



**PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA
HEAT EXCHANGER TERHADAP *PRESSURE DROP*
DAN *OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT*
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID*
*DYNAMICS***

SKRIPSI

ADAM AL FAKHRI

1710311039

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021



**PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA
HEAT EXCHANGER TERHADAP *PRESSURE DROP*
DAN *OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT*
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID*
*DYNAMICS***

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK**

ADAM AL FAKHRI

1710311039

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2021

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Adam Al Fakhri

NIM : 1710311039

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA *HEAT EXCHANGER* TERHADAP *PRESSURE DROP* DAN *OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT* MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Mohammad Galbi, MT
Penguji Utama



Fahrudin, ST, MT
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Reda Rizal, B. Sc, M. Si
Dekan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 2 Februari 2021



Dr. Damora Rhakasywi, ST, MT, IPP
Pembimbing I



Nur Cholis, ST, M. Eng
Ka. Program Studi

PENGESAHAN PEMBIMBING

PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA *HEAT EXCHANGER* TERHADAP *PRESSURE DROP* DAN *OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT* MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

ADAM AL FAKHRI

1710311039

Pembimbing I



Dr. Damora Rhakasywi, ST, MT, IPP

Pembimbing II

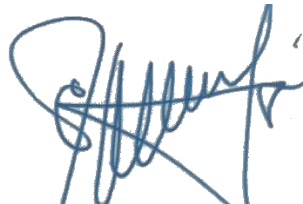


Muhamad As'adi, MT, IPM

Jakarta, 10 Februari 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin



Nur Cholis, ST, M.Eng

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adam Al Fakhri

NIM : 1710311039

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 10 Februari 2021

Yang menyatakan,



Adam Al Fakhri

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adam Al Fakhri

NIM : 1710311039

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

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

**PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA *HEAT EXCHANGER*
TERHADAP *PRESSURE DROP* DAN *OVERALL HEAT TRANSFER*
COEFFICIENT MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS***


Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 10 Februari 2021

Yang menyatakan



Adam Al Fakhri

PENGARUH VARIASI *BAFFLE* SEGMENTAL PADA *HEAT EXCHANGER* TERHADAP *PRESSURE DROP* DAN *OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT* MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Adam Al Fakhri

Abstrak

Heat exchanger pada unit *hydraulic power pack* digunakan untuk mendinginkan air radiator dengan media oli hidraulik. Dalam menjalankan fungsinya, *heat exchanger* harus merelakan adanya penurunan tekanan fluida (*pressure drop*) yang memperpendek umur pompa karena harus bekerja lebih keras. Sehingga, dalam merancang *heat exchanger* harus mempertimbangkan berbagai faktor untuk mendapatkan hasil yang optimal yaitu memiliki *pressure drop* yang rendah dan *overall heat transfer coefficient* yang tinggi. Salah satu faktor yang harus diperhitungkan adalah tipe *baffle* yang digunakan, maka diperlukan penelitian untuk menentukan tipe *baffle* yang optimal. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan tipe *baffle single* segmental, *double* segmental, dan *triple* segmental dengan jumlah *baffle* 9 dan *baffle cut* 25%. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan aplikasi *computational fluid dynamics* (CFD). Penurunan tekanan yang didapatkan dari perhitungan simulasi adalah 6,8887; 3,892; dan 3,5607 Pa untuk *baffle single* segmental, *double* segmental, dan *triple* segmental berturut-turut. Koefisien perpindahan panas rata-rata yang didapatkan dari perhitungan simulasi adalah 0,7055; 0,7041; dan 0,7005 W/m².K untuk *baffle single* segmental, *double* segmental, dan *triple* segmental berturut-turut. *Baffle double* segmental adalah tipe *baffle* yang optimal karena mampu meningkatkan efisiensi sistem sebesar 43,5% dengan mengurangi efektivitas *heat exchanger* sebesar 0,2%.

Kata Kunci : Penukar Kalor, Tabung dan Pipa, Sekat Segmental, CFD

***EFFECTS OF SEGMENTAL BAFFLE VARIATIONS ON HEAT
EXCHANGER TO PRESSURE DROP AND OVERALL HEAT
TRANSFER COEFFICIENT USING COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS***

Adam Al Fakhri

Abstract

Heat exchanger on hydraulic power pack unit is used to cool radiator coolant by using hydraulic oil. In carrying out its function, heat exchanger has to allow fluid pressure dropping which shorten the pump's lifetime because it has to work harder. Therefore, in designing heat exchanger, various factors must be considered to achieve optimal results those are having low pressure drop and high overall heat transfer coefficient. One of the factors that must be considered is baffle type used, thus a research is needed to choose optimal baffle type. This research is done by varying baffle type of single segmental, double segmental, and triple segmental with baffle amount 9 and baffle cut 25%. The method used in this research is by using computational fluid dynamics application. Pressure drop gotten by simulation calculation are 6,8887; 3,892; and 3,5607 Pa for baffle types of single segmental, double segmental, and triple segmental, respectively. Overall heat transfer coefficient gotten by simulation calculation are 0,7055; 0,7041; and 0,7005 W/m².K for baffle types of single segmental, double segmental, and triple segmental, respectively. Double segmental baffle is the optimal segmental baffle type as it could increase the efficiency of the system by 43,5% by only reducing the effectiveness by 0,2%.

Keywords : *Heat Exchanger, Shell and Tube, Segmental Baffle, CFD*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Yang Maha Esa Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi *Baffle* Segmental pada *Heat Exchanger* terhadap *Pressure Drop* dan *Overall Heat Transfer Coefficient* menggunakan *Computational Fluid Dynamics*”. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis menyadari bahwa usulan penelitian ini dapat terwujud atas bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT., dengan rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.
2. Orang tua dan adik-adik penulis yang senantiasa memberikan dukungan setiap saat kepada penulis.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, ST, MT, IPP dan Bapak Muhamad As’adi, MT, IPM selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu dan tenaga untuk memberikan arahan serta nasihat kepada penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Nur Choliz, ST, M.Eng selaku Kepala Prodi Teknik Mesin.
5. Bapak David Santoso selaku pembimbing lapangan di tempat PKL di PT. Elnusa Fabrikasi Konstruksi.
6. Radlia Puji Anggraini yang telah memberikan dukungan moral dan doa, serta menyemangati penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Saudara-saudara Optimis 2017 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 10 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Hidraulis.....	5
2.2 <i>Power Pack</i>	6
2.3 <i>Heat Exchanger</i>	6
2.4 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	7
2.4.1 <i>Tipe Shell and Tube Heat Exchanger</i>	8
2.4.2 <i>Komponen Shell and Tube Heat Exchanger</i>	10
2.5 Aliran Fluida	16
2.5.1 <i>Klasifikasi Aliran Fluida</i>	16

2.5.2	Aliran Laminar dan Turbulen.....	19
2.5.3	Reynolds <i>Number</i>	20
2.5.4	Prinsip Bernoulli	20
2.6	<i>Pressure Drop</i> (ΔP).....	21
2.7	<i>Heat Transfer Coefficient</i> (HTC).....	22
2.7.1	<i>Overall Heat Transfer Coefficient</i> (U_c).....	22
2.8	Metode Bell-Delaware	22
2.8.1	<i>Heat Transfer Coefficient Shell</i> Metode Bell-Delaware	23
2.8.2	<i>Pressure Drop Shell</i> Metode Bell-Delaware.....	25
2.8.3	<i>Heat Transfer Coefficient Tube</i> Metode Bell-Delaware	27
2.8.4	<i>Pressure Drop Tube</i> Metode Bell-Delaware.....	28
2.9	CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>)	28
2.9.1	Prinsip Kerja CFD.....	28
2.9.2	Perhitungan <i>Pressure</i> pada CFD.....	31
2.9.3	Perhitungan <i>Heat Transfer</i> pada CFD	32
2.10	Metode Volume Hingga (<i>Finite Volume Method</i>).....	33
2.11	<i>Mesh Independence</i>	33
BAB III		35
METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Spesifikasi Alat Uji.....	35
3.1.1	Spesifikasi <i>Power Pack</i> PP-09.....	35
3.1.2	Spesifikasi <i>Engine</i>	36
3.1.3	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	37
3.2	Spesifikasi Fluida.....	38
3.2.1	Spesifikasi Fluida di <i>Shell</i>	38
3.2.2	Spesifikasi Fluida di <i>Tube</i>	39
3.3	Alat yang Digunakan	39
3.4	Metode Penelitian	41
3.5	Skema Permasalahan	44
3.6	<i>Design Modelling</i>	46
3.7	<i>Meshing</i>	47
3.7.1	<i>Default Mesh</i>	47

3.7.2	<i>Named Selections</i>	48
3.7.3	<i>Mesh Refinement</i>	49
3.8	<i>Setup</i>	50
3.9	<i>Post-Processor</i>	51
3.10	<i>Mesh Independence Study</i>	52
3.11	Diagram Alir Penelitian	52
BAB IV	54
HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Pengumpulan Data	54
4.2	<i>Mesh Independence Simulasi</i>	55
4.3	Hasil Simulasi <i>Baffle Single Segmental</i>	56
4.4	Hasil Simulasi <i>Baffle Double Segmental</i>	60
4.5	Hasil Simulasi <i>Baffle Triple Segmental</i>	64
4.6	Pengaruh Variasi <i>Baffle Segmental</i>	68
4.7	Perbandingan Hasil Simulasi dengan Metode Bell-Delaware	70
BAB V	81
KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		
NOMENKLATUR		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Power Pack</i> PP-09.....	35
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Engine Power Pack</i> PP-09	36
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Heat Exchanger Power Pack</i> PP-09.....	37
Tabel 3.4 Spesifikasi Fluida di <i>Shell</i>	38
Tabel 3.5 Spesifikasi Fluida di <i>Tube</i>	39
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Infrared Thermometer Gun</i>	40
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Flow Meter</i>	41
Tabel 4.1 Data Parameter Penelitian.....	54
Tabel 4.2 Hasil <i>Mesh Independence Study Single Segmental</i>	55
Tabel 4.3 Nilai HTC dan Temperatur <i>Single Segmental</i>	57
Tabel 4.4 Nilai HTC dan Temperatur <i>Double Segmental</i>	61
Tabel 4.5 Nilai HTC dan Temperatur <i>Triple Segmental</i>	65
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Variasi <i>Baffle Segmental</i>	68
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Metode Bell-Delaware	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Hidraulis Sederhana	5
Gambar 2.2 <i>Power Pack</i>	6
Gambar 2.3 (a) <i>Parallel Flow</i> (b) <i>Counter Flow</i> (c) <i>Cross Flow</i>	8
Gambar 2.4 Nomenklatur TEMA	9
Gambar 2.5 <i>Shell</i>	10
Gambar 2.6 <i>Baffle</i>	11
Gambar 2.7 Susunan <i>Tube</i>	12
Gambar 2.8 <i>Tubesheet</i>	13
Gambar 2.9 <i>Shell Cover</i>	14
Gambar 2.10 <i>Nozzle</i>	14
Gambar 2.11 <i>Flange</i>	15
Gambar 2.12 <i>Baffle Spacer</i> dan Batang Pengikat	15
Gambar 2.13 Tipe <i>Gasket</i>	16
Gambar 2.14 <i>Viscous</i> dan <i>Inviscid Flow</i>	17
Gambar 2.15 <i>Internal</i> dan <i>Eksternal Flow</i>	17
Gambar 2.16 Aliran Laminar dan Turbulen	18
Gambar 2.17 <i>Steady</i> dan <i>Unsteady Flow</i>	18
Gambar 2.18 <i>Natural</i> dan <i>Forced Flow</i>	19
Gambar 2.19 Distribusi Aliran Fluida Sisi <i>Shell</i> Metode Bell-Delaware	23
Gambar 2.20 <i>Structured</i> dan <i>Unstructured Mesh</i>	30
Gambar 3.1 Diagram Kerja <i>Power Pack</i> PP-09	36
Gambar 3.2 <i>Engine Power Pack</i> PP-09	37
Gambar 3.3 <i>Heat Exchanger Power Pack</i> PP-09	38
Gambar 3.4 TURALIK 52	38
Gambar 3.5 NALCOOL 2000	39
Gambar 3.6 <i>Infrared Thermometer Gun</i>	40
Gambar 3.7 <i>Flow Meter</i>	41
Gambar 3.8 Skema Permasalahan	45
Gambar 3.9 Domain <i>Shell</i>	46
Gambar 3.10 Domain <i>Tube</i>	46
Gambar 3.11 Domain <i>Heat Exchanger</i>	47
Gambar 3.12 <i>Default Mesh</i>	48
Gambar 3.13 <i>Mesh Named Selections</i>	49
Gambar 3.14 <i>Mesh Refinement</i>	50
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian	53
Gambar 4.1 (a) Nilai <i>Pressure Single Segmental</i> (b) Kontur <i>Pressure Single Segmental</i>	57
Gambar 4.2 (a) Nilai <i>HTC Single Segmental</i> (b) Nilai Temperatur <i>Single Segmental</i> (c) Kontur Temperatur <i>Single Segmental</i>	59
Gambar 4.3 <i>Streamline</i> Fluida <i>Single Segmental</i>	59

Gambar 4.4 (a) Nilai <i>Pressure Double</i> Segmental (b) Kontur <i>Pressure Double</i> Segmental.....	61
Gambar 4.5 (a) Nilai HTC <i>Double</i> Segmental (b) Nilai Temperatur <i>Double</i> Segmental (c) Kontur Temperatur <i>Double</i> Segmental.....	63
Gambar 4.6 <i>Streamline</i> Fluida <i>Double</i> Segmental.....	63
Gambar 4.7 (a) Nilai <i>Pressure Triple</i> Segmental (b) Kontur <i>Pressure Triple</i> Segmental.....	65
Gambar 4.8 (a) Nilai HTC <i>Triple</i> Segmental (b) Nilai Temperatur <i>Triple</i> Segmental (c) Kontur Temperatur <i>Triple</i> Segmental.....	67
Gambar 4.9 <i>Streamline</i> Fluida <i>Triple</i> Segmental.....	67
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan <i>Pressure Drop</i> Variasi <i>Baffle</i>	69
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan <i>Overall Heat Transfer Coefficient</i> Variasi <i>Baffle</i>	69
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan <i>Pressure Drop</i> Bell-Delaware dan Simulasi.	79
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan <i>Overall Heat Transfer Coefficient</i> Bell-Delaware dan Simulasi.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Gambar Teknik *Heat Exchanger*

LAMPIRAN 2 Grafik Residual dan Iterasi *Baffle Single Segmental*

LAMPIRAN 3 Grafik Residual dan Iterasi *Baffle Double Segmental*

LAMPIRAN 4 Grafik Residual dan Iterasi *Baffle Triple Segmental*