



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA *PRESSURE DROP* PADA *FLOWLINE* MINYAK 21.000 BFPD
DENGAN BERBAGAI VARIASI *WATER CUT* PADA KONTUR TANAH
BERBUKIT MENGGUNAKAN SIMULASI PIPESYS V7.1 & CFD
FLUENT 6.3**

TUGAS AKHIR

ADY PRIAMBODO

L2E 007 006

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

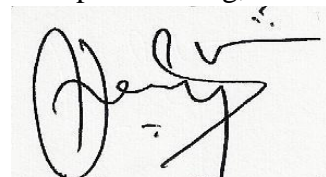
MARET 2012

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama: Ady Priambodo
NIM : L2E 007 006
- Dosen Pembimbing : MSK Tony Suryo Utomo, PhD
- Jangka Waktu : 12 (dua belas) Bulan
- Judul : **Analisa *Pressure Drop* Pada *Flowline* Minyak 21.000 BFPD Dengan Berbagai Variasi *Water Cut* Pada Kontur Tanah Berbukit Menggunakan Simulasi PIPESYS V7.1 & CFD Fluent 6.3**
- Isi Tugas :
- Mengetahui ukuran diameter pipa yang optimum pada saat mendesain suatu *flowline* dengan kapasitas produksi 21.000 BFPD dengan variasi kondisi *water cut* 20%, 40%, 60%, 80%, dan 90%.
 - Mengetahui perbandingan besarnya *pressure drop* yang terjadi pada *flowline* dengan variasi kondisi *water cut* 20%, 40%, 60%, 80%, dan 90% dengan variasi sudut elevasi 45°, 60°, dan 90° menggunakan standar API RP 14E terhadap hasil simulasi PIPESYS V7.1 dan CFD Fluent 6.3.
 - Mengetahui fenomena aliran fluida yang terjadi di dalam pipa seperti: pola aliran, kontur tekanan, vektor kecepatan, dan *pathlines*.

Semarang, 22 Maret 2012

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 : Ady Priambodo

NIM : L2E 007 006

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Ady Priambodo

NIM : L2E 007 006

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : *Analisa Pressure Drop Pada Flowline Minyak 21.000 BFPD Dengan Berbagai Variasi Water Cut Pada Kontur Tanah Berbukit Menggunakan Simulasi PIPESYS V7.1 & CFD Fluent 6.3*

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. Sri Nugroho, ST, MT

Penguji : Ir. Eflita Yohana, MT, PhD

Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT

()
()
()
()

Semarang, 22 Maret 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 : ADY PRIAMBODO
NIM : L2E 007 006
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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 *PRESSURE DROP* PADA *FLOWLINE* MINYAK 21.000 BFPD DENGAN BERBAGAI VARIASI *WATER CUT* PADA KONTUR TANAH BERBUKIT MENGGUNAKAN SIMULASI PIPESYS V7.1 & CFD FLUENT 6.3

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 : 22 Maret 2012

Yang menyatakan



(ADY PRIAMBODO)
NIM. L2E 007 006

PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

- 1. ALLAH SWT yang menuntun penulis sejak awal penelitian hingga penyusunan laporan.*
- 2. Kedua orang tua Ku tercinta, terima kasih atas dukungannya dalam doa dan dana.*
- 3. Kakak-kakak Ku tercinta yang selalu memberikan semangat, terima kasih atas dukungan doanya.*
- 4. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Diponegoro angkatan 2007, terima kasih untuk kritik dan sarannya.*
- 5. Semua pihak yang terkait dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.*

ABSTRAK

Aliran fluida minyak dengan kondisi *water cut* tertentu di dalam suatu *flowline* yang memiliki variasi sudut elevasi selalu disertai dengan adanya *pressure drop*. Pada umumnya perhitungan *pressure drop* yang terjadi di dalam pipa masih dilakukan dengan cara perhitungan teoritis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran diameter pipa yang optimum pada saat mendesain suatu *flowline* dengan kapasitas produksi 21.000 BFPD dengan variasi kondisi *water cut* 20%, 40%, 60%, 80%, dan 90%, mengetahui perbandingan besarnya *pressure drop* yang terjadi pada *flowline* dengan variasi kondisi *water cut* 20%, 40%, 60%, 80%, dan 90% dengan variasi sudut elevasi 45°, 60°, dan 90° menggunakan standar API RP 14E terhadap hasil simulasi PIPESYS V7.1 dan CFD Fluent 6.3, mengetahui fenomena aliran fluida yang terjadi di dalam pipa seperti: pola aliran, kontur tekanan, vektor kecepatan, dan *pathlines*.

Perhitungan didasarkan pada standar API RP 14E sedangkan proses simulasi dilakukan dengan asumsi fluida bersifat satu fasa, *incompressible* dengan keadaan *steady*. Pada simulasi menggunakan perangkat lunak PIPESYS V7.1, metode perhitungan *frictional pressure loss* yang digunakan adalah metode Eaton-Oliemans, Humark & Dukler, dan OLGAS. Pada simulasi menggunakan perangkat lunak CFD Fluent 6.3 model viskos yang digunakan adalah model *k-epsilon*.

Dari hasil perhitungan didapatkan diameter pipa optimum yang digunakan adalah diameter 8 inch dengan tipe *schedule 40*. Besarnya peningkatan *pressure drop* yang terjadi pada pipa elevasi berbanding lurus dengan peningkatan prosentase *water cut* maupun peningkatan sudut elevasi. Hasil perbandingan galat *pressure drop* dengan menggunakan simulasi PIPESYS V7.1 terhadap hasil perhitungan API RP 14E adalah *over prediction*. Sedangkan hasil perbandingan galat *pressure drop* dengan menggunakan simulasi CFD Fluent 6.3 terhadap hasil perhitungan API RP 14E adalah *under prediction*. Berdasarkan vektor kecepatan dan *pathlines* pada *elbow* sudut 90° dengan kondisi *water cut* 20% menunjukkan indikasi terjadinya *secondary flow* di dalam pipa tersebut.

Kata kunci : *Flowline*, *Pressure drop*, *Water cut*, Sudut elevasi.

ABSTRACT

Fluid flow of oil in the specific conditions of water cut within a flowline that has variations in elevation angle is always accompanied by a pressure drop. Generally, the calculation of pressure drop occurring in the pipe is still done by theoretical calculations.

The purpose of this research was to find out the optimum pipe diameter when designing a flowline with a production capacity of 21 000 BFPD with variations in water cut conditions of 20%, 40%, 60%, 80%, and 90%, knowing the ratio of the amount of pressure drop that occurs the flowline with variations in water cut conditions of 20%, 40%, 60%, 80%, and 90% with elevation angle variation of 45°, 60° and 90° using a API RP 14E's standard against the simulation results of the PIPESYS V7.1 and the CFD Fluent 6.3, knowing the fluid flow phenomena that occur in the flowline such as: flow patterns, pressure contours, velocity vectors and pathlines.

The calculations are based on the standard of API RP 14E, while the simulation is done by assuming the fluid is single phase, incompressible with a steady state. In the simulation using the PIPESYS V7.1 software, frictional pressure loss calculation method that used is the method of Eaton-Oliemans, Humark & Dukler, and the OLGAS. In the simulation using the CFD Fluent 6.3 software viscous model that used is the k-epsilon model.

From the calculation results obtained optimum pipe diameter used is 8 inch with schedule 40 type. The magnitude of increase in pressure drop which occurs in the elevation pipe is proportional to the percentage increase in water cut and the increasing of the elevation angle. The results of the comparison error by using the simulated pressure drop of the calculated PIPESYS V7.1 against API RP 14E is over prediction. While the results of the comparison error pressure drop by simulations using CFD Fluent 6.3 against API RP 14E calculations is under prediction. Based on the velocity vectors and pathlines on the elbow angle of 90° with the condition of 20% water cut indicate the occurrence of secondary flow in the flowline.

Keywords: Flowline, Pressure drop, Water cut, Elevation angle.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa *Pressure Drop* pada *Flowline* Minyak 21.000 BFPD dengan Berbagai Variasi *Water Cut* pada Kontur Tanah Berbukit Menggunakan Simulasi PIPESYS V7.1 & CFD Fluent 6.3”.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan, baik moral maupun material. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak MSK Tony Suryo Utomo, PhD selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Agung Sri Hendrasa beserta Bapak Henri Prakoso selaku Pembimbing di PT. AOZORA AGUNG PERKASA.
3. Bawie Cahyo A.N selaku teman satu kelompok Tugas Akhir.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya dan dikemudian hari ada generasi penerus yang mampu menyempurnakan kekurangan penelitian ini.

Semarang, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Fluida	5
2.2 Aliran Fluida	6
2.3 Aliran Fasa Tunggal dan Multifasa.....	9
2.4 <i>Water Cut</i>	10
2.5 Pola Aliran	10

2.6	<i>Aliran Fully Developed</i>	14
2.7	Persamaan Dasar Aliran Fluida	16
2.8	Bilangan Reynolds	17
2.9	<i>Pressure Drop</i> pada Pipa	18
2.10	<i>Computational Fluid Dynamic</i>	25
2.11	PIPESYS	34
BAB III PEMODELAN.....		35
3.1	Model Fluida	35
3.2	Model Benda	36
3.3	Langkah Pengerjaan.....	37
3.4	Simulasi.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Basis Desain.....	49
4.2	Perhitungan Menggunakan Standar API RP 14E	50
4.3	Simulasi Menggunakan PIPESYS V7.1	54
4.4	Simulasi Menggunakan CFD Fluent 6.3.....	57
4.5	Perbandingan Hasil <i>Pressure Drop</i>	58
4.6	Fenomena Aliran dalam Pipa.....	67
BAB V PENUTUP		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran	88
DAFTAR PUSTAKA		90
LAMPIRAN A GAMBAR-GAMBAR HASIL SIMULASI.....		91
LAMPIRAN B TABEL <i>MAXIMUM ALLOWABLE WORKING PRESSURE</i> ...		109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Variasi kecepatan pada dinding dan tegangan geser pada aliran searah.....	5
Gambar 2.2	Rheograms fluida <i>Newtonian</i> dan <i>non-Newtonian</i>	6
Gambar 2.3	Klasifikasi aliran fluida.....	7
Gambar 2.4	Skematik lapisan batas	7
Gambar 2.5	Variasi kecepatan axial terhadap waktu.....	8
Gambar 2.6	Aliran di dalam pipa.....	9
Gambar 2.7	Aliran <i>Stratified Smooth</i>	10
Gambar 2.8	Aliran <i>Stratified Wavy</i>	11
Gambar 2.9	Aliran <i>Annular</i>	11
Gambar 2.10	Aliran Slug	11
Gambar 2.11	Aliran Plug	12
Gambar 2.12	Aliran <i>Bubble</i>	12
Gambar 2.13	Aliran Mist	12
Gambar 2.14	Aliran <i>Bubble</i>	13
Gambar 2.15	Aliran <i>Slug</i>	13
Gambar 2.16	Aliran <i>Transition</i>	13
Gambar 2.17	Aliran <i>Annular/ mist</i>	14
Gambar 2.18	Aliran pada <i>entrance region</i> dalam pipa.....	15
Gambar 2.19	Diagram Moody	20
Gambar 2.20	Karakter Aliran Pada <i>Elbow 90°</i>	24
Gambar 2.21	Karakter Aliran Pada <i>Elbow 90°</i> : (a) tanpa <i>guide vanes</i> , (b) dengan <i>guide vanes</i>	25
Gambar 2.22	Skema metode solusi <i>pressure based</i>	28
Gambar 2.23	Skema metode solusi <i>density based</i>	29
Gambar 2.24	Hasil <i>Meshing</i> Menggunakan Adapsi y^+	33
Gambar 2.25	Tipe Sel 2D	34
Gambar 2.26	Tipe Sel 3D	34

Gambar 3.1	Geometri Pipa 2 Dimensi.....	36
Gambar 3.2	Diagram Alir Simulasi PIPESYS V7.1.....	37
Gambar 3.3	Diagram Alir Simulasi CFD Fluent 6.3.....	38
Gambar 3.4	Daerah Asal (<i>Domain</i>) Pipa Lurus 2 Dimensi.....	43
Gambar 3.5	Daerah Asal (<i>Domain</i>) Pipa Elevasi 3 Dimensi.....	43
Gambar 3.6	Perbesaran Gambar Daerah Asal (<i>Domain</i>) Pipa Elevasi 3 Dimensi.....	44
Gambar 4.1	Perbandingan Hasil <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Lurus.....	58
Gambar 4.2	Perbandingan Hasil <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 45°.....	60
Gambar 4.3	Perbandingan Hasil <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 60°.....	60
Gambar 4.4	Perbandingan Hasil <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 90°.....	61
Gambar 4.5	Grafik <i>Pressure Drop</i> Terhadap Sudut Elevasi pada Kondisi Water Cut 20%.....	64
Gambar 4.6	Grafik <i>Pressure Drop</i> Terhadap Sudut Elevasi pada Kondisi Water Cut 40%.....	65
Gambar 4.7	Grafik <i>Pressure Drop</i> Terhadap Sudut Elevasi pada Kondisi Water Cut 60%.....	65
Gambar 4.8	Grafik <i>Pressure Drop</i> Terhadap Sudut Elevasi pada Kondisi Water Cut 80%.....	66
Gambar 4.9	Grafik <i>Pressure Drop</i> Terhadap Sudut Elevasi pada Kondisi Water Cut 90%.....	66
Gambar 4.10	Pembagian <i>Segment</i> pada Pipa Elevasi.....	69
Gambar 4.11	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 90° WC 20%.....	70
Gambar 4.12	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 90° WC 20%.....	70
Gambar 4.13	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 90° WC 20%.....	71
Gambar 4.14	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 60° WC 20%.....	71
Gambar 4.15	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 60° WC 20%.....	72

Gambar 4.16	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 60° WC 20%	72
Gambar 4.17	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 45° WC 20%	73
Gambar 4.18	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 45° WC 20%	73
Gambar 4.19	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Bawah Sudut 45° WC 20%	74
Gambar 4.20	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 90° WC 20%	75
Gambar 4.21	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 90° WC 20%	75
Gambar 4.22	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Atas Sudut 90° WC 20%	76
Gambar 4.23	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 60° WC 20%	76
Gambar 4.24	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 60° WC 20%	77
Gambar 4.25	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Atas Sudut 60° WC 20%	77
Gambar 4.26	Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 45° WC 20%	78
Gambar 4.27	Potongan Penampang Kontur Tekanan <i>Elbow</i> Atas Sudut 45° WC 20%	78
Gambar 4.28	Potongan Penampang Vektor Kecepatan <i>Elbow</i> Atas Sudut 45° WC 20%	79
Gambar 4.29	<i>Pathlines Particle ID Elbow</i> Bawah Sudut 90° WC 20%	80
Gambar 4.30	Potongan Penampang <i>Pathlines</i> <i>Elbow</i> Bawah Sudut 90° WC 20%	81
Gambar 4.31	<i>Pathlines Particle ID Elbow</i> Bawah Sudut 60° WC 20%	81
Gambar 4.32	Potongan Penampang <i>Pathlines</i> <i>Elbow</i> Bawah Sudut 60° WC 20%	82
Gambar 4.33	<i>Pathlines Particle ID Elbow</i> Bawah Sudut 45° WC 20%	82
Gambar 4.34	Potongan Penampang <i>Pathlines</i> <i>Elbow</i> Bawah Sudut 45° WC 20%	83

Gambar 4.35	<i>Pathlines Particle ID Elbow Atas Sudut 90° WC 20%</i>	84
Gambar 4.36	Potongan Penampang <i>Pathlines Elbow Atas Sudut 90° WC 20%</i> .	84
Gambar 4.37	<i>Pathlines Particle ID Elbow Atas Sudut 60° WC 20%</i>	85
Gambar 4.38	Potongan Penampang <i>Pathlines Elbow Atas Sudut 60° WC 20%</i> .	85
Gambar 4.39	<i>Pathlines Particle ID Elbow Atas Sudut 45° WC 20%</i>	86
Gambar 4.40	Potongan Penampang <i>Pathlines Elbow Atas Sudut 45° WC 20%</i> .	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kekasaran Absolut untuk Pipa Baru	19
Tabel 3.1	Variasi Geometri Pipa.....	37
Tabel 3.2	Komposisi Fluida <i>Hydrocarbon</i>	41
Tabel 3.3	Jenis <i>Meshing</i>	44
Tabel 3.4	Variasi Sifat-sifat Fluida	45
Tabel 3.5	Kontrol Solusi	47
Tabel 4.1	Hasil Interpolasi Sifat-sifat Fluida	49
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Massa Jenis Campuran Gas dengan <i>Liquid</i>	50
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>Erosional Velocity</i>	51
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Kecepatan Fluida dan Diameter Optimum.....	52
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Lurus	53
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi.....	54
Tabel 4.7	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Lurus	55
Tabel 4.8	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> Metode Eaton-Oliemans pada Pipa Elevasi	55
Tabel 4.9	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> Metode Humark & Dukler pada Pipa Elevasi	56
Tabel 4.10	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> Metode OLGAS pada Pipa Elevasi	56
Tabel 4.11	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Lurus	57
Tabel 4.12	Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi	57
Tabel 4.13	Hasil Perbandingan Galat <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Lurus.....	59
Tabel 4.14	Hasil Perbandingan Galat <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 45° ..	62
Tabel 4.15	Hasil Perbandingan Galat <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 60° ..	62
Tabel 4.16	Hasil Perbandingan Galat <i>Pressure Drop</i> pada Pipa Elevasi 90° ..	63
Tabel 4.17	Pola Aliran pada Pipa Lurus	67
Tabel 4.18	Pola Aliran pada Pipa Elevasi.....	68

NOMENKLATUR

Symbol	Keterangan
A	Luas penampang pipa
c	Kecepatan suara, Konstanta empiris
d_i	Diameter dalam
D	Diameter luar pipa
D_H	Diameter hidrolis pipa
e	Kekasaran absolut
f	Faktor gesekan
\vec{F}	Gaya badan <i>external</i>
g	Percepatan gravitasi
h_L	<i>Head loss</i> per satuan panjang
h_p	<i>Head</i> pompa
h_t	<i>Head</i> turbin
I	Unit <i>tensor</i>
L	Panjang pipa
Le	Panjang <i>entrance</i>
M	Bilangan <i>Mach</i>
p	Tekanan rata-rata
P	Tekanan operasi
Q	Debit aliran
Q_g	Laju alir gas
Q_l	Laju alir <i>liquid</i>
r	Koordinat radial
R	<i>Gas-liquid ratio</i>
Re	Bilangan Reynold
S_g	<i>Gas specific gravity</i>
S_l	<i>Liquid specific gravity</i>
S_m	<i>Source</i> massa

t	Waktu
T	Temperatur operasi
u	Kecepatan pada jarak y dari dinding
v	Kecepatan aliran
v_r	Kecepatan radial
v_x	Kecepatan axial
v_z	Kecepatan putaran
V	Kecepatan rata-rata aliran
V_e	<i>Erosional velocity</i>
W	Laju total gas + <i>liquid</i>
y^+	<i>y plus</i>
y^*	<i>y star</i>
z	Elevasi
Z	<i>Gas compressibility factor</i>
α	Faktor koreksi energi
γ	Berat jenis fluid
λ	<i>Flowing liquid volume fraction</i>
θ	Sudut elevasi
ρ	Massa jenis
ρ_m	Massa jenis campuran gas- <i>liquid</i>
τ	Tegangan geser
$\bar{\tau}$	<i>Stress tensor</i>
μ	Viskositas dinamik
μ_n	Viskositas dinamik campuran
μ_l	Viskositas <i>liquid</i>
μ_g	Viskositas gas
μ_t	Viskositas turbulen (eddy)
ΔP	<i>Pressure drop</i>
ΔP_z	<i>Pressure drop</i> pada pipa karena kenaikan elevasi
ΔZ_n	Kenaikan elevasi pada segmen “n”