



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANGKAT LUNAK UNTUK PERANCANGAN PENUKAR
KALOR JENIS *COMPACT***

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD ARDANI MARWAN

L2E 008 067

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
DESEMBER 2012**

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Muhammad Ardani Marwan
NIM : L2E 008 067
- Dosen Pembimbing : Dr. Syaiful, ST, MT
- Jangka Waktu : 6 bulan (enam bulan)
- Judul : Perangkat Lunak untuk Perancangan Penukar Kalor jenis *Compact*
- Isi Tugas : 1. Untuk membuat perangkat lunak yang berguna dalam perancangan penukar kalor jenis *compact*.
2. Untuk mengetahui ilmu desain penukar kalor jenis *compact heat exchanger*.

Semarang, 17 Desember 2012

Pembimbing



Dr. Syaiful, ST, MT
NIP. 197403081999031005

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Muhammad Ardani Marwan

NIM : L2E 008 067

Tanda Tangan :



Tanggal : 17 Desember 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Ardani Marwan

NIM : L2E 008 067

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Perangkat Lunak untuk Perancangan Penukar Kalor jenis
Compact

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Syaiful, ST, MT

Penguji : Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK

Penguji : Dr. Gunawan DH, ST, MT

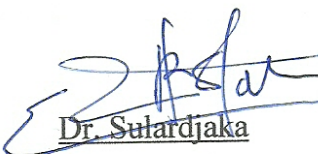
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA

()
()
()
()

Semarang, 17 Desember 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,


Dr. Sulardjaka

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : MUHAMMAD ARDANI MARWAN
NIM : L2E 008 067
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERANGKAT LUNAK UNTUK PERANCANGAN PENUKAR KALOR JENIS *COMPACT*

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 17 Desember 2012

Yang menyatakan



(MUHAMMAD ARDANI MARWAN)
NIM. L2E 008 067

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk;

*Ayahanda Nasrofi, Ibunda Imro'atul Karimah, dan keluarga tercinta yang
senantiasa memberikan support, semangat, doa dan harapan mereka kepadaku.
Tanpa mereka aku tidak akan menjadi seperti sekarang ini.*

Terima Kasih.

MOTTO

Berusaha semaksimal mungkin, berdo'a kepada Allah SWT, dan hasilnya pasrahkan kepada Allah SWT.

Sebelum kita mati, berilah manfaat sebanyak-banyaknya kepada orang lain

Tetaplah angin optimisme yang harus kita hembuskan ketika bendera kita layu dan sulit berkibar. Yakin, berusaha, dan berdo'a kawan. Jalan terang kan segera muncul.

Man jadda wa jadda, man shabara zhafira

Orang yang bekerja keras akan sukses, orang yang sabar akan beruntung.

Kesuksesan tidak akan datang tanpa kerja keras, doa dan pengorbanan.

ABSTRACT

Cold EGR is part of exhaust gas that was recirculated be cooled down by Heat Exchanger to reduce intake temperature. Design of Heat Exchanger with compact type that was used as EGR Cooler need high cost and long time design if it was done manually. Therefore to reduce this cost and time, it need a software. Design process of EGR Cooler can be done by solving math equestions with visual studio 2008 software tool based on windows with interface.

The method which be used in design of EGR Cooler is sequence of calculation algoritm as first step to arrange computer program. The sequence of algoritm is used as fundamental to arrange language program of visual basic 2008 so that be gotten visual software as tool of thermohidraulic design based on effectiveness-Number Transfer Unit method.

There are four type of EGR Cooler that can be designed by this software consist of individually finned tubes, continously finned tubes, finned flat tubes, and plate fin heat exchanger. Each of EGR Cooler have two fin variation accord with Kays and London Standard. Beside thermohidraulic design, this software also provide graph of correlation between Reynold Number and Nusselt Number, Air inlet velocity with Air outlet temperature, Air inlet velocity with EGR outlet temperature, and between Air inlet velocity and Pressure drop of air.

Keywords : *Cold EGR, Visual basic 2008, Compact heat exchanger*

ABSTRAK

Cold EGR merupakan sebagian gas buang yang disirkulasikan didinginkan dengan menggunakan *heat exchanger* yang menyebabkan penurunan suhu *intake*. Perancangan *heat exchanger* jenis *compact heat exchanger* yang digunakan sebagai *EGR Cooler* membutuhkan biaya produksi yang tinggi dan waktu yang lama jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu, untuk mereduksi biaya dan waktu perancangan maka dibutuhkan sebuah perangkat lunak. Proses perancangan alat *EGR Cooler* ini dapat dilakukan dengan menyelesaikan persamaan matematisnya dengan bantuan *software* visual studio 2008 berbasis pada lingkungan Windows dengan tampilan antar muka.

Metodologi yang digunakan dalam perancangan *EGR Cooler* berupa tahapan algoritma perhitungan sebagai langkah awal dalam penyusunan program komputernya. Tahapan algoritma dijadikan sebagai dasar untuk menyusun bahasa pemrograman visual basic 2008 sehingga diperoleh perangkat lunak visual sebagai alat bantu perancangan termohidrolik yang didasarkan pada metode *Effectiveness-Number Transfer Unit* (ϵ -NTU).

Ada empat jenis *EGR Cooler* yang bisa dirancang oleh perangkat lunak ini terdiri dari *Individually finned tubes*, *continuously finned tubes*, *finned flat tubes*, dan *plate fin heat exchanger*. Keempat *EGR Cooler* ini mempunyai dua variasi jenis *fin* sesuai standard Kays dan London. Selain perancangan termohidrolik, perangkat lunak ini juga menyediakan grafik hubungan antara Bilangan Reynold dengan Bilangan Nusselt, kecepatan udara dengan temperatur udara keluar, kecepatan udara dengan temperature *EGR* keluar, dan hubungan antara kecepatan udara dengan *pressure drop* udara.

Kata kunci: *Cold EGR*, visual basic 2008, *Compact heat exchanger*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “PERANGKAT LUNAK UNTUK PERANCANGAN PENUKAR KALOR JENIS *COMPACT*”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada Dr. Syaiful, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu segala kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati untuk kemajuan bersama. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan data maupun referensi yang ada dalam laporan ini.

Terima kasih.

Semarang, 17 Desember 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
<i>ABSTRACT</i>	viii
ABSTRAKSI	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
NOMENKLATUR.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Mesin Bensin dan Mesin Diesel.....	6
2.2 <i>Exhaust Gas Recirculation (EGR)</i>	10
2.3 Fluida	11
2.4 <i>Heat Exchanger</i>	12
2.4.1 Jenis-jenis <i>Heat Exchanger</i>	12
2.4.2 <i>Compact Heat Exchanger</i>	16

2.4.3	<i>Finned Circular Tubes</i>	18
2.4.3.1	<i>Individually Finned Tubes</i>	18
2.4.3.1.1	Aplikasi <i>Individually Finned Tubes</i>	18
2.4.3.1.2	<i>Surface Geometry of Individually Finned Tubes</i> 18	
2.4.3.1.3	Perhitungan Perancangan <i>Individually Finned Tubes</i>	20
2.4.3.2	<i>Continuously Finned Tubes</i>	28
2.4.3.2.1	Aplikasi <i>Continuously Finned Tubes</i>	28
2.4.3.2.2	<i>Surface Geometry of Continuously Finned Tubes</i> 29	
2.4.3.2.3	Perhitungan Perancangan <i>Continuously Finned Tubes</i>	31
2.4.4	<i>Finned Flat Tubes</i>	32
2.4.4.1	Aplikasi <i>Finned Flat Tubes</i>	33
2.4.4.2	<i>Surface Geometri of Finned Flat Tubes</i>	33
2.4.4.3	Perhitungan Perancangan <i>Finned Flat Tubes</i>	35
2.4.5	<i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	38
2.4.5.1	Aplikasi <i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	38
2.4.5.2	<i>Surface Geometri of Plate Fin Heat Exchanger</i>	38
2.4.5.3	Perhitungan Perancangan <i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	40
2.5	<i>Flow Arrangement</i>	45
2.6	<i>Heat Transfer and Flow Friction Characteristics</i>	50
BAB III PERANGKAT LUNAK PERANCANGAN PENUKAR KALOR		51
3.1	Perangkat Lunak Perancangan <i>Individually Finned Tubes</i>	51
3.2	Perangkat Lunak Perancangan <i>Continuously Finned Tubes</i>	58
3.3	Perangkat Lunak Perancangan <i>Finned Flat Tubes</i>	65
3.4	Perangkat Lunak Perancangan <i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	72
BAB IV HASIL DAN ANALISA PERHITUNGAN		80
4.1	Hasil Perancangan <i>Individually Finned Tubes</i>	80
4.2	Hasil Perancangan <i>Continuously Finned Tubes</i>	82

4.3 Hasil Perancangan <i>Finned Flat Tubes</i>	84
4.4 Hasil Perancangan <i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	86
4.5 Analisa Hasil Perancangan <i>Individually Finned Tubes</i>	88
4.6 Analisa Hasil Perancangan <i>Continously Finned Tubes</i>	100
4.7 Analisa Hasil Perancangan <i>Finned Flat Tubes</i>	104
4.8 Analisa Hasil Perancangan <i>Plate Fin Heat Exchanger</i>	108
4.9 Analisa Hasil Verifikasi <i>Continously Finned Tubes</i>	112
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	 115
5.1 Kesimpulan	115
5.2 Saran	115

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Radiator

LAMPIRAN 2. Tabel *Thermophysical Properties of Gases at Atmospheric Pressure.*

LAMPIRAN 3. Tabel data Efektivitas-NTU untuk Aliran melintang

LAMPIRAN 4. Tabel data *Heat Transfer and Friction* untuk *Individually Finned Tubes*

LAMPIRAN 5. Tabel data *Heat Transfer and Friction* untuk *Finned Flat Tube*

LAMPIRAN 6. Tabel data *Heat Transfer and Friction* untuk *Plate Fin Heat Exchanger*

LAMPIRAN 7. Tabel *Thermophysical properties of material*

LAMPIRAN 8. Pengoperasian Program *Design of EGR Cooler*

LAMPIRAN 9. Tabel *Thermophysical Properties of Saturated Water*

LAMPIRAN 10. Data Eksperimen Mesin Diesel Menggunakan EGR

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil perancangan <i>individually finned tubes</i>	80
Tabel 4.2 Hasil perancangan <i>continuously finned tubes</i>	82
Tabel 4.3 Hasil perancangan <i>finned flat tubes</i>	84
Tabel 4.3 Hasil perancangan <i>finned flat tubes</i>	86
Tabel 4.5 Analisa hasil perancangan penukar kalor seri CF-8.72	97
Tabel 4.6 Analisa hasil perancangan penukar kalor seri 8.0-3/8T.....	101
Tabel 4.7 Analisa hasil perancangan penukar kalor seri 11.32-0.737SR	105
Tabel 4.8 Analisa hasil perancangan penukar kalor seri plat 12.00T	109
Tabel 4.9 Ukuran dimensi sirip dan pipa (oleh Jin Gi Paeng)	112
Tabel 4.10 Hasil verifikasi penukar kalor seri 8.0-3/8T	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	4
Gambar 2.1	Mesin Bensin (Otto).....	6
Gambar 2.2	Siklus diesel diagram $p - v$	8
Gambar 2.3	Siklus operasi empat langkah.....	9
Gambar 2.4	Skema sederhana dari sistem EGR	10
Gambar 2.5	Perbedaan perilaku dari benda padat dan fluida karena tegangan geser	12
Gambar 2.6	Penukar kalor pipa konsentris (a) <i>parallel flow</i> (b) <i>counterflow</i>	13
Gambar 2.7	Penukar kalor aliran melintang (a) bersirip dengan kedua fluidanya tidak campur (b) tidak bersirip dengan satu fluida campur dan satu fluida lagi tidak campur	13
Gambar 2.8	Penukar kalor <i>Shell and Tube</i> dengan satu laluan <i>shell</i> dan satu laluan <i>tube</i>	14
Gambar 2.9	Penukar kalor <i>Shell and Tube</i> (a) satu laluan <i>shell</i> dan dua laluan <i>tube</i> (b) dua laluan <i>shell</i> dan empat laluan <i>tube</i>	14
Gambar 2.10	Inti dari <i>compact heat exchangers</i> (a) <i>Fin-tube</i> (pipa datar, sirip plat menyeluruh) (b) <i>Fin-tube</i> (pipa bundar, sirip plat menyeluruh) (c) <i>Fin-tube</i> (pipa bundr, sirip bundr) (d) <i>Plate-fin</i> (laluan tunggal) (e) <i>Plate-fin</i> (laluan banyak)	15
Gambar 2.11	Perpindahan kalor dan faktor gesekan untuk penukar kalor tabung bundar bersirip tipe 8.0-3/8T dari Kays dan London.....	17
Gambar 2.12	<i>Externally finned tubes</i> (a) <i>individually finned</i> (b) <i>continuously finned</i>	18
Gambar 2.13	<i>Individually finned tubes</i> seri CF-7.34.....	19
Gambar 2.14	<i>Individually finned tubes</i> seri CF-8.72.....	20
Gambar 2.15	Geometri permukaan <i>individually finned tubes</i>	21
Gambar 2.16	Diagram moody.....	24
Gambar 2.17	Efisiensi dirip <i>Individually Finned Tubes</i>	25
Gambar 2.18	NTU-efektivitas untuk aliran melintang	26

Gambar 2.19	Faktor koreksi ΔT_{lmtd}	27
Gambar 2.20	Model penampang <i>compact heat exchanger</i> untuk analisis <i>pressure drop</i>	28
Gambar 2.21	<i>Continuously finned tubes</i> seri 8.0-3/8T	29
Gambar 2.22	<i>Continuously finned tubes</i> seri 7.75-5/8T	30
Gambar 2.23	Sirip pada <i>Continuously Finned Tubes</i>	31
Gambar 2.24	Efisiensi sirip <i>Continuously Finned Tubes</i>	32
Gambar 2.25	<i>Finned flat tubes heat exchanger</i>	33
Gambar 2.26	<i>Finned flat tubes</i> seri 9.68-0.87	33
Gambar 2.27	<i>Finned flat tubes</i> seri 11.32-0.737SR	34
Gambar 2.28	(a) Seri 9.68-0.87 (b) Seri 11.32-0.737SR	35
Gambar 2.29	Efisiensi sirip <i>Finned flat tubes (straight fins)</i>	37
Gambar 2.30	<i>Plate fin heat exchanger</i>	38
Gambar 2.31	<i>Plate fin heat exchanger</i> seri 12.00T	39
Gambar 2.32	<i>Plate fin heat exchanger</i> seri 11.1.....	40
Gambar 2.33	Geometri plat segitiga	41
Gambar 2.34	Nilai Kc dan Ke plat segitiga	42
Gambar 2.35	Klasifikasi metode iterasi	43
Gambar 2.36	Metode Grafik	43
Gambar 2.37	Metode Pendekatan berurutan.....	44
Gambar 2.38	Susunan aliran sejajar (<i>Parallelflow arrangement</i>)	45
Gambar 2.39	Distribusi temperatur untuk susunan aliran sejajar	45
Gambar 2.40	Susunan aliran berlawanan (<i>Counterflow arrangement</i>)	46
Gambar 2.41	Distribusi temperatur untuk susunan aliran berlawanan	47
Gambar 2.42	Susunan aliran melintang (<i>Crossflow arangement</i>).....	48
Gambar 2.43	Distribusi temperatur untuk susunan aliran melintang Tak campur- Tak campur	49
Gambar 3.1	Diagram alir perancangan penukar kalor jenis <i>individually finned tubes</i>	52
Gambar 3.2	<i>Form data input individually finned tubes</i>	57
Gambar 3.3	<i>Form data output individually finned tubes</i>	58

Gambar 3.4	Diagram alir perancangan penukar kalor jenis <i>continously finned tubes</i>	59
Gambar 3.5	<i>Form data input continously finned tubes</i>	64
Gambar 3.6	<i>Form data output continously finned tubes</i>	65
Gambar 3.7	Diagram alir perancangan penukar kalor jenis <i>finned flat tubes</i>	66
Gambar 3.8	<i>Form data input finned flat tubes</i>	71
Gambar 3.9	<i>Form data output finned flat tubes</i>	72
Gambar 3.10	Diagram alir perancangan penukar kalor jenis <i>plate fin heat exchanger</i>	73
Gambar 3.11	<i>Form data input plate fin heat exchanger</i>	78
Gambar 3.12	<i>Form data output plate fin heat exchanger</i>	79
Gambar 4.1	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur udara keluar seri CF-8.72	98
Gambar 4.2	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur EGR keluar seri CF-8.72	99
Gambar 4.3	Grafik hubungan kecepatan udara dan <i>pressure drop</i> udara seri CF-8.72.....	100
Gambar 4.4	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur udara keluar seri 8.0-3/8T.....	102
Gambar 4.5	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur EGR keluar seri CF-8.0-3/8T	103
Gambar 4.6	Grafik hubungan kecepatan udara dan <i>pressure drop</i> udara seri 8.0-3/8T	104
Gambar 4.7	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur udara keluar seri 11.32-0.737SR	106
Gambar 4.8	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur EGR keluar seri 11.32-0.737SR	107
Gambar 4.9	Grafik hubungan kecepatan udara dan <i>pressure drop</i> udara seri 11.32-0.737SR	108
Gambar 4.10	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur udara keluar seri 12.00T	110

Gambar 4.11	Grafik hubungan kecepatan udara dan temperatur EGR keluar seri 12.00T	111
Gambar 4.12	Grafik hubungan kecepatan udara dan <i>pressure drop</i> udara seri 12.00T	112
Gambar 4.13	Hubungan Bilangan Reynold dan Bilangan Nusselt pada penukar kalor <i>continously finned tubes</i>	114

NOMENKLATUR

Daftar simbol

A	Luas area perpindahan panas (m^2)
A_f	Luas sirip (m^2)
A_{ff}	Luas aliran bebas (m^2)
A_{fr}	Luas frontal (m^2)
A_p	Luas profil sirip (m^2)
$\frac{A_f}{A}$	Rasio luas sirip per luas total
a	Tebal plat pemisah (m)
b	Lebar laluan (m)
C	Laju kapasitas energi panas (W/K)
c_p	Panas spesifik (J/kg.K)
D_f	Diameter sirip (m)
D_h	Diameter hidraulik (m)
D_i	Diameter dalam pipa (m)
D_o	Diameter luar pipa (m)
F_c	Faktor koreksi
FP	Jumlah sirip tiap satuan panjang
f	Faktor gesekan
G	Fluks massa (kg/m^2s)
h	Koefisien perpindahan panas ($W/m^2.K$)
J	Faktor Colburn
k	Konduktivitas thermal (W/m.K)
L_1	Tinggi penukar kalor (m)
L_2	Panjang penukar kalor (m)
L_3	Lebar penukar kalor (m)
l	Panjang sirip (m)
l_i	Lebar pipa flat dalam (m)
l_o	Lebar pipa flat luar (m)

l_c	Panjang sirip maya (m)
\dot{m}	Laju aliran massa (kg/s)
N	Jumlah total pipa
N_f	Jumlah total sirip
N_r	Jumlah baris pipa
p_i	Panjang pipa flat dalam (m)
p_o	Panjang pipa flat luar (m)
Pr	Bilangan Prandtl
P_l	Jarak longitudinal antar pipa (m)
P_t	Jarak transversal antar pipa (m)
q	Laju aliran panas (W)
Re	Bilangan Reynold
R_w	Hambatan dinding pipa (K/W)
r_h	Jari-jari hidraulik (m)
r_1	Jari-jari luar pipa (m)
r_2	Jari-jari sirip (m)
r_{2c}	Jari-jari sirip maya (m)
St	Bilangan Stanton
T	Temperatur (K)
\bar{T}	Temperatur rata-rata (K)
u	Kecepatan fluida (m/s)
V	Volum penukar panas (m ³)
v	Volum spesifik (m ³ /kg)
ΔP	Pressure drop (N/m ²)
ΔT_{lmtd}	Beda temperatur logaritmik (K)
Simbol Yunani	
α	Rasio luas perpindahan panas per volum total (m ² /m ³)
β	Rasio luas perpindahan panas per volum antar plat (m ² /m ³)
δ	Tebal sirip (m)

ε	Efektivitas penukar panas
η	Efisiensi
μ	Viskositas dinamik (N.s/m ²)
ρ	Massa jenis fluida (kg/m ³)
σ	Rasio luas aliran bebas per luas frontal
<i>Subscript</i>	
<i>c</i>	Dingin
<i>egr</i>	Sisi EGR
<i>f</i>	Sirip
<i>h</i>	Panas
<i>in</i>	Masuk
<i>o</i>	Keseluruhan
<i>out</i>	Keluar
<i>t</i>	Total
<i>udara</i>	Sisi udara