



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISA PENGARUH SUDUT *CONVERGING DUCT* PADA  
PERFORMANSI *CONSTANT PRESSURE THERMO VAPOR*  
*COMPRESSOR* MENGGUNAKAN CFD**

**TUGAS AKHIR**

**AHMAD SARIP HIDAYATULLOH**

**L2E 007 010**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG**

**JUNI 2012**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada:

Nama : Ahmad Sarip Hidayatulloh

NIM : L2E 007 010

Pembimbing : MSK. Tony Suryo Utomo, PhD

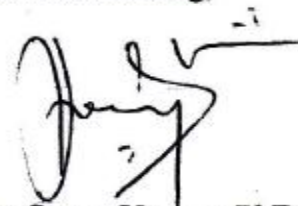
Jangka Waktu : 4 bulan

Judul : Analisa Pengaruh Sudut *Converging Duct* pada Performansi *Constant Pressure Thermo Vapor Compressor* Menggunakan CFD

Isi Tugas :

1. Menganalisa pengaruh variasi tekanan pada *suction* terhadap nilai *entrainment ratio* pada *thermo vapor compressor*.
2. Menganalisa pengaruh perubahan variasi sudut *converging duct* dan panjang *mixing chamber*.
3. Menganalisa peristiwa *jet core* terhadap nilai *entrainment ratio* pada *thermo vapor compressor*.

Dosen Pembimbing,



MSK. Tony Suryo Utomo, PhD.

NIP. 197104211999031003

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

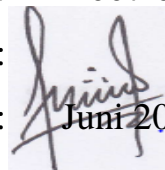
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Ahmad Sarip Hidayatulloh

NIM : L2E 007 010

Tanda Tangan :

Tanggal : Juni 2012



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Ahmad Sarip Hidayatulloh  
NIM : L2E 007 010  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Sudut *Converging Duct* pada  
Performansi *Constant Pressure Thermo Vapor*  
*Compressor* Menggunakan CFD

**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 : MSK. Tony Suryo Utomo, PhD  
Penguji : Dr.-Ing.Ir.Ismoyo Haryanto,MT  
Penguji : Ir.Eflita Yohana, MT, PhD  
Penguji : Yusuf Umardhani, ST. MT

(  )  
(  )  
(  )

Semarang, Juni 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
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 : Ahmad Sarip Hidayatulloh  
NIM : L2E 007 010  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

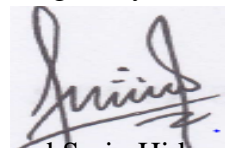
**“ANALISA PENGARUH SUDUT *CONVERGING DUCT* PADA PERFORMANSI *CONSTANT PRESSURE THERMO VAPOR COMPRESSOR* MENGGUNAKAN *CFD*”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : Juni 2012

Yang menyatakan



Ahmad Sarip Hidayatulloh  
NIM. L2E 007 010

## ABSTRAK

Desalinasi merupakan teknologi yang berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar. Salah satu jenis teknologi desalinasi yang telah teruji adalah MED (*Multi Effect Desalination*). Teknologi desalinasi MED yang beroperasi pada suhu rendah. Teknologi desalinasi MED merupakan salah satu proses desalinasi menggunakan termal yang efisien. Pada saat ini pengembangan lain dari sistem MED adalah MED-TVC (*Multi Effect Desalination-Thermo Vapor Compressor*). TVC merupakan bagian yang penting dalam proses desalinasi untuk meningkatkan nilai GOR (*Gain Output Ratio*) pada system desalinasi MED. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter-parameter yang tepat pada simulasi aliran fluida dalam *thermo vapor compressor* dan mengetahui pengaruh modifikasi pada *converging duct* dengan variasi sudut sebesar  $5^\circ$ ;  $7,5^\circ$ ;  $10^\circ$ ;  $12,5^\circ$  dan  $15^\circ$  dengan memvariasikan tekanan pada *suction* untuk mendapatkan nilai *entrainment ratio* yang optimum. Hasil simulasi menunjukkan semakin besar sudut *converging duct* menyebabkan penurunan pada *secondary flow*, yang menyebabkan penurunan nilai *entrainment ratio* pada TVC. Pada sudut  $5^\circ$  nilai *entrainment ratio* TVC sebesar 1,307, sudut  $7,5^\circ$  sebesar 1,267, sudut  $10^\circ$  sebesar 1,247, sudut  $12,5^\circ$  sebesar 1,239 dan sudut  $15^\circ$  sebesar 1,241. TVC dengan sudut *converging duct*  $5^\circ$  memiliki nilai yang terbaik sebesar 1,307.

Kata Kunci : GOR, *Thermo vapor compressor*, sudut *converging duct*, *entrainment ratio*, CFD, Desalinasi.

## **ABSTRACT**

*Desalination is a technology which serves to convert seawater into fresh water. One of desalination technology type that has been tested is MED (Multi Effect Desalination. MED desalination technology is operating at low temperatures. MED desalination technology is a desalination process by using thermal efficient. At this time, another development of the MED system is MED-TVC (Multi Effect Desalination-Thermo Vapor Compressor). TVC has important role in the process of desalination to increase GOR (Gain Output Ratio) value of MED desalination system. This study has a purpose to determine appropriate parameters of fluid flow simulation in thermo vapor compressor and modification effects of converging duct with variations in angle of 5°; 7,5°; 10°; 12.5° and 15° by varying suction pressure to get optimum value of entrainment ratio. Simulation results showed that secondary flow decreased as a result of greater converging duct angle, which causing value of TVC entrainment ratio decreased. At the corner of 5° angle TVC entrainment ratio is 1,307, 7.5 ° angle is 1,267, 10° angle is 1,247, 12,5° angle is 1,239 and 15° angle is 1,241. TVC with a converging duct angle 5° has the best value 1,307.*

*Keyword : GOR Thermo vapor compressor, converging duct angle, entrainment ratio, CFD, Desalination*

## MOTTO

### **MAN JADDA WA JADDA**

(SIAPA YANG BERSUNGGUH-SUNGGUH MAKA IA AKAN BERHASIL)

### **MAN SHABARA ZHAFIRA**

(SIAPA YANG BERSABAR MAKA IA AKAN BERHASIL)

**Sesungguhnya, Aku mengingatkan kepadamu supaya kamu tidak termasuk orang-orang yang tidak berpengetahuan.**

(QS Hud ; 46)

**“The Best Way to Overcome Difficulties and Trouble is to Go Through Them”**

## PERSEMBAHAN

**Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada Alm. Bapak dan Mama yang selalu memberikan semangat dan cinta, serta kakak-kakakku tersayang dan keponakan terheboh ( Nanda, Ganesha, dan Kaisan).**

**Terima Kasih atas berbagai dukungan dan doa yang telah di berikan**



## KATA PENGATAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, karena hanya dengan izin-Nya lah maka penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Diponegoro.

Kedua sholawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Besar, Nabi akhir jaman, yang diutus untuk seluruh umat manusia, NABI MUHAMMAD SAW, karena dengan cinta, kasih dan tauladanmu setiap umat manusia yang mengikutimu dapat menuju ke kebahagiaan abadi.

Pada dasarnya karya ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah Penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, diantaranya:

1. Bapak MSK. Tony Suryo Utomo, PhD selaku dosen pembimbing pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penyusun untuk menyusun Tugas Akhir ini.
2. Saudara Muhammad Nuim Labib, M. Sudiro Hutomo, dan M. Iqbal yang telah memberikan wejangan dan masukkan tentang Tugas Akhir ini.
3. Semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Juni 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TUGAS SARJANA .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
NOMENKLATUR.....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1</b> Latar belakang .....	1
<b>1.2</b> Tujuan penulisan .....	3
<b>1.3</b> Batasan masalah .....	4
<b>1.4</b> Metodologi penelitian .....	4
<b>1.5</b> Sistematika penulisan.....	5
BAB II DASAR TEORI .....	6
<b>2.1</b> Klasifikasi Aliran.....	6
<b>2.1.1</b> Aliran <i>Inviscid</i> dan <i>Viscous</i> .....	7
<b>2.1.2</b> Aliran Laminar dan <i>Turbulent</i> .....	8
<b>2.1.3</b> Aliran <i>Compressible</i> dan <i>Incompressible</i> .....	9

2.1.4	Aliran Internal dan <i>Exsternal</i> .....	9
2.2	Bilangan Reynold.....	10
2.3	Persamaan Dasar Aliran Fluida.....	11
2.3.1	Persamaan Kekekalan Massa .....	11
2.3.2	Persamaan Momentum.....	13
2.3.3	Persamaan Energi.....	15
2.4	Sistem Desalinasi.....	17
2.4.1	Gambaran Umum Proses Desalinasi.....	20
2.4.2	<i>Multi Effect Desalination</i> (MED).....	23
2.5	<i>Thermo Vapor Compression</i> (TVC).....	25
2.5.1	Bagian-bagian <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	26
2.5.2	Karakteristik Operasi <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	29
2.6	Aliran Kompresibel .....	32
2.6.1	Aliran Isentropik.....	34
2.6.2	<i>Converging-Diverging Nozzle</i> .....	36
2.7	Teori Dasar CFD.....	36
2.7.1	Skema Numerik.....	41
2.7.2	Metode Solusi <i>Pressure Based</i> .....	41
2.7.3	Metode Solusi <i>Density Based</i> .....	43
2.7.4	Model Turbulen ( <i>Turbulent Modelling</i> ).....	44
2.7.4.1	Model <i>k-ε Standard</i> .....	47
2.7.5	Diskritisasi.....	48
2.7.5.1	<i>First Order Upwind Scheme</i> .....	51
2.7.5.2	<i>Second Order Upwind Scheme</i> .....	51
2.7.5.3	<i>Under Relaxation Factor</i> .....	52
2.7.6	Adaptasi Grid.....	53
2.7.6.1	Adaptasi $y^+$ dan $y^*$ .....	53
2.7.7	Jenis Grid.....	54
2.7.8	Kualitas Mesh.....	55

BAB III PEMODELAN SIMULASI.....	56
<b>3.1</b> Model <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	56
<b>3.2</b> Simulasi Menggunakan CFD FLUENT 6.3.....	57
<b>3.2.1</b> Pembuatan Model dan Kondisi Batas.....	59
<b>3.2.2</b> Penggenerasian Mesh.....	64
<b>3.2.3</b> <i>Solver</i> dan Model Turbulensi.....	65
<b>3.2.4</b> Pendefinisian Material .....	66
<b>3.2.5</b> Pendefinisian Kondisi Operasi dan Kondisi Batas.....	67
<b>3.2.5.1</b> Kondisi Operasi.....	67
<b>3.2.5.2</b> Kondisi Batas .....	68
<b>3.2.6</b> Kontrol Solusi dan Proses Iterasi.....	69
<b>3.2.7</b> Pengecekan Konvergensi.....	70
<b>3.2.8</b> Proses Adaptasi.....	71
<b>3.3</b> Validasi Pemodelan .....	73
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	 77
<b>4.1</b> Hasil Simulasi Variasi <i>Suction</i> .....	77
<b>4.2</b> Karakteristik Operasi <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	83
<b>4.2.1</b> Kontur Bilangan <i>Mach</i> .....	83
<b>4.2.2</b> Vektor Kecepatan.....	95
<b>4.2.3</b> Tekanan Statik.....	101
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 116
<b>5.1</b> Kesimpulan.....	116
<b>5.2</b> Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA .....	117
LAMPIRAN A.....	119
LAMPIRAN B.....	127
LAMPIRAN C.....	135
LAMPIRAN D.....	143

## .DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema Sistem <i>Multi Effect Desalination</i> (MED).....	1
Gambar 1.2	Skema <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	2
Gambar 1.2	Perbedaan Perilaku dari Benda Padat dan Fluida Karena Tegangan Geser.....	7
Gambar 2.2	Klasifikasi Aliran Fluida. ....	7
Gambar 2.3	Berbagai Daerah Aliran Lapisan Batas Diatas Plat Rata.....	7
Gambar 2.4	Variasi kecepatan (satu dimensi) terhadap waktu .....	8
Gambar 2.5	Aliran Dalam Pipa.....	10
Gambar 2.6	Aliran Eksternal Yang Melewati Sebuah Bola Tenis Dan Daerah Turbulen Yang Terbentuk Di Belakang Bola .....	10
Gambar 2.7	Keseimbangan Massa pada Elemen Fluida. ....	12
Gambar 2.8	Komponen Tegangan Menurut Arah Sumbu-X.....	14
Gambar 2.9	Proses Terbentuknya Hujan pada Atmosfir.....	19
Gambar 2.10	Proses Terbentuknya Hujan Es atau Salju pada Atmosfir.....	19
Gambar 2.11	Klasifikasi Teknologi Desalinasi Berdasarkan pada yang Diekstrak.....	21
Gambar 2.12	Klasifikasi Teknologi Berdasarkan pada Proses Pemisahan yang Digunakan.....	22
Gambar 2.13	Klasifikasi Teknologi Desalinasi Berdasarkan pada Energy yang Digunakan.....	23
Gambar 2.14	Skematik MED dengan <i>Thermo Vapor Compressor</i> (TVC).....	24
Gambar 2.15	<i>Thermo Vapor Compression</i> .....	25
Gambar 2.16	Desain <i>Thermo Vapor Compressor</i> (TVC) .....	26
Gambar 2.17	(a) <i>Constant-Pressure Mixing Ejector</i> , (b) <i>Constant-Area Mixing Ejector</i> . ....	27
Gambar 2.18	Desain <i>Thermo Vapor Compressor</i> . ....	29
Gambar 2.19	Variasi Tekanan dan Kecepatan Aliran Sepanjang <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	30
Gambar 2.20	Mode Operasi <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	31

Gambar 2.21	Kontrol Volume sebagai Analisis Dari Aliran Isentropik.....	34
Gambar 2.22	Gambar 2.23 Efek Bilangan Mach pada Nosel dan <i>Diffuser</i> .....	35
Gambar 2.23	Operasi pada <i>Converging</i> dan <i>Diverging Nozzle</i> .....	36
Gambar 2.24	(a) Pembagian <i>control volume</i> 1 dimensi, (b) Panjang <i>control volume</i> .....	38
Gambar 2.25	<i>Grid</i> 2 Dimensi.....	40
Gambar 2.26	<i>Grid</i> 3 Dimensi.....	41
Gambar 2.27	Skema metode solusi <i>Pressure Based</i> .....	42
Gambar 2.28	Skema metode solusi <i>Density Based</i> .....	43
Gambar 2.29	Lukisan Leonardo Da Vinci yang Menggambarkan Aliran Turbulen.....	44
Gambar 2.30	Volume Kendali yang Digunakan Untuk Mengilustrasikan Diskritisasi Persamaan <i>Transport</i> Skalar.....	50
Gambar 2.31	Skema Penentuan Nilai Sisi Sel pada Diskritisasi <i>First-Order Upwind</i> .....	51
Gambar 2.32	Skema Penentuan Nilai Sisi Sel pada Diskritisasi <i>Second-Order Upwind</i> .....	52
Gambar 2.33	Hasil Meshing Menggunakan Adaptsi $y^+$ .....	54
Gambar 2.34	Tipe Sel 2D.....	55
Gambar 2.35	Tipe Sel 3D.....	55
Gambar 3.1	Model Dasar <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	56
Gambar 3.2	Diagram Alir Simulasi CFD Fluent 6.3.....	57
Gambar 3.3	Diagram Alir Simulasi CFD Fluent 6.3 (lanjutan).....	58
Gambar 3.4	Diagram Alir Simulasi CFD Fluent 6.3 (lanjutan).....	59
Gambar 3.5	<i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	60
Gambar 3.6	Tipe Kondisi Batas TVC.....	61
Gambar 3.7	TVC CDV1.....	62
Gambar 3.8	TVC CDV2.....	63
Gambar 3.9	TVC CDV3.....	63
Gambar 3.10	TVC CDV4.....	64
Gambar 3.11	Grid <i>Quadrilateral</i> pada Domain.....	65

Gambar 3.12	Panel Model Turbulensi. ....	66
Gambar 3.13	Panel Pendefinisian Material.....	67
Gambar 3.14	Panel Kondisi Batas.....	68
Gambar 3.15	Panel <i>Initialize</i> .....	69
Gambar 3.16	Panel Kontrol Solusi.....	70
Gambar 3.17	Adaptasi $y^+$ 30-60 untuk <i>K-Epsilon Standar Wall Function</i> .....	72
Gambar 3.18	Model Dasar TVC .....	73
Gambar 4.1	Grafik Nilai Entrainment Ratio pada tekanan suction 0,013 Mpa.....	81
Gambar 4.2	Grafik <i>Nilai Entrainment Ratio</i> pada tekanan suction 0,016 MPa.....	82
Gambar 4.3	Grafik <i>Nilai Entrainment Ratio</i> pada tekanan suction 0,019 MPa .....	82
Gambar 4.4	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV1 5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	84
Gambar 4.5	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV2 5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	84
Gambar 4.6	Perbandingan Distribusi Tekanan Statik Sepanjang TVC CDV1 5 <sup>0</sup> dan TVC CDV2 5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	86
Gambar 4.7	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV1 10 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	86
Gambar 4.8	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV2 10 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	87
Gambar 4.9	Perbandingan Distribusi Tekanan Statik Sepanjang TVC CDV1 10 <sup>0</sup> dan TVC CDV2 10 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	88
Gambar 4.10	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV2 15 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	89
Gambar 4.11	Kontur Bilangan <i>Mach</i> TVC CDV1 15 <sup>0</sup> pada Tekanan TVC CDV2 15 <sup>0</sup> <i>Suction</i> 0,019 MPa.....	89
Gambar 4.12	Perbandingan Distribusi Tekanan Statik Sepanjang TVC CDV1 15 <sup>0</sup> dan TVC CDV2 15 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	90
Gambar 4.13	Kontur Bilangan <i>Mach</i> pada TVC CDV1 15 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	92
Gambar 4.14	Kontur Tekanan Statik pada TVC CDV1 15 <sup>0</sup> pada Tekanan .....	92

Gambar 4.15	Vektor Kecepatan pada TVC CDV1 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	93
Gambar 4.16	Kontur Bilangan <i>Mach</i> pada TVC CDV2 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	94
Gambar 4.17	Kontur Tekanan Statik pada TVC CDV2 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	94
Gambar 4.18	Vektor Kecepatan pada TVC CDV2 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	95
Gambar 4.19	Vektor Kecepatan TVC CDV1 5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	96
Gambar 4.20	Vektor Kecepatan TVC CDV2 5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	96
Gambar 4.21	Vektor kecepatan TVC CDV1 7,5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	97
Gambar 4.22	Vektor Kecepatan pada TVC CDV2 7,5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	97
Gambar 4.23	Vektor Kecepatan pada TVC CDV1 10° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	98
Gambar 4.24	Vektor Kecepatan pada TVC CDV2 10° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	98
Gambar 4.25	Vektor Kecepatan pada TVC CDV1 12,5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	99
Gambar 4.26	Vektor Kecepatan pada TVC CDV2 12,5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	99
Gambar 4.27	Vektor Kecepatan pada TVC CDV 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	100
Gambar 4.28	Vektor Kecepatan pada TVC CDV2 15° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	100
Gambar 4.29	Kontur Tekanan Statik TVC CDV1 5° pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa.....	101



Gambar 4.30	Kontur Tekanan Statik TVC CDV2 5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	101
Gambar 4.31	Kontur Tekanan Statik TVC CDV1 7,5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	102
Gambar 4.32	Kontur Tekanan Statik TVC CDV2 7,5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	102
Gambar 4.33	Kontur Tekanan Statik TVC CDV1 10 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	103
Gambar 4.34	Kontur Tekanan Statik TVC CDV2 10 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	103
Gambar 4.35	Kontur Tekanan Statik TVc CDV1 12,5 <sup>0</sup> pada <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	104
Gambar 4.36	Kontur Tekanan Statik TVC CDV2 12,5 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	104
Gambar 4.37	Kontur Tekanan Statik TVC CDV1 15 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	105
Gambar 4.38	Kontur Tekanan Statik TVC CDV2 15 <sup>0</sup> pada Tekanan <i>Suction</i> Sebesar 0.019 MPa .....	105
Gambar 4.39	Grafik Tekanan Statik TVC CDV1 pada Tekanan <i>Suction</i> 0.013MPa .....	106
Gambar 4.40	Grafik Tekanan Statik TVC CDV1 saat Tekanan <i>Suction</i> 0,016 MPa .....	107
Gambar 4.41	Tekanan Statik TVC CDV1 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	108
Gambar 4.42	Tekanan Statik TVC CDV2 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,013 MPa .....	109
Gambar 4.43	Tekanan Statik TVC CDV2 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,016MPa .....	110
Gambar 4.44	Tekanan Statik TVC CDV2 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	111
Gambar 4.45	Tekanan Statik TVC CDV3 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,013 MPa .....	112
Gambar 4.46	Tekanan Statik TVC CDV4 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,013 MPa .....	113
Gambar 4.47	Tekanan Statik TVC CDV3 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,016 MPa .....	113
Gambar 4.48	Tekanan Statik TVC CDV4 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,016 MPa .....	114
Gambar 4.49	Tekanan Statik TVC CDV3 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	115
Gambar 4.50	Tekanan Statik TVC CDV4 pada Tekanan <i>Suction</i> 0,019 MPa .....	115

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Air Berdasarkan pada Kandungan Salinitas .....	20
Tabel 2.2	Ringkasan literatur desain optimal <i>Thermo Vapor Compressor</i> ) .....	28
Tabel 2.3	Ringkasan literatur desain optimal <i>Thermo Vapor Compressor</i> ) .....	29
Tabel 3.1	Model geometri benda.....	56
Tabel 3.2	Dimensi Nosel Simulasi pada TVC .....	60
Tabel 3.3	Tipe Kondisi Batas .....	61
Tabel 3.4	Jenis Meshing yang digunakan pada TVC.....	64
Tabel 3.5	Spesifikasi Fluida .....	65
Tabel 3.6	Variasi Tekanan Pada <i>Thermo Vapor Compressor</i> .....	67
Tabel 3.7	Kontrol Solusi .....	69
Tabel 4.1.	Tabel Hasil Simulasi TVC CDV1.....	78
Tabel 4.2	Tabel Hasil Simulasi TVC CDV2.....	78
Tabel 4.3	Tabel Hasil Simulasi TVC CDV3.....	79
Tabel 4.4	Tabel Hasil Simulasi TVC CDV4.....	80

## NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
$A$	Luas area penampang	$m^2$
$C$	Kecepatan Sonik	$m/s$
$H$	Enthalpy	$kJ/kg$
$K$	Rasio kalor spesifik	$C_p/C_v$
$\dot{m}$	Laju aliran massa	$kg\ s^{-1}$
$M$	Mach Number	
$p_0$	Tekanan stagnasi	Pa
$p^*$	Tekanan kritis	Pa
$P$	<i>Static pressure</i>	Pa
$P_{op}$	<i>Operating pressure</i>	Pa
$P_{ot}$	<i>Total pressure</i>	Pa
$R$	Universal gas constant 8,314	$J/(gmol \cdot K)$
$T$	<i>Static Temperatur</i>	K
$T_{ot}$	<i>Total temperature</i>	K
$V$	Kecepatan aliran	$m/s$
$\rho$	Massa jenis fluida	$kg/m^3$
$\omega$	<i>Entrainment Ratio</i>	
$\eta$	<i>Coefficient isentropic efficiency</i>	
$\mathbf{v}$	Vektor kecepatan (= $u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$ dalam 2D)	
$\Gamma_\phi$	Koefisien difusi untuk $\phi$	

$\nabla\phi$	Gradien $\phi$ ( $= (\partial\phi/\partial x)i + (\partial\phi/\partial y)j$ dalam 2D)	
GOR	<i>Gained Output Ratio</i>	
$y^+$	<i>Y plus</i>	
$y^*$	<i>Y star</i>	
$MW$	<i>Molecular weight</i>	g/gmol
$C_p$	Kalor spesifik gas pada tekanan konstan	KJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
$C_v$	Kalor spesifik gas pada volume konstan	KJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
$S_\phi$	Sumber $\phi$ tiap satuan volum	
$N_{face}$	Jumlah sisi dekat sel	
$\phi_f$	Nilai $\phi$ yang dikonveksikan melalui sisi $f$	
$A_f$	Luas sisi $f$ , $ A  =  A_x\hat{i} + A_y\hat{j} $ dalam 2D	