



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERANCANGAN SISTEM PIPA DISTRIBUSI BAHAN BAKAR
(SOLAR) JALUR PEKANBARU - BATAM**

TUGAS AKHIR

RENDY ARIE CHAMETANA

L2E 007 072

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama: Rendy Arie Chametana

NIM : L2E007072

Dosen Pembimbing : Ir. Sudargana, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Perancangan Sistem Pipa Distribusi Bahan Bakar Solar Jalur
Pekanbaru - Batam

Isi Tugas :

1. Merencanakan sistem *pipeline* yang aman dan efisien dalam transportasi Bahan Bakar Minyak Solar.
2. Mencari dimensi dan jenis pipa yang digunakan untuk penyaluran Bahan Bakar Minyak dalam laut dari Pekanbaru sampai Batam

Semarang, 12 September 2012

Menyetujui

Pembimbing



Ir. Sudargana, MT

NIP. 194811251986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Rendy Arie Chametana

NIM : L2E 007 072

Tanda Tangan :

Tanggal : 12 September 2012

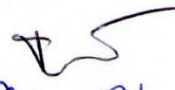
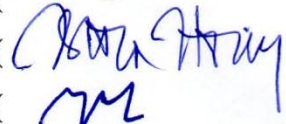


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rendy Arie Chametana
NIM : L2E 007 072
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Pipa Distribusi Bahan Bakar Solar
Jalur Pekanbaru - Batam

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

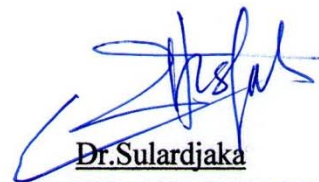
TIM PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Sudargana, MT	()
Penguji	: Dr.Ing.Ir.Ismoyo Haryanto, MT	()
Penguji	: Dr. Rusnaldy, ST, MT	()
Penguji	: Ir. Arijanto, MT	()

Semarang, 12 September 2011

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 : Rendy Arie Chametana
NIM : L2E 007 072
Pembimbing : Ir. Sudargana, MT
NIP : 194811251986031002
Jurusan/Fakultas : Teknik Mesin/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 dan pembimbing yang berjudul:

**“PERANCANGAN SISTEM PIPA DISTRIBUSI BAHAN BAKAR (SOLAR)
JALUR PEKANBARU - BATAM”**

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 mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 12 September 2012

Yang menyatakan

(Rendy Arie Chametana)
NIM L2E007072

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Sarjana ini sebagai ungkapan rasa syukur Penulis dan dipersembahkan untuk:

- ☉ Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
- ☉ Bapak dan Ibu tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moral maupun material, semoga kalian bangga dan bahagia.
- ☉ Someone yang selalu menemaniku diwaktu susah maupun senang
- ☉ Teman – teman Wisma Ksatria yang telah memberikan semangat dan motivasi.

ABSTRAK

Kebutuhan bahan bakar selalu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan industri, sehingga untuk menyuplai bahan bakar tersebut diperlukan adanya suatu perancangan sistem distribusi bahan bakar dengan menggunakan pipa untuk memudahkan datangnya pasokan bahan bakar. Salah satu aspek terpenting dalam perancangan sistem pipa untuk fluida minyak adalah desain hidrolis.

Perancangan ini mengambil jalur dari Pekanbaru menuju Batam sepanjang 302,43 km dan fluida yang dialirkan adalah minyak solar dengan temperatur desain 18,38°C, massa jenis 870 kg/m³, berat jenis 8534,7 N/m³, API *gravity* 31, *specific gravity* (densitas relative) 0,87, viskositas dinamik 4,7 cP, viskositas kinematik 5,4 cSt, tekanan penguapan 1 kPa, laju alir 559,15 m³/cd dan faktor beban 0,93.

Hasil perhitungan memberikan desain pipa yang digunakan adalah tipe Schedule 40 dengan diameter nominal 300 mm, dengan spesifikasi yang digunakan untuk pipeline adalah API 5L dengan jenis pipa seamless dengan grade A25. Jumlah stasiun pompa yang dibutuhkan sebanyak 2 stasiun pompa yang berlokasi di km 0 dan km 168. Daya pompa yang diperlukan untuk setiap stasiun pompa adalah 537,62 kW dan 421,28 kW. Untuk perlindungan terhadap korosi, pada bagian dalam pipa di gunakan *lining* dengan *epoxy* sedangkan pada bagian luar digunakan sistem tiga lapis (*three layer coating*)

Kata kunci: Pipeline, minyak solar, Pekanbaru-Batam

ABSTRACT

Demand for fuel always increases along with population and industry growth, therefore in order to supply fuel, a system design of fuel distribution using pipe is needed to facilitate fuel supply. One important aspect in the plan system of oil pipelines is hydraulic design.

This design takes route from Pekanbaru to Batam which is about 302,43 km. The transported fluid is diesel oil with design temperature 18,38°C, density 870 kg/m³, units of weight 8534,7 N/m³, API gravity 31, specific gravity (relative density) 0,87, dynamic viscosity 4,7 cP, kinematic viscosity 5,4 cSt, load factor 0,93, flow rate 559,15m³/cd and evaporation pressure of 1 kPa.

Result of calculation suggests a pipe design with schedule type 40 and nominal diameter 300 mm, in which specification of pipe material is API 5L, seamless and grade A25. Two pump stations are required at km 0 and km 168 with power at each pump stations is 537,62 kW and 421,28 kW respectively. For protecting from corrosion, epoxy lining is used at the inside of the pipe and three layer coating at the outside.

Key word (s): Pipeline, diesel oil, Pekanbaru-Batam

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem Pipa Distribusi Bahan Bakar Solar Jalur Pekanbaru - Batam”** ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. Sudargana, MT selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan-pengarahan dan masukan-masukan kepada penyusun hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
2. Terimakasih kepada saudara Totok Agung Pamuji selaku partner Tugas Akhir, yang telah memberikan support dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan kami di masa yang akan datang. Akhir kata Penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, 12 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
NOMENKLATUR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penulisan.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Kriteria Perancangan.....	2
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Definisi Fluida.....	5
2.2 Aliran Tak Mampu Mampat Satu Fasa.....	6
2.3 Bilangan <i>Reynolds</i>	7
2.4 ASME B31 Code.....	8
2.4.1 Ruang Lingkup dan Definisi ASME B31.4 <i>Code</i>	8
2.4.2 Tegangan Izin (<i>Allowable Stress</i>).....	9
2.4.3 Tebal Dinding Pipa.....	9

2.5 Persamaan Aliran Untuk Analisa Satu Dimensi	10
2.5.1 Persamaan Kontinuitas.....	10
2.5.2 Persamaan Energi.....	11
2.5.3 <i>Formula Headloss</i>	11
2.5.3.1 <i>Fitting Loss</i>	12
2.5.3.2 <i>Pipe Loss</i>	13
2.5.3.3 <i>Total Loss</i>	14
2.6 Kavitasi Pada Sistem <i>Pipeline</i>	15
2.7 Pemilihan Rute.....	15
2.8 Basis Desain	19
2.9 Sistem Isothermal.....	19
2.10 Sistem Energi	20
2.11 <i>Hidraulyc dan Energy Grade Lines</i>	20
2.12 Teori Pemilihan Pompa.....	21
2.12.1 Dasar Pemilihan Pompa.....	21
2.12.2 Jenis Pompa.....	23
2.12.3 Stasiun Pompa.....	24
2.12.4 Jumlah Stasiun Pompa	24
2.12.5 Lokasi Stasiun Pompa.....	24
2.12.6 Daya Pompa	26
2.13 Perlindungan Terhadap Korosi Pipa	26
2.13.1 Jenis-Jenis Korosi.....	26
2.13.1.1 Korosi Kimiawi.....	26
2.13.1.2 Korosi <i>Galvanis</i>	26
2.13.1.3 Korosi Bakterial	27
2.13.1.4 Korosi Celah.....	27
2.13.2 Cara Pencegahan Korosi	27
2.13.2.1 <i>Lining dan Coating</i>	27
2.13.2.2 Perlindungan Katodik.....	28
2.14 Perancangan Instalasi	28
2.14.1 Instalasi Stasiun Pompa.....	29

2.14.2 Instalasi Pipa Bawah Laut.....	29
BAB III KRITERIA DESAIN PERPIPAAN.....	37
3.1 Diagram Alir Perancangan.....	37
3.2 Pemilihan Rute.....	38
3.3 Laju Aliran Fluida.....	41
3.4 Karakteristik Fluida.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Basis Desain.....	43
4.2 Perhitungan Laju Operasi.....	43
4.3 Perhitungan Diameter Pipa.....	44
4.4 Perhitungan <i>Head Statis</i>	45
4.5 Perhitungan Tekanan Internal Total Pengaliran.....	45
4.6 Perhitungan Kecepatan Aliran.....	46
4.7 Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i>	46
4.8 Perhitungan Kerugian Gesek.....	46
4.9 Perhitungan Jumlah Stasiun Pompa.....	47
4.10 Lokasi Stasiun Pompa.....	48
4.11 Perhitungan Head dan Tekanan Tiap Pompa.....	49
4.11.1 Pompa Pertama.....	50
4.11.2 Pompa Kedua.....	51
4.12 Perhitungan Daya Pompa.....	51
4.13 Pemilihan Pompa.....	52
4.13.1 Karakteristik Pompa Pertama.....	52
4.13.2 Karakteristik Pompa Kedua.....	53
4.14 Pembahasan Perancangan.....	53
4.15 Perlindungan Pipa.....	54
4.16 Perancangan Instalasi.....	58
4.16.1 Instalasi Stasiun Pompa.....	59
4.16.2 Instalasi Pipa Bawah Laut.....	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran.....	62
 DAFTAR PUSTAKA	 63
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Variasi kecepatan dari dinding dan tegangan geser	6
Gambar 2.2 Grafik fluida <i>Newtonian</i> dan non- <i>Newtonian</i>	6
Gambar 2.3 Diagram Moody	14
Gambar 2.4 Pemilihan Rute Pipa	17
Gambar 2.5 <i>Energy Grade Line</i> dan <i>Hidraulic Grade Line</i> sepanjang <i>pipeline</i> . ..	21
Gambar 2.6 Kurva kinerja pompa	22
Gambar 2.7 Pompa Sentrifugal	23
Gambar 2.8 Penentuan lokasi stasiun dengan metode grafik	25
Gambar 2.9 <i>Pipelay Semisubmersibles</i>	30
Gambar 2.10 <i>pipelay ships</i> dan <i>pipelay barge</i>	31
Gambar 2.11 <i>Pipelay reel ships</i>	32
Gambar 2.12 <i>Tow or Pull Vessels</i>	32
Gambar 2.13 Proses <i>S-lay</i> pada <i>Pipeline</i>	33
Gambar 2.14 Metode <i>J-Lay</i>	34
Gambar 2.15 Metode <i>Reel lay</i>	35
Gambar 2.16 Proses <i>Towing</i> pada <i>pipeline</i>	36
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan	37
Gambar 3.2 Distribusi BBM pada BPH migas	38
Gambar 3.3 Jalur <i>Pipeline</i> Pekanbaru-Batam	39
Gambar 3.4 Kontur tanah pada jalur <i>Pipeline</i>	39
Gambar 3.5 Pembacaan elevasi tiap titik dengan menggunakan <i>Global Mapper</i> 13.0	40
Gambar 3.6 Viskositas minyak solar Pertamina	42
Gambar 4.1 Penentuan lokasi stasiun pompa dengan menggunakan metode grafik untuk sistem <i>pipeline</i> minyak solar 610 m ³ /d	49
Gambar 4.2 Skema Instalasi Pipeline (tidak berskala)	50
Gambar 4.3 Pelapisan Pipa	55
Gambar 4.4 Pipeline dengan pelapis dari campuran beton	55

Gambar 4.5 Concrete armor cover.....	56
Gambar 4.6 Penutup pipa yang terbuat dari susunan beton.....	56
Gambar 4.7 Penutupan <i>pipeline</i> di dasar laut dengan batuan alam.....	57
Gambar 4.8 Parit bawah laut	58
Gambar 4.9 Tranching untuk pipa darat.....	58
Gambar 4.10 Anchor pipeline bawah laut.....	58
Gambar 4.11 Skema instalasi stasiun pompa (tidak berskala).....	59
Gambar 4.12 Pemasangan pipa dengan menggunakan teknik S-lay.....	60
Gambar 4.13 <i>Pipelay semisubmersible</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai koefisien K untuk berbagai jenis <i>fitting</i>	13
Tabel 2.2 Membandingkan Intensitas Energi dari pipa untuk jenis transportasi .	18
Tabel 4.1 Lokasi stasiun pompa berdasarkan metode grafik	49
Tabel 4.2 Karakteristik Pompa Pertama.....	52
Tabel 4.3 Karakteristik Pompa Kedua	53

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang pipa	m^2
A_i	Luas penampang dalam pipa	m^2
d	Diameter dalam pipa	mm
D	Diameter luar pipa	mm
DN	Diameter Nominal pipa	mm
f	Faktor gesekan	
g	Percepatan gravitasi	m/s
h_L	<i>Head loss</i> per satuan panjang	m/Km
H	<i>Head</i>	m
H_f	<i>Head</i> gesekan	m
H_p	<i>Head</i> pompa	m
H_s	<i>Head static</i>	m
H_T	<i>Head</i> total	m
H_v	<i>Head</i> kecepatan	m
K	Koefisien <i>local loss</i>	
L	Panjang pipa	Km
MAOH	<i>Maximum Allowable Operating Head</i>	m
P_i	Tekanan internal	Mpa
Q	Debit aliran	m^3/cd
rd	<i>Relative density</i>	
R_e	Bilangan Reynold	
S_A	Tekanan ijin pipa	Mpa
ρ	Massa jenis fluida	kg/m^3
μ	Viskositas dinamik	Cp
γ	Berat jenis fluida	N/m^3