

**ANALISA TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN DALAM PIPA  
PENYALURAN *SLURRY* TERHADAP VARIASI KONDISI *DISCHARGE* PIPA  
DENGAN SOLIDWORKS 3D *SIMULATION* PADA PT. FREEPORT INDONESIA**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mengikuti sidang sarjana Strata Satu (S1)

Prodi Teknik Mesin



DISUSUN OLEH :

NAMA : ROMEO NAWIKO

NIM : 1551050003

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA TIMUR  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Romeo Nawiko

Nim : 1551050003

Fakultas/Jurusan : Teknik / Mesin

Judul : ANALISA TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN  
DALAM PIPA PENYALURAN *SLURRY* TERHADAP VARIASI KONDISI DISCHARGE  
PIPA DENGAN SOLIDWORKS 3D SIMULATION PADA PT. FREEPORT INDONESIA

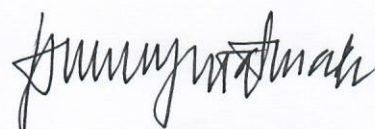
Diterima dan disahkan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Mesin.

Dosen Pembimbing I



(Ir. Kimar Turnip, M.Si.)

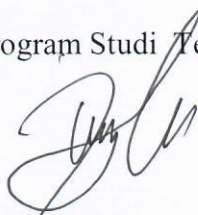
Dosen Pembimbing II



(Ir. Priyono Atmadi, DEA)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Dikky Antonius, S.T., M.Sc.)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**SURAT TUGAS AKHIR**

1. Dengan persetujuan Ketua Program Studi Teknik Mesin  
maka :

N a m a : Romeo Nawiko

N I M : 1551050003

Berjanji akan menyelesaikan tugas ini dalam waktu yang ditentukan dengan kesungguhan, kreatifitas dan penuh tanggung jawab sesuai dengan kepribadian seorang Sarjana Teknik yang diharapkan daripadanya.

2. **Topik Tugas Akhir** : ANALISA TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN DALAM PIPA PENYALURAN SLURRY TERHADAP VARIASI KONDISI DISCHARGE PIPA DENGAN SOLIDWORKS 3D SIMULATION PADA PT. FREEPORT INDONESIA

Diberikan pada tanggal : 8 Oktober 2018

Selesai pada tanggal : 11 Januari 2019

Dosen Pembimbing : 1. Ir.Kimar Turnip, M.Si.  
2. Ir.Priyono Atmadi, DEA.

3. Pembayaran uang tugas tanggal : 7 Januari 2019

4. Tugas selesai dan diterima  
pada tanggal : 9 Februari 2019

Nomor .  
.../pts/jtm/ft.uki/....

T. Tangan :

Dikky Antonius,ST,M.Sc.

Kaprodi

Romeo Nawiko

Mahasiswa ybs.

Ir. Kimar Turnip, M.Si.

Dosen Pembimbing I

Ir. Priyono Atmadi, DEA.

Dosen Pembimbing II

.....  
Bagian Keuangan

Dikky Antonius,ST,M.Sc

Kaprodi

## LEMBAR PERNYATAAN


Dalam hal ini saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Romeo Nawiko  
NIM : 1551050003  
Institusi/perguruan : Universitas Kristen Indonesia  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Menyatakan :

Dalam tugas akhir dengan topik **ANALISA TEKANAN DAN KECEPATAN ALIRAN DALAM PIPA PENYALURAN *SLURRY* TERHADAP VARIASI KONDISI DISCHARGE PIPA DENGAN SOLIDWORKS 3D SIMULATION PADA PT. FREEPORT INDONESIA** adalah hasil karya saya sendiri.

Dalam hal topik tersebut baru pertama kali dilakukan di Teknik Mesin UKI.  
Demikian surat pernyataan ini saya buat.

Jakarta, 11 Januari 2019



( Romeo Nawiko )

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karuniannya yang tiada batas sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian akhir Sarjana Strata Satu (S-1) pada program studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Laporan tugas akhir ini memang sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dari pembaca sekalian, yang akhirnya buku laporan Tugas Akhir ini nantinya semakin sempurna dan dapat berguna serta bermanfaat untuk kemajuan bersama.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan bantuan baik secara moral dan moril dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang saya hormati, yang telah menguliahkan saya
2. Bapak Dikky Antonius, ST, M.Sc. , selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin yang telah menyetujui topik tugas akhir yang diajukan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ir. Kimar Turnip, M.Si. , selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan pengarahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

4. Bapak Ir. Priyono Atmadi, DEA. , selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan pengarahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Ir.Nono Peter Tauran , Selaku *Manager Technical Advicer Concentrating Division* PT. Freeport Indonesia yang telah memperbolehkan saya mengobservasi dan mengambil data untuk keperluan topik tugas akhir yang saya ajukan.
6. Bapak Ir.Rai Renaldi Leimena , Selaku *Manager Mechanical Maintenance Concentrating Division* PT. Freeport Indonesia yang telah membimbing saya selama observasi dan pengambilan data di MP 74, Freeport, Tembagapura untuk keperluan topik tugas akhir yang saya ajukan.
7. Semua rekan kerja saya selama observasi dan pengambilan data di PT.Freeport Indonesia yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir yang saya ajukan.

Jakarta, 11 Januari 2019

( Romeo Nawiko )

## ABSTRAK

*Centrifugal Pump* merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ketempat yang lain, alat ini dapat memindahkan berbagai macam fluida cair baik dengan persen solid yang tinggi maupun hanya murni fluida cair dengan persen solid yang sangat rendah. *Piping system* merupakan hal yang penting untuk menunjang kerja dari *centrifugal pump*, dengan *piping system* yang baik maka fluida cair dapat dipindahkan dengan gangguan *friction* yang minim ,selain itu juga diameter pipa yang tidak sesuai dengan *settling velocity* yang mengakibatkan adanya *plug* atau deposit aliran pada sisi dinding pipa. Hal tersebut akan mempengaruhi aliran pada pipa yang nantinya akan mengakibatkan penurunan *flow rate*. Penurunan *flow rate* akan merugikan kerja pompa sehingga kerja pompa menjadi tidak maksimal.

Pada perancangan *piping system* ini penulis melakukan observasi di PT. Freeport Indonesia tentang permasalahan yang ada pada *mill concentrating*, yang berkaitan dengan *piping system* penyaluran *slurry* dari *sump box* menuju *cyclone saparation*. *Cyclone saparation* merupakan alat separasi untuk memisahkan antara ore berdiameter besar dengan yang kecil, oleh karena itu dibutuhkan tekanan 10 psi dan *flow rate* 22.000 gpm pada *cyclone feed separator* sesuai dengan spesifikasi alat tersebut, sehingga dapat bekerja dengan maksimal dengan pengaplikasian *reducer* pada bagian dischargenya.

## **ABSTRACT**

A centrifugal pump is a device used to drain fluid from one place to another, this tool can do a variety of good liquid fluids with a high percentage of solids, both only liquid fluids with very low percent solids. Piping system is important to support the work of a centrifugal pump, with a good piping system, the liquid fluid can be removed with minimal friction force, besides that the pipe diameter is not in accordance with the settling speed that corresponds to the appearance on the pipe wall. This will affect the flow of the pipe which will replace the flow rate. Penurunan flow rate will be detrimental to the work pump so that the work pump is not optimal.

In designing this piping system the author observed at PT. Freeport Indonesia about the problems in the concentration plant, which are related to piping systems channeling slurry from the sump box to cyclone separation. Cyclone separation is a separator for separating large-diameter ore from small ones, because a pressure of 10 psi is needed and the flow rate of 22,000 gpm in a cyclone feed separator according to the specifications of the tool, can be used to the maximum by using the reducer on the discharge pipe section.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK.....	xiv
DAFTAR NOTASI .....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Ruang Lingkup .....	4
1.4 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II .....	6
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Dasar Teori Pompa dan Pipa .....	6
2.1.1 Pengertian Fluida, Debit dan Head .....	6
2.1.2 Pengertian Pompa .....	8

2.1.3 Pengertian Kavitasi .....	10
2.1.4 Pengertian NPSH .....	12
2.1.5 Bilangan Reynolds .....	17
2.2 Pompa Sentrifugal dan Prinsip Kerjanya .....	18
2.2.1 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal.....	18
2.2.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal .....	25
2.3 Teori dan Persamaan yang Mendukung Percobaan .....	26
2.3.1 Persamaan Bernoulli .....	26
2.3.2 Persamaan Kontinuitas .....	28
2.3.3 Hukum Kekekalan Massa .....	30
2.4 Pendekatan Dalam Mengkaji Aliran Fluida Dalam Pipa .....	31
2.4.1 Pendekatan Komputasional Numerikal .....	31
2.4.2 Finite-Volume Method (Metode Volume Hingga) .....	33
2.4.3 Kondisi Batas (Boundary Condition) dan Karakteristik Grid .....	33
2.4.4 Model K-Epsilon.....	34
2.4.5 Alur Proses CFD (Computational Fluid Dynamic).....	35
<b>BAB III .....</b>	<b>36</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>36</b>
3.1 Metode Penelitian .....	36
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	36
3.4 Diagram Alir Penelitian Umum.....	42
<b>BAB IV .....</b>	<b>43</b>

PEMOGRAMAN DAN HASIL KOMPUTASI .....	43
4.1 Metodologi Pemrograman .....	43
4.2 Diagram Alir Penelitian Spesifik .....	44
4.3 Data Slurry dan Cyclone .....	45
4.2.1 Input, Proses, Output untuk pemodelan pipa discharge .....	45
4.2.2 Input, Proses, Output untuk Analisa Dinamika Fluida (CFD) Pipa .....	45
4.2.1 Hasil Komputasi Simulasi Fluida Dan Analisa .....	46
4.4 Hasil Analisa CFD (Computational Fluid Dynamic) .....	48
4.4.1 System Pipa Discharge Tahun 1997 .....	48
4.4.2 System Pipa Discharge Tahun 2018 .....	54
4.4.3 System Pipa Discharge Tahun 2018 Improvement .....	60
4.5 Perbandingan 3 System Pipa .....	66
4.5.1 Perbandingan Kecepatan Aliran dalam Pipa .....	66
4.5.2 Perbandingan Pressure dalam Pipa .....	67
4.5.3 Perbandingan Gaya Friction dalam Pipa .....	68
BAB V .....	69
PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 NPSH bila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang dihisap
- Gambar 2.2 NPSH bila tekanan uap bekerja di dalam tangki air hisap yang tertutup
- Gambar 2.3 Bagian-bagian pompa sentrifugal
- Gambar 2.4 Jenis impeller
- Gambar 2.5 Desain rumah pompa
- Gambar 2.6 Bantalan praktis untuk pompa
- Gambar 2.7 Selongsong poros pompa
- Gambar 2.8 Perapat Mekanis
- Gambar 2.9 Pipa penyaluran mengalami penurunan luas penampang
- Gambar 3.1 Pompa GIW
- Gambar 3.2 Grafik Pompa GIW
- Gambar 3.3 Drawing Engineering
- Gambar 3.4 Drawing Engineering
- Gambar 3.5 Drawing Engineering
- Gambar 3.6 *Discharge piping system* pada tahun 1997
- Gambar 3.7 *Discharge piping system* pada tahun 2018
- Gambar 3.8 *Discharge piping system* modified
- Gambar 4.9 System pipa dari sump box ke distributor box cyclone
- Gambar 4.10 Permodelan Iterasi Pipa Outlet Tahun 1997
- Gambar 4.11 Tampilan 2 Dimensi Area Rendering Tekanan Pipa Discharge Tahun 1997
- Gambar 4.12 Kontur Tekanan Pada Pipa Discharge Tahun 1997

Gambar 4.13 Tampilan 2D Area Rendering Kecepatan Aliran Pipa Discharge Tahun 1997

Gambar 4.14 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pipa Discharge Tahun 1997

Gambar 4.15 Permodelan Iterasi Pipa Outlet Tahun 2018

Gambar 4.16 Tampilan 2D Area Rendering Tekanan Pada Pipa Discharge Tahun 2018

Gambar 4.17 Kontur Tekanan Pada Pipa Discharge Tahun 2018

Gambar 4.18 Tampilan 2D Area Rendering Kecepatan Aliran Pipa Discharge Tahun 2018

Gambar 4.19 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pipa Discharge Tahun 2018

Gambar 4.20 Permodelan iterasi *discharge* pipa dengan pengaplikasian reducer

Gambar 4.21 Tampilan 2D Area Rendering Tekanan Pada Pipa Discharge Improvement

Gambar 4.22 Kontur Tekanan Pada Pipa Discharge Improvement

Gambar 4.23 Tampilan 2D Area Rendering Kecepatan Aliran Pipa Discharge Improvement

Gambar 4.24 Kontur Kecepatan Aliran Pada Pipa Discharge Improvement

## **DAFTAR TABEL DAN GRAFIK**

Tabel 4.1 Data Slurry

Tabel 4.2 Data Cyclone

Tabel 4.3 Perbandingan Kecepatan Aliran

Tabel 4.4 Perbandingan Pressure

Tabel 4.5 Perbandingan Gaya Friksi

Grafik 4.1 Perbandingan Velocity 3 Pipa Discharge

Grafik 4.2 Perbandingan Pressure 3 Pipa Discharge

Grafik 4.3 Perbandingan Gaya Friksi 3 Pipa Discharge

## DAFTAR NOTASI

### Notasi :

$\rho$  = Densitas Slurry

$v$  = Kecepatan Aliran Fluida

$A$  = Luas penampang pipa

$d$  = Diameter penampang pipa

$l$  = Panjang penampang pipa

$Re$  = Bilangan Reynolds

$P$  = Tekanan Dalam Pipa

$F$  = Gaya Friksi Pada Dinding Pipa

$g$  = Gravitasi bumi

$h$  = Ketinggian

$m$  = Massa udara

$\mu$  = Dynamic viscosity

### Satuan :

: kg/m<sup>3</sup>

: m/s

: m<sup>2</sup>

: m

: m

: -

: Pascal [Pa]

: Newton [N]

: m/s<sup>2</sup>

: m

: kg

: kg/(m.s)