

TUGAS AKHIR

**STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN
PANAS PADA *TUBE* KONDENSOR MENGGUNAKAN MATERIAL
ALUMINIUM BRASS DI *STEAM TURBINE* UNIT 3.0 PLTGU PT PJB
UP GRESIK DAN MATERIAL TITANIUM DI *STEAM TURBINE*
UNIT 2 PLTU PT PJB UP PAITON**



Disusun Oleh :

MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN

NBI : 1421700103

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2021

TUGAS AKHIR

STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA *TUBE* KONDENSOR MENGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM BRASS DI *STEAM TURBINE* UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN MATERIAL TITANIUM DI *STEAM TURBINE* UNIT 2 PLTU PT PJB UP PAITON



Disusun oleh:

MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN

1421700103

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

TUGAS AKHIR

STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA *TUBE* KONDENSOR MENGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM BRASS DI *STEAM TURBINE* UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN MATERIAL TITANIUM DI *STEAM TURBINE* UNIT 2 PLTU PT PJB UP PAITON

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Starta Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Disusun oleh:

MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN

1421700103

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN
NBI : 1421700103
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU
PERPINDAHAN PANAS PADA *TUBE*
KONDENSOR MENGGUNAKAN MATERIAL
ALUMINIUM BRASS DI *STEAM TURBINE* UNIT
3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN MATERIAL
TITANIUM DI *STEAM TURBINE* UNIT 2 PLTU PT
PJB UP PAITON

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajivo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA
TUBE KONDENSOR MENGGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM BRASS
DI STEAM TURBINE UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN
MATERIAL TITANIUM DI STEAM TURBINE UNIT 2 PLTU PT PJB UP
PAITON**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya 14 Juli 2021



MUSHELHUL UMAMUS
SHOLIHIN
1421700103



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

Jl. Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)
Email: perpustakaan@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN

NBI : 1421700103

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA *TUBE* KONDENSOR MENGGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM BRASS DI *STEAM TURBINE* UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN MATERIAL TITANIUM DI *STEAM TURBINE* UNIT 2 PLTU PT PJB UP PAITON

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 14 – Juli - 2021

Yang Menyatakan,



(MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Kata Mutiara:

- “Apa gunanya kepandaian kalau tidak memperbesar kepribadian manusia sehingga ia makin sanggup memahami orang lain” (Emha Ainun Najib)
- Menuntut ilmu adalah taqwa, menyampaikan ilmu adalah ibadah, mengulang-ulang ilmu adalah dzikir, dan mencari ilmu adalah jihad” (Imam Al Ghazali)
- “Celaka sekali orang bodoh yang tidak belajar. Tapi celaka seribu kali orang pintar yang tak mempraktikkan ilmunya” (Imam Al Ghazali)

Persembahan:

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

- Pihak PT PJB UP Gresik dan PT PJB UP Paiton sebagai tempat pengambilan data untuk penyelesaian tugas akhir
- Pihak Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya terutama Prodi Teknik Mesin baik bapak ibu dosen maupun adik tingkat
- Orang tua saya yang selalu memberi dukungan berupa materil maupun moril
- Teman-teman yang sangat membantu dalam mengkoordinasikan segala bentuk masalah agar cepat selesai
- Calon istri saya yang belum tau kapan dipertemukan oleh الله

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan kesehatan, kemampuan, serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir.

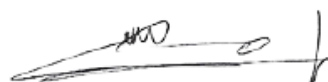
Proposal tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana teknik mesin (S.T.) dari program studi teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang selanjutnya diharapkan dapat menjadi bekal ilmu yang bermanfaat bagi masyarakat dan paling penting didunia kerja.

Keberhasilan dalam menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, dengan segenap hati peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Kedua orang tua penulis laporan penelitian yang selalu mendukung secara moril dan materil kepada penulis
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku ketua program studi teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Maulana Nafi, S.T., M.T. selaku koordinator tugas akhir studi teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
5. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku dosen pembimbing 1 tugas akhir
6. Bapak Royyan Firdaus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir
7. Sahabat tim SALING UNTUNG yang telah membantu dalam pemberian kritik dan saran yang membangun
8. Teman – Teman HikariZD yang telah turut membantu memberikan support.
9. Serta semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan proposal tugas akhir hingga terselesaikannya proposal tugas akhir ini

Dengan selesai proposal tugas akhir ini penulis mengharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan PT PJB UP Gresik dan PT PJB UP Paiton sebagai tempat diambilnya data-data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir. Dengan senang hati penulis laporan penelitian menerima kritik dan saran dari pembaca terutama PT PJB UP Gresik dan PT PJB UP Paiton.

Surabaya, 14 Juli 2021



MUSHLIHUL UMAMUS
SHOLIHIN

**STUDI ANALISIS PERBANDINGAN LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA
TUBE KONDENSOR MENGGUNAKAN MATERIAL ALUMINIUM BRASS
DI *STEAM TURBINE* UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK DAN
MATERIAL TITANIUM DI *STEAM TURBINE* UNIT 2 PLTU PT PJB UP
PAITON**

**MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN¹, Ir. Ichlas Wahid, M.T.², Royyan
Firdaus, S.T., M.T.³**

1421700103

ABSTRAK

Kebutuhan listrik penduduk semakin meningkat setiap harinya. Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik ini maka dilakukan optimalisasi unit dengan cara meningkatkan efisiensi dari setiap komponen. Tube kondensor steam turbine 3.0 PLTGU PT PJB UP Gresik rencana mengalami pergantian tube atau retubing dengan material tube pada awalnya Aluminium Brass menjadi Titanium. Penggunaan material Titanium sudah diterapkan di PT PJB UP Paiton. Sehingga, perlu dilakukan analisis perbandingan penggunaan material Aluminium Brass dan material Titanium dalam proses perpindahan panas.

Penelitian ini berdasarkan dari kondensor di PT PJB UP Gresik dan PT PJB UP Paiton serta data yang dibutuhkan meliputi: data sheet kondensor, data aktual steam dan air pendingin saat masuk ke kondensor dan keluar kondensor, serta properti dari masing-masing fluida dan material tube. Informasi data ini sangat diperlukan dalam analisis perbandingan laju perpindahan panas pada tube kondensor antara material Aluminium Brass dan material Titanium.

Hasil dari analisis perbandingan laju perpindahan panas pada tube kondensor diperoleh hasil yaitu nilai laju perpindahan panas menggunakan material Aluminium Brass: 454.420,496 W dan material Titanium: 105.666,686 W serta untuk nilai efektifitas material Aluminium Brass: 0,6683 untuk material Titanium: 0,2616. Hasil tersebut sangat dipengaruhi oleh besaran nilai konduktifitas termal masing-masing material. Nilai untuk konduktifitas termal material Aluminium Brass: 100,42 W/(m.K) dan material Titanium: 21,9 W/(m.K). Sehingga nilai laju perpindahan panas dan nilai efektifitas selalu berbanding lurus dengan nilai konduktifitas termal material yang digunakan.

Penggunaan material Aluminium Brass sangat disarankan dalam proses perpindahan panas, sehingga material Titanium kurang disarankan karena proses perpindahan panas kurang maksimal.

Kata kunci: Kondensor, Tube, Retubing, Laju Perpindahan Panas, Efektifitas, Aluminium Brass, dan Titanium.

**STUDY OF THE COMPARISON ANALYSIS OF HEAT TRANSFER RATE
IN CONDENSER TUBE USING ALUMINIUM BRASS MATERIAL IN
STEAM TURBINE UNIT 3.0 PLTGU PT PJB UP GRESIK AND TITANIUM
MATERIAL AT STEAM TURBINE UNIT 2 PLTU PT PJB UP PAITON**

**MUSHLIHUL UMAMUS SHOLIHIN¹, Ir. Ichlas Wahid, M.T.², Royyan
Firdaus, S.T., M.T.³**

1421700103

ABSTRACT

The population's electricity needs are increasing every day. In meeting this need for electrical energy, unit optimization is carried out by increasing the efficiency of each component. The tube condenser steam turbine 3.0 PLTGU PT PJB UP Gresik plans to undergo a tube change or retubing with the tube material initially from Aluminum Brass to Titanium. The use of Titanium material has been applied at PT PJB UP Paiton. it is necessary to carry out a comparative analysis of the use of Aluminum Brass and Titanium materials in the heat transfer process.

This research is based on the condenser at PT PJB UP Gresik and PT PJB UP Paiton and the required data include: condenser data sheet, actual data of steam and cooling water when entering the condenser and leaving the condenser, as well as the properties of each fluid and tube material. This data information is very necessary in the comparative analysis of the heat transfer rate in the condenser tube between Aluminum Brass material and Titanium material.

The results of the comparative analysis of the heat transfer rate in the condenser tube obtained the results that the value of the heat transfer rate using Aluminum Brass material: 454.420,496 W and Titanium material: 105,666.686 W and for the effectiveness value of Aluminum Brass material: 0.6683 for Titanium material: 0,2616. These results are strongly influenced by the value of the thermal conductivity of each material. Values for the thermal conductivity of Aluminum Brass material: 100.42 W/(m.K) and Titanium material: 21.9 W/(m.K). So that the value of the heat transfer rate and the value of effectiveness is always directly proportional to the value of the thermal conductivity of the material used.

The use of Aluminum Brass material is highly recommended in the heat transfer process, that Titanium material is not recommended because the heat transfer process is less than optimal.

Key word: Condensor, Tube, Retubing, Rate Heat Transfer, Effectiveness, Aluminium Brass, dan Titanium.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERNYATAAN GELAR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	5
2.1.1 Chandrasa Soekardi (ISSN 1410-233)	5
2.1.2 Indrawati Supu (ISSN 2087-7889)	5
2.1.3 Bambang Setyoko (ISSN 0852-1697)	6
2.1.4 Kondensasi	7
2.1.5 Kondensor	8
2.1.6 Siklus Kondensor	9
2.1.7 <i>Surface Condenser</i>	10
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Konduksi	12
2.2.2 Konveksi	13
2.2.3 Radiasi	14
2.2.4 Perpindahan Panas pada <i>Heat Exchanger</i>	16
2.2.4.1 Perpindahan Panas pada Sisi <i>Shell</i>	16

2.2.4.2	Perpindahan Panas pada Sisi <i>Tube</i>	20
2.2.5	Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh	21
2.2.6	Analisis Laju Perpindahan Panas dengan Metode LMTD	25
2.2.7	<i>Multipass and Crossflow Correction Factor</i>	27
2.2.8	Efektifitas-NTU (ϵ -NTU)	28
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Studi Literatur	33
3.2	Pengambilan Data	33
3.3	<i>Flowchart</i> Penyusunan Tugas Akhir	35
3.4	Analisis Laju Perpindahan Panas dan Nilai Efektifitas Metode NTU	36
3.4.1	Perpindahan Panas pada Sisi <i>Shell</i>	36
3.4.2	Perpindahan Panas pada Sisi <i>Tube</i>	36
3.4.3	Analisis Laju Perpindahan Panas Keseluruhan	36
3.4.4	Analisis Efektifitas dengan Metode NTU	36
3.5	<i>Flowchart</i> Analisis Laju Perpindahan Panas dan Nilai Efektifitas Metode NTU38	
BAB IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan	42
4.1.1	Perpindahan Panas pada <i>Heat Exchanger</i>	42
4.1.1.1	Sisi <i>Shell</i>	42
4.1.1.2	Sisi <i>Tube</i>	42
4.1.2	Koefisien Perpindahan Panas	43
4.1.3	LMTD (<i>Log Mean Temperature Difference</i>)	44
4.1.4	Laju Perpindahan Panas Menyeluruh	44
4.1.5	Efektifitas NTU (ϵ -NTU)	44
4.1.5.1	Nilai NTU	44
4.1.5.2	Nilai Efektifitas (ϵ)	45
4.2	Pembahasan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Nilai temperatur saat meninggalkan alat penukar kalor	5
Gambar 2.2 Grafik hubungan waktu dengan perubahan suhu dengan material gelas ukur yang berbeda	6
Gambar 2.3 Kondensor unit pembangkit	9
Gambar 2.4 Siklus kerja kondensor	10
Gambar 2.5 Kondensor <i>single flow</i>	11
Gambar 2.6 Kondensor <i>double flow</i>	12
Gambar 2.7 Aliran <i>steam</i> pada <i>aligned tube</i>	17
Gambar 2.8 Aliran <i>steam</i> pada <i>staggered tube</i>	17
Gambar 2.9 Susunan <i>tube</i> di kondensor.....	19
Gambar 2.10 Tahanan termal <i>tube</i> keseluruhan	23
Gambar 2.11 Arah aliran <i>heat exchanger</i> tipe <i>parallel</i>	25
Gambar 2.12 Distribusi temperatur <i>heat exchanger</i> tipe <i>parallel</i>	25
Gambar 2.13 Arah aliran <i>heat exchanger</i> tipe <i>counterflow</i>	26
Gambar 2.14 Distribusi temperatur <i>heat exchanger</i> tipe <i>counterflow</i>	27
Gambar 2.15 Aliran silang lintasan tunggal dengan kedua fluida tidak tercampur	28
Gambar 3.1 Kondisi kondensor yang digunakan	34
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penyusunan tugas akhir	35
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> analisis laju perindahan panas dan nilai efektifitas metode NTU	39
Gambar 4.1 Susunan <i>tube staggered</i>	45
Gambar 4.2 Tahanan termal keseluruhan	47
Gambar 4.3 Nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh	48
Gambar 4.4 <i>Log mean temperature difference</i> (LMTD) penggunaan material Aluminium Brass	49
Gambar 4.5 <i>Log mean temperature difference</i> (LMTD) penggunaan material Titanium	50
Gambar 4.5 Nilai laju perpindahan panas antara menggunakan material Aluminium Brass dan Titanium	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hasil analisa perhitungan <i>fouling factor</i> pada alat penukar kalor (<i>Heat Exchanger</i>)	7
Tabel 2.2 Konstanta untuk <i>tube bank</i> dalam aliran silang	18
Tabel 2.3 Faktor <i>fouling</i>	24
Tabel 2.4 Hubungan antara efektifitas dan NTU	31
Tabel 4.1 Properti pada kondensor	41
Tabel 4.2 Konstanta untuk <i>tube bank</i> dalam aliran silang	46
Tabel 4.3 Faktor <i>fouling</i>	48
Tabel 4.4 Tabel hubungan antara Efektifitas dan NTU	52
Tabel 4.5 Hasil perhitungan secara keseluruhan	52

DAFTAR SIMBOL

- Q_{konduksi} = Laju perpindahan panas secara konduksi (W)
 Q_{konduksi} = Laju perpindahan panas secara konduksi (W)
 Q_{Konveksi} = Total laju perpindahan panas secara konveksi (W)
 $Q_{\text{Emit, maks}}$ = Laju perpindahan panas emisifitas maksimum (W)
 Q_{Emit} = Laju perpindahan panas emisifitas (W)
 Q_s = Laju perpindahan panas secara radiasi pada permukaan (W)
 Q_{Radiasi} = Laju perpindahan panas secara radiasi (W)
 Q_{Total} = Total laju perpindahan panas secara radiasi (W)
 A = Luas permukaan peperindahan panas (m^2)
 k = Konduktivitas termal fluida atau material ($\text{W}/(\text{m.K})$)
 ΔT = Gradien temperatur pada penampang (K)
 x = Jarak arah aliran panas (m)
 h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)
 $T_s = T$ = Temperatur permukaan benda (K)
 T_∞ = Temperatur permukaan benda absolute (K)
 σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
 ε = Nilai emisifitas permukaan $0 \leq \varepsilon \leq 1$
 α = Nilai absorptivitas $0 \leq \alpha \leq 1$
 T_{surr} = Temperatur permukaan benda absolute (K)
 h_o = Koefisien perpindahan panas konveksi dalam *tube* ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)
 Nu = Angka Nusselt
 k = Konduktivitas termal fluida ($\text{W}/(\text{m.K})$)
 D_o = Diameter luar *tube* (m)
 Re = Angka Reynold
 Re_{max} = Angka Reynold maksimal
 Pr = Angka Prandtl
 Pr_s = Angka Prandtl pada bagian permukaan
 V_{max} = Kecepatan aliran fluida maksimal (m/s)
 ν = Viskositas kinematik (m^2/s)
 V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

h_i = Koefisien perpindahan panas konveksi dalam *tube* ($W/(m^2.K)$)
 D_i = Diameter dalam *tube* (m)
 UA_s = Koefisien perpindahan panas menyeluruh (W/K)
 R = Tahanan termal (K/W)
 R_{kond} = Tahan termal secara konduksi (K/W)
 L = Panjang *tube* (m)
 R_{total} = Tahan termal keseluruhan (K/W)
 A_o = Luas permukaan luar *tube* (m)
 A_i = Luas permukaan dalam *tube* (m)
 $R_{f,i}$ = Faktor *fouling* dalam *tube* ($m^2.K/W$)
 $R_{f,o}$ = Faktor *fouling* luar *tube* ($m^2.K/W$)
 Q = Laju perpindahan panas (W)
 Q_{max} = Laju perpindahan panas maksimal (W)
 C_c = Kapasitas panas fluida dingin (W/K)
 C_h = Kapasitas panas fluida panas (W/K)
 ΔT_{lm} = Perbedaan tempertur rata-rata (K)
 $T_{h,i}$ = Temperatur masuk *steam* (K)
 $T_{h,o}$ = Temperatur *hotwell* (K)
 $T_{c,i}$ = Temperatur masuk air laut (K)
 $T_{c,o}$ = Temperatur keluar air laut (K)
 ε = Nilai efektifitas kondensor
 \dot{m}_c = Laju perpindahan massa (kg/s)
 $c_{p,c}$ = Kapasitas kalor fluida dingin ($kJ/kg.K$)
 ρ_c = Massa jenis fluida dingin (kg/m^3)
 Q_c = Debit fluida dingin (m^3/s)
 \dot{m}_h = Laju perpindahan massa (kg/s)
 $c_{p,h}$ = Kapasitas kalor fluida dingin ($kJ/kg.K$)
 ρ_h = Massa jenis fluida panas (kg/m^3)
 Q_h = Debit fluida panas (m^3/s)

NTU = Jumlah satuan perpindahan

C = Rasio kapasitas panas fluida

C_{\min} = Kapasitas panas fluida minimum (W/K)

C_{\max} = Kapasitas panas fluida maksimal (W/K)