

PERANCANGAN *LUBE OIL COOLER TIPE FIN & TUBE HEAT EXCHANGER* PADA PROSES PELUMASAN MENGGUNAKAN METODE *NUMBER TRANSFER OF UNIT (NTU)*



UNIVERSITAS
Kurniawan
NIM: 413119120118
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN *LUBE OIL COOLER TIPE FIN & TUBE HEAT EXCHANGER*
PADA PROSES PELUMASAN MENGGUNAKAN
METODE *NUMBER TRANSFER OF UNIT (NTU)*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Kurniawan
NIM : 413119120118
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2022

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN *LUBE OIL COOLER TIPE FIN & TUBE HEAT EXCHANGER* PADA PROSES PELUMASAN MENGGUNAKAN METODE *NUMBER TRANSFER OF UNIT (NTU)*

Nama : Kurniawan
NIM : 41319120118
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 11 Februari 2022

Pembimbing TA



(Agus Budihadi, S.T., M.T)

NIP: 0321015904

Penguji Sidang II



(Henry Carles, S.T., M.T)

NIK: 0301087304

Penguji Sidang I



(Dedik Romahadi, S.T., M.Sc)

NIP: 217810112

Penguji Sidang III



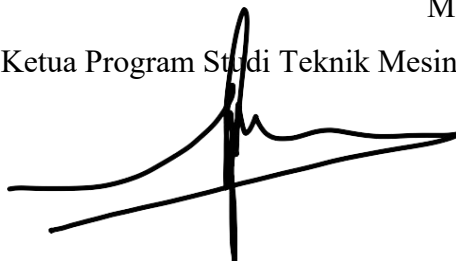
(Razul Harfi, Ir, M.T)

NIK: 0310055902

Telah dipertahankan di depan penguji

Mengetahui

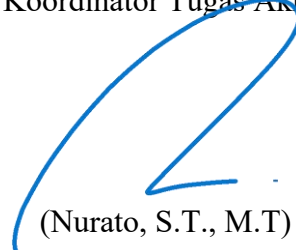
Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)

NIK: 118690617

Koordinator Tugas Akhir



(Nurato, S.T., M.T)

NIK: 0313047302

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kurniawan
NIM : 413191200118
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Perancangan *Lube Oil Cooler Tipe Fin & Tube Heat Exchanger* Pada Proses Pelumasan Menggunakan Metode *Number Transfer Of Unit (NTU)*

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 11 Februari 2022



Kurniawan

UNIVERSIT
MERCU BUANA

PENGHARGAAN

Dalam penulisan dan penyusunan laporan ini terdapat hambatan dan kesulitan serta tidak lepas dari kekurangan, namun berkat bantuan, bimbingan, nasihat dan doa dari berbagai pihak, sehingga segala hambatan dan kesulitan tersebut dapat teratasi. Atas semua bantuan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi hidayah-NYA dan mempermudah penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir untuk menyelesaikan studi pada program S1 Teknik Mesin
2. Ayahanda Naspi dan Ibunda Nurhayati sebagai penyemangat dan mendoakan penulis agar di permudah dalam mengerjakan tugas akhir ini
3. Bapak Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Andi Firdaus, S.T., M.Eng. selaku Penguji I pada tugas akhir
5. Bapak Henry Carles S.T., MT. selaku Penguji II
6. Bapak Razul Harfi, Ir, MT. selaku Prnguji III pada tugas akhir ini
7. Bapak Nurato, S.T., M.T. selaku koordinator tugas akhir
8. Bapak Agus Budihadi, ST. MT. selaku pembimbing pada tugas akhir
9. Istriku Dea Desaulia Marlin yang selalu memberikan semangat agar tugas akhir ini segera di selesaikan.
10. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Reguler 2 tahun 2020 yang saling memberikan bantuan satu sama lain
11. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Dan semoga laporan tugas akhir ini menambah pengetahuan terkait.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| PENGHARGAAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR SIMBOL | xiv |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| 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 | 3 |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 PENELITIAN TERDAHULU | 5 |
| 2.2 PENGERTIAN PEMBANGKIT LISTRIK GAS UAP (PLTGU) | 9 |
| 2.3 PRINSIP KERJA PLTGU | 10 |
| 2.4 SIKLUS PLTGU | 10 |
| 2.4.1 SIKLUS BRAYTON | 11 |
| 2.4.2 SIKLUS RANKINE | 11 |
| 2.5 KOMPONEN PEMBANGKIT LISTRIK GAS UAP (PLTGU) | 11 |
| 2.5.1 HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) | 11 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.5.2 | GENERATOR | 12 |
| 2.5.3 | TURBIN GAS | 12 |
| 2.5.4 | TURBIN UAP | 14 |
| 2.6 | SISTEM PELUMASAN TURBIN | 15 |
| 2.7 | ALAT PENUKAR PANAS (<i>HEAT EXCHANGER</i>) | 17 |
| 2.8 | FIN AND TUBE HEAT EXCHANGER | 17 |
| 2.8.1 | SUSUNAN TUBE | 18 |
| 2.8.2 | SIRIP (FIN) | 18 |
| 2.9 | TAHAPAN PERANCANGAN LUBE OIL COOLER | 18 |
| 2.9.1 | PERANCANAAN PIPA | 18 |
| 2.9.2 | PERHITUNGAN KALOR | 20 |
| 2.9.3 | PERHITUNGAN PENYERAPAN PANAS | 20 |
| 2.9.4 | PERHITUNGAN PERBEDAAN TEMPERATUR LOGARITMIK | 21 |
| 2.9.5 | PERHITUNGAN KESETIMBANGAN ENERGI | 22 |
| 2.9.6 | PERHITUNGAN DIAMETER EKIVALEN | 23 |
| 2.9.7 | PERHITUNGAN JUMLAH PIPA PER BUNDLE | 23 |
| 2.9.8 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS (h'_i) | 24 |
| 2.9.9 | PERHITUNGAN KECEPATAN ALIRAN DAN FLOW AREA | 25 |
| 2.9.10 | PERHITUNGAN BILANGAN <i>REYNOLDS</i> DALAM PIPA | 26 |
| 2.9.11 | PERHITUNGAN EFEKTIVITAS SIRIP (Ω) | 26 |
| 2.9.12 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS LUAR PIPA (hf) _i | 27 |
| 2.9.13 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS PADA PERMUKAAN DALAM PIPA (h'_{fi}) | 28 |
| 2.9.14 | PERHITUNGAN KOEFISIEN DESAIN PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH (fin) | 29 |

| | | |
|------------------------------------|---|-----------|
| 2.9.15 | PERHITUNGAN LUAS PERPINDAHAN PANAS (A_i) | 29 |
| 2.9.16 | PERHITUNGAN JUMLAH BUNDLE PIPA (n) | 30 |
| 2.9.17 | PERHITUNGAN KOEFISIEN DESAIN AKTUAL PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH (U_{Dact}) | 30 |
| 2.9.18 | PERHITUNGAN KOEFISIEN DIRT FACTOR (R_d') | 31 |
| 2.9.19 | PERHITUNGAN PENURUNAN TEKANAN (<i>Pressure Drop</i>) | 31 |
| BAB III METODOLOGI | | 36 |
| 3.1 | DIAGRAM ALIR | 36 |
| 3.1.1 | DIAGRAM ALIR PENELITIAN | 36 |
| 3.1.2 | DIAGRAM ALIR PERHITUNGAN PERANCANGAN | 38 |
| 3.2 | DATA PARAMETER DAN SOFTWARE ASPEN HYSYS VII | 39 |
| 3.2.1 | DATA PARAMETER | 39 |
| 3.2.2 | SOFTWARE ASPEN HYSYS | 40 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 41 |
| 4.1 | PERHITUNGAN PERANCANGAN | 41 |
| 4.1.1 | PERHITUNGAN KESETIMBANGAN ENERGI | 41 |
| 4.1.2 | PERHITUNGAN Δt | 42 |
| 4.1.3 | PERHITUNGAN DIAMETER EKIVALEN | 43 |
| 4.1.4 | PERHITUNGAN JUMLAH PIPA PER BUNDLE | 44 |
| 4.1.5 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS DALAM PIPA ($h'i$) | 44 |
| 4.1.6 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS LUAR PIPA ($h'o$) | 47 |
| 4.1.7 | PERHITUNGAN EFEKTIVITAS SIRIP (Ω) | 48 |
| 4.1.8 | PERHITUNGAN KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS PERMUKAAN PIPA ($h'fi$) | 49 |
| 4.1.9 | PERHITUNGAN KOEFISIEN DESAIN PERPINDAHAN PANAS MENYELURUH (U_{Di}) | 49 |

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| 4.1.10 | PERHITUNGAN LUAS PERPINDAHAN PANAS (A) | 50 |
| 4.1.11 | PERHITUNGAN JUMLAH <i>BUNDLE</i> PIPA (n) | 50 |
| 4.1.12 | PERHITUNGAN KOEFISIEN DESAIN AKTUAL MENYELURUH (UD_{act}) | 50 |
| 4.1.13 | PERHITUNGAN <i>DIRT FACTOR</i> (Rd') | 51 |
| 4.1.14 | PERHITUNGAN <i>PRESSURE DROP</i> (ΔP) | 51 |
| 4.2 | SPEKIFIKASI HASIL PERANCANGAN | 53 |
| 4.3 | ANALISA HASIL PERANCANGAN | 54 |
| 4.4 | ANALISA EFEKTIVITAS <i>HEAT EXCHANGER</i> | 55 |
| 4.5 | ANALISA SIMULASI PERANCANGAN <i>LUBE OIL COOLER</i> | 56 |
| BAB V PENUTUP | | 59 |
| 5.1 | KESIMPULAN | 59 |
| 5.2 | SARAN | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 61 |
| LAMPIRAN | | 63 |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Skema PLTGU | 10 |
| Gambar. 2.2 Diagram T-S PLTGU | 11 |
| Gambar. 2.3 Siklus Sederhana Turbin Gas | 13 |
| Gambar 2.4 Susunan <i>tube</i> pada <i>heat exchanger</i> | 18 |
| Gambar 2.5 Jenis-jenis sirip (fin) | 18 |
| Gambar 2.6 <i>Heat Exchangers And Condesar Tube Data</i> | 19 |
| Gambar 2.7 LTMD pada aliran berlawanan | 22 |
| Gambar 2.8 <i>Derivation of the transverse fin efficiency</i> | 27 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 38 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Perancangan | 39 |
| Gambar 4.1 Grafik Temperatur Fluida | 43 |
| Gambar 4.2 Parameter Simulasi Peng-Robinson | 57 |
| Gambar 4.3 Simulasi Perancangan | 57 |
| Gambar 4.4 Parameter Simulasi | 58 |

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Penelitian-penelitian Terdahulu | 5 |
| Tabel 2.2 Parameter Penelitian | 19 |
| Tabel 3.1 Parameter Penelitian | 39 |
| Tabel 4.1 Data Parameter 1 | 41 |
| Tabel 4.2 Data Parameter 2 | 42 |
| Tabel 4.3 Data Parameter 3 | 43 |
| Tabel 4.4 Data Parameter 4 | 44 |
| Tabel 4.5 Parameter <i>cooling water</i> | 45 |
| Tabel 4.6 Parameter <i>lube oil</i> | 47 |
| Tabel 4.7 Spesifikasi perancangan <i>Lube Oil Cooler</i> | 53 |



DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan |
|-----------|---|
| A_f | Luas permukaan sirip |
| A | Luas perpindahan panas |
| A_i | Luas permukaan dalam pipa |
| A_i' | Luas perpindahan panas menyeluruh |
| C_p | Panas spesifik |
| C | Laju alir massa <i>cooling water</i> |
| f_t | <i>Friction factor</i> dalam pipa |
| D | Diameter dalam pipa |
| D_e | Diameter ekivalen |
| D'_{ev} | Diameter ekivalen volumetric |
| G_s | Fluks Massa <i>lube oil</i> |
| G_t | Fluks massa air |
| h_i | Koefisien perpindahan panas dalam pipa |
| h_f | Koefisien perpindahan panas luar pipa |
| h_{di} | <i>dirt coefficient equivalent to the reciprocal of the dirt factor inside tube</i> |
| h'_i | Koefisien perpindahan panas dalam pipa yang telah dikoreksi |
| h'_{fi} | Koefisien perpindahan panas pada permukaan dalam pipa |
| J_h | Faktor perpindahan panas pada dalam pipa |
| k_w | Konduktivitas panas <i>demin water</i> pada temperatur rata-rata |
| k' | Konduktivitas termal dari bahan pipa dan sirip |
| N_f | Jumlah sirip per inch |
| n | jumlah <i>bundle</i> pipa |
| R_d | <i>Combined dirt factor</i> ketentuan |
| Re_s | Bilangan reynold <i>lube oil</i> |
| Re'_s | Bilangan Reynolds untuk penurunan tekanan |

DAFTAR SINGKATAN

| Simbol | Keterangan |
|---------------|-----------------------------------|
| PLTGU | Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap |
| HE | <i>Heat Exchanger</i> |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA