



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**MODIFIKASI SISTEM OTOMASI SHELL AND COIL HEAT
EXCHANGER MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE
INTERFACE AUTONICS LP-A070-T9D6-C5T**

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD LUTFI ABSOR

40040219650103

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**MODIFIKASI SISTEM OTOMASI SHELL AND COIL HEAT
EXCHANGER MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE
INTERFACE AUTONICS LP-A070-T9D6-C5T**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

MUHAMMAD LUTFI ABSOR

40040219650103

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**


**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

NAMA : Muhammad Lutfi Absor

NIM : 40040219650103

Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 September 2023



TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 215/PA/RPM/V/2023

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

Nama : Muhammad Lutfi Absor

NIM : 40040219650103

Judul Proyek Akhir : **Modifikasi Sistem Otomatis Shell and Coil Heat Exchanger menggunakan Human Machine Interface Autonics LP-A070-T9D6-C5T**

Dosen Pembimbing : Didik Ariwibowo, ST, MT

NIP. : 197007152003121001

Isi Tugas :

1. Memodifikasi aliran pipa *heat exchanger* tipe *Shell and Coil* dengan memanfaatkan *cooling tower* sebagai pendingin air keluaran *heat exchanger* untuk *feed water*.
2. Memodifikasi sistem otomasi menggunakan HMI (*Human Machine Interface*) Autonics LP-A070-T9D6-C5T.
3. Menguji dan menganalisis performa *heat exchanger* setelah terintegrasi dengan *cooling tower*.
4. Membuat laporan mesin *heat exchanger*.
5. Membuat *testbed heat exchanger* dan/atau paten sederhana dan/atau HAKI hak cipta dan/atau jurnal publikasi.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 13 April 2023

Ketua PSD IV

Rekayasa Perancangan Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

NIP. 197609152003122001

15/05/2023

Tembusan :

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir


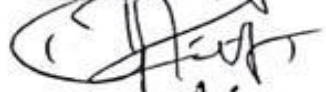

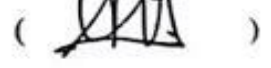
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

NAMA : Muhammad Lutfi Absor
NIM : 40040219650103
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Modifikasi Sistem Otomasi Shell And Coil Heat Exchanger Menggunakan Human Machine Interface Autonics LP-A070-T9D6-C5T

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada program Studi ST-r. Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.


TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Didik Ariwibowo, S.T., M.T.	()
Penguji I	: Didik Ariwibowo, S.T., M.T.	()
Penguji II	: Sri Utami Handayani, S.T., M.T.	()
Penguji III	: Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, S.T., M.Eng.	()

Semarang, 29 September 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP.197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Lutfi Absor
NIM : 40040219650103
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Modifikasi Sistem Otomasi Shell And Coil Heat Exchanger Menggunakan
Human Machine Interface Autonics LP-A070-T9D6-C5T**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : 29 September 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Lutfi Absor

MOTTO

“Jika selalu menebar cinta dan kasih maka sekitar kita merasakan kebahagiaan”

“Selagi masih muda harus tetap sehat kuat dan taat”

(Muhammad Lutfi Absor)

“Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan. Terus berkarya dan bekerjalah yang membuat kita berharga”

(Abdurrahman Wahid)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan proyek akhir dengan judul “Modifikasi Sistem Otomasi Shell And Coil Heat Exchanger Menggunakan Human Machine Interface Autonics LP-A070-T9D6-C5T”.


Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Dalam menyelesaikan laporan proyek akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Atas berbagai bantuan dan dukungan tersebut, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Sri Utami Handayani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Didik Ariwibowo S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
4. Bambang Setyoko, ST, M.Eng. selaku Dosen Wali selama menjadi mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik.
5. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung anaknya sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.

7. Naufal Irsyad Syarif dan Mochamad Aries Ekaputro Sumarna rekan seperjuangan saya dalam menjalankan proyek akhir ini.
8. Semua teman-teman Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik angkatan 2019 dan semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan laporan tugas akhir

Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada laporan proyek akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Rekayasa Perancangan Mekanik.

Semarang, 29 September 2023



Muhammad Lutfi Absor

ABSTRAK

MODIFIKASI SISTEM OTOMASI SHELL AND COIL HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE AUTONICS LP-A070-T9D6-C5T

Alat Penukar kalor (*Heat Exchanger*) merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menghantarkan kalor antara dua proses aliran fluida dimana salah satu penerapannya dapat digunakan untuk proses pendinginan, pemanasan, kondensasi maupun evaporasi. *heat exchanger* akan dimodifikasi dengan cara diintegrasikan dengan *cooling tower* untuk menurunkan temperatur air keluaran *heat exchanger* menjadi suhu ambient (30°C). Pada unit *heat exchanger* ini sistem kontrol akan dimodifikasi dengan menggunakan HMI (*Human Machine Interface*) sebagai sistem kendali dan kontrol otomatis. Tujuan penelitian ini adalah untuk evaluasi performa kerja dan efisiensi dari *heat exchanger* setelah terintegrasi dengan *cooling tower* dengan metode *NTU-effectiveness*. *Heat exchanger* diuji dengan menggunakan laju air panas 6 Lpm dan laju air dingin 5, Lpm, serta pengaturan 4 variasi *set point* temperatur 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C. Dari hasil pengujian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa harga koefisien perpindahan panas keseluruhan berada pada rentang 1363,414 W/m²°C hingga 2166,333W/m²°C. dan nilai Kapasitas *heat exchanger* berada pada rentang 355,198W sampai 1279,080 W.

Kata kunci: *shell and coil heat exchanger, human machine interface (hmi), programmable logic controller (plc), cooling tower*

ABSTRACT

MODIFIKASI SISTEM OTOMASI SHELL AND COIL HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE AUTONICS LP-A070-T9D6-C5T

Heat exchanger is a equipment used to transmit heat between two fluid flow processes, one of which can be used for cooling, heating, condensation, or evaporation processes. Heat exchanger will be modified by being integrated with cooling tower to reduce the temperature of the heat exchanger water output to be ambient temperature (30°C). In this heat exchanger unit, the control system will be modified by using HMI (Human Machine Interface) as a control and automatic control system. The aim of this research is to evaluate the work performance and efficiency of the heat exchanger after being integrated with the cooling tower using the NTU-effectiveness method. Heat exchanger was tested by using a hot water rate of 6 Lpm and cold water rate of 5 Lpm. With setting 3 temperature set point variations is 35°C, 40°C, 45°C, and 50°C. From the test results and data analysis it can be concluded that the overall heat transfer coefficient value is in the range of 1363,414W/m²°C until 2166,333W /m²°C. and the heat exchanger capacity value is in the range 355,198W until 1279,080 W.

Keyword: *shell and coil heat exchanger, human machine interface (hmi), programmable logic controller (plc), cooling tower*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3

1.5	Luaran Proyek Akhir.....	4
BAB II.....		5
2.1	Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger)	5
2.2	Sistem Terintegrasi	6
2.3	Sistem Otomasi	6
2.4	Programmable Logic Controllers (PLC).....	7
3.1	Metode Penyelesaian Proyek Akhir	18
3.2	Survei Unit Heat Exchanger	20
3.3	Studi Literatur	20
3.4	Desain Modifikasi Heat Exchanger	21
3.5	Alat dan Bahan Perencanaan.....	25
3.6	Prosedur Pembuatan Alat.....	31
3.6.1	Instalasi pipa	31
3.6.2	Penggantian perangkat pengukuran	31
3.6.3	Instalasi HMI (Human Machine Interface).....	32
3.7	Pengujian	32
3.7.1	Tahapan Pengujian.....	32
BAB IV		36
4.1	Hasil Modifikasi	36
4.2	Data Penelitian	36

4.3	Pengolahan Data	37
4.3.1	Perhitungan performa shell and coil heat exchanger	37
4.3.2	Analisa hasil perhitungan performa shell and coil heat exchanger.....	40
4.3.3	Kesetimbangan Energi	41
4.3.4	Kinerja Sistem Otomasi Shell and Coil Heat Exchanger	42
BAB V		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Programmable logic controller (PLC).....	8
Gambar 2. 2 Susunan dasar PLC	8
Gambar 2. 3 Blok Diagram DC Power Supply	9
Gambar 2. 4 Modul Power Suplly Autonics SPB-060-24	10
Gambar 2. 5 Konstruksi Thermocouple.....	13
Gambar 2. 6 HMI Autonics LP-A070-T9D6-C5T.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Modular Multi-Channel PID Temperature Controllers.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Diagram alir metode dan prosedur pelaksanaan proyek akhir	19
Gambar 3. 2 Diagram alir proses sebelum dimodifikasi.....	21
Gambar 3. 3 Rencana Diagram alir proses setelah dimodifikasi	22
Gambar 3. 4 Skema sistem kendali otomasi	23
Gambar 3. 5 Desain rencana modifikasi heat exchanger	24
Gambar 3. 6 HMI Autonics LP-A070-T9D6-C5T.....	26
Gambar 3. 7 Modular Multi-Channel PID Temperature Controllers.....	27
Gambar 3. 8 Power Supply	28
Gambar 3. 9 Thermocouple Type K	28
Gambar 3. 10 Relay	29
Gambar 3. 11 MCB (Miniature Circuit Breaker).....	30
Gambar 3. 12 Box Panel	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 keterangan gambar 3.5	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi HMI Autonics LP-A070-T9D6-C5T	25
Tabel 3. 3 Spesifikasi MCB Schneider	29

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas perpindahan panas	m ²
Cr	Rasio kapaitas panas	(W/°C)
Cp_c	Panas spesifik air <i>shell</i>	(kj/kg.K)
Cp_h	Panas spesifik air <i>coil</i>	(kj/kg.K)
C hot	Kapasitas panas <i>coil</i>	(W/°C)
C cold	Kapasitas panas <i>shell</i>	(W/°C)
C min	Kapasitas panas minimal	(W/°C)
C max	Kapasitas panas maksimal	(W/°C)
m_s	Laju alir massa sisi <i>shell</i>	kg/s
m_c	Laju alir massa sisi <i>coil</i>	kg/s
NTU	<i>Number of Thermal Unit</i>	
T_{in}	Temperatur masuk <i>coil</i>	°C
T_{out}	Temperatur keluar <i>coil</i>	°C
t_{in}	Temperatur masuk <i>shell</i>	°C
t_{out}	Temperatur keluar <i>shell</i>	°C
U	Kapasitas perpindahan panas keseluruhan	W/m ² °C
q	Kapasitas <i>heat exchanger</i>	W
q_c	Kapasitas <i>heat exchanger</i> pada posisi dingin	W
q_h	Kapasitas <i>heat exchanger</i> pada posisi panas	W
ε	<i>Effectiveness</i>	
Ψ_s	Laju alir volume sisi <i>shell</i>	Lpm
Ψ_c	Laju alir volume sisi <i>coil</i>	Lpm
ΔT	Perbedaan suhu sisi <i>coil</i>	°C
Δt	Perbedaan suhu sisi <i>shell</i>	°C
ΔT_{max}	Perbedaan suhu maksimal	°C
T_{bt}	Temperatur <i>buffer tank</i>	°C

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil pengujian shell and tube heat exchanger	47
Lampiran 2 Hasil Kalkulasi	47
Lampiran 3 Tabel thermophysical properties of saturated water	48
Lampiran 4 Data geometri heat exchanger	49
<i>Lampiran 5 Heat exchanger sebelum dimodifikasi</i>	49
Lampiran 6 Pemasangan Instalasi pipa	50
Lampiran 7 Modifikasi Reservoir	50
Lampiran 8 Pemasang Komponen dan Instalasi Kelistrikan	51
Lampiran 9 Wiring sistem otomasi	52
Lampiran 10 Saran Diagram Alir Proses Modifikasi Selanjutnya	53