



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISA HIDROLIK SISTEM PERPIPAAN PENYALUR BAHAN BAKAR
PREMIUM DARI BALONGAN SAMPAI JAKARTA**

TUGAS AKHIR

RANDO TUNGGU DEWA

L2E 008 089

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

2012

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Rando Tungga Dewa
NIM : L2E 008 089

Dosen Pembimbing : I. Ir. Sudargana, MT.

Jangka waktu : 6 bulan (enam bulan)

Judul : Analisa Hidrolik Sistem Perpipaan Penyalur Bahan Bakar Premium dari Balongan sampai Jakarta.

Isi Tugas : Melakukan analisis perhitungan desain hidrolik untuk mendapatkan basis-basis desain perancangan sistem pipa dan asumsi-asumsi perancangan sistem pipa bawah tanah.

Semarang, 16 Juli 2012
Pembimbing Tugas Sarjana



Ir. Sudargana , MT
NIP. 194811251986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA :Rando Tungga Dewa

NIM :L2E 008 089

Tanda Tangan :



Tanggal :16 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Rando Tungga Dewa

NIM : L2E 008 089

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Hidrolik Sistem Perpipaan Penyalur Bahan Bakar Premium dari Balongan sampai Jakarta

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.

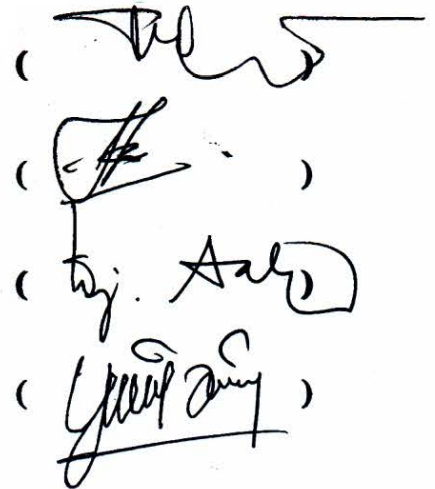
TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Sudargana, MT

Penguji : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT

Penguji : Ir. Djoeli satrijo, MT

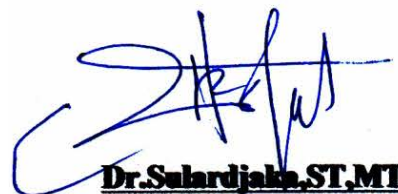
Penguji : Yusuf Umardhani, ST, MT



Semarang, 16 Juli 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Subardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rando Tungga Dewa
NIM : L2E 008 089
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
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 HIDROLIK SISTEM PERPIPAAN PENYALUR BAHAN BAKAR PREMIUM DARI BALONGAN SAMPAI JAKARTA.

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 memublikasikan tugas akhir penulis selama tetap mencantumkan nama penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 16 Juli 2012

Yang menyatakan



(Rando Tungga Dewa)
NIM. L2E 008 089

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

Bapak dan Ibu serta keluarga dirumah yang telah memberi ruang dan kasih sayangnya untuk berkarya

MOTTO

“Imagination is more important than knowledge”

(Albert Einstein)

"It's not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives.

It is the one that is most adaptable to change"

(Charles Darwin)

“Ilmu pengetahuan tidak menjanjikanmu berlimpah harta, tetapi ilmu pengetahuan dan sosial menjanjikanmu kenyamanan yang abadi”

(Ayahanda)

ABSTRAK

Bahan Bakar Minyak (BBM) masih merupakan energi utama dalam industri, transportasi dan rumah tangga. Masalah letak geografis yang berjauhan menjadi kendala utama untuk mendistribusikan minyak mentah dalam skala besar. Sistem pipa merupakan alternatif pendistribusian minyak mentah yang sering digunakan. Sistem pipa menghubungkan lokasi sumber penghasil dengan konsumen atau dari suatu stasiun dengan stasiun minyak mentah lainnya. Sistem pipa yang digunakan disini ialah pipa untuk bawah tanah (*buried pipe*) untuk fluida bahan bakar minyak premium.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan jalur pipa sesuai ASME B31.4. Jalur yang dirancang adalah sistem pipa baja dari Terminal PT. Pertamina Balongan sampai Terminal PT. Pertamina Plumpang. Pipa ditanam di dalam tanah dan sebagian besar berada dekat pantai. Perancangan dilakukan dengan analisis desain hidrolis dan pemilihan pompa. Selain itu juga diasumsikan perencanaan instalasi pipa di dalam tanah dan melewati sungai serta instalasi pompa.

Ukuran pipa yang dipilih ialah DN 300 mm tipe *schedule 40*, jenis pipa *seamless* dengan tegangan ijin sebesar 174 Mpa. Untuk perlindungan pipa memakai sistem *lining* dan *coating* dengan sistem *FBE-three layer* untuk perlindungan luar. *Head* sistem sebesar 2234,027 m. Tekanan dan head maksimum pengaliran pada sistem ialah 11,08 MPa dan 1661,17 m. Untuk Perancangan pompa *Head* maksimum operasi diturunkan sebesar 1117,0135 m untuk mendapatkan 2 stasiun pompa. Berdasarkan metode grafik, lokasi stasiun pompa pada titik awal di kota Balongan dan pada kilometer 91,5101 di kota Subang. Pompa yang dipilih dalam perancangan ini adalah pompa jenis sentrifugal bertingkat *Goulds 3600* dengan daya masing-masing 1450 KW dan 1300 KW dan *head* 2740 m serta efisiensi 75%.

Kata kunci: Sistem pipa minyak, sistem pipa bawah tanah, instalasi pipa, instalasi pompa.

ABSTRACT

Fuel oil (FUEL) is still the main energy in industry, transport and households. The geographical issues into major obstacles apart to distribute crude oil on a large scale. The pipeline system is an alternative distribution of crude oil that are frequently used. Pipe system connecting consumers with producers of source location or from a station with another crude oil station. Pipeline system used here is the pipe for underground (buried pipe) for fluid fuel oil premium.

Hence, in this final project will be appropriate design pipeline ASME B31.4. The system is designed steel- terminal pipe of PT. Pertamina balongan until PT. Pertamina plumpang terminal. Pipa grown in the ground and most are near the shore. Plan done by analysis and design pemilihan hydraulic pumps. Moreover, the plan assumed installation pipes in the ground and pump backthrough rivers and installation.

Pipe size selected is DN 300 mm type schedule 40 pipe types, seamless type with stress permit amounted to 174 Mpa. For the protection of the pipeline system lining and coating wear with three layer system FBE-for the protection of the outside. Head system of 2234,027 m. Maximum Pressure in the stream system is 11,08 MPa and for head is 1661,17 m. For the design of the pump Head maximum operation was revealed by 1117,0135 m to get 2 pump station. Based on graph method, location of the pumping station at the starting point in Balongan at 91,5101 kilometre, Subang. Selected in the design of the pump is a centrifugal type pump of multilevel Goulds 3600 with respective power 1450 KW and 1300 KW and head as well as the efficiency of 2740 m and 75%.

Keywords: *Oil pipeline systems, buried pipe, pipe installation, pump installation.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis senantiasa panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang tiada hentinya mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dengan segala karunia yang diberikan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Hidrolik Sistem Perpipaan Penyalur Bahan Bakar Premium dari Balongan sampai Jakarta”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam kesempatan ini penulis juga hendak menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Begitu banyak pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung mendorong penulis dalam menyelesaikan studi ini dari awal hingga akhir., yaitu :

1. Ir. Sudargana, MT., sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus sebagai dosen wali penulis di Jurusan Teknik Mesin.
2. Engineer tutor dari PT. Pertamina yang banyak memberikan data dan informasi yang diperlukan.
3. Rekan Sigit Poerboyo dan Wahyu Sumantri sebagai tim dalam Tugas Akhir ini yang banyak membantu dalam menyelesaikan laporan ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 16 Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN TUGAS SARJANA..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| HALAMAN PESETUJUAN PUBLIKASI..... | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| MOTTO..... | vii |
| ABSTRAK..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| KATA PENGANTAR..... | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| NOMENKLATUR..... | xviii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Metode Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Definisi Fluida..... | 5 |
| 2.2 Aliran Satu Fasa Tak Mampu Mampat..... | 7 |
| 2.3 Rezim Aliran..... | 7 |
| 2.4 Aliran Satu Dimensi..... | 8 |
| 2.4.1 Persamaan Kontinuitas..... | 8 |

| | | |
|---|--|----|
| 2.4.2 | Persamaan Energi | 10 |
| 2.4.3 | Kerugian-Kerugian <i>Head (Headloss)</i> | 11 |
| 2.4.3.1 | <i>Minor Loss</i> | 11 |
| 2.4.3.2 | <i>Major Loss</i> | 11 |
| 2.5 | Kode dan Standar Perancangan | 14 |
| 2.6 | Sistem Pipa untuk Minyak | 14 |
| 2.6.1 | Pemilihan Rute..... | 14 |
| 2.6.2 | Basis Desain..... | 15 |
| 2.6.3 | Sistem <i>Isothermal</i> | 16 |
| 2.6.4 | Sistem Energi..... | 16 |
| 2.6.5 | <i>Maximum Allowable Operating Pressure (MAOP)</i> dan <i>Maximum Allowable Operating Head (MAOH)</i> | 16 |
| 2.6.6 | Gradien Hidrolik | 17 |
| 2.7 | Pemilihan Pompa | 17 |
| 2.7.1 | Spesifikasi Pompa | 18 |
| 2.7.2 | Stasiun Pompa..... | 19 |
| 2.8 | Perlindungan Pipa | 21 |
| 2.8.1 | Jenis-Jenis Korosi..... | 21 |
| 2.8.2 | Pencegahan Korosi..... | 22 |
| 2.8.2.1 | <i>Lining dan Coating</i> | 22 |
| 2.8.2.2 | Perlindungan Katodik..... | 22 |
| 2.8.3 | Perlindungan Mekanis Pipa..... | 23 |
| 2.9 | Perencanaan dan Instalasi | 25 |
| 2.9.1 | Instalasi Pipa | 25 |
| 2.9.1.1 | Instalasi Pipa Melewati Sungai | 25 |
| 2.9.1.2 | Sambungan Pipa dan Katup | 26 |
| 2.9.2 | Instalasi Pompa | 30 |
| BAB III DATA PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN | | 31 |
| 3.1 | Diagram Alir Perancangan..... | 31 |
| 3.2 | Jalur Pipa..... | 32 |

| | |
|--|--------|
| 3.3 Parameter Perancangan..... | 35 |
| 3.3.1 Laju Aliran Minyak Premium..... | 35 |
| 3.3.2 Karakteristik Minyak Premium..... | 35 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISA..... | 37 |
| 4.1 Basis Desain | 37 |
| 4.2 Analisis Kapasitas Aliran..... | 37 |
| 4.3 Pemilihan Pipa | 38 |
| 4.4 Analisis Tekanan (MAOP) dan <i>Head</i> Maksimum Operasi (MAOH) yang diijinkan..... | 39 |
| 4.5 Analisis Kecepatan dan Regim Aliran..... | 40 |
| 4.6 Analisis Kerugian-Kerugian pada Sistem..... | 40 |
| 4.7 Analisis Stasiun Pompa..... | 41 |
| 4.7.1 Gradien Hidrolik | 41 |
| 4.7.2 Jumlah Stasiun Pompa | 42 |
| 4.7.3 Lokasi Stasiun Pompa | 43 |
| 4.8 Pemilihan Pompa | 43 |
| 4.8.1 Analisis Spesifikasi <i>Head</i> dan Daya Pompa | 43 |
| 4.8.2 Jenis Pompa..... | 47 |
| 4.9 Perlindungan Pipa Terhadap Korosi | 48 |
| 4.10 Perencanaan dan Instalasi | 49 |
| 4.10.1 Perencanaan dan Instalasi Pipa Dalam Tanah..... | 49 |
| 4.10.2 Perencanaan dan Instalasi Pompa | 53 |
| 4.11 Permasalahan Teknis Sistem Perpipaan dan Pemecahannya..... | 55 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 58 |
| 5.1 Kesimpulan | 58 |
| 5.2 Saran..... | 59 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Tabel elevasi tanah dan gradient hidrolik

LAMPIRAN 2. Spesifikasi pompa *Goulds 3600*

LAMPIRAN 3. Dimensi dari beberapa jenis *flange* untuk material 1.4 kelas 900

LAMPIRAN 4. Tabel Pipa komersil untuk DN 300 mm

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Jenis dan Kegunaan <i>Fitting</i> | 28 |
| Tabel 3.1 | Data Fisik dan Kimiawi Premium | 36 |
| Tabel 4.1 | Kapasitas Aliran | 37 |
| Tabel 4.2 | Lokasi Stasiun Pompa Berdasarkan Metode Grafik | 43 |
| Tabel 4.3 | Analisis Perhitungan <i>Head</i> Pompa | 45 |
| Tabel 4.4 | Karakteristik Setiap Pompa | 47 |
| Tabel 4.5 | Tekanan Kerja Sesuai Temperatur dan Kelas pada Material 1.4 | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Perbedaan antara fluida padat dan cair akibat tegangan geser dan konstan | 5 |
| Gambar 2.2 | Variasi kecepatan dari dinding dan tegangan geser pada aliran parallel | 6 |
| Gambar 2.3 | a)Tegangan geser, b)Viskositas, fungsi dari laju deformasi untuk aliran satu dimensi pada beberapa fluida <i>Non-Newtonian</i> | 6 |
| Gambar 2.4 | Grafik perbandingan antara laju aliran dan diameter nominal pada kecepatan 0,5 – 3 m/s..... | 9 |
| Gambar 2.5 | Diagram <i>Moody</i> | 13 |
| Gambar 2.6 | Kurva <i>H-Q</i> untuk sistem pipa dan pompa sentrifugal | 18 |
| Gambar 2.7 | Contoh gradient hidrolik dari pipa DN 500, 30.000 m ³ /d | 20 |
| Gambar 2.8 | Sistem penanaman pipa dalam tanah..... | 23 |
| Gambar 2.9 | Instalasi pipa melintasi jalan raya dengan perlindungan..... | 24 |
| Gambar 2.10 | Struktur jembatan sistem <i>truss</i> | 25 |
| Gambar 2.11 | Jenis dan proses pengelasan | 26 |
| Gambar 2.12 | Jenis <i>flange</i> | 27 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir perancangan desain hidrolik sistem pipa..... | 32 |
| Gambar 3.2 | Skema jalur perancangan pipa dari terminal Balongan ke Plumpang | 33 |
| Gambar 3.3 | Grafik elevasi tanah dengan menggunakan <i>Google Earth 6.0.3.2197</i> | 34 |
| Gambar 4.1 | Penampang pipa..... | 39 |
| Gambar 4.2 | Gradien hidrolik untuk sistem pipa minyak premium..... | 42 |
| Gambar 4.3 | Lapisan FBE- <i>Three Layer</i> | 49 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Gambar 4.4 | Jenis penanaman pipa bawah tanah | 51 |
| Gambar 4.5 | Rancangan dasar struktur jembatan..... | 52 |
| Gambar 4.6 | Konstruksi pipa bawah tanah..... | 53 |
| Gambar 4.7 | Area konstruksi pipa..... | 53 |
| Gambar 4.8 | Denah peletakkan pompa mendatar dengan sistem pipa | 54 |
| Gambar 4.9 | Perubahan jalur pipa | 56 |

NOMENKLATUR

| | | |
|----------|---------------------------------|-------------------|
| τ | Tegangan geser | N |
| μ | Viskositas dinamik | kg/m.s |
| u | Kecepatan fluida pada sumbu-y | m/s |
| Re | Bilangan reynold | - |
| ρ | Densitas fluida | kg/m ³ |
| ν | Viskositas kinematik | cSt |
| d | Diameter dalam | m |
| D | Diameter Luar | m |
| t | Ketebalan | m |
| A | Luas penampang | m ² |
| Q | Kapasitas aliran | m ³ /s |
| v | Kecepatan aliran | m/s |
| g | Percepatan gravitasi | m/s ² |
| Z | Ketinggian rata-rata | m |
| α | Faktor koreksi energi | - |
| H | <i>Head</i> | m |
| h_L | Kerugian <i>head</i> | m |
| h_f | Kerugian <i>minor</i> | m |
| h_p | <i>Head</i> pompa | m |
| h_s | <i>Head</i> statik atau elevasi | m |
| h_t | <i>Head</i> turbin | m |

| | | |
|--------------|-----------------------------------|------------------|
| K | Konstanta kerugian lokal | - |
| f | Faktor gesek | - |
| L | Panjang pipa keseluruhan | m |
| e | Kekasaran relatif | - |
| P_i (MAOP) | Tekanan ijin maksimum operasi | Pa |
| S_A | Tegangan ijin | Pa |
| MAOH | <i>Head</i> ijin maksimum operasi | m |
| γ | Berat jenis | N/m ³ |
| P_h | Daya hidrolik | Watt |
| P | Daya poros | Watt |