

***ANALISIS PERFORMANCE HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND
TUBE VH131 KAPASITAS 320000 KG/JAM UNTUK PROSES
REBOILER HEAVY ETHYLENE DICHLORIDE***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

MUHAMMAD ADIL WICAKSONO

NIM : 41322110050

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

*ANALISIS PERFORMANCE HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND
TUBE VH131 KAPASITAS 320000 KG/JAM UNTUK PROSES
REBOILER HEAVY ETHYLENE DICHLORIDE*



Disusun Oleh :

UNIVERSITAS
MUHAMMAD ADIL WICAKSONO
NIM : 41322110050
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Adil Wicaksono
NIM : 41322110050
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Tugas Akhir : *ANALISIS PERFORMANCE HEAT EXCHANGER
TIPE SHELL AND TUBE VH131 KAPASITAS 320000
KG/JAM UNTUK PROSES REBOILER HEAVY
ETHYLENE DICHLORIDE*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Haris Wahyudi, S.T., M.Sc.

NIDN : 0329037803

Penguji 1 : Muhammad Fitri, M.Si., Ph.D.

NIDN : 1013126901

Penguji 2 : Swandya Eka Pratiwi, S.T., M.Sc.

NIDN : 0320059101

Jakarta, 18 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Adil Wicaksono

NIM : 41322110050

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : *ANALISIS PERFORMANCE HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE VH131 KAPASITAS 320000 KG/JAM UNTUK PROSES REBOILER HEAVY ETHYLENE DICHLORIDE*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau menjiplak terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Desember 2023




Muhammad Adil Wicaksono

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berbagai rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis *Performsance Heat Exchanger tipe Shell and Tube Kapasitas 320000 Kg/Jam Untuk Proses Reboiler Heavy Ethylene Dichloride*” sebagai salah satu persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana Teknik Mesin Universitas Mercubuana.


Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Nok Ilah, Bapak Adam Subiyanto, selaku orang tua yang selalu senantiasa memberikan dukungan, perhatian dan doa yang luar biasa.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.Eng. selaku Kaprodi Teknik Mesin
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Haris Wahyudi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberi masukan yang berharga bagi Penulis.
6. Teman sekaligus saudara yang luar biasa, yang telah banyak memberikan dukungan dan masukan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh karyawan PT. X dan Tim yang telah banyak membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
8. Pihak – pihak yang tidak bisa penulis sebutkan yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat serta karunia-Nya.

Penulis mempertimbangkan saran dan ide dari pembaca dalam menyempurnakan tugas akhir ini karena Penulis sadar bahwa Penulis masih dalam tahap belajar. Demikian tugas akhir ini dibuat dengan harapan dapat bermanfaat bagi Penulis maupun Pembaca.

Jakarta, 18 Desember 2023


Muhammad Adil Wicaksono

ABSTRAK

Pada instalasi proses produksi *Vinyl Chloride Monomer* (VCM) yang berbahan dasar *Ethylene Dichloride* (EDC) di sebuah perusahaan kimia terdapat keperluan proses pemanasan 320000 kg/jam aliran fluida EDC *Heavy* dari *Top Columb Distillation* temperature $95 \text{ }^\circ\text{C}$ menjadi $108 \text{ }^\circ\text{C}$ pada *Bottom Columb*. Alat penukar kalor *Heat Exchanger Shell and Tube* dengan dimensi Diameter *shell* 930 mm , panjang 4872 mm , Jumlah tube 677 dengan ukuran tube standar 1 inch dipergunakan untuk keperluan tersebut, dengan media pemanas aliran fluida *steam* yang bertemperatur $134 \text{ }^\circ\text{C}$. Setelah dioperasikan selama kurang lebih sepuluh bulan, *performance* alat penukar kalor tersebut mengalami penurunan efisiensi yang dimana terdapat pemborosan fluida pemanas yang selalu dipantau dalam proses operasinya. Dalam penelitian ini akan dilakukan inspeksi secara visual dengan mengukur ketebalan dinding pada bagian *heat exchanger* serta menghitung dan membandingkan nilai faktor pengotorannya. Penurunan *performance* termal *heat exchanger* terjadi karena kurang maksimalnya penyerapan panas antara fluida pemanas (*steam*) dengan fluida yang dipanaskan (*EDC Heavy*) hal ini terjadi karena adanya pengotoran atau deposit yang menempel pada *tube* menyebabkan terjadinya penghambat proses perpindahan panas antara fluida di luar dan di dalam *tube*. Hal ini terlihat dari nilai faktor pengotoran $Rd = 0,00101460150$ jauh dari nilai pengotoran awal yaitu $0,000032768$. Dari hasil analisis efisiensi performa *heat exchanger* direkomendasikan *maintenance* untuk mengembalikan performa alat penukar kalor ini berupa pembersihan rutin setiap delapan bulan sekali pada seluruh permukaan *tube* baik pada bagian luar maupun bagian dalam *tube* menggunakan *water jetter* (dengan campuran cairan *chemical*) guna untuk mengembalikan *performance heat exchanger* dalam kondisi optimal operasi.

Kata Kunci: *Shell and Tube Heat Exchanger, Ethylene Dichloride, Performance, Alat Penukar Kalor, Faktor Kekotoran.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PERFORMANCE ANALYSIS OF SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER
VH131 CAPACITY 320000 KG/H FOR REBOILER
HEAVY ETHYLENE DICHLORIDE**

ABSTRACT

At the production process installation of the Vinyl Chloride Monomer (VCM) production process which is made from Ethylene Dichloride (EDC) in a chemical company, there is a need for a heating process of 320,000 kg/hour of EDC Heavy fluid flow from Top Columb Distillation temperature of 95 °C to 108 °C in Bottom Columb. Shell and Tube Heat Exchanger heat exchanger with dimensions of shell diameter 930 mm, length 4872 mm, number of 677 tubes with a standard tube size of 1 inch is used for this purpose, with a steam fluid flow heating medium with a temperature of 134 °C. After being operated for approximately ten months, the performance of the heat exchanger decreased in effectiveness, which resulted in wastage of heating fluid which was always monitored during the operation process. In this research, a visual inspection will be carried out by measuring the wall thickness of the heat exchanger section and calculating and comparing the impurity factor values. The decrease in the thermal performance of the heat exchanger occurs due to less than optimal heat absorption between the heating fluid (steam) and the heated fluid (EDC Heavy). This occurs due to dirt or deposits attached to the tube causing obstacles to the heat transfer process between the fluid outside and inside. tubes. This can be seen from the fouling factor value $R_d = 0.00101460150$ which is far from the initial fouling value, namely 0.000032768. From the results of the analysis of the effectiveness of the heat exchanger performance, maintenance is recommended to restore the performance of this heat exchanger in the form of routine cleaning every eight months on the entire surface of the tube, both on the outside and inside of the tube using a water jetter (with a mixture of chemical fluids) in order to restore the performance of the heat exchanger in optimal operation.

Keywords: *Shell and Tube Heat Exchanger, Ethylene Dichloride, Performance, Heat Exchanger, Fouling Factor.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. ETILEN DIKLORIDA	6
2.2. ENERGI PANAS	7
2.3. PERPINDAHAN PANAS	7
2.4. MEKANISME PERPINDAHAN PANAS	8
2.4.1. Konduksi	8
2.4.2. Konveksi	8
2.4.3. Radiasi	9

2.5.	ALAT PENUKAR KALOR	10
2.5.1.	<i>Aliran Heat Exchanger</i>	11
2.5.2.	<i>Heat Exchanger Shell And Tube</i>	12
2.5.3.	Komponen Pada <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	14
2.5.4.	Jenis dan Karakteristik STHE (<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>)	15
2.5.5.	<i>Baffle</i>	16
2.5.6.	Susunan dan Jumlah Tube	18
2.6.	EFISIENSI	20
2.7.	FAKTOR FOULING	20
2.8.	KINERJA ALAT PENUKAR KALOR	22
2.8.1.	Luas Permukaan Perpindahan Panas Total	25
2.8.2.	<i>Log Mean Temperature Difference</i>	25
2.8.3.	Laju Kapasitas Aliran Fluida Panas	26
2.8.4.	Perhitungan Nilai Kekotoran	26
2.8.5.	Efisiensi Perpindahan Panas Didalam Alat Penukar Kalor	27
2.9.	PEMBERSIHAN <i>HEAT EXCHANGER</i>	27
2.10.	KAJIAN TERDAHULU	29
BAB III METODOLOGI		35
3.1.	DIAGRAM ALIR	35
3.1.1.	Diagram Alir Penelitian	35
3.1.2.	Diagram Alir Pengolahan Data	37
3.2.	ALAT DAN BAHAN	38
3.2.1.	Alat	38
3.2.2.	Bahan	40
3.2.3.	Spesifikasi Fluida Proses	41
3.2.4.	Spesifikasi Fluida Pemanas	42
3.2.5.	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	42

BAB IV PEMBAHASAN	43
4.1. ANALISIS	44
4.1.1. Inspeksi Sisi <i>Shell Heat Exchanger</i>	44
4.1.2. Inspeksi Sisi <i>Tube Heat Exchanger</i>	45
4.1.3. Analisis Fluida Pemanas	46
4.2. PEMBAHASAN	51
4.2.1. Pertukaran Energi Panas Aktual	51
4.2.2. Koefisien Perpindahan Panas	52
4.2.3. Nilai Pengotor	53
4.2.4. Efisiensi <i>Heat Exchanger</i>	54
BAB V PENUTUP	55
5.1. KESIMPULAN	55
5.2. SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpindahan panas konduksi pada dinding (Jajat 2017)	8
Gambar 2. 2 Perpindahan panas konveksi pada pipa (Jajat 2017)	8
Gambar 2. 3 Perpindahan panas secara radiasi (Jajat 2017)	9
Gambar 2. 4 Profil temperatur aliran <i>counter-current</i> (Zainuddin, 2016)	11
Gambar 2. 5 Profil temperature aliran <i>co-current</i> (Zainuddin, 2016)	12
Gambar 2. 6 <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	13
Gambar 2. 7 Komponen <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	14
Gambar 2. 8 Jenis – jenis STHE (<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>)(Richard, 2019)	15
Gambar 2. 9 Jenis – jenis <i>Tube Pitch</i>	20
Gambar 2. 10 <i>Pipe Jetting</i>	32
Gambar 2. 11 Proses <i>Water Jetter Tube</i>	33
Gambar 2. 12 <i>Chemical Cleaning</i>	33
Gambar 3. 1 Dagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengolahan Data	40
Gambar 3. 3 Temperatur Transmitter	41
Gambar 3. 4 <i>Distributed Control System (DCS)</i>	42
Gambar 3. 5 <i>Log Sheet</i>	42
Gambar 3. 6 Laptop	43
Gambar 3. 7 <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	43
Gambar 4. 1 <i>Heat Echanger VH 131</i>	44
Gambar 4. 2 <i>Thickness VH 131</i>	45
Gambar 4. 3 Grafik Laju Pertukaran Energi Panas Aktual	51
Gambar 4. 4 Grafik Koefisien Perpindahan Panas	52
Gambar 4. 5 Grafik Nilai Pengotor	53
Gambar 4. 6. Grafik Efisiensi Perpindahan Panas	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Karakteristik <i>Head and Shell</i> STHE (Richad, 2019)	16
Tabel 2. 2 Koefisien <i>Fouling Factor (Rd)</i> Beberapa Fluida	22
Tabel 2. 3 Kajian Terdahulu	34
Tabel 3. 1 Tabel Sifat Fisik <i>Ethylene Dichlorine</i>	42
Tabel 3. 2 Tabel Sifat Fisik <i>Steam</i>	44
Tabel 3. 3 Tabel Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	44
Tabel 4. 1 Tabel Spesifikasi <i>Heat Exchanger EDC Heavy End Column Reboiler</i>	43
Tabel 4. 2 Tabel Data Hasil Analisis	51



DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN
Q	Total Heat Transfer
m_h	Massa Fluida Panas
m_c	Massa Fluida Dingin
C_{ph}	Panas Spesifik Fluida Panas
C_{pc}	Panas Spesifik Fluida Dingin
T_{hi}	Temperatur Fluida Panas masuk
T_{ci}	Temperatur Fluida Dingin masuk
T_{ho}	Temperatur Fluida Panas keluar
T_{co}	Temperatur Fluida Panas keluar
U	Koefisien Perpindahan Panas Total
A	Total Luas Permukaan Perpindahan Panas
L	Panjang Shell
F_t	Faktor Koreksi
K	Konduktivitas Thermal
P_t	Pitch Tube
C_{max}	Koefisien Kapasitas Maksimum
C_{min}	Koefisien Kapasitas Minimum
d_o	Outside Diameter Tube
d_i	Inside Diameter Tube
ΔT_1	Beda Temperatur 1
ΔT_2	Beda Temperatur 2

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	KETERANGAN
EDC	<i>Ethylene Dichloride</i>
VCM	<i>Vynyl Chloride Monomer</i>
PVC	<i>Polivynyl Chloride</i>
HE	<i>Heat Exchanger</i>
APK	Alat Penukar Kalor



UNIVERSITAS
MERCU BUANA