perpindahan Panas pada Bagian <i>Shell</i> ( $h_o$ )	39
2.5.6	Menghitung Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Permukaan Kotor ( $U_D$ ) .....	42
2.5.7	Menghitung Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Permukaan Bersih ( $U_c$ ) .....	42
2.5.8	Menentukan <i>Fouling Factor</i> ( $R_D$ ) .....	43
2.5.9	Menentukan <i>Pressure Drop</i> ( $\Delta P$ ) .....	43
2.5.10	Menentukan Efektivitas Alat Penukar Kalor .....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		45
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian .....	45
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian .....	45
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	48
3.4	Metode Penelitian .....	49
3.4.1	Studi Literatur .....	49
3.4.2	Pengumpulan Data .....	49
3.4.3	Pengolahan dan Analisis Data .....	49

3.4.4	Pembahasan.....	50
3.4.5	Pengambilan Kesimpulan.....	50
3.5	Variabel Penelitian.....	50
3.5.1	Variabel Bebas.....	50
3.5.2	Variabel Terikat .....	50
3.5.3	Variabel Tetap.....	50
3.6	Analisa dan Pengolahan Data.....	51
3.7	<i>Pure Methanol Cooler</i> (030 – E09).....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
4.1	Pengumpulan Data Hasil Pengamatan .....	53
4.2	Perhitungan Teoritis dengan Metode Kern.....	54
4.2.1	Asumsi Pada Analisis <i>Heat Exchanger</i> .....	54
4.2.2	Perhitungan Dengan Menggunakan Material CuNi10Fe.....	55
4.2.3	Perhitungan Dengan Menggunakan Material AISI 316L Stainless Steel .....	65
4.2.4	Perhitungan Dengan Menggunakan Material ASTM A516 Carbon Steel, Grade 70.....	66
4.2.5	Pengaruh Variasi Material <i>Tube</i> Pada Perhitungan Metode Kern...	68
BAB V PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA .....		74
LAMPIRAN.....		v



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Process Flow Diagram</i> Pemurnian Metanol di Unit 300.....	14
Gambar 2.2 <i>Process Flow Diagram Degassing</i> di Unit 300 PT Kaltim Metanol Industri .....	15
Gambar 2.3 <i>Process Flow Diagram Low Boiling By-Product</i> pada <i>Pre-run Coloumn</i> (030-D01) di Unit 300.....	16
Gambar 2.4 <i>Process Flow Digram High Boiling By-Product Removal</i> pada <i>Pressure Coloumn</i> (030-D02) di Unit 300 .....	19
Gambar 2.5 <i>Process Flow Diagram High Boiling By-Product Removal</i> pada <i>Atmospheric Coloumn</i> (030-D03) di Unit 300 .....	21
Gambar 2.6 Skema Aliran Searah (kiri) dan <i>Log-Mean Temperature</i> pada Aliran <i>Co-Current</i> (kanan).....	26
Gambar 2.7 Aliran Berlawanan Arah (kiri) dan <i>Log-Mean Temperature</i> pada Aliran <i>Counter Current</i> (kanan).....	27
Gambar 2.8 Aliran Tegak Lurus <i>Totally Unmixed</i> (kiri) dan <i>Partially Mixed</i> (kanan).....	28
Gambar 2.9 Jenis – jenis <i>Heat Exchanger</i> berdasarkan TEMA.....	29
Gambar 2.10 Skema <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	30
Gambar 2.11 <i>Baffle</i> pada <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	31
Gambar 2.12 Jenis – jenis <i>Tube Pitch</i> pada <i>Shel &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	32
Gambar 2.13 Aliran <i>Cross-Flow</i> dan <i>Multipass Multipass Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	35
Gambar 2.14 Skema Umum Aliran <i>Cross-Flow</i> dan <i>Multipass Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	35

Gambar 2.15 Grafik Nilai FT (faktor koreksi).....	36
Gambar 2. 17 <i>Shell Side Heat Transfer Curve</i> .....	40
Gambar 3.1 <i>Flow Meter</i> .....	46
Gambar 3.2 <i>Infrared Thermo-Gun</i> .....	46
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 3.4 <i>Heat Exchanger Pure Methanol Cooler (030 – E09)</i> .....	52
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai $U_C$ Pada Keadaan Desain Dan Aktual Dengan Material Yang Berbeda .....	68
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai $U_D$ Pada Keadaan Desain Dan Aktual Dengan Material Yang Berbeda .....	69
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai $\epsilon$ Pada Keadaan Aktual Dan Desain Dengan Material Yang Berbeda .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Shell And Tube Heat Exchanger</i> .....	45
Tabel 3.2 <i>Properties of Liquid Pure Methanol</i> .....	47
Tabel 3.3 <i>Properties of Water</i> .....	47
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....	51
Tabel 3.5 Kondisi Aktual <i>Heat Exchanger</i> .....	51
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....	53
Tabel 4.2 Data Kondisi Aktual <i>Heat Exchanger</i> .....	53
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Aktual (CuNi10Fe).....	64
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Desain (CuNi10Fe).....	65
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Aktual (AISI 316L Stainless Steel) .....	65
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Desain (AISI 316L Stainless Steel) .....	66
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Aktual (ASTM A516 Carbon Steel, Grade 70).....	67
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Berdasarkan Data Desain (ASTM A516 Carbon Steel, Grade 70).....	67