



SKRIPSI – ME 141501

**EVALUASI DESAIN SISTEM VENTING DARI *MANIFOLD* TRUK KE
TEMPORARY TANK DI TERMINAL LPG SEMARANG**

Andri Indriawan

042114400 00088

Dosen Pembimbing :

Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



BACHELOR THESIS – ME 141501

**DESIGN EVALUATION OF VENTING SYSTEM FROM TRUCK
MANIFOLD TO TEMPORARY TANK IN TERMINAL LPG
SEMARANG**

Andri Indriawan

042114400 00088

Supervisor :

Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

Pada laporan skripsi yang saya susun ini tidak terdapat tindakan plagiarisme, dan menyatakan dengan sukarela bahwa semua data, konsep, rancangan, bahan tulisan, dan materi yang ada di laporan tersebut adalah milik *Marine Machinery And System* (MMS) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS yang merupakan hasil studi penelitian dan berhak dipergunakan untuk pelaksanaan kegiatan-kegiatan penelitian lanjut pengembangannya.

Nama : Andri Indriawan

NRP : 042114400 00088

Judul Skripsi : Evaluasi Desain Sistem Venting dari *Manifold Truk* ke *Temporary Tank* di Terminal LPG Semarang

Departemen : Teknik Sistem Perkapalan

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat tindakan plagiarisme, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diberikan oleh ITS sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 30 Juli 2018



Andri Indriawan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI DESAIN SISTEM VENTING DARI *MANIFOLD* TRUK KE
TEMPORARY TANK DI TERMINAL LPG SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Machinery Sistem (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANDRI INDRIAWAN
NRP. 0421144000088

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. **Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc**
NIP : 19760310200003100



SURABAYA ,
30 JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DESAIN SISTEM VENTING DARI *MANIFOLD* TRUK KE *TEMPORARY TANK* DI TERMINAL LPG SEMARANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Fluid Machinery and System* (MMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Andri Indriawan

NRP. 0421144000088

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman., ST., MT

NIP. 197708022008011007

SURABAYA

JULY 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUASI DESAIN SISTEM VENTING DARI *MANIFOLD* TRUK KE *TEMPORARY TANK* DI TERMINAL LPG SEMARANG

Nama : Andri Indriawan
NRP : 04211440000088
Dosen Pembimbing : Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc

Abstrak

Salah satu sistem perpipaan yang terdapat di Terminal LPG Semarang adalah sistem venting. Sistem venting adalah sebuah sistem yang digunakan menampung sisa LPG berasal di *manifold* truk. Sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk kemudian dialirkan secara gravitasi dengan memanfaatkan tekanan sisa yang berada di *manifold* truk sebesar 8 bar melalui pipa 1” & 2” menuju *temporary tank*, berupa Pipa 10” yang digunakan untuk menampung sisa LPG sementara. Kemudian setelah ditampung di *temporary tank*, selanjutnya di pindahkan ke *storage tank* melalui kompresor. Sistem venting dibangun karena pada saat proses pengisian LPG di truk masih terdapat sisa LPG di *manifold* truk. Sebelum terdapat sistem ini biasanya gas LPG yang tersisa di *manifold* truk terbuang secara percuma di *atmosphere*. Sistem venting terdapat 2 fungsi utama yaitu keselamatan dan ekonomi. Berdasarkan fungsi keselamatan, LPG yang sebelumnya di *manifold* truk langsung dibuang ke *atmosphere*, sehingga bisa dimungkinkan terjadi kebakaran. Dampaknya sangat berbahaya baik terhadap pekerja maupun aset yang dimiliki oleh pihak Terminal LPG Semarang. Berdasarkan fungsi ekonomi jika diasumsikan per truk mempunyai sisa LPG 0.15 liter dalam *manifold* dan setiap hari terdapat 150 truk yang mengisi LPG di Terminal LPG Semarang, maka setiap hari terbuang 22.5 liter, setiap bulan terbuang 562.5 liter, setiap tahunnya terbuang 6750 liter. Dari beberapa keuntungan sistem venting, dalam operasional sehari-hari masih terdapat permasalahan di sistem tersebut, yaitu ketidakmampuan aliran sisa LPG untuk memenuhi volume *temporary tank*. Akibatnya LPG yang tersisa di *manifold* truk masih ada yang terbuang di *atmosphere*, sehingga sangat berbahaya untuk keselamatan. Berdasarkan perhitungan ASME VIII division 1, *design pressure* dari *temporary tank* di desain dengan tekanan sebesar 55 bar, namun pada keadaan aktual saat operasi pada tekanan 2.84 bar sudah tidak mampu menampung sisa LPG. Berdasarkan simulasi CFD, hasil analisa sistem venting terkait ketidakmampuan aliran sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk untuk memenuhi volume *temporary tank* yaitu adanya *pressure drop* dan *check valve*. Terdapat dua rekomendasi desain, pertama menggunakan pompa & kompresor otomatis dan kedua menggunakan kompresor otomatis. Berdasarkan analisa ekonomi pada sistem venting, pada desain awal memiliki CAPEX sebesar Rp.67,701,000 dan OPEX sebesar Rp.16,000,000 dengan NPV Rp.2,115,178,573 ; Net B/C 6.26, sedangkan pada rekomendasi desain 1 memiliki CAPEX sebesar Rp. 20,000,000 dan OPEX sebesar Rp. 22,450,000 dengan NPV Rp 3,049,138,214 ; Net B/C 8.17 dan pada rekomendasi desain 2 memiliki CAPEX sebesar Rp. 11,450,000 dan OPEX sebesar Rp. 24,000,000 dengan NPV Rp 2,995,314,460 ; Net B/C 6.57.

Kata Kunci: LPG, *Manifold*, Sistem Venting, *Storage Tank*, *Temporary Tank*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DESIGN EVALUATION OF VENTING SYSTEM FROM TRUCK MANIFOLD TO TEMPORARY TANK IN TERMINAL LPG SEMARANG

Name : Andri Indriawan
NRP : 0421144000088
Supervisor : Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc

Abstrack

One of the piping systems contained in the Semarang LPG Terminal is a venting system. Venting system is a system used to hold the remaining LPG from truck manifolds. The remaining LPG from truck manifolds is then channeled by gravity by utilizing residual pressure in the truck manifold of 8 bar through 1 inch and 2 inch pipes to the temporary tank, 10 inch pipes used to accommodate temporary residual LPG. Then after being accommodated in the temporary tank, then transferred to the storage tank through the compressor. Venting system is built because at the time of LPG filling process in the truck, there is still remaining LPG gas in the truck manifold. Before this system existed, the LPG gas remaining in the truck manifold was wasted in the atmosphere. Venting system has 2 main functions namely safety and economy. Based on the safety function, LPG previously in the manifold truck directly discharged into the atmosphere, so it could allow a fire. The impact is very dangerous both on workers and assets owned by the LPG Terminal of Semarang. Based on the economic function, it is assumed that truck has 0.15 liters of LPG in the manifold every day and 150 trucks each day filled LPG at Semarang LPG Terminal, 22.5 liters per day is wasted every month, 562.5 liters per year, and each year will be wasted 6750 liters. With some advantages of this venting system, in daily operation there is still a problem in the system, that is the inability of the residual flow of LPG to meet the temporary tank volume. As a result, LPG remaining in the truck manifold is still there wasted in the atmosphere, so it is very dangerous for safety. Based on ASME VIII division 1 design pressure of temporary tank is 55 bar, but in actual condition when operation at pressure of 2.84 bar is not able to accommodate the rest of LPG. Based on CFD simulation, the result of venting system analysis related to the inability of residual flow of LPG from truck manifold to meet the temporary tank volume is pressure drop and check valve. There are two design recommendations, first using automatic pumps & compressors and second using automatic compressors. Based on economic analysis on venting system, the initial design has CAPEX of Rp.67,701,000 and OPEX of Rp.16,000,000 with NPV Rp.2,115,178,573; Net B/C 6.26, while on design recommendation 1 has CAPEX of Rp. 20,000,000 and OPEX of Rp. 22,450,000 with NPV Rp 3,049,138,214; Net B/C 8.17 and on design recommendation 2 has CAPEX of Rp. 11,450,000 and OPEX of Rp. 24,000,000 with NPV of Rp 2,995,314,460; Net B/C 6.57.

Keywords: LPG, Manifold, Venting Sistem, Storage Tank, Temporary Tank.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Evaluasi Desain Sistem Venting dari *Manifold* Truk ke *Temporary tank*”.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian, dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak, khususnya:

1. Bapak Taufik Fajar Nugroho, ST., M.Sc selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan laporan.
2. Bapak Ir. Dwi Priyanta MSE yang selalu memberikan motivasi, semangat dan keuangan untuk menyelesaikan Tugas Akhir bagi penulis.
3. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, MMT selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan nasehat mengenai perkuliahan.
4. Bapak dan Ibu serta keluarga yang selalu memberikan support kepada penulis baik dalam keadaan senang maupun susah.
5. Bapak Nurhadi Siswanto, ST. MT. Selaku supervisor Office EPC dan memberi gambaran umum mengenai Tugas Akhir penulis.
6. Staf dan karyawan PT. Terminal LPG Semarang yang membantu memberikan informasi.
7. Pak Fuad dan Mas Wildan yang selalu memberikan gagasan – gagasan mengenai Tugas Akhir penulis.
8. Sahabat Office EPC 2014 Saiful, Soleh dan Chika yang selalu mensupport dan mengingatkan ketika ada yang salah.
9. Mas dan Mbak Office EPC, Mas Indra (Basong), Mas Gigih, Mas Rokim, Mas Bayu, Mbak Chori, Mas Apri, Mas Didit, Mbak Sofi yang telah membimbing penulis sehingga bisa bertahan sampai lulus.
10. Adek – Adek Office EPC Linggar, Agung, Nanang, Tio (Babrek), Asep, Rusdi, Jamal, Fiandika, Triska, Nina, Afa, Teguh sorry rek wes merepotkan selama di office.
11. Anggota Lab MMS (Marine Machinery Sistem) yang telah mensupport dalam pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman – Teman Mercusuar 14 yang telah bersama – sama kuliah di Surabaya hampir 4 tahun serta menjadi keluarga di perantauan.
13. Teman – Teman SMAN 1 Rogojampi (KASUARI) yang kuliah di ITS terutama Wisnu dan Dwi, yang selalu mensupport dan memberi bantuan baik dalam keadaan susah maupun senang.
14. Teman – Teman KPMBS (Keluarga Pelajar Mahasiswa Banyuwangi di Surabaya), yang selalu mensupport dan memberi bantuan baik dalam keadaan susah maupun senang.
15. Kos Quran 9 yang telah menempe penulis baik keadaan susah maupun senang hampir kurang lebih 3 tahun.
16. Teman – teman seperjuangan LDJ Al-Mi’raj Teknik Sistem Perkapalan.
17. Yayasan Karya Salemba Empat yang telah mensupport dana kuliah selama 2 semester melalui Beasiswa KSE.

18. Kemenristekdikti yang telah mensupport dana kuliah selama 4 semester kuliah melalui Beasiswa PPA.
19. Dan yang terakhir kepada semua penyumbang ide maupun informasi yang telah berkenan saling berbagi dalam pengerjaan laporan.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi tambahan ilmu.

Surabaya, 30 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
Abstrak.....	vii
Abstrack.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2. 1. Liquid Petroleum Gas (LPG).....	5
2. 2. Pipa.....	5
2. 3. Penurunan Tekanan (<i>Pressure Drop</i>).....	6
2.3.1. Formula Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	6
2.3.2 Faktor gesekan (f).....	7
2. 4. Head.....	8
2.4.1. Head Statis.....	8
2.4.2. Head Kecepatan.....	8
2.4.3. Head Tekanan.....	9
2.4.4. Head Loses.....	10
2. 5. Koefisien Minor Losses.....	11
2.5.1 Koefisien Minor Losses-Valve.....	11
2.4.2. Koefisien Minor Losses Reducer.....	12
2. 6. Aliran Fluida.....	12
2.6.1 Aliran Laminer.....	12
2.6.2. Aliran Transisi.....	13
2.6.3. Aliran Turbulen.....	13
2. 7. Hukum Bernaulli.....	14
2.7.1 Aliran tak termampatkan (<i>incompressible flow</i>).....	15
2.7.2 Aliran termampatkan (<i>compressible flow</i>).....	16
2. 8. Computational Fluid Dynamic.....	16
2.8.1. Metode Computational Fluid Dynamic.....	16
2.8.2. Ansys Fluent.....	16
2.8.3. Ansys ICEM.....	17
2. 9. Penilaian Ekonomis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3. 1. Diagram Alur Penelitian.....	21
3. 2. Deskripsi Flowchart.....	22
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Analisa Permodelan.....	29

4.1.1. Desain Sistem Venting	29
4.1.2. Ansys-ICEM.....	31
4.1.3. Ansys-Fluent.....	34
4.1.4. Hasil Pemodelan Sistem Ventingg	39
4.1.5. Analisa Pembahasan Model.....	41
4.2. Analisa Perhitungan	42
4.2.1 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Sistem Venting	42
4.2.2 Perhitungan Debit	44
4.2.3 Perhitungan Head Loss	45
4.2.4 Summary Perhitungan.....	50
4.2.5 Analisa Pembahasan Perhitungan	50
4.3. Rekomendasi Desain	51
4.3.1 Rekomendasi Desain 1 dengan Menggunakan Pompa	51
4.3.2 Rekomendasi desain 2 dengan Menggunakan Kompresor Otomatis	55
4.4. Analisa Ekonomi	58
4.4.1. Analisa Ekonomi Desain Awal Sistem Venting.....	58
4.4.2. Analisa Ekonomi Rekomendasi Desain 1.....	64
4.4.3. Analisa Ekonomi Rekomendasi Desain 2.....	70
4.4.4. Summary Analisa Ekonomi Berdasarkan Operasional.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.1. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambaran Umum Sistem Venting	1
Gambar 1.2 Segitiga Api.....	2
Gambar 2.1 Reducer Pembesar Aliran.....	12
Gambar 2.2 Aliran Laminer.....	13
Gambar 2.3 Aliran Turbulen.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	21
Gambar 3.2 Desain Geometri Sistem Venting.....	24
Gambar 3.3 Sistem Venting Existing.....	25
Gambar 3.3 Kompresor Sistem Venting	26
Gambar 4.1 Desain 3D Sistem Venting.....	30
Gambar 4. 2 Meshing Sistem Venting.....	33
Gambar 4.3 Permodelan Sistem Venting Indikator Velocity.....	39
Gambar 4.4 Permodelan Sistem Venting Indikator Pressure.....	40
Gambar 4.5 Moody Diagram	43
Gambar 4.6 Rekomendasi 1	51
Gambar 4.7 Tata Peletakan Peralatan Rekomendasi 1.....	52
Gambar 4.8 Pompa LPG Sistem Venting	53
Gambar 4.9 Rekomendasi 1	55
Gambar 4.10 Tata Peletakan Peralatan Rekomendasi 2.....	56
Gambar 4.11 Biaya Pompa LPG Venting Sistem	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Percobaan di Sistem Venting	3
Tabel 2.1 Rekomendasi nilai Loss Coefficients untuk Katup.....	11
Tabel 3.1 Data Pipa Sistem Venting	23
Tabel 4.1 Koefisien minor loses	47
Tabel 4.2 Koefisien minor loses	49
Tabel 4.3 Summary Perhitungan	50
Tabel 4.4 Daftar Harga Peralatan	58
Tabel 4.5 Daftar Harga Biaya Pekerja	60
Tabel 4.6 Total Biaya Capital Expenditure.....	60
Tabel 4.7 Spesifikasi Kompresor.....	61
Tabel 4.8 Total Biaya Operational Expenditure	62
Tabel 4.9 Kerugian Desain Awal dari Sistem Venting.....	63
Tabel 4.10 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting.....	63
Tabel 4.11 Daftar Harga Peralatan Rekomendasi Desain 1	65
Tabel 4.12 Daftar Biaya Pekerja.....	66
Tabel 4.13 Total Biaya Capital Expenditure.....	66
Tabel 4.14 Spesifikasi Kompresor.....	67
Tabel 4.15 Spesifikasi Pompa.....	67
Tabel 4.16 Total Biaya Operational Expenditure	68
Tabel 4.17 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting.....	69
Tabel 4.18 Daftar Harga Peralatan Rekomendasi Desain 2.....	70
Tabel 4.19 Daftar Biaya Pekerja.....	70
Tabel 4.20 Total Biaya Capital Expenditure.....	71
Tabel 4.21 Spesifikasi Kompresor.....	71
Tabel 4.22 Total Biaya Operational Expenditure	72
Tabel 4.23 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting.....	73
Tabel 4.24 Summary Perhitungan Ekonomi.....	74

DAFTAR GRAFIK

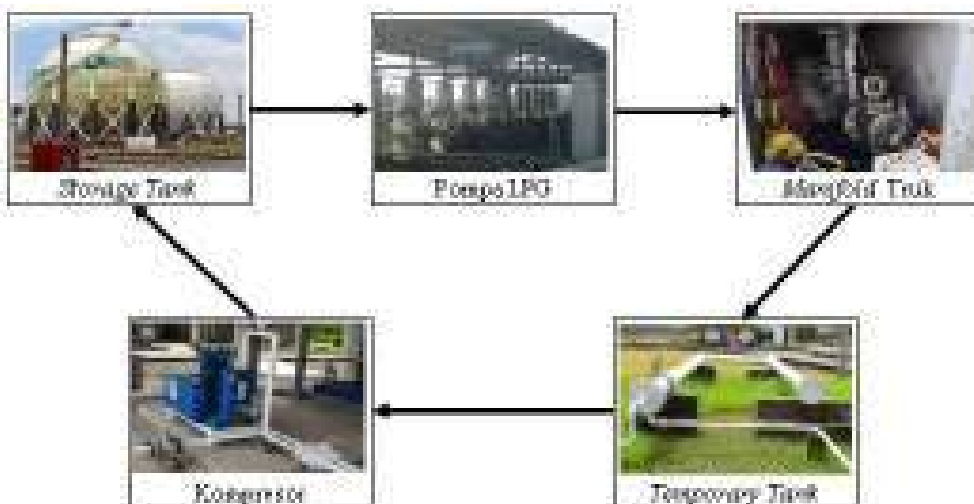
Grafik 1.1 LPG Terbuang di Atmosphere	2
--	---

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terminal LPG Semarang merupakan salah satu tempat distribusi LPG di Jawa Tengah. terbentuknya Terminal LPG Semarang ini atas dasar proyek bersama (konsorsium) tiga perusahaan yaitu PT. Citra Panji Manunggal (CPM), PT. Penta Insana, dan PT. Optima Sinergi Comvestama (OPSICO). Karena itu, secara resmi terminal ini bernama “Terminal LPG Semarang Konsorsium CPO”. Terminal ini berada dibawah manajemen Konsorsium CPO yang berkantor di Jakarta dan memiliki struktur manajerial tersendiri untuk di Terminal LPG Semarang dengan Plt Kepala Terminal sebagai pimpinan tertinggi. Terminal LPG Semarang berlokasi di Kawasan Industri Cipta Guna Kav.11 Jl. Arteri Yos Sudarso Semarang Jawa Tengah. Bergerak di bidang P3 (Penerimaan, Penimbunan dan Penyaluran LPG).

Salah satu sistem perpipaan yang terdapat di Terminal LPG Semarang adalah sistem venting. Sistem venting adalah sebuah sistem yang digunakan menampung sisa LPG berasal di *manifold* truk. Sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk kemudian dialirkan secara gravitasi dengan memanfaatkan tekanan sisa yang berada di *manifold* truk sebesar 8 bar melalui pipa 1”& 2” menuju *temporary tank*, berupa Pipa 10” yang digunakan untuk menampung sisa LPG sementara. Kemudian setelah ditampung di *temporary tank* selanjutnya di pindahkan ke *storage tank* melalui kompresor. Sistem venting dibangun karena pada saat proses pengisian di truk masih tersisa LPG di *manifold* truk. Sebelum terdapat sistem ini biasanya LPG yang tersisa di *manifold* truk terbuang secara percuma di *atmosphere*. **Gambar 1.1** berikut ini menunjukkan gambaran umum dari sistem venting.



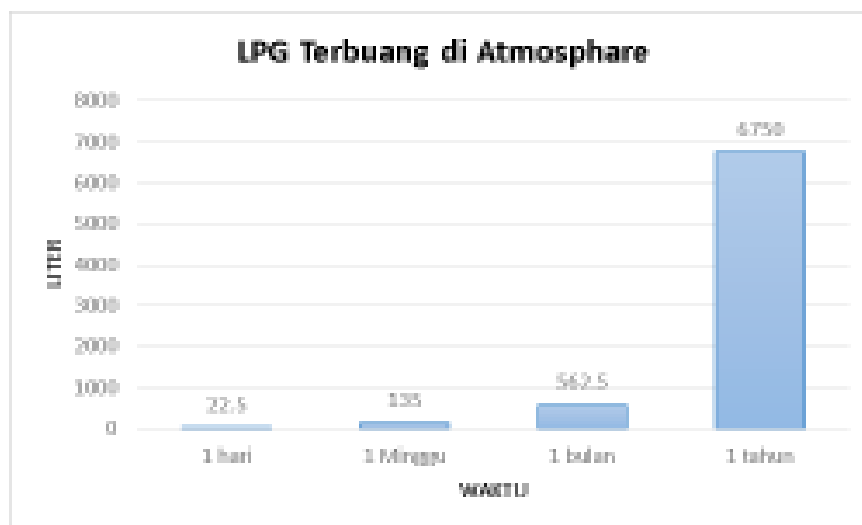
Gambar 1.1 Gambaran Umum Sistem Venting

Sistem venting terdapat 2 fungsi utama yaitu keselamatan dan ekonomi. Berdasarkan fungsi keselamatan, sebelum terdapat sistem venting LPG yang terdapat di *manifold* truk langsung dibuang ke *atmosphere*, sehingga bisa dimungkinkan terjadi kebakaran, dikarenakan pada saat LPG terbuang ke *atmosphere* sudah terdapat 2 dari 3 sumber dalam segitiga api yaitu oksigen dan material yang mudah terbakar, sehingga tinggal menunggu panas untuk timbul menjadi kebakaran. Kebakaran ini sangat berbahaya baik terhadap pekerja yang berada di area pengisian LPG maupun aset yang dimiliki oleh pihak Terminal LPG Semarang.



Gambar 1.2 Segitiga Api

Berdasarkan fungsi ekonomi jika diasumsikan per truk mempunyai sisa LPG 0.15 liter yang berada di *manifold* truk dan setiap hari terdapat 150 truk yang melakukan pengisian LPG di Terminal LPG Semarang. Berikut adalah kerugian LPG yang terbuang percuma di *atmosphere* seperti **Grafik 1.1**. Dari **Grafik 1.1**. Bisa dilihat berapa rupiah yang terbuang percuma jika setiap tahun bahkan berpuluh tahun tanpa ada sistem venting.



Grafik 1.1 LPG Terbuang di Atmosphere

Dari penjelasan mengenai keuntungan sistem venting tersebut, dalam operasi masih terdapat permasalahan di sistem tersebut yaitu ketidakmampuan aliran sisa LPG untuk memenuhi volume *temporary tank*. Akibatnya LPG yang tersisa di *manifold* truk masih ada yang terbuang di *atmosphere*, sehingga sangat berbahaya untuk keselamatan. Berdasarkan perhitungan ASME VIII division 1, *design pressure* dari *temporary tank* di desain dengan tekanan sebesar 55 bar, namun pada keadaan aktual saat operasi pada tekanan 2.84 bar sudah tidak mampu menampung sisa LPG.

Tabel 1.1 menunjukkan hasil dari percobaan di sistem venting.

Tabel 1.1 Hasil Percobaan di Sistem Venting

Percobaan	Jumlah Skid	Pressure (bar)	Durasi Pengisian (s)	Volume (Liter)	Durasi Percobaan (menit)
I	8	2.9	85.0	11.243	105
II	9	2.4	98.9	13.775	105
III	10	2.4	95.5	12.079	75
IV	9	3.6	99.4	9.876	75
V	10	2.9	114.0	13.826	90
Rata - Rata	9	2.84	98.6	12.160	90

Dalam penelitian ini diteliti terkait penyebab ketidakmampuan aliran sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk untuk memenuhi volume *temporary tank*. Banyak faktor yang menyebabkan ketidakmampuan tersebut, oleh sebab itu perlu adanya analisa lebih lanjut dari sistem venting tersebut. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan cara menganalisa aliran internal dari sistem venting, penyebab ketidakmampuan aliran sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk untuk memenuhi volume *temporary tank*, kemudian rekomendasi yang tepat agar sistem tersebut bisa berfungsi dengan baik dan sesuai dengan desain. Selain itu juga diperhitungkan nilai ekonomis dari rekomendasi yang telah dibuat, apakah rekomendasi tersebut bisa di laksanakan atau tidak.

1.2 Perumusan Masalah

Mengacu pada penjelasan pada latar belakang, maka permasalahan yang dapat dikaji untuk dapat diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Apakah penyebab ketidakmampuan aliran sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk untuk memenuhi volume *temporary tank*?
2. Apa rekomendasi yang sesuai dengan sistem venting agar bisa menampung LPG yang berasal dari *manifold* truk?
3. Bagaimana penilaian ekonomis berdasarkan rekomendasi sistem venting di Terminal LPG Semarang?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab ketidakmampuan aliran sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk untuk memenuhi volume *temporary tank* .
2. Mengetahui rekomendasi yang sesuai dengan sistem venting agar bisa menampung LPG yang berasal dari *manifold* truk.
3. Mengetahui biaya berdasarkan rekomendasi sistem venting di Terminal LPG Semarang.

1.4 Batasan Masalah

Untuk dapat merealisasikan pada penelitian ini, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan software Computational Fluid Dynamic untuk permodelan aliran.
2. Hanya berlaku untuk fluida LPG.
3. Analisa hanya difokuskan pada desain sistem venting.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Liquid Petroleum Gas (LPG)

Liquid Petroleum Gas (LPG) adalah termasuk jenis gas *hydrocarbon* yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan pengangkutan, penyimpanan, dan penanganannya yang berasal dari hasil pengolahan minyak dan gas bumi (migas) dan hasil pengolahan lapangan pada kegiatan usaha hulu (tambang) migas. LPG memiliki komponen utama berupa gas propane (C₃H₈) dan butane (C₄H₁₀).

Secara umum LPG dibagi menjadi tiga jenis yaitu LPG propana, LPG butana dan LPG campuran. LPG yang dipasarkan Pertamina adalah elpiji campuran. Berdasarkan spesifikasi LPG yang dikeluarkan Direktorat Jendral Minyak & Gas Bumi No. 26525.K/10/DJM.T/2009, komposisi produk Elpiji minimal mengandung campuran Propane (C₃) & Butane (C₄) sebesar 97 persen dan maximum 2 persen merupakan campuran. Pentane (C₅) dan hidrokarbon yang lebih berat. Batasan komposisi Propane (C₃) dan Butane (C₄) dalam spesifikasi tersebut dibatasi dengan parameter maximum tekanan uap yang ditentukan (145 psi).

Berdasarkan cara pencairannya, LPG dapat dibedakan menjadi dua yaitu pertama, LPG Refrigerated adalah LPG yang dicairkan dengan cara didinginkan (titik cair Propana adalah sekitar -42°C, dan titik cair Butan sekitar -0.5°C). Kedua, LPG Pressurized adalah LPG yang dicairkan dengan cara ditekan dengan tekanan (*pressure*) sekitar 4-5 kg/cm².

2. 2. Pipa

Pipa adalah alat yang digunakan untuk menyalurkan fluida, dari satu tempat ke tempat lainya. Dalam istilah sistem perpipaan terdapat dua istilah penting terkait perpipaan yaitu *piping* dan *pipeline*. *Piping* adalah sistem perpipaan yang memindahkan fluida dalam satu area, contohnya fluida yang biasanya di olah atau di proses dalam suatu plan, oleh karenanya letak unit atau peralatan pengolahannya pun tidak terlalu berjauhan dan biasanya ada dalam satu kawasan. Hal tersebut yang dikenal dengan *piping*. *Pipeline* adalah sistem perpipaan yang memindahkan fluida antar area atau plan, contohnya adalah ada kalanya hasil dari fluida tersebut perlu untuk di jual ke konsumen. Atau letak sumber fluida (*well*, atau sumur misalnya) cukup jauh dengan unit pengolahannya, maka perlu perlu di distribusikan dengan pipa. Sistem perpipaan seperti ini dikenal dengan *pipeline*.

Dalam topik Tugas Akhir ini terkait sistem venting di Terminal LPG Semarang termasuk dalam kategori *piping system*, dikarenakan hanya memindahkan fluida di dalam satu area saja yaitu sebagai sarana transportasi sisa LPG dari *manifold* truk menuju *temporary tank*. Sedangkan di dalam pemilihan pipa terdapat beberapa istilah

yang harus diketahui yaitu Nominal Pipe Size (NPS), Outside Diameter (OD) , Inside Diameter (ID), schedule (SCH) ,dan ketebalan (wall thickness).

2. 3. Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*)

Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*) adalah peristiwa menurunnya tekanan di dua titik berbeda yang sejalur. Besarnya nilai perhitungan *pressure drop* berbeda antara pipa horisontal dan pipa vertikal. Penurunan tekanan terjadi karena beberapa faktor . Salah satu faktor yang berpotensi untuk menambah besarnya nilai *pressure drop* adalah faktor gesekan yang terjadi di sepanjang jalur pipa.

2.3.1. Formula Perhitungan *Pressure Drop*

Pressure Drop dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$\Delta p = \frac{v^2 \cdot f \cdot L \cdot \rho}{2D} \quad 2.1$$

Dimana :

Δp = penurunan tekanan (Pa)

v^2 = kecepatan ($\frac{m}{s}$)

f = faktor gesekan

L = panjang pipa (m)

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

D = diameter (m)

Pressure Drop dalam pipa melingkar dihitung dengan rumusan sebagai berikut

:

$$\Delta p = f \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad 2.2$$

Dimana :

Δp = penurunan tekanan (Pa)

f = koefisien gesekan pipa

L = panjang pipa (m)

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

v^2 = kecepatan ($\frac{m}{s}$)

D = diameter (m)

Pressure Drop oleh gravitasi atau elevasi dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta H \quad 2.3$$

Dimana :

Δp = penurunan tekanan (Pa)

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

g = percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

ΔH = ketinggian (m)

2.3.2 Faktor gesekan (f)

Faktor gesekan (f) adalah faktor yang dipengaruhi kekasaran relatif pada pipa. Untuk aliran berkembang penuh laminar, nilai f secara sederhana dinyatakan sebagai $f = 64/Re$, tidak tergantung pada E/D . Untuk aliran turbulen, ketergantungan fungsional dari faktor gesekan terhadap bilangan Reynold dan kekerasan relatif, $f = (Re, E/D)$. Faktor ini dapat dicari melalui rumusan bilangan Reynold number (Re) dengan menggunakan persamaan :

$$Re = \frac{\rho \cdot d \cdot v}{\mu} \quad 2.4$$

Karena terdapat rumusan viskositas kinetik yang menyatakan:

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad 2.5$$

Maka,

$$Re = \frac{d \cdot v}{u} \quad 2.6$$

Dimana :

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

d = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran fluida ($\frac{m}{s}$)

μ = viskositas dinamik fluida (Pa.s)

u = viskositas kinetik fluida ($\frac{m^2}{s}$)

Nilai dari Reynold number ini dapat menunjukkan jenis dari aliran yang mengalir pada pipa. Jenis aliran ini terbagi menjadi 3 macam, yaitu aliran laminar, aliran turbulen dan aliran transisi.

2.4. Head

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang.

Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut :

$$H = h_s + h_v + \Delta h_p + h_l \quad 2.7$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

h_s = Head statis total (m)

h_v = Head velocity (m)

Δh_p = Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m),

$$\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1} \quad 2.8$$

h_l = Kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan , dll (m)

2.4.1. Head Statis

Head statis adalah perbedaan tinggi antara muka fluida di sisi keluar dan di sisi isap ; tanda positif (+) dipakai apabila muka air di sisi ke luar lebih tinggi dari pada sisi isap.

$$h_s = h_{s2} - h_{s1} \quad 2.9$$

Dimana :

H_s = Head tekanan

h_{s2} = Ketinggian fluida disisi tekan

h_{s1} = Ketinggian fluida disisi isap

2.4.2. Head Kecepatan

Head kecepatan adalah perbedaan antar head kecepatan fluida pada *discharge* dengan head kecepatan fluida pada *suction*.

Head kecepatan dapat dinyatakan dengan rumus :

$$h_v = \frac{Vd^2}{2g} - \frac{Vs^2}{2g} \quad 2.10$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 H_v &= \text{Head Kecepatan (m)} \\
 \frac{v d^2}{2g} &= \text{Kecepatan zat cair pada } discharge \\
 \frac{v_s^2}{2g} &= \text{Kecepatan zat cair pada } suction
 \end{aligned}$$

2.4.3. Head Tekanan

Head tekanan adalah perbedaan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi tekan dengan head tekanan yang bekerja pada permukaan zat cair pada sisi isap.

$$H_p = \frac{(P_{disch} - P_{suc})}{\gamma} \quad 2.11$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 H_p &= \text{Head Tekanan(m)} \\
 P_{disch} &= \text{Tekanan disisi tekan(kgf cm}^2\text{)} \\
 P_{suc} &= \text{Tekanan disisi isap(kgf cm}^2\text{)} \\
 \gamma &= \text{Massa jenis zat cair}
 \end{aligned}$$

Menurut Sularso (2000), hubungan antara tekanan dan head tekanan dapat diperoleh dari rumus berikut :

$$h_p = 10x \frac{P}{\gamma} \quad 2.12$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 H_p &= \text{Head Tekanan(m)} \\
 P &= \text{Tekanan disisi tekan(kgf cm}^2\text{)} \\
 \gamma &= \text{Massa jenis zat cair (kgf/l)}
 \end{aligned}$$

Apabila tekanan diberikan dalam kPa, dapat dipakai rumus berikut :

$$h_p = \frac{1}{9,8} x \frac{P}{\rho} \quad 2.13$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 H_p &= \text{Head Tekanan(m)} \\
 P &= \text{Tekanan disisi tekan(kgf cm}^2\text{)} \\
 \rho &= \text{Rapat massa (kg/l)}
 \end{aligned}$$

2.4.4. Head Loses

Head Kerugian (*Loses*) yaitu head untuk mengatasi kerugian – kerugian yang terdiri dari kerugian gesek aliran di dalam perpipaan, dan head kerugian di dalam belokan – belokan (*elbow*), percabangan, dan perkatuban (*valve*).

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} \quad 2.14$$

- Kerugian Gesek (Major Loses)

Aliran fluida yang mengalir di dalam pipa adalah fluida viskos sehingga faktor gesekan fluida dengan dinding pipa tidak dapat diabaikan. Perhitungan kerugian gesek di dalam pipa dipengaruhi oleh pola aliran, untuk aliran laminar dan turbulen akan menghasilkan nilai koefisien yang berbeda, hal ini karena karakteristik dari aliran tersebut. Adapun rumusan perhitungan dari Major Losses adalah sebagai berikut :

$$h_{f1} = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad 2.15$$

Dimana :

h_{f1} = Kerugian gesek dalam pipa

λ = Koefisien kerugian gesek

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

v^2 = Kecepatan ($\frac{m}{s}$)

g = Percepatan Gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

- Kerugian Elbow (Minor Loses)

Minor Losses adalah head kerugian yang disebabkan karena adanya belokan – belokan (*elbow*), percabangan, dan perkatuban (*valve*). Adapun rumusan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$h_{f2} = \frac{k \cdot v^2}{2g} \quad 2.16$$

Dimana

h_{f2} = Kerugian minor dalam pipa

k = Koefisien percabangan

v^2 = Kecepatan ($\frac{m}{s}$)

g = Percepatan Gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

2. 5. Koefisien Minor Losses

Koefisien Minor Losses adalah loses (nilai K) dari setiap *fitting* , *valve* maupun percabangan dari sistem perpipaan. Nilai K dapat di temukan melalui referensi seperti buku atau jurnal .

2.5.1 Koefisien Minor Losses-Valve

Nilai K *fitting* maupun *valve* dapat ditemukan melalui referensi dari buku Mekanika Fluida Jilid 2. **Tabel 2.1** menunjukkan rekomendasi nilai loss coefficients untuk katup

Tabel 2.1 Rekomendasi nilai Loss Coefficients untuk Katup

Komponen	K_L
a. Sambungan Siku	
Biasa 90° berflensa	0.3
Biasa 90° berflensa	1.5
Radius panjang 90° , berflensa	0.2
Radius panjang 90° , berflensa	0.7
Radius panjang 90° , berflensa	0.2
Biasa 45° , berulir	0.4
b. Belokan Balik 180°	
Balik 180° ,berflensa	0.2
Balik 180° ,berflensa	1.5
c. Sambungan T	
Aliran lurus ,berflensa	0.2
Aliran lurus ,berulir	0.9
Aliran Cabang ,berflensa	1.0
Aliran Cabang ,berulir	2.0
d. Keni, berulir	0.08
e. Katup	0.08
Globe, bukaan penuh	10
Sudut, bukaan penuh	2.0
Gerbang, bukaan penuh	0.15
Gerbang, 1/4 tertutup	0.26
Gerbang, 1/2 tertutup	2.1
Gerbang, 3/4 tertutup	17
Cek swing, aliran maju	2.0
Cek swing, aliran mundur	-
Katup bola, bukaan penuh	0.05
Katup bola, 1/3 tertutup	5.5
Katup bola, 2/3 tertutup	210

2.4.2. Koefisien Minor Losses Reducer

Nilai Koefisien minor losses untuk Reducer dapat ditentukan dengan rumusan perhitungan yang didapatkan dari buku *Data for Flow in Pipes, Fittings, and Valves*. Rumusan perhitungannya adalah sebagai berikut :

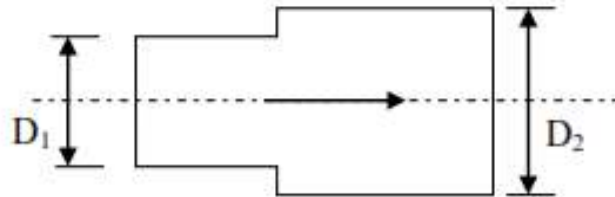
$$k = \left(\frac{A_1}{A_0} - 1 \right)^2 \quad 2.17$$

Dimana :

k = koefisien minor losses reducer

A_1 = luas penampang A_1

A_2 = luas penampang A_2



Gambar 2.1 Reducer Pembesar Aliran

2. 6. Aliran Fluida

Aliran fluida melalui instalasi perpipaan terdapat tiga jenis aliran yaitu :

2.6.1 Aliran Laminer

Aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan–lapisan, atau sejajar antara satu lapisan dengan satu lapisan lain terdistribusi secara lancar . Aliran laminar bergerak dalam kecepatan rendah sehingga aliran ini seringkali dikatakan aliran yang tenang.

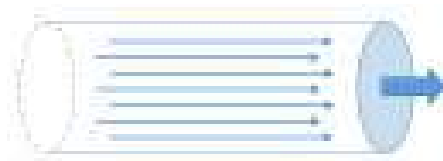
Aliran laminar memiliki angka nilai bilangan Reynolds <2000 . Koefisien gesekan pipa aliran liminar dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad 2.18$$

Dimana :

λ = koefisien gesekan pipa

Re = bilangan Reynolds



Gambar 2.2 Aliran Laminar

2.6.2. Aliran Transisi

Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Aliran Transisi memiliki angka nilai bilangan Reynolds 2000-4000.

2.6.3. Aliran Turbulen

Aliran turbulen adalah aliran yang bergerak secara acak. Aliran ini memiliki kecepatan yang beragam, semakin besar kecepatannya maka pergerakan alirannya akan semakin acak.



Gambar 2.3 Aliran Turbulen

Aliran Turbulen memiliki angka nilai bilangan Reynolds >4000 . Terdapat berbagai rumus empiris untuk menghitung kerugian gesekan didalam pipa. Berikut adalah cara perhitungan dengan rumus darcy dan Hazen-Williams:

1. Formula Darcy

Dengan cara darcy, koefisien kerugian gesek λ dihitung menurut rumus;

$$\lambda = 0.02 + \frac{0.0005}{D} \quad 2.19$$

Dimana :

λ = koefisien gesekan pipa
 D = diameter pipa (m)

2. Formula Hazen-Williams

Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif panjang seperti jalur pipa penyalur air minum. Berikut adalah rumus yang digunakan;

$$v = 0.849 \times C \times R^{0.63} \times S^{0.54} \quad 2.20$$

atau

$$hf = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.85}} \times L$$

Dimana :

v = Kecepatan dalam pipa (m/s)
 C = Koefisien pipa dan harga C
 R = Jari – jari hidrolik (m)
 S = Gradien hidrolik ($S = hf / L$)
 hf = Kerugian head (m)
 Q = Laju aliran (m^3/s)
 L = Panjang pipa (m)

2.7. Hukum Bernaulli

Hukum Bernaulli adalah hukum yang menyatakan bahwa jumlah energy suatu titik dengan titik yang lainnya bernilai sama dalam suatu aliran fluida yang tertutup. Hukum ini dinyatakan dalam persamaan kontinuitas :

$$Q = V \cdot A \quad 2.21$$

Dimana :

Q = debit aliran ($\frac{m^3}{s}$)
 V = kecepatan aliran ($\frac{m}{s}$)
 A = luas penampang pipa (m^2)

Hukum Bernaulli berlaku untuk dua tipe aliran , yaitu aliran fluida tak-termampatkan (*incompressible flow*) dan aliran fluida termampatkan (*compressible flow*).

2.7.1 Aliran tak termampatkan (incompressible flow)

Menurut Bruce Munson (2005), Aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang ditandai dengan tidak berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida tak-termampatkan adalah air, berbagai jenis minyak, emulsi, dll.

Persamaan Bernoulli untuk aliran tak termampatkan adalah sebagai berikut :

$$P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konstan} \quad 2.22$$

Dimana :

P = tekanan fluida (Pa)

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

g = percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

h = ketinggian (m)

v = kecepatan fluida ($\frac{m}{s}$)

Persamaan diatas berlaku untuk aliran tak termampatkan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Aliran bersifat tunak (*steady state*)
- Tidak terdapat gesekan (*invisoid*)

Dalam bentuk lain, Persamaan Bernoulli dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad 2.23$$

Dimana :

P = tekanan fluida (Pa)

ρ = massa jenis fluida ($\frac{kg}{m^3}$)

g = percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

h = ketinggian (m)

v = kecepatan fluida ($\frac{m}{s}$)

2.7.2 Aliran termampatkan (*compressible flow*)

Menurut Bruce Munson (2005), Aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang ditandai dengan berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Contoh fluida termampatkan adalah udara , gas alam dll.

Persamaan Bernoulli untuk aliran termampatkan adalah sebagai berikut :

$$\frac{v^2}{2} + \phi + \psi = \text{konstan} \quad 2.24$$

Dimana :

v = kecepatan fluida ($\frac{m}{s}$)

ϕ = energy potensial gravitasi per satuan massa ; jika gravitasi konstan maka $\phi = g \cdot h$

ψ = entalpi fluida per satuan massa

2. 8. Computational Fluid Dynamic

2.8.1. Metode Computational Fluid Dynamic

Computational Fluid Dynamic (CFD) adalah metode penghitungan, memprediksi, dan pendekatan aliran fluida secara numerik dengan bantuan komputer. Aliran fluida dalam dunia perpipaan memiliki banyak sekali jenis dan karakteristik tertentu yang begitu kompleks. Maka dari itu untuk mempermudah dalam menganalisa aliran dalam perpipaan dapat direpresentasikan dalam bentuk permodelan komputasi.

2.8.2. Ansys Fluent

Salah satu software yang dapat digunakan untuk permodelan aliran dalam sistem fluida adalah Ansys Fluent. Ansys Fluent adalah software multiguna yang dapat digunakan untuk memodelkan aliran dengan karakteristik tertentu dengan hasil *output* kecepatan , tekanan , temperature dan tipe aliran.

Ansys Fluent dikhususkan untuk menganalisa pipa yang sudah di meshing. Ansys Fluent terdiri dari 3 bagian yaitu Pre, Solver dan Post. Fluent-Pre mendefinisikan fluida yang akan dianalisa, mulai dari menentukan kecepatan fluida di inlet dan outlet, tekanan dan temperature fluida dan boundary condition yang diperlukan. Kemudian Fluent-Solver akan menganalisa (running) semua yang telah ditetapkan di Fluent-Pre dan hasilnya dapat dilihat pada Fluent-Post berupa tabel, grafik maupun kontur berupa gambar lengkap dengan sebaran warnanya.

2.8.3. Ansys ICEM

Software lain yang berhubungan erat dengan Ansys Fluent adalah Ansys ICEM. Ansys ICEM berfungsi untuk melakukan meshing pada desain gambar yang nantinya akan dilakukan permodelan pada Ansys-Fluent. Permodelan ini menggunakan sketsa perpipaan dengan konsep gambar geometri. Parameter yang dimasukkan dalam gambar geometri ini hanya sebatas ukuran panjang dan diameter pipa, sedangkan untuk ketebalan maupun jenis material pipa tidak di masukkan dalam permodelan.

Meshing adalah alur yang dibuat disepanjang permodelan untuk menentukan jalur yang akan dianalisa pada desain gambar.

2. 9. Analisa Ekonomis

Ekonomi teknik merupakan suatu evaluasi sistematis terhadap keuntungan ekonomi dari setiap solusi permasalahan engineering. Ekonomi teknik merupakan aplikasi dari evaluasi desain dan alternatif solusi engineering. Ekonomi teknik berfungsi untuk mengetahui konsekuensi keuangan dari produk, proyek, dan proses-proses yang dirancang oleh insinyur dan membantu membuat keputusan rekayasa dengan membuat neraca pengeluaran dan pendapatan yang terjadi sekarang dan yang akan datang menggunakan konsep “nilai waktu dari uang “ Secara basic, Ekonomi teknik melibatkan proses formulasi, estimasi, dan evaluasi hasil ekonomi setelah alternatif-alternatif untuk mencapai tujuan tertentu tersedia sehingga dapat dikatakan pula bahwa ekonomi teknik merupakan kumpulan dari teknik perhitungan matematis yang menyederhanakan perbandingan dalam hal ekonomi.

Banyak proyek-proyek rekayasa teknik /engineering yang didalam realisasinya sering dihadapkan dengan pilihan alternatif- alternatif seperti design,prosedur,metode,dan sebagainya.Dalam analisa ekonomi terdapat metode yang yang digunakan salah satunya yaitu analisa biaya manfaat.

Analisis biaya/manfaat ini dapat dilakukan untuk menentukan apakah proyek ini layak atau tidak. Didalam analisa suatu investasi, terdapat dua aliran kas, yaitu aliran kas keluar (*cash outflow*) dan aliran kas masuk (*cash inflow*). Aliran kas keluar terjadi karena pengeluaran uang untuk biaya investasi maupun operasional. Aliran kas masuk terjadi dari manfaat yang dihasilkan oleh investasi. Aliran kas masuk ini sering dihubungkan dengan *proceed*, yaitu keuntungan bersih sesudah pajak ditambah dengan depresiasi (bila depresiasi dimasukkan dalam komponen biaya). Terdapat beberapa metode untuk melakukan analisis biaya/manfaat, diantaranya sbb :

1. Metode nilai sekarang bersih (net present value)

NPV adalah penilaian keuangan bersih yang ada di perusahaan setelah dikurangi oleh biaya lainnya sehingga nilai pertambahan atau kekurangan uang perusahaan yang ada ini dapat dijadikan acuan untuk menilai layak tidaknya keuangan perusahaan.

Kriteria NPV :

- a) $NPV > 0$ (nol) → usaha/proyek layak (feasible) untuk dilaksanakan.
- b) $NPV < 0$ (nol) → usaha/proyek) /p y tidak layak (feasible) untuk dilaksanakan.
- c) $NPV = 0$ (nol) → usaha/proyek berada dalam keadaan BEP dimana $TR=TC$ dalam bentuk present value.

2. Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C atau perbandingan manfaat dan biaya bersih suatu proyek adalah perbandingan sedemikian rupa sehingga pembilangnya terdiri atas *present value* total dari *benefit* bersih dalam tahun dimana *benefit* bersih itu bersifat positif, sedangkan penyebut terdiri atas *present value* total dari *benefit* bersih dalam tahun dimana *benefit* itu bersifat negative (BI, 2014).

3. Metode periode pengembalian (payback period)

Metode ini menilai proyek investasi dengan dasar lamanya investasi tersebut dapat tertutup dengan aliran kas masuk. Metode ini tidak memasukan faktor bunga kedalamperhitungannya.

4. Metode tingkat pengembalian internal (internal rate of return)

Metode tingkat pengembalian internal juga merupakan metode yang memperhatikan nilai waktu dari uang. Pada metode NPV tingkat bungan yang diinginkan telah ditetapkan sebelumnya, sedang pada metode tingkat pengembalian internal/*internal rate of return* (IRR) ini, justru tingkat bunga tersebut yang akan dihitung. Tingkat binga yang akan dihitung ini merupakan tingkat bunga yang akan menjadikan jumlah nilai sekarang dari

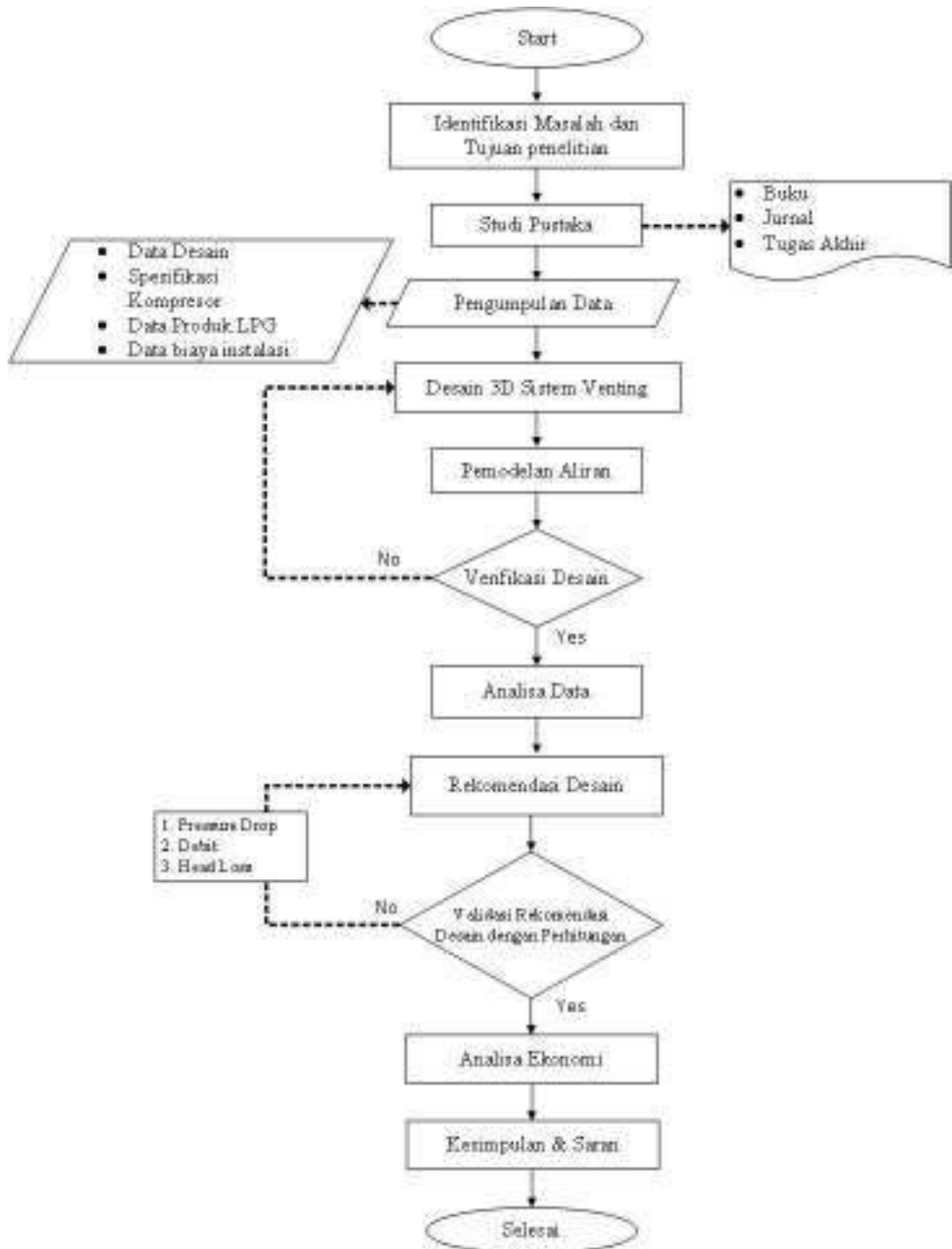
tiap-tiap proceed yang didiskontokan dengan tingkat bunga tersebut sama besarnya dengan nilai sekarang dari *initial cash outflow* (nilai proyek). Atau dengan kata lain tingkat bunga ini adalah merupakan tingkat bunga persis investasi bernilai impas, yaitu tidak menguntungkan dan juga tidak merugikan. Dengan mengetahui tingkat bunga impas ini maka dapat dibandingkan dengan tingkat bunga pengembalian (*rate of return*) yang diinginkan, bila lebih besar berarti investasi menguntungkan dan sebaliknya bila lebih kecil berarti investasi tidak menguntungkan.

Misal IRR yang dihasilkan oleh suatu proyek adalah 25% yang berarti proyek ini akan menghasilkan keuntungan dengan tingkat bunga 25%. *Bial rate of return* yang diinginkan adalah 20%, maka proyek dapat diterima. Perhitungan untuk mencari nilai IRR biasanya dilakukan secara *trial* dan *error*. Anda dapat melakukannya dengan menggunakan metode NPV dengan cara menggunakan tingkat bunga yang berbeda-beda sampai mendapatkan $NPV = 0$.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi

3. 2. Deskripsi Flowchart

Dalam pembuatan tugas akhir ini, tentu saja memerlukan proses yang harus terstruktur. Hal tersebut haruslah ada, agar kedepannya dalam pengerjaan akan lebih sistematis dan memudahkan dalam penyelesaiannya. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi untuk menentukan perumusan masalah apa saja yang akan diambil. Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam pelaksanaan sebuah tugas akhir. Tahap ini merupakan tahap yang sangat penting, dimana pada tahap inilah mengapa suatu permasalahan yang ada harus dipecahkan sehingga layak untuk dijadikan bahan dalam tugas akhir. Pencarian masalah dilakukan dengan cara menggali informasi mengenai masalah yang terjadi pada saat ini. Dari tahap ini juga, tujuan mengapa tugas akhir ini dikerjakan dapat diketahui. Dalam tugas akhir ini, masalah yang akan dibahas dan dipecahkan adalah bagaimana cara untuk mendapatkan rekomendasi desain yang optimal dari sistem venting yang berada di Terminal LPG Semarang, yang sebelumnya dalam operasional sistem venting masih terdapat kekurangan. Sehingga diperlukan rekomendasi desain yang optimal.

2. Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah studi literatur. Pada tahap ini, dilakukan studi literatur berupa informasi yang mendukung terhadap perumusan masalah yang ada. Studi literatur ini diambil dari buku, internet, jurnal dan tugas akhir yang berkaitan dengan kajian topik yang dibahas. Sehingga dapat menggambarkan bagaimana permasalahan dapat diselesaikan.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini data – data yang digunakan adalah data yang mendukung dalam menyelesaikan permasalahan. Pengumpulan data dilakukan dengan data yang akan digunakan sebagai *input* dalam pemodelan. Data bisa diperoleh dari percobaan yang pernah dilakukan pada saat kerja praktek dan data arsip Terminal LPG Semarang. Data yang diperlukan dalam *input* permodelan ini diantaranya adalah sebagai berikut :

3.1.Data Spesifikasi Pipa Sistem venting di TLS

Spesifikasi : Pipa Sistem Venting
 Tipe : Seamless pipe
 Cakupan : Cocok untuk digunakan dalam penyalurkan gas, air dan Minyak di industri baik minyak dan gas alam.
 Material Pipa : Carbon Steel
 Material Grade : API 5 L Gr.B

Tabel 3.1 menunjukkan data pipa sistem venting

Tabel 3.1 Data Pipa Sistem Venting

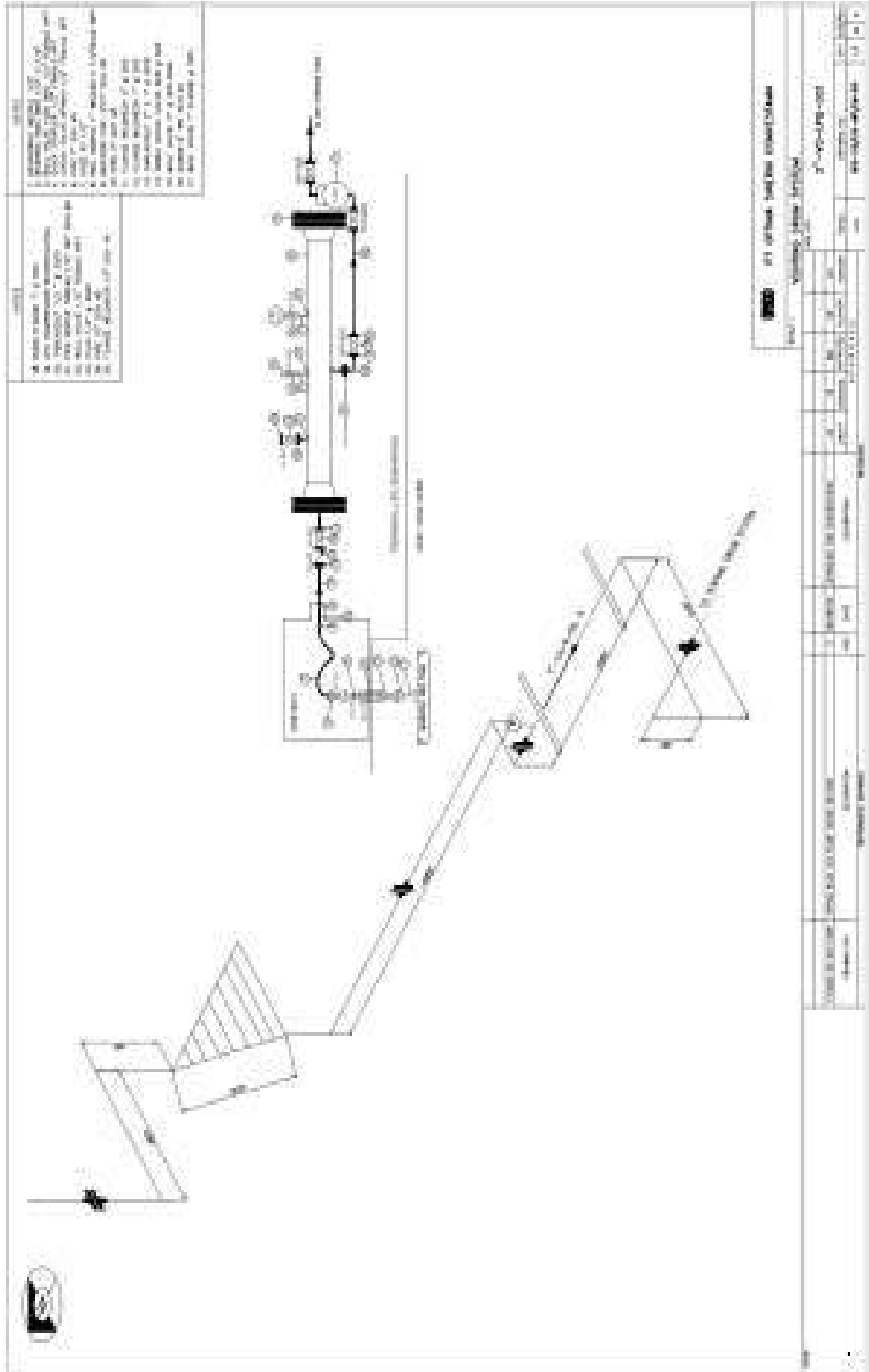
No	Equipment	NPS	OD (in)	Wall thickness (in)	ID (in)	L (mm)
1	Pipa 1" sch 40	1	1.315	0.133	1.049	9237
2	Pipa 2" sch 40	2	2.375	0.154	2.067	68476
3	Pipa 10" sch 40	10	10.75	0.365	10.02	20000

Untuk permodelan , pipa yang digunakan adalah pipa dengan tag number Pipe 1" sch 40 yang berfungsi sebagai *input* fluida. Sedangkan pipa dengan tag number Pipa 2" sch 40 berfungsi sebagai pipa utama sistem venting menuju *temporary tank*.

3.2. Data Desain Geometri Pipa Sistem venting

Data desain geometri sistem venting diperlukan karena dapat melihat proses dan instrumen yang terdapat di sistem venting. Berikut merupakan data desain geometri pipa sistem venting Terminal LPG Semarang.

Gambar 3.2 menunjukkan desain geometri sistem venting dan **Gambar 3.3** menunjukkan sistem venting yang sudah di bangun oleh Terminal LPG Semarang



Gambar 3.2 Desain Geometri Sistem Venting



Gambar 3.3 Sistem Venting Existing

3.3 Data Spesifikasi Kompresor Sistem venting

Kompresor dalam sistem venting digunakan untuk memindahkan fluida yang berasal dari *temporary tank* menuju *storage tank*. Pada sistem venting bekerja masih manual, sehingga pada saat *temporary tank* sudah tidak bisa menerima aliran fluida dari *manifold* truk maka kompresor dijalankan oleh operator yang berada di *Pump House* setelah diberitahu oleh operator yang berada di *filling station* untuk memindahkan fluida dari *temporary tank* menuju *storage tank*. **Gambar 3.3** menunjukkan kompresor dari sistem venting.



Gambar 3.4 Kompresor Sistem Venting

Berikut merupakan data spesifikasi untuk kompresor dengan *tag number* C-001.

Kapasitas (Q)	: 65.4 m ³ /h
Putaran (n)	: 1455 rpm
Power	: 20 HP
Frekwensi	: 50 Hz
Temperature	: 40° C
Voltase	: 380 V

3.4 Data Produk dan Lingkungan

Data produk dan lingkungan disekitar area Terminal LPG Semarang adalah sebagai berikut :

Nama unsur	: LPG
Butane	: 68%
Propane	: 30 %
Pentane	: 2%
Temperature	: 25°

4. Formulasi Desain

4.1. Solid Work

Software ini digunakan untuk menggambar benda dalam bentuk 3D. Objek benda yang digambar adalah sistem venting Terminal LPG Semarang.

4.2. Ansys ICEM

Ansys ICEM digunakan untuk melakukan meshing pada gambar desain yang sudah di sketsa pada Solid Work.

4.3. Ansys Fluent

Ansys Fluent digunakan untuk menjalankan permodelan guna mengetahui aliran yang ada pada sistem venting Terminal LPG Semarang. Hasil dari permodelan tersebut merupakan nilai dari kecepatan dan tekanan yang ada pada sepanjang pipa.

5. Verifikasi

Pada tahapan verifikasi, apabila permodelan berhasil maka dapat dilanjutkan ketahapan selanjutnya yaitu analisa data, namun apabila permodelan gagal perlu diadakan peninjauan kembali pada permodelan sistem venting yang dirancang dengan bantuan software solidwork.

6. Analisa Data

Pada tahapan analisa data , terdapat 2 analisa utama yaitu analisa terhadap permodelan aliran dan analisa terhadap perhitungan. Analisa terhadap permodelan aliran dimulai dari *manifold* truk sampai *temporary tank* oleh solid work , kemudian meshing oleh Fluent-ICEM dan yang terakhir adalah analisa permodelan aliran oleh Ansys Fluent-Pre.

Analisa terhadap perhitungan dimulai dari perhitungan *pressure drop*, perhitungan tekanan losses minor kemudian perhitungan debit .

7. Rekomendasi Desain

Pada tahap rekomendasi desain, setelah mengetahui penyebab dari permasalahan di sistem venting, disini akan merekomendasikan desain sistem venting yang efektif dan efisien terhadap operasional Terminal LPG Semarang.

8. Validasi Rekomendasi Desain dengan Perhitungan

Pada tahapan validasi, rekomendasi desain divalidasikan dengan perhitungan *pressure drop*, perhitungan losses minor kemudian perhitungan debit .

9. Analisa Ekonomi

Pada tahap ini akan dilakukan analisa biaya terhadap desain sistem venting awal yang akan dibandingkan dengan rekomendasi desain. Pada analisa ekonomi ini menggunakan metode *cost benefit analysys* dan *Net Present Value* (NPV) sebagai parameter kelayakan desain.

10. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya serta memberikan jawaban atas permasalahan yang ada. Saran saran diberikan berdasarkan hasil dari analisis yang dapat dijadikan dasar pada penelitian selanjutnya, baik terkait secara langsung pada penelitian ini ataupun pada data-data dan metodologi yang nantinya akan direferensi.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Permodelan

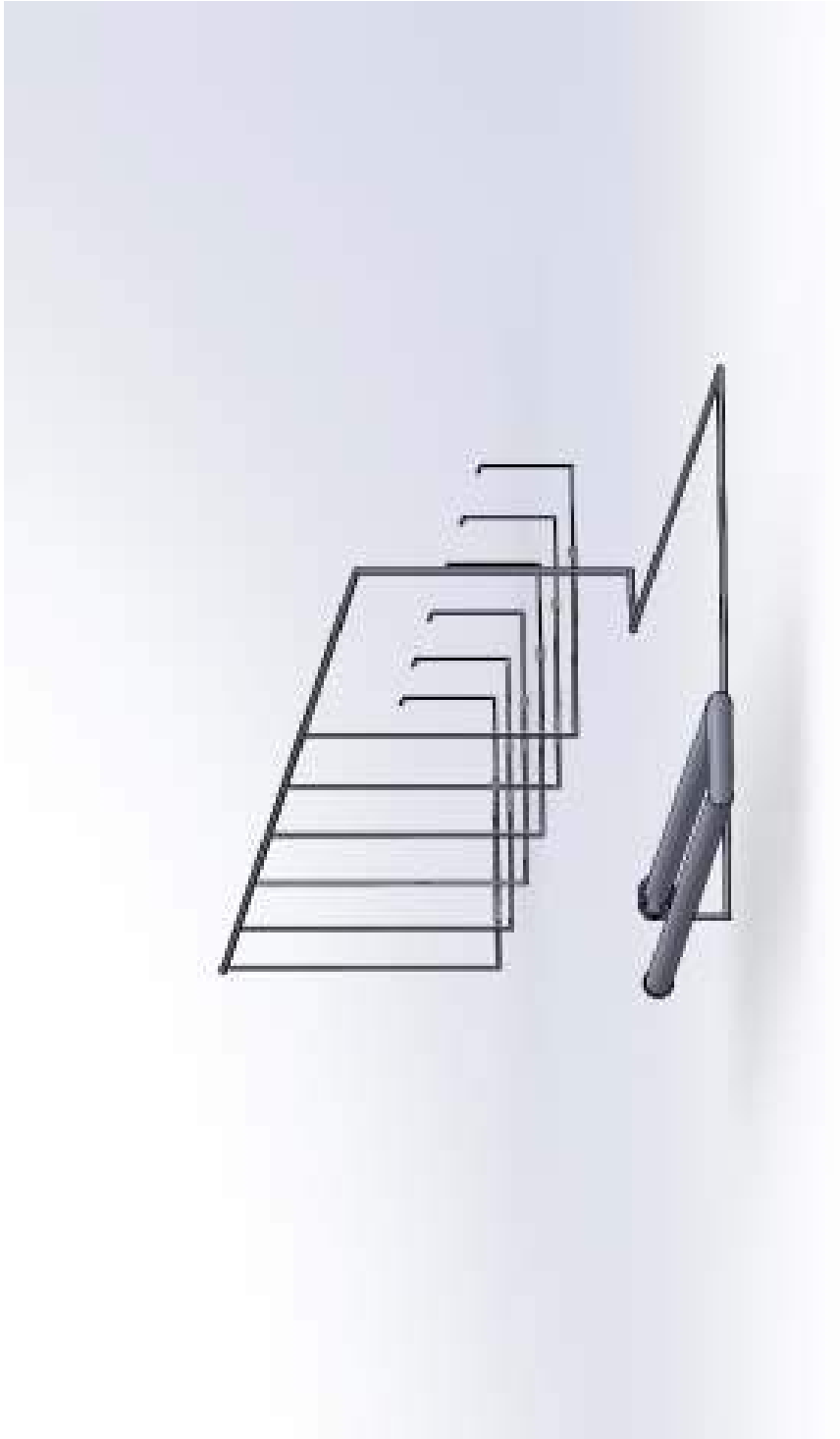
4.1.1. Desain Sistem Venting

Sistem venting adalah sebuah sistem yang digunakan menampung sisa LPG yang berasal di *manifold* truk. Sisa LPG yang berasal dari *manifold* truk kemudian dialirkan melalui pipa 1” & 2” menuju *temporary tank*, berupa Pipa 10” digunakan untuk menampung sisa LPG sementara. Kemudian setelah ditampung di *temporary tank* di pindahkan ke *storage tank* melalui kompresor.

Dalam sistem venting terdapat dua peralatan utama yang menunjang yaitu *temporary tank* dan kompresor. *temporary tank* disini menggunakan pipa dengan diameter 10 inch dan panjang 20 meter. Berdasarkan perhitungan dari ASME VIII division 1, *design pressure* dari *temporary tank* yaitu 55 bar. Kemudian untuk kapasitas dari *temporary tank* yaitu 1 m³. Sedangkan untuk kompresor memiliki kapasitas kerja 65.4 m³/h dengan power 20 HP.

Pada kondisi normal LPG yang berasal dari *manifold* truk langsung mengalir ke *temporary tank* tanpa ada bantuan peralatan apapun, sehingga hanya memanfaatkan tekanan sisa yang terdapat di *manifold* truk yaitu sekitar 8 bar. Pada percobaan yang pernah dilakukan *temporary tank* hanya bisa menampung 9 *manifold* truk dengan *pressure* di *temporary tank* sebesar 2.84 bar. Jika pada kondisi normal operator yang menggunakan sistem venting tidak tau kapan *temporary tank* ini sudah tidak mampu menerima aliran yang berasal dari *manifold* truk, sehingga LPG di *manifold* terbuang ke *atmosphere* dan sangat berbahaya bagi keselamatan bisa mengakibatkan kebakaran di area Terminal LPG Semarang.

Oleh sebab itu dalam permasalahan pertama yang dianalisa yaitu penyebab ketidakmampuan aliran LPG yang berasal dari *manifold* truk menuju *temporary tank*. Dengan menggunakan software CFD berikut adalah gambar 3D dari sistem venting yang digunakan simulasi untuk mengetahui permasalahan dari desain tersebut. **Gambar 4.1** menunjukkan desain 3D Sistem Venting.



Gambar 4.1 Desain 3D Sistem Venting

4.1.2. Ansys-ICEM

Ansys ICEM berfungsi untuk melakukan meshing pada desain gambar yang akan dilakukan permodelan pada Ansys-Fluent.

4.1.2.1 Data Input

a. Pembuatan *Parts*

Pembuatan *parts* adalah langkah untuk melakukan plotting gambar sesuai dengan tipe dan fungsinya. Berikut merupakan urutan dari pembuatan *parts*:

- *Main Pipe*
Main Pipe adalah pipa utama dengan tag number pipa 2” sch 40. Pipa utama membentang dari *filling station* sampai dengan *temporary tank* dengan diameter pipa 2 inchi. Pipa ini mengalirkan fluida yang berasal dari pipa 1 inchi menuju *temporary tank*.
- *Branch Pipe 1*
Branch pipe 1 adalah pipa cabang di bangsal 1 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Branch Pipe 2*
Branch pipe 2 adalah pipa cabang di bangsal 2 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Branch Pipe 3*
Branch pipe 3 adalah pipa cabang di bangsal 3 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Branch Pipe 4*
Branch pipe 4 adalah pipa cabang di bangsal 4 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Branch Pipe 5*
Branch pipe 5 adalah pipa cabang di bangsal 5 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Branch Pipe 6*
Branch pipe 6 adalah pipa cabang di bangsal 1 yang mengalirkan LPG dari keluaran *manifold* truk menuju pipa utama 2 inchi.
- *Temporary Tank*
Temporary Tank adalah sebuah pipa 10” dengan panjang 20 meter, digunakan untuk menyimpan fluida LPG yang berasal dari *manifold* truk.
- *Inlet 1*
Inlet 1 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 1 menuju pipa utama 2 inchi.

- *Inlet 2*
Inlet 2 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 2 menuju pipa utama 2 inchi.
- *Inlet 3*
Inlet 3 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 3 menuju pipa utama 2 inchi.
- *Inlet 4*
Inlet 4 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 4 menuju pipa utama 2 inchi.
- *Inlet 5*
Inlet 5 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 5 menuju pipa utama 2 inchi.
- *Inlet 6*
Inlet 6 adalah keluaran pertama fluida *manifold* truk yang berasal dari bangsal 6 menuju pipa utama 2 inchi
- *Outlet*
Outlet adalah keluaran fluida dari arah pipa utama menuju ke *temporary tank*.

b. Meshing

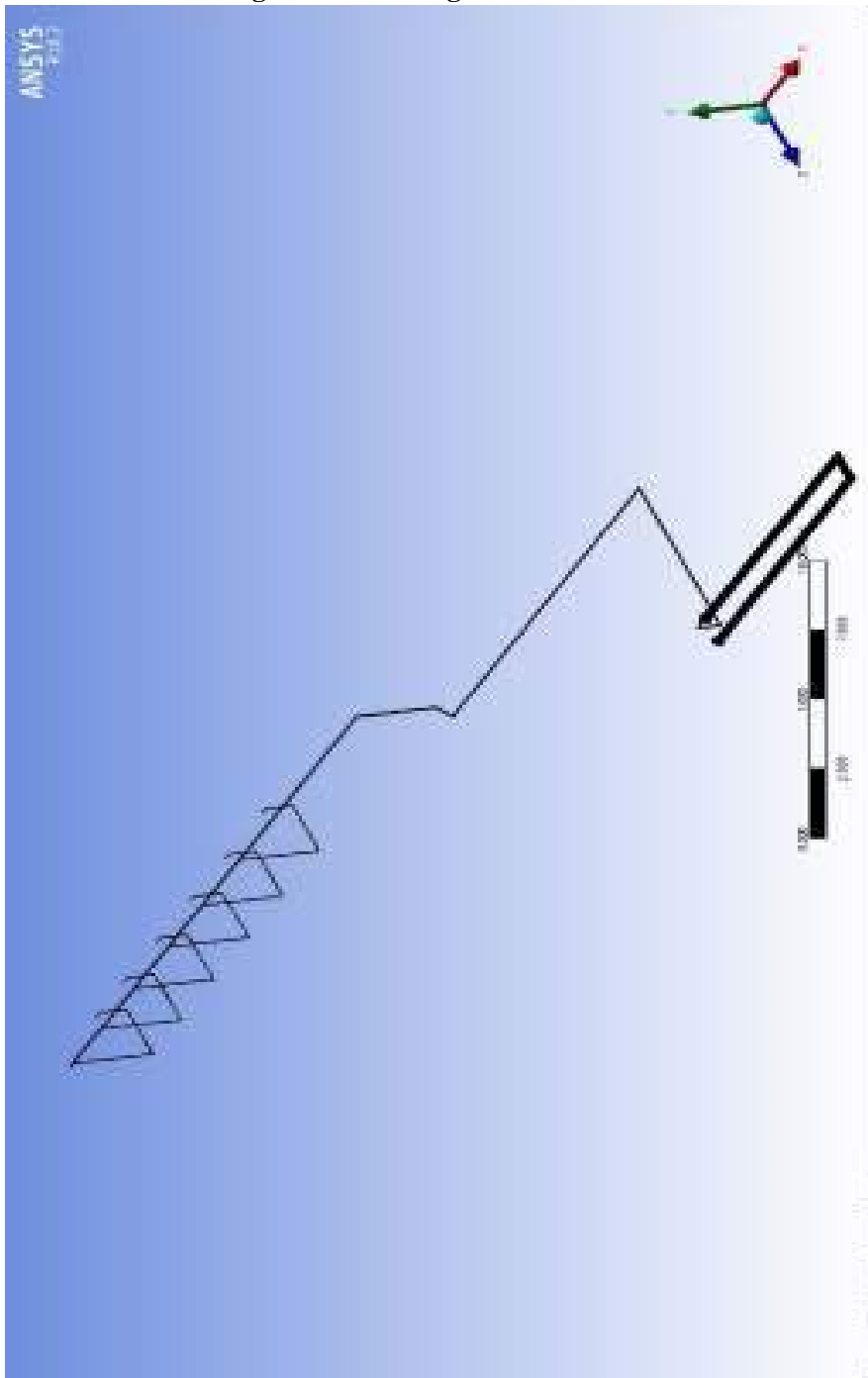
Meshing adalah alur yang dibuat disepanjang permodelan untuk menentukan jalur yang akan dianalisa pada desain gambar. *Meshing* dimasukkan dengan ukuran “*fine*”. Dalam ukuran *meshing* terdapat 3 jenis yaitu *curvature, medium, fine*. Semakin kecil ukuran dari *meshing* maka alur yang dibuat akan semakin mendetail, hal ini dapat menambah keakuratan hasil permodelan.

c. Solver Meshing

Solver meshing merupakan hasil data penyimpanan yang akan disimpan sehingga hasilnya dapat dimasukkan kedalam Ansys-Fluent. *Solver meshing* berisi 2 opsi data utama yang harus diisi, yaitu :

Output Solver : Ansys Fluent
Common Structural Solver : Ansys

Hasil *Output Meshing*

a. Meshing Sistem Venting**Gambar 4. 2** Meshing Sistem Venting

4.1.3. Ansys-Fluent

4.1.3.1. Setup

Pada tahap *Set Up* atau CFD-Pre digunakan untuk *input* data yang telah diperoleh di lapangan, sehingga data yang telah diperoleh bisa di masukkan ke simulasi tersebut. Berikut ini adalah beberapa langkah untuk *input* data yaitu;

a. General

General terdapat beberapa fungsi, yang pertama yaitu untuk mengecek kualitas *meshing*, apakah *meshing* yang telah dilakukan sebelumnya kualitasnya baik atau buruk. Kemudian fungsi berikutnya yaitu mengatur satuan yang diinginkan, misalnya *pressure*, *output* satuan *pressure* yang diinginkan apakah dalam bentuk bar, pascal atau atm dll.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan untuk “*pressure*” adalah “pascal”

b. Set Up Model

Set Up Model digunakan untuk mendefinisikan apakah model yang digunakan menggunakan beberapa kriteria atau tidak. Di dalam *Set Up Model* terdapat beberapa model yaitu; *Multiphase*, *Viscous*, *Radiation*, *Heat Exchanger*, *Species*, *Discrete Phase*, *Solidification and Melting*, *Acoustics* dan *Eulerian Wall Film*.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan adalah opsi “*Viscous – Laminar*”

c. Set Up Material

Set Up Material adalah *input* data yang menunjukkan struktur kimia dari material fluida yang mengalir pada batas pipa yang akan dilakukan permodelan.

Pada simulasi ini, opsi yang harus dimasukkan yaitu:

Butana : C_4H_{10}

d. Cell Zone Conditions

Cell Zone Conditions berfungsi mengatur jenis zona sel dan mengatur parameter kondisi zona sel untuk setiap zona. Di *Cell Zone Conditions* terdapat dua pilihan yaitu *fluid* dan *solid*.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan adalah opsi

- *Main Pipe* sebagai “*solid*”
- *Branch Pipe 1* sebagai “*solid*”
- *Branch Pipe 2* sebagai “*solid*”
- *Branch Pipe 3* sebagai “*solid*”
- *Branch Pipe 4* sebagai “*solid*”

- *Branch Pipe 5* sebagai “*solid*”
- *Branch Pipe 6* sebagai “*solid*”
- *Temporary Tank* sebagai “*solid*”
- *Inlet 1* sebagai “*fluid*”
- *Inlet 2* sebagai “*fluid*”
- *Inlet 3* sebagai “*fluid*”
- *Inlet 4* sebagai “*fluid*”
- *Inlet 5* sebagai “*fluid*”
- *Inlet 6* sebagai “*fluid*”
- *Outlet* sebagai “*fluid*”

e. *Boundery Conditions*

Boundery Conditions adalah data *input* yang berkaitan erat dengan karakteristik aliran fluida yang mengalir pada area pipa yang akan dilakukan permodelan.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan adalah opsi

- *Main Pipe* sebagai “*wall*”
- *Branch Pipe 1* sebagai “*wall*”
- *Tanki Temporary* sebagai “*wall*”
- *Inlet 1* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Inlet 2* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Inlet 3* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Inlet 4* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Inlet 5* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Inlet 6* sebagai “*pressure inlet*” dan dengan parameter pressure 800000 Pascal atau 8 bar.
- *Outlet* sebagai “*wall*”

f. *Mess Interface*

Mesh Interfaces berfungsi secara otomatis atau manual memungkinkan untuk membuat mesh interface digunakan saat sliding meshing atau beberapa *reference frames* atau untuk sambungan dengan batas yang tidak sesuai.

g. *Dynamic Mess*

Dynamic Mess berfungsi untuk menentukan semua parameter untuk pemodelan model mesh dinamis.

Pada simulasi ini, tidak dilakukan “*Dynamic Mess*”

h. *References Value*

References Value berfungsi untuk mengatur jumlah referensi yang digunakan untuk menghitung variabel bidang aliran yang dinormalisasi.

Pada simulasi ini, tidak dilakukan “*References Value*”

4.1.3.2. *Solution*

Pada tahap *Solution* atau CFD-Solver digunakan untuk mencari hasil yang diinginkan, tahap ini berkaitan dengan *input* data sehingga hasilnya akan sesuai dengan data yang telah dimasukkan. Berikut ini adalah beberapa langkah untuk *Solution* yaitu;

a. *Methods*

Methods berfungsi untuk menentukan berbagai parameter yang terkait dengan metode solusi yang akan digunakan dalam perhitungan.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan sesuai dengan parameter software “ansys”

b. *Control*

Control adalah data *input* yang berkaitan dengan parameter awal, biasanya di bagian *control* ini harus memasukkan nilai dari *pressure, density, body forces, momentum*.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan adalah

- *Pressure* sebesar 800000 pascal
- *Density* sebesar 600 kg/m³
- *body forces* sebesar 1 N
- *momentum* sebesar 1 N-m

c. *Report Definitions*

Report Definitions digunakan untuk identitas pembuat simulasi. Biasanya *Report Definitions* ini terdiri atas beberapa identitas seperti Nama, *Type Report* dll.

d. *Intialization*

Intialization digunakan untuk untuk menentukan nilai untuk variabel aliran dan menginisialisasi medan aliran ke nilai-nilai tersebut. Biasanya terdapat dua *intialization* yaitu *hybrid intialization* dan *standard intialization*. *hybrid intialization* adalah kumpulan metode interpolasi batas, di mana variabel, seperti suhu, turbulensi, pecahan spesies, fraksi volume, dan sebagainya, secara otomatis sesuai berdasarkan nilai rata-rata domain atau interpolasi tertentu. Sedangkan *standard intialization* digunakan untuk menentukan nilai variabel aliran dan menginisialisasi medan aliran ke suatu nilai, sehingga dibutuhkan nilai kondisi nyata di lapangan untuk beberapa nilai seperti *pressure, velocity* dll.

Pada simulasi ini opsi yang dimasukkan yaitu “*hybrid intialization*”

e. *Run Calculation*

Run Calculation digunakan untuk data *input* yang berkaitan dengan jumlah iterasi dari aliran fluida yang mengalir pada area pipa yang akan dilakukan permodelan.

Pada simulasi ini , opsi data yang dipilih adalah jumlah dengan nominal angka “25” untuk iterasi.

Sedangkan pada menu ini juga digunakan untuk menghitung hasil dari simulasi yang telah di *input* datanya, dengan cara klik “*Run Calculation*”.

4.1.3.3. *Result*

Pada tahap *Result* atau CFD-Post digunakan untuk melihat hasil dari simulasi yang telah dijalankan. Berikut ini adalah beberapa cara untuk *Result* yaitu;

a. *3D Streamline*

3D Streamline adalah data *input* yang berkaitan dengan tipe *output* permodelan. Terdapat beberapa tipe mengenai hasil *output* permodelan , diantaranya yaitu tipe *output* dengan memodelkan tekanan.

Pada 3D Streamline terdapat 3 macam data yang harus dimasukkan, yaitu :

- Domain
Domain merupakan batas area permodelan yang akan dilakukan analisa.

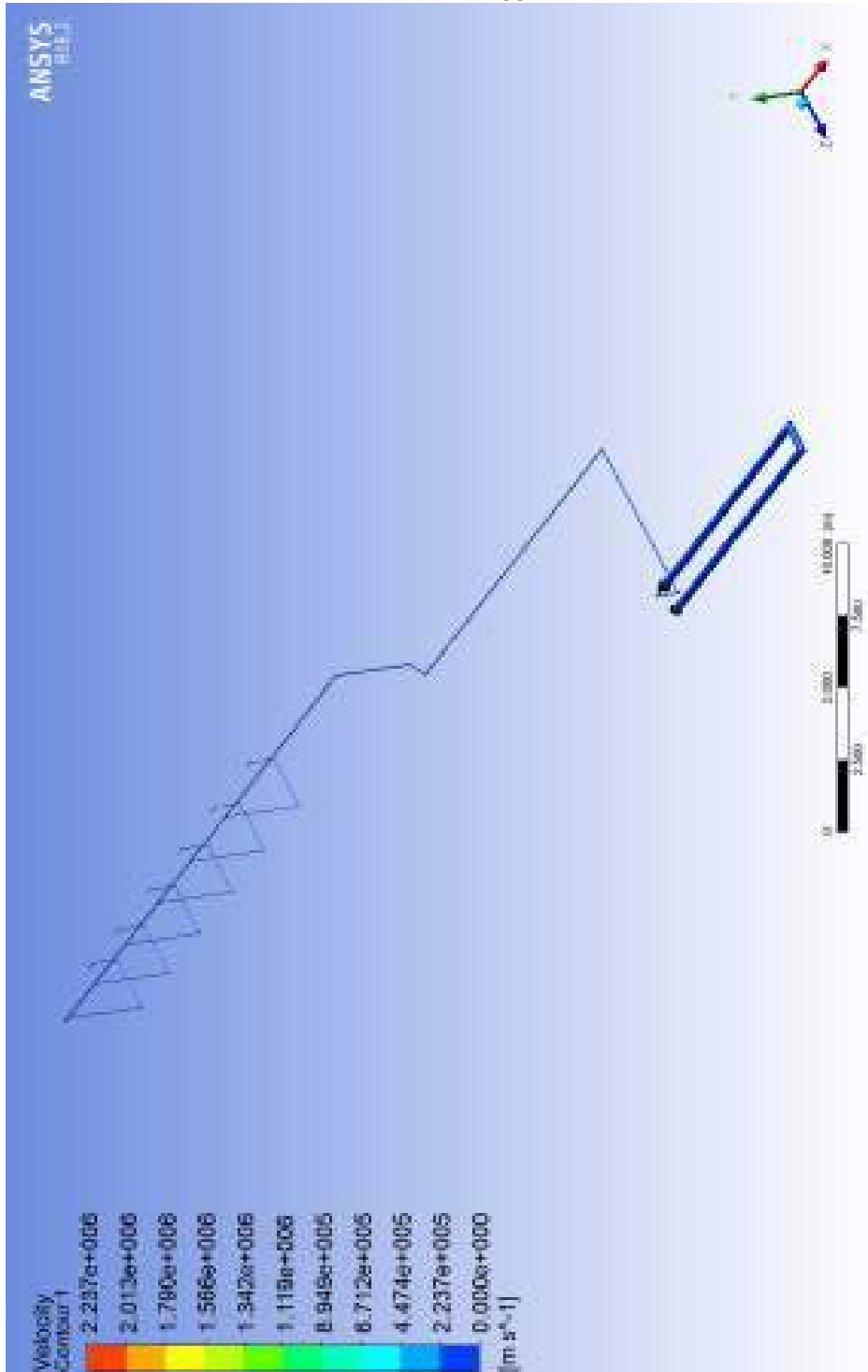
Pada simulasi ini , opsi data yang dipilih adalah “All Domain”.

- *Location*
Location merupakan area awal dimana permodelan tersebut akan dimulai.

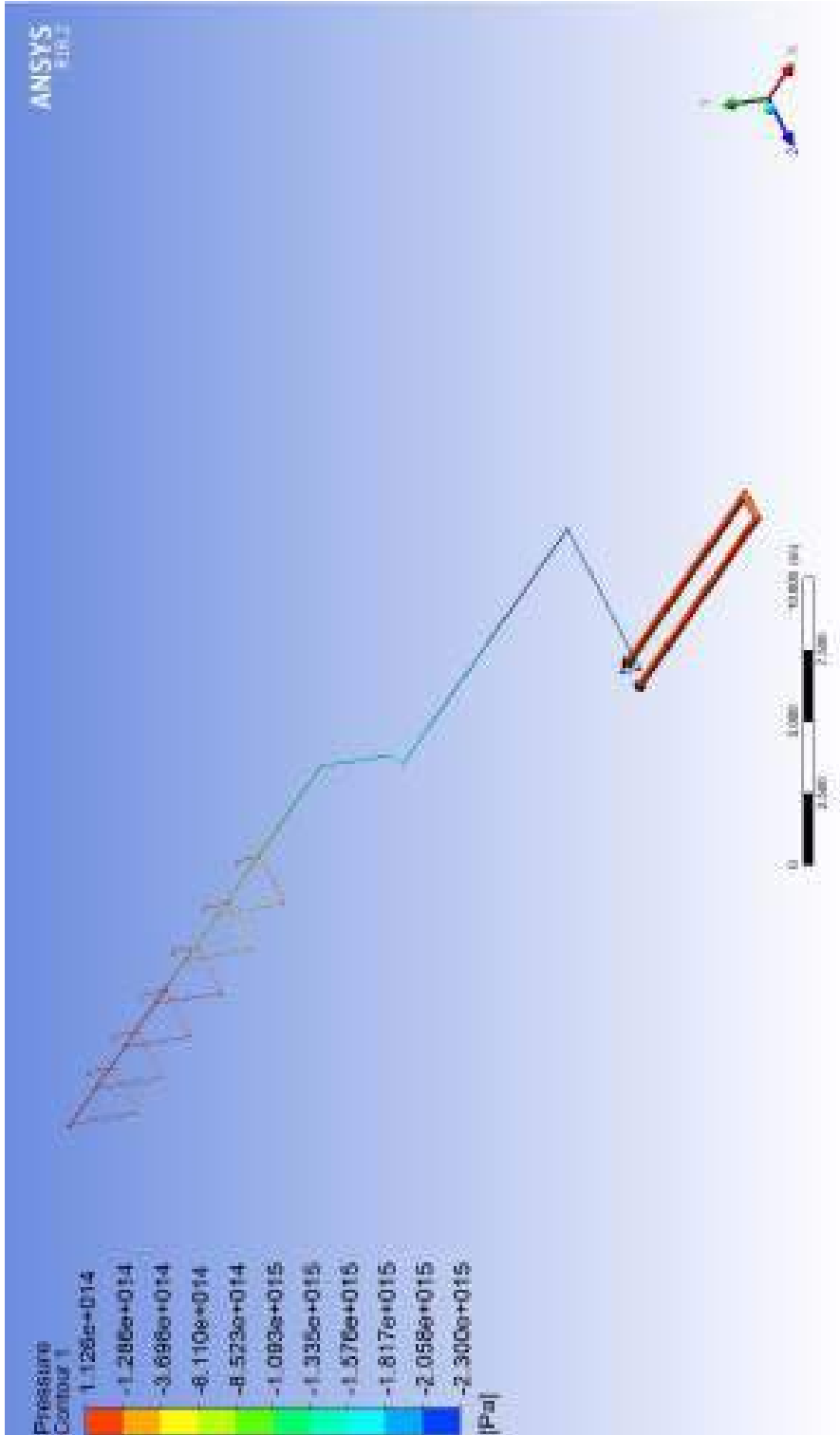
Pada simulasi ini , opsi data yang dipilih adalah “*INLET*”.

- *Variable*
Variable merupakan tipe hasil *output* dari permodelan yang dipilih. Pada simulasi ini , opsi data yang dipilih “*pressure:*” untuk tipe hasil *output* permodelan tekanan.

4.1.4. Hasil Pemodelan Sistem Venting



Gambar 4.3 Permodelan Sistem Venting Indikator Velocity



Gambar 4.4 Permodelan Sistem Venting Indikator Pressure

4.1.5. Analisa Pembahasan Model

Pada pemodelan sistem venting menampilkan profil *pressure* dan *velocity* dengan gradasi warna yang berbeda sepanjang aliran pipa. Gradasi warna tersebut diwakili dengan warna biru , hijau , kunin dan orange.

Gradasi warna biru menunjukkan nilai *pressure* dan *velocity* yang kecil. Gradasi warna selanjutnya adalah gradasi warna hijau yang menunjukkan profil *pressure* dan *velocity* yang lebih besar dari gradasi warna biru . Satu tingkatan nilai diatas gradasi warna hijau adalah gradasi warna kuning kemudian menyusul gradasi warna orange yang menunjukkan hasil profil *pressure* dan *velocity* paling tinggi.

Profil *velocity* di *input* 1-6 atau di bangsal 1-6 dengan pipa 1” diwakili oleh gradasi warna antara biru muda sampai biru tua dengan range nilai *velocity* antara 2.237×10^5 sampai 0 m/s.

Profil *pressure* di *input* 1-6 atau di bangsal 1-6 dengan pipa 1” diwakili oleh gradasi warna antara orange tua sampai orange muda dengan range nilai *pressure* antara 1.126×10^{14} sampai -1.286×10^{14} pascal. Profil *pressure* di main pipa 2” diwakili oleh gradasi warna antara orange tua sampai biru dengan range nilai *pressure* antara 1.126×10^{14} sampai -1.2300×10^{15} pascal.

Berdasarkan simulasi CFD, salah satu penyebab ketidakmampuan sisa LPG untuk memenuhi *temporary tank* yaitu adanya *pressure drop*. *Pressure drop* bisa dilihat dengan adanya perbedaan gradasi warna yang terjadi di *inlet* dan *outlet* pipa yang menuju *temporary tank*. Di *Inlet* nilai *pressure* sangat tinggi, namun di area *outlet* atau dekat dengan *temporary tank* nilai *pressure* sangat rendah. *Pressure Drop* sendiri diakibatkan oleh faktor gesekan yang terjadi di sepanjang jalur pipa.

Kemudian faktor kedua untuk ketidakmampuan aliran memenuhi *temporary tank* yaitu terdapat *check valve* di bagian *input manifold* truk dan di bagian awal masuk *temporary tank*. *Check valve* sendiri untuk dapat bekerja harus diberi tekanan tertentu untuk membuka, dikarenakan adanya *pressure drop* di bagian awal masuk *temporary tank*, sehingga aliran dari *manifold* truk menuju *temporary tank* terhambat oleh *check valve*.

4.2. Analisa Perhitungan

4.2.1 Perhitungan *Pressure Drop* Sistem Venting

Rumus yang digunakan untuk perhitungan *pressure drop* sesuai dengan rumus 2.2 yaitu;

$$\Delta p = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2D}$$

Berikut adalah langkah – langkah untuk mencari *pressure drop*;

- a. Menentukan Panjang Pipa (L)

$$L = 77713 \text{ mm}$$

$$L = 77.71 \text{ m}$$

- b. Menentukan diameter Pipa (D)

$$D = 52.50 \text{ mm}$$

$$D = 0.052 \text{ m}$$

- c. Menentukan Massa Jenis Fluida (ρ)

$$\rho = 600 \text{ kg/m}^3$$

- d. Menentukan Kecepatan Fluida (v)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$\text{Dimana, } V = 0.09 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{0.09}{15}$$

$$t = 15 \text{ second}$$

$$Q = 0.006 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2}$$

$$V = \frac{0.006}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times (0.052)^2}$$

$$V = 2.77 \text{ m/s}$$

e. Menentukan Faktor Gesekan (f)

1.1. Menentukan Relative Roughness Pipa E/D

$$E/D = \frac{0.9}{52.5} \quad \text{Dimana, } E = 0.9 \text{ mm}$$

$$E/D = 0.017 \quad \text{D} = 52.5 \text{ mm}$$

1.2. Menentukan Reynold Number (Re)

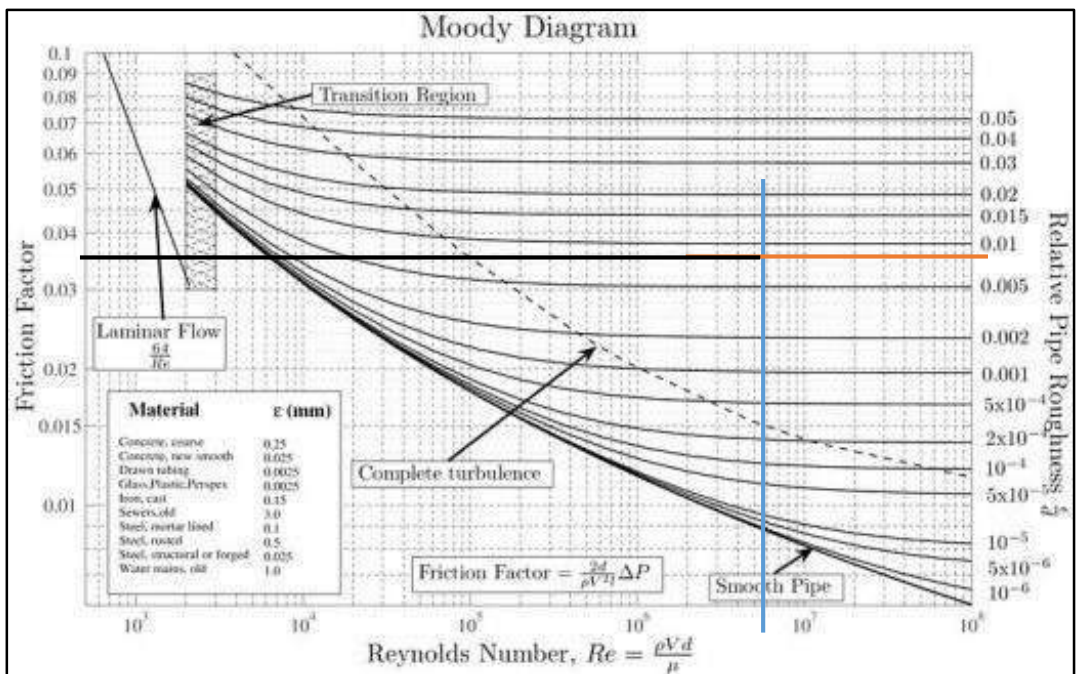
$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu} \quad \text{Dimana, } \rho = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$Re = \frac{600 \times 2.773 \times 0.052}{1.1 \times 10^{-5}} \quad V = 2.733 \text{ m/s}$$

$$Re = 31498.63 \quad D = 0.0525 \text{ m}$$

$$U = 0.000011$$

1.3. Memplotkan *Relative Roughness* Pipa E/D dengan Reynold Number di Moody Diagram



Gambar 4.5 Moody Diagram

Jadi, setelah di plot ke Diagram Moody didapat nilai f (faktor gesek) yaitu :

$$f = 0.038$$

f. Menghitung *Pressure Drop* sistem venting

$$\Delta p = \frac{f \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{2D}$$

$$\Delta p = \frac{0.038 \times 77.71 \times 600 \times 2.733^2}{2 \times 0.052}$$

$$\Delta p = 518980.14 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = 5.18 \text{ bar}$$

4.2.2 Perhitungan Debit

Rumus yang digunakan untuk perhitungan Debit yaitu;

$$Q = \frac{V}{t}$$

a. Menentukan Volume (V)

Dikarenakan ukuran dan panjang dari *manifold* truk berbeda-beda, maka diasumsikan 1 *manifold* truk memiliki volume 1.5 liter. Maka jika terdapat 6 skid;

$$V = 6 \times 1.5 \text{ liter}$$

$$V = 9 \text{ liter}$$

$$V = 0.009 \text{ m}^3$$

b. Menentukan waktu (t)

Untuk waktu pompa dari *manifold* truk menuju *temporary tank*, jika diasumsikan hanya 15 detik.

$$t = 15 \text{ detik}$$

$$t = 0.042 \text{ jam}$$

c. Perhitungan Debit (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{0.009}{15}$$

$$Q = 0.216 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.2.3 Perhitungan Head Loss

Rumus yang digunakan untuk perhitungan Head Loss sesuai dengan **rumus 2.7** yaitu;

$$H = h_s + hv + \Delta h_p + h_l$$

Berikut adalah langkah – langkah untuk menentukan head loss;

a. Menentukan Head *Suction* (h_s)

Head *Suction* yaitu perbedaan tinggi antara muka fluida di sisi keluar dan di sisi isap. Berdasarkan sistem venting nilai head *suction* yaitu;

$$h_s = 3 \text{ m}$$

b. Menentukan Head kecepatan (hv)

Head kecepatan yaitu perbedaan antar head kecepatan fluida pada *discharge* dengan head kecepatan fluida pada *suction*. Dikarenakan tidak terdapat data yang mendukung kecepatan aliran fluida di *suction* dan *discharge* maka diasumsikan sama kecepatannya.

$$\Delta hv = 0 \text{ m}$$

c. Menentukan Head *Pressure* (Δh_p)

Head *pressure* yaitu perbedaan head tekanan yang bekerja pada permukaan fluida pada sisi tekan dengan head tekanan yang bekerja pada permukaan fluida pada sisi isap. Dikarenakan pada sisi tekan dengan head tekanan yang bekerja pada permukaan fluida pada sisi isap diasumsikan sama maka,

$$\Delta h_p = 0 \text{ m}$$

d. Perhitungan Head Loss (h_l)

$$h_l = H \text{ suction} + H \text{ discharge}$$

1.1. Perhitungan Head Loss di *suction*

Dalam perhitungan head loss di *suction* terdapat dua losses yaitu major losses dan minor losses.

1.1.1. Major Losses

Adapun rumusan perhitungan dari Major Losses berdasarkan **rumus 2.15** adalah sebagai berikut :

$$h_{f1} = \lambda \frac{L v^2}{D 2g}$$

1. Menentukan Panjang Pipa (L)

$$L = 72.8 \text{ m}$$

2. Menentukan Kecepatan Aliran dalam Pipa (v)

Berdasarkan perhitungan di *pressure drop*, kecepatan aliran di dalam pipa yaitu;

$$v = 2.773 \text{ m/s}$$

3. Menentukan Diameter Pipa (D)

$$D = 52.5 \text{ mm}$$

$$D = 0.0525 \text{ m}$$

4. Menentukan nilai percepatan gravitasi (g)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

5. Menentukan faktor gesekan (λ)

$$Rn = \frac{D \times V}{u} \quad \text{Dimana, } D = 0.0525 \text{ m}$$

$$Rn = \frac{0.0525 \times 2.77}{1.1 \times 10^{-5}} \quad V = 2.77 \text{ m/s}$$

$$Rn = 13220,4 \text{ (turbulent)} \quad u = 1.1 \times 10^{-5}$$

Aliran di dalam pipa jika bilangan reynold nya <2100 maka alirannya laminer untuk menghitung faktor gesekan menggunakan rumus $Re/64$. Sedangkan Jika bilangan reynoldnya >4000 maka aliran tersebut turbulent, sehingga untuk rumus yang digunakan yaitu $0.02 + 0.0005/D$.

$$\lambda = 0.02 + 0.0005/D$$

$$\lambda = 0.02 + 0.0005/0.053$$

$$\lambda = 0.030$$

6. Meghitung Major Loses (h_f)

$$h_{f1} = \lambda \frac{L v^2}{D 2g}$$

$$h_{f1} = 0.03 \times \frac{72.8}{0.053} \times \frac{2.77^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_{f1} = 16.04 \text{ meter}$$

1.1.2.Minor Losses

Adapun rumusan perhitungan dari Minor Losses berdasarkan **rumus 2.16** adalah sebagai berikut :

$$h_{f2} = \frac{k \cdot v^2}{2g}$$

1. Menentukan kecepatan aliran (v)

$$v = 2.773 \text{ m/s}$$

2. Menentukan nilai percepatan gravitasi (g)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

3. Menentukan nilai koefisien kerugian komponen pipa (k)

Tabel 4.1 Koefisien minor losses

No	Type	n	k	n x k
1	Ball Valve	6	0.05	0.3
2	Check Valve	6	2	12
3	Elbow 90	12	0.3	3.6
4	Reducer	6	0.44	2.64
5	T joint	6	0.2	1.2
Total				19.740

4. Menghitung minor losses (h_{f2})

$$h_{f2} = \frac{k \cdot v^2}{2g}$$

$$h_{f2} = \frac{19.74 \times 2.7^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_{f2} = 7.74 \text{ m}$$

1.1.3.Total Head Losses di *suction*

$$\begin{aligned} H_{\text{total}} &= \text{Major Head Loss} + \text{Minor Head Loss} \\ &= 16.04 + 7.74 \\ &= 23.78 \text{ m} \end{aligned}$$

1.2.Perhitungan Head Loss di *discharge*

Dalam perhitungan head loss di *suction* terdapat dua losses yaitu major losses dan minor losses.

1.2.1. Major Losses

Adapun rumusan perhitungan dari Major Loses berdasarkan rumus 2.15 adalah sebagai berikut :

$$h_{f1} = \lambda \frac{L v^2}{D 2g}$$

1. Menentukan Panjang Pipa (L)

$$L = 5 \text{ m}$$

2. Menentukan Kecepatan Aliran dalam Pipa (v)

Berdasarkan perhitungan di *pressure drop*, kecepatan aliran di dalam pipa yaitu;

$$v = 2.773 \text{ m/s}$$

3. Menentukan Diameter Pipa (D)

$$D = 52.5 \text{ mm}$$

$$D = 0.0525 \text{ m}$$

4. Menentukan nilai percepatan gravitasi (g)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

5. Menentukan faktor gesekan (λ)

$$Rn = \frac{D \times V}{u} \quad \text{Dimana, } D = 0.525 \text{ m}$$

$$Rn = \frac{0.525 \times 2.77}{1.1 \times 10^{-5}} \quad V = 2.77 \text{ m/s}$$

$$Rn = 13220,4 \text{ (turbulent)} \quad u = 1.1 \times 10^{-5}$$

Aliran di dalam pipa jika bilangan reynold nya <2100 maka alirannya laminar untuk menghitung faktor gesekan menggunakan rumus $Re/64$. Sedangkan Jika bilangan reynoldnya >4000 maka aliran tersebut turbulent, sehingga untuk rumus yang digunakan yaitu $0.02 + 0.0005/D$.

$$\lambda = 0.02 + 0.0005/D$$

$$\lambda = 0.02 + 0.0005/0.053$$

$$\lambda = 0.030$$

6. Menentukan Major Loses (h_f)

$$h_{f1} = \lambda \frac{L v^2}{D 2g}$$

$$h_{f1} = 0.03 \times \frac{5}{0.053} \times \frac{2.77^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_{f1} = 1.1 \text{ meter}$$

1.2.2. Minor Loses

Adapun rumusan perhitungan dari Minor Loses berdasarkan **rumus 2.16** adalah sebagai berikut :

$$h_{f2} = \frac{k \cdot v^2}{2g}$$

1. Menentukan kecepatan aliran (v)
v = 2.773 m/s
2. Menentukan nilai percepatan gravitasi (g)
g = 9.81 m/s²
3. Menentukan nilai koefisien kerugian komponen pipa (k)

Tabel 4.2 Koefisien minor losses

No	Type	n	k	n x k
1	Ball Valve	1	0.05	0.05
2	Check Valve	1	2	2
3	Elbow 90	2	0.3	0.6
Total				2.7

4. Menghitung minor losses (h_{f2})

$$h_{f2} = \frac{k \cdot v^2}{2g}$$

$$h_{f2} = \frac{2.7 \times 2.7^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_{f2} = 1.04 \text{ m}$$

1.2.3. Total Head Loses di *discharge*

$$\begin{aligned} H_{\text{total}} &= \text{Major Head Loss} + \text{Minor Head Loss} \\ &= 1.1 + 1.04 \\ &= 2.14 \text{ m} \end{aligned}$$

1.3. Perhitungan Head Loss total (h_1)

$$\begin{aligned} h_1 &= H_{\text{suction}} + H_{\text{discharge}} \\ h_1 &= 23.78 + 2.14 \\ h_1 &= 25.9 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Perhitungan Head Loss total (H)

$$H = h_s + h_v + \Delta h_p + h_l$$

$$H = 3 + 0 + 0 + 25.9$$

$$H = 28.9 \text{ m}$$

4.2.4 Summary Perhitungan

Berikut ini adalah *summary* perhitungan untuk sistem venting. Di dalam analisa perhitungan yang dibahas yaitu perhitungan untuk *pressure drop*, Debit dan Head loss.

Tabel 4.3 menunjukkan *summary* perhitungan

Tabel 4.3 Summary Perhitungan

Perhitungan	Nilai	Satuan
Pressure Drop	5.18	Bar
Debit	0.216	m ³ /h
Head Loss	28.9	meter

4.2.5 Analisa Pembahasan Perhitungan

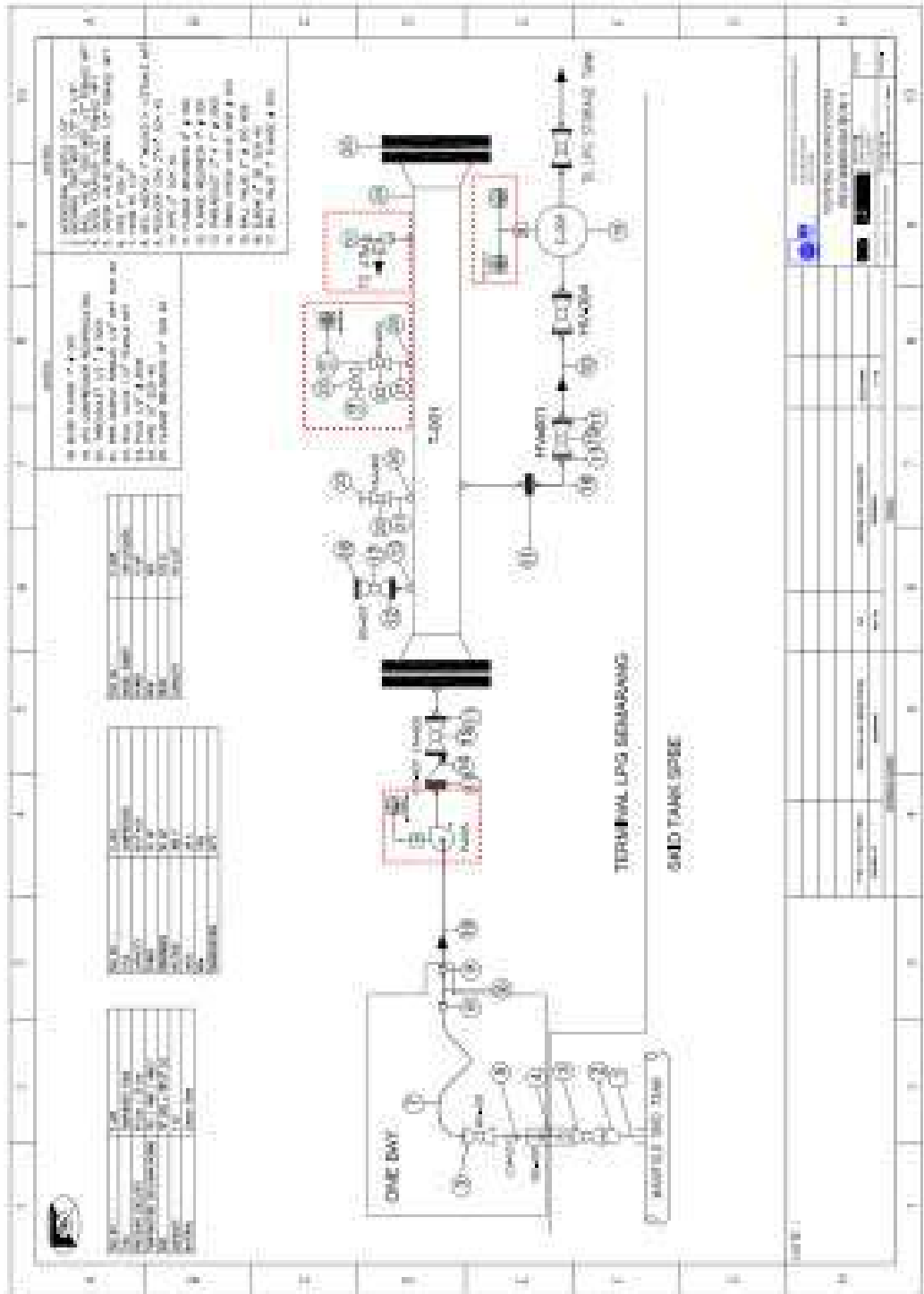
Nilai *Pressure drop* pada sistem venting sebesar 5.18 bar. *Pressure drop* besar nilainya karena diakibatkan pada sistem venting hanya menggunakan gaya gravitasi dari *manifold* truk menuju *temporary tank* dengan *input pressure* sebesar 8 bar.

Nilai debit dari sistem venting sebesar 0.216 m³/h. Nilai debit di dapatkan berdasarkan asumsi dari volume lpg yang berada di *manifold* truk sejumlah 6 *skid*.

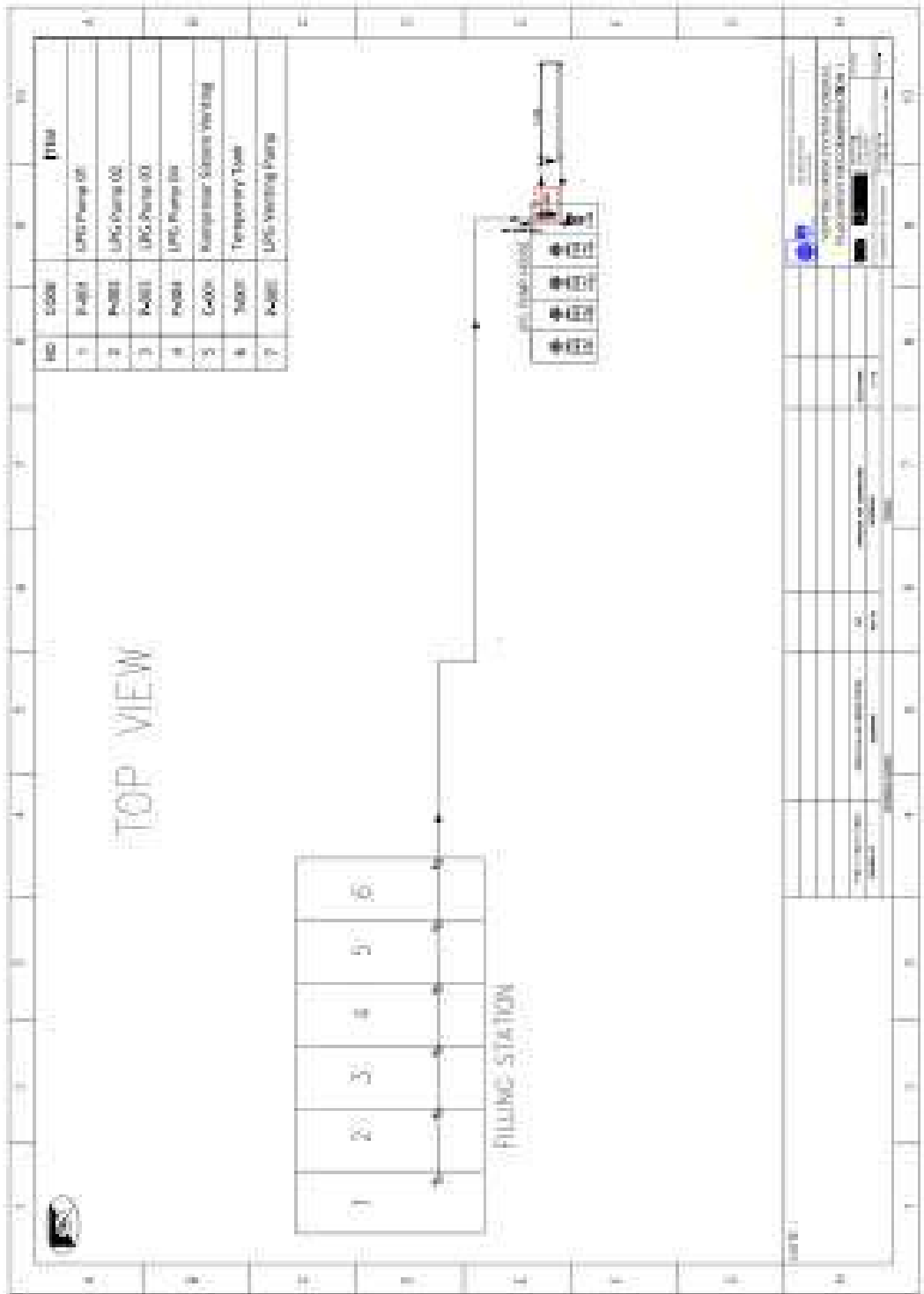
Nilai Head loss dari sistem venting sebesar 28.9 meter. Nilai tersebut berdasarkan perhitungan major losses dan minor losses yang berada di sisi *suction* dan *discharge*.

4.3. Rekomendasi Desain

4.3.1 Rekomendasi Desain 1 dengan Menggunakan Pompa



Gambar 4.6 Rekomendasi 1



Gambar 4.7 Tata Peletakan Peralatan Rekomendasi 1

4.3.1.1. Penjelasan Rekomendasi Desain 1

Pada rekomendasi desain 1 terdapat penambahan peralatan berupa pompa. Pompa digunakan untuk memindahkan fluida yang berada di *mainfold* truk menuju *temporary tank*. Penggunaan pompa disini di atur dengan mode otomatis, sehingga ketika fluida yang berada di *manifold* truk siap menuju ke *temporary tank*, pompa otomatis bekerja untuk memindahkan fluida. Kemudian terdapat kompresor yang di buat dengan model otomatis dengan indikator *pressure* yang berada di *temporary tank* menunjukkan angka 20 bar, kompresor disini berfungsi untuk memindahkan fluida yang berada di *temporary tank* menuju *storage tank*.

Berdasarkan perhitungan Debit dan Head Loss dari sistem venting yang sudah terpasang, berikut ini adalah kebutuhan minimal yang harus dipenuhi;

Debit (Q) : 0.216 m³/h
Head Loss : 28.9 meter

Berikut adalah spesifikasi pompa yang dipilih untuk menjalankan sistem venting,

 TESSIOR



Gambar 4.8 Pompa LPG Sistem Venting

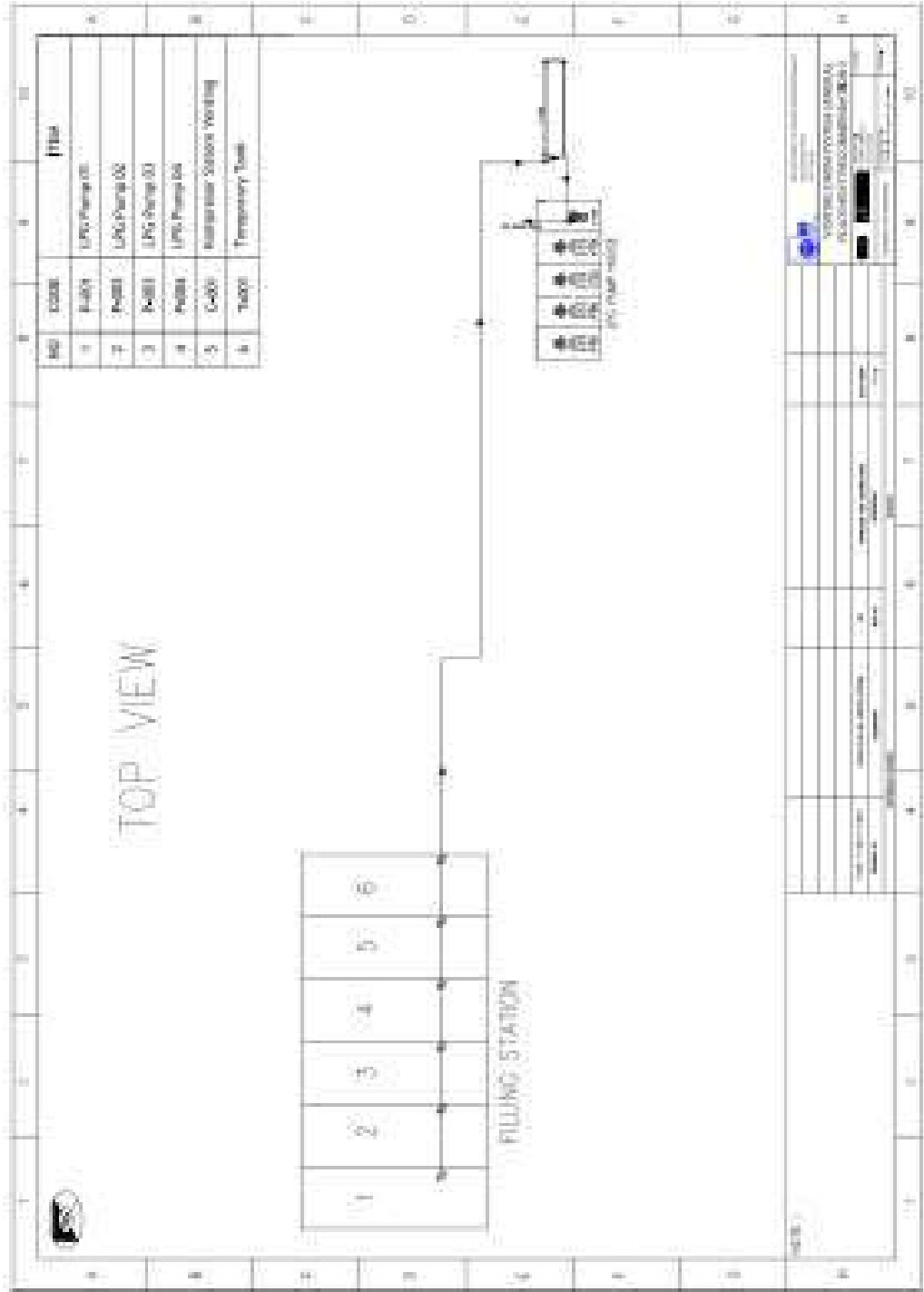
Model No	: TXR-LPG200A
Kapasitas (Q)	: 18 m ³ /h
Head (H)	: 122 m
Putaran (n)	: 800 rpm
Motor Power	: 7.5 kW/380 V
Temperature Range	: -32° C to 107° C
MWP	: 28.6 bar
Inlet/Outlet	: NPT 2"

Selain terdapat penambahan pompa dan model otomatis di kompresor, pada rekomendasi desain 1 juga dipasang alat berupa *Pressure Safety Valve* (PSV) di *temporary tank*. Fungsi dari *Pressure Safety Valve* (PSV) yaitu ketika *temporary tank* mengalami *overpressure* atau bekerja diatas *operating pressure*, maka PSV otomatis langsung mengeluarkan sisa LPG yang terdapat di *temporary tank* ke *atmosphere*. Jadi fungsi utama PSV yaitu untuk keselamatan.

4.3.1.2. Penjelasan Pola Operasi dari Rekomendasi Desain 1

Berikut adalah penjelasan mengenai pola operasi dari rekomendasi desain yang pertama;

- a. Memastikan kompresor sudah di atur otomatis dengan indikator tekanan sebesar 20 bar yang terdapat di *temporary tank*.
- b. Memastikan kondisi pompa dalam keadaan siap bekerja atau pompa bekerja secara otomatis.
- c. Memastikan peralatan sistem venting dalam keadaan normal untuk bekerja.
- d. Operator yang berada di *filling station* memastikan posisi *hexagonal neeple* telah terpasang di *manifold* truk dengan benar.
- e. Operator membuka perlahan *valve* yang terdapat di *manifold* truk.
- f. Operator menunggu hingga 30 detik, agar semua fluida yang terdapat di *manifold* truk sudah berpindah ke *temporary tank*.
- g. Operator menutup *valve* yang terdapat di *manifold* truk.
- h. Operator melepaskan *hexagonal neeple* telah terpasang di *manifold* truk dengan benar.
- i. Pompa bekerja otomatis ketika fluida di *manifold* truk sudah siap di pindahkan ke *temporary tank*.
- j. Kompresor bekerja otomatis ketika *temporary tank* menunjukkan tekanan sebesar 20 bar. Untuk memindahkan fluida dari *temporary tank* menuju *storage tank*.



Gambar 4.10 Tata Peletakan Peralatan Rekomendasi 2

4.3.2.1. Penjelasan Rekomendasi Desain 2

Pada rekomendasi desain 2 terdapat penambahan peralatan berupa indikator otomatis yang dipasang di kompresor, indikator ini berupa *pressure* yang berada di *temporary tank* menunjukkan angka 2 bar. Jadi ketika *temporary tank* menunjukkan angka 2 bar, maka kompresor secara otomatis langsung hidup untuk memindahkan fluida yang berada di *temporary tank* menuju *storage tank*. Sehingga aliran dari *manifold* dapat terus menuju ke *temporary tank*, karena *temporary tank* berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan tekanan sisa yang ada di *manifold* truk hanya bisa digunakan dengan tekanan 3 bar. Jadi dengan indikator *pressure* di kompresor yang bekerja otomatis diharapkan memperlancar aliran sistem venting, tanpa ada yang LPG terbuang lagi di *atmosphere*.

Selain terdapat penambahan model otomatis di kompresor, pada rekomendasi desain 2 juga dipasang alat berupa *Pressure Safety Valve (PSV)* di *temporary tank*. Fungsi dari *Pressure Safety Valve (PSV)* yaitu ketika *temporary tank* mengalami *overpressure* atau bekerja di atas *operating pressure*, maka PSV otomatis langsung mengeluarkan sisa LPG yang terdapat di *temporary tank* ke *atmosphere*. Jadi fungsi utama PSV yaitu untuk keselamatan.

4.3.2.2. Penjelasan Pola Operasi dari Rekomendasi Desain 2

Berikut adalah penjelasan mengenai pola operasi dari rekomendasi desain yang kedua

- a. Memastikan kompresor sudah di atur otomatis dengan indikator tekanan sebesar 2 bar yang terdapat di *temporary tank*.
- b. Memastikan peralatan sistem venting dalam keadaan normal untuk bekerja.
- c. Operator memastikan posisi *hexagonal neeple* telah terpasang di *manifold* truk dengan benar.
- d. Operator membuka perlahan *valve* yang terdapat di *manifold* truk.
- e. Operator menunggu hingga 60 detik, agar semua fluida yang terdapat di *manifold* truk sudah berpindah ke *temporary tank*.
- f. Operator menutup *valve* yang terdapat di *manifold* truk.
- g. Operator melepaskan *hexagonal neeple* telah terpasang di *manifold* truk dengan benar.
- h. Kompresor bekerja ketika tekanan di *temporary tank* menunjukkan angka 2 bar, untuk memindahkan fluida dari *temporary tank* ke *storage tank*.

4.4. Analisa Ekonomi

Perhitungan ekonomi yang akan dilakukan adalah merencanakan anggaran biaya yang harus dikeluarkan. Biaya tersebut meliputi pengadaan barang dan Operasional. Perhitungan ekonomi juga mempertimbangkan sisi ekonomi dari desain awal dengan rekomendasi, apakah rekomendasi tersebut layak diterapkan atau tidak.

4.4.1. Analisa Ekonomi Desain Awal Sistem Venting

4.4.1.1. *Capital Expenditure* (CAPEX)

Biaya *capital expenditure* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem venting. Biaya tersebut meliputi biaya pengadaan barang dan biaya pekerja;

a. Biaya Pengadaan Barang

Pada pengadaan barang ini merupakan peralatan apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sistem venting.

Tabel 4.4 menunjukkan daftar harga peralatan untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.4 Daftar Harga Peralatan

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Qty	Total Harga Peralatan
1	Kompresor LPG	pcs	Rp20,000,000	1	Rp 20,000,000
2	2" Pipe API 5L X52 Gr.B Sch 40	batang	Rp 650,000	8	Rp 5,200,000
3	2" Ball valve 150# end flange	batang	Rp 1,750,000	1	Rp 1,750,000
4	2" 90 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 125,000	10	Rp 1,250,000
5	2" 45 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 125,000	5	Rp 625,000
6	1" Pipe API 5L X52Gr. B Sch 40	ea	Rp 525,000	6	Rp 3,150,000
7	1" 90 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 87,500	6	Rp 525,000
8	2"x1" Reducer Tee Sch.40 ASTM A234	ea	Rp 115,000	6	Rp 690,000
9	2" Equal Tee Sch.40 ASTM A234	ea	Rp 135,000	2	Rp 270,000

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Qty	Total Harga Peralatan
10	2" x 1/2" threatdolet 300 WOG	ea	Rp 92,500	2	Rp 185,000
11	2" Flange RFWN 150# ASTM A105	ea	Rp 235,000	8	Rp 1,880,000
12	2" Gasket 3 mm Thk CL 150# SP-Wound 304SS	ea	Rp 115,000	10	Rp 1,150,000
13	Studbolts A193 Gr.B7 / Hex Nuts A194 Gr.2H ASME B16.5 (5/8" UNC x 3.25" long)	ea	Rp 17,500	80	Rp 1,400,000
14	1" Flange RFWN 150# ASTM A105	ea	Rp 185,000	10	Rp 1,850,000
15	1" Gasket 3 mm Thk CL 150# SP-Wound 304SS	ea	Rp 75,000	15	Rp 1,125,000
16	Studbolts A193 Gr.B7 / Hex Nuts A194 Gr.2H ASME B16.5 (5/8" UNC x 2.5" long)	ea	Rp 16,500	84	Rp 1,386,000
17	1" x 1/2" Concrete Reducer Sch.40 ASTM A234	box	Rp 85,000	6	Rp 510,000
18	1/2" Threat Valve 1000 WOG	tbng	Rp 575,000	6	Rp 3,450,000
19	1/2" Check Valve 1000 WOG	tbng	Rp 925,000	6	Rp 5,550,000
20	1/2" Press hose 1000 psi 3000 mm long	tbng	Rp 185,000	6	Rp 1,110,000
21	1/2" Quick Coupler	tbng	Rp 75,000	6	Rp 450,000
22	Besi Siku 70 x 70 mm	btg	Rp 425,000	3	Rp 1,275,000
23	Semen	sak	Rp 65,000	5	Rp 325,000
24	Pasir	colt	Rp 300,000	1	Rp 300,000
25	Cat Primer + Thinner	Galon	Rp 1,100,000	3	Rp 3,300,000
26	Cat Top Coat	Galon	Rp 1,150,000	3	Rp 3,450,000
27	Spray Gun	Ea	Rp 225,000	4	Rp 900,000
28	Majun Putih	kg	Rp 15,000	10	Rp 150,000
29	Bensin	ltr	Rp 8,500	20	Rp 170,000
30	Rol Cat	Ea	Rp 25,000	10	Rp 250,000
31	Mata gerinda amplas uk. 4"	Ea	Rp 95,000	10	Rp 950,000
32	Kawat Las Argon 2.6 mm	Box	Rp 450,000	2	Rp 900,000
33	Argon	tbg	Rp 350,000	5	Rp 1,750,000

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Qty	Total Harga Peralatan
34	Oksigen	tbg	Rp 125,000	2	Rp 250,000
35	LPG	tbg	Rp 150,000	2	Rp 300,000
36	Nitrogen	tbg	Rp 150,000	1	Rp 150,000
Total Biaya					Rp 47,926,000

b. Biaya Pekerjaan

Tabel 4.5 menunjukkan daftar biaya pekerjaan untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.5 Daftar Harga Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Upah
1	Supervisor	7	Rp150,000	manday	Rp1,050,000
2	Welder	95	Rp100,000	dia inch	Rp9,500,000
3	Fitter	95	Rp75,000	dia inch	Rp7,125,000
4	Helper (3 orang)	21	Rp100,000	manday	Rp2,100,000
Total Biaya					Rp19,775,000

c. Total Biaya *Capital Expenditure*

Tabel 4.6 menunjukkan total biaya *capital expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.6 Total Biaya *Capital Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp47,926,000
2	Biaya Pekerja	Rp19,775,000
Total Biaya		Rp67,701,000

Jadi, dalam pembangunan sistem venting, dari sisi *capital expenditure* memerlukan biaya Rp67,701,000.

4.4.1.2. Operational Expenditure (OPEX)

Biaya *operational expenditure* meliputi biaya operasional dari sistem venting. Pada sistem ini operasional dihitung dari kerja kompresor. Berikut adalah perhitungan biaya operasional kompresor;

a. Perhitungan biaya operasional dalam sehari

Dalam operasional sehari-hari sistem venting masih terdapat kekurangan yaitu masih terdapat LPG yang tidak bisa mengalir ke *temporary tank* yang berada di *manifold* truk, ketika *temporary tank* sudah terisi oleh LPG sisa sebanyak 9 *manifold* truk dengan *pressure* di *temporary tank* sekitar 2.84 bar. Dan ketika operator yang berada di *filling station* tidak mengetahui aliran tidak bisa menuju *temporary tank*, maka LPG yang berada di *manifold* truk akan *release* ke *atmosphere*, sehingga sangat berbahaya dan bisa mengakibatkan kebakaran di area Terminal LPG Semarang.

Pada satu siklus sistem venting membutuhkan waktu sekitar 90 menit, pada waktu tersebut sudah tidak bisa mengalirkan LPG dari *manifold* truk ke *temporary tank*. Sehingga memerlukan kompresor untuk memindahkan fluida yang berada di *temporary tank* ke *storage tank* selama 10 menit. Dalam sehari terdapat 150 truk mengisi LPG di Terminal LPG Semarang, maka operasional kompresor dalam sehari untuk sistem venting bisa terjadi sebanyak 16 kali menghidupkan kompresor dengan masa kerja 10 menit per siklus.

Tabel 4.7 menunjukkan spesifikasi dari kompresor yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.7 Spesifikasi Kompresor

TAG NO	C-001
TITLE	COMPRESSOR
CAPACITY	65.4 m ³ /h
POWER	20 HP
FREKWENSI	50 HZ
VOLTASE	380 V
RPM	1455
TEMPERATURE	40 C

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa Terminal LPG Semarang termasuk dalam golongan tarif I-3/TM dengan batas daya diatas 200 kVA, dikarenakan tidak terdapat informasi terkait nilai faktor (k) perbandingan antara WBP dan LWBP, sehingga dalam perhitungan ini mengabaikan Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Berikut adalah perhitungan biaya operasional dalam sehari:

- Diketahui:
 1. Tarif kWh : Rp. 1.035,75
 2. Power : 20 HP = 15 kW
 3. Lama Pemakaian : Waktu x Jumlah Start
: 10 menit x 16
: 160 menit
: 2,66 jam
- Jadi dalam satu hari memerlukan biaya sebagai berikut;

$$\text{Power} = 15 \text{ kW} \times 2,66 \text{ jam}$$

$$= 39,9 \text{ kWh per hari}$$

$$\text{Biaya} = 39,9 \text{ kW} \times \text{Rp. } 1.035,75$$

$$= \text{Rp. } 41.326,42$$

- b. Perhitungan biaya operasional dalam sebulan
Berikut adalah biaya operasional sistem venting awal dalam satu bulan;

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 41.326,42 \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 1.239.792,75$$

- c. Perhitungan biaya operasional dalam setahun
Berikut adalah jumlah biaya operasional sistem venting awal dalam satu tahun;

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 1.239.792,75 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp. } 14.877.513,00$$

Tabel 4.8 menunjukkan total biaya *operational expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.8 Total Biaya *Operational Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Operasional Kompresor	Rp 14,877,513
Total Biaya		Rp 14,877,513
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp 15,621,388.65
Dibulatkan		Rp 16,000,000.00

4.4.1.3. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

Pada tahap ini, merupakan perhitungan harga sisa LPG yang dapat dijual dan didapatkan dari sistem venting selama satu tahun. Pada Desain awal masih terdapat LPG yang terbang ke *atmosphere*, dari 150 truk dalam sehari yang melakukan pengisian LPG, terdapat sekitar 40 *manifold* truk yang masih terbang ke *atmosphere* dengan masa kerja dalam setahun 300 hari.

Tabel 4.9 menunjukkan kerugian yang disebabkan desain awal sistem venting.

Tabel 4.9 Kerugian Desain Awal dari Sistem Venting

No	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp10,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	12000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	18
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	10800
6	Pendapatan	per tahun	Rp108,000,000.00

Berdasarkan **Tabel 4.9** kerugian yang didapat dari sistem venting dalam setahun sebesar Rp108,000,000.00.

Selain terdapat kerugian, masih terdapat LPG yang dapat disalurkan ke *temporary tank*. Dari 150 *manifold* truk, terdapat 110 *manifold* truk yang dapat di salurkan. Berikut adalah sisa LPG yang didapatkan dari sistem venting dalam periode satu tahun di dalam desain awal.

Tabel 4.10 menunjukkan perhitungan harga LPG dari sistem venting

Tabel 4.10 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp10,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	33000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	49.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	29700
6	Pendapatan	per tahun	Rp297,000,000

Jadi, pada desain awal sistem venting dalam satu tahun dapat menghasilkan pendapatan sebesar Rp297,000,000.

4.4.1.4. Analisa Kelayakan

Pembahasan analisa kelayakan ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan proyek sistem venting. Perhitungan analisa kelayakan dapat dilihat detail di lampiran. Berikut adalah parameter ekonomi yang digunakan untuk menilai sistem venting;

1. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah penilaian keuangan bersih yang ada di perusahaan setelah dikurangi oleh biaya lainnya sehingga nilai pertambahan atau kekurangan uang perusahaan yang ada ini dapat dijadikan acuan untuk menilai layak tidaknya keuangan perusahaan. Nilai NPV dari sistem venting pada desain awal bernilai Rp2,115,178,572.72. Karena $NPV > 0$ maka proyek **layak dilaksanakan**.

2. Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C atau perbandingan manfaat dan biaya bersih suatu proyek adalah perbandingan sedemikian rupa sehingga pembilangnya terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit bersih itu bersifat positif, sedangkan penyebut terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit itu bersifat negative (Maulana, 2018). Net B/C yang dihasilkan sistem venting pada desain awal yaitu 6.26. Karena Net B/C lebih besar dari 1 maka proyek ini **layak dilaksanakan**.

4.4.2. Analisa Ekonomi Rekomendasi Desain 1

4.4.2.1. *Capital Expenditure (CAPEX)*

Biaya *capital expenditure* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem venting. Biaya tersebut meliputi biaya pengadaan barang dan biaya pekerja;

- a. Biaya Pengadaan Barang

Pada rekomendasi desain 1 terdapat penambahan alat yaitu pompa. **Gambar 4.11** menunjukkan harga dari pompa LPG sistem venting yaitu dengan harga \$400,00 atau Rp. 5.707.200,00.



Gambar 4.11 Biaya Pompa LPG Venting Sistem

Selain penambahan pompa, terdapat alat yang harus dibeli untuk membuat pompa dan kompresor bekerja secara otomatis, sehingga diperlukan penambahan alat.

Tabel 4.11 menunjukkan daftar harga peralatan rekomendasi desain 1 untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.11 Daftar Harga Peralatan Rekomendasi Desain 1

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Qty	Total Harga Peralatan
1	Pompa Venting	pcs	Rp5,707,200	1	Rp5,707,200
2	Pressure Transmitter	pcs	Rp2,142,000.00	8	Rp2,142,000
3	Pressure Controller	pcs	Rp714,000.00	1	Rp714,000
4	Indicator	pcs	p4,316,558.40	10	Rp8,633,117
5	1/2" PSV	pcs	Rp142,800.00	5	Rp142,800
6	XA	pcs	Rp500,000.00	6	Rp500,000
7	Cable	unit	Rp100,000.00	6	Rp100,000
Total Biaya					Rp17,939,117
Total Biaya (Incl. PPn 10%)					Rp19,733,028
Dibulatkan					Rp20,000,000

b. Biaya Pekerjaan

Tabel 4.12 menunjukkan daftar biaya pekerjaan untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.12 Daftar Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Upah
1	Supervisor	2	Rp150,000	manday	Rp300,000
2	Welder	10	Rp100,000	dia inch	Rp1,000,000
3	Fitter	10	Rp75,000	dia inch	Rp750,000
4	Helper (2 orang)	4	Rp100,000	manday	Rp400,000
Total Biaya					Rp 2,450,000

c. Total Biaya *Capital Expenditure*

Tabel 4.13 menunjukkan total biaya *capital expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.13 Total Biaya *Capital Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp20,000,000
2	Biaya Pekerja	Rp2,450,000
Total Biaya		Rp22,450,000

Jadi, dalam pembangunan sistem venting, dari sisi *capital expenditure* memerlukan biaya Rp22,450,000. .

4.4.2.2. Operational Expenditure (OPEX)

Biaya *operational expenditure* meliputi biaya operasional dari sistem venting. Pada sistem ini, di rekomendasi desain 1 operasional dihitung dari kerja kompresor dan pompa. Berikut adalah perhitungan biaya operasional kompresor;

a) Perhitungan biaya operasional dalam sehari

Pada rekomendasi desain 1 terdapat penambahan peralatan berupa pompa. Pompa disini digunakan untuk memindahkan fluida yang berada di *mainfold* truk menuju *temporary tank*. Penggunaan pompa disini di atur dengan mode otomatis, sehingga ketika fluida yang berada di *manifold* truk siap menuju ke *temporary tank*, pompa otomatis bekerja untuk memindahkan fluida. Kemudian terdapat kompresor yang di buat dengan model otomatis dengan indikator *pressure* yang berada di *temporary tank* menunjukkan angka 20 bar, kompresor disini berfungsi untuk memindahkan fluida yang berada di *temporary tank* menuju *storage tank*.

Tabel 4.14 dan **Tabel 4.15** menunjukkan spesifikasi kompresor dan pompa

Tabel 4.14 Spesifikasi Kompresor

TAG NO	C-001
TITLE	COMPRESSOR
CAPACITY	65.4 m ³ /h
POWER	20 HP
FREKWENSI	50 HZ
VOLTASE	380 V
RPM	1455
TEMPERATURE	40 C

Tabel 4.15 Spesifikasi Pompa

TAG NO	P-001
MODEL NO	TXR-LPG200A
CAPACITY	18 m ³ /h
HEAD	122 m
RPM	800
POWER	7.5 kW

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa Terminal LPG Semarang termasuk dalam golongan tarif I-3/TM dengan batas daya diatas 200 kVA, dikarenakan tidak terdapat informasi terkait nilai faktor (k) perbandingan antara WBP dan LWBP, sehingga dalam perhitungan ini mengabaikan Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Berikut adalah perhitungan biaya operasional dalam sehari:

- Diketahui:
 1. Tarif kWh : Rp. 1.035,75
 2. Power Kompresor : 20 HP = 15 kW
 3. Lama Penggunaan : 5 x 10
Kompresor : 50 menit
: 0.5 jam
 4. Power Pompa : 10 HP = 7.5 kW
 5. Lama Pemakaian Pompa : 150 x 2
: 300 menit
: 5 jam
- Pemakaian kompresor dalam satu hari memerlukan biaya sebagai berikut;

Power = 15 kW x 0.5 jam
= 7.5 kWh per hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 7.5 \text{ kWh} \times \text{Rp.1.035,75} \\ &= \text{Rp. 7.768,125} \end{aligned}$$

- Pemakaian pompa dalam satu hari memerlukan biaya sebagai berikut;
Power = 7.5 kW x 5 jam
= 37.5 kWh per hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 37.5 \text{ kWh} \times \text{Rp.1.035,75} \\ &= \text{Rp. 38.840,625} \end{aligned}$$

- Pemakaian pompa dan kompresor dalam satu hari memerlukan biaya sebagai berikut;
Biaya total = Biaya Kompresor + Biaya Pompa
= 7.768.125 + 38.840,625
= Rp 46.608,75

b) Perhitungan biaya operasional dalam sebulan

Berikut adalah biaya operasional untuk rekomendasi desain 1 sistem venting dalam satu bulan;

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp. 46.608,75} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp 1.398.262,5} \end{aligned}$$

c) Perhitungan biaya operasional dalam setahun

Berikut adalah biaya operasional sistem venting dalam satu tahun;

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp. 1.398.262,5} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp 16.779.150,00} \end{aligned}$$

Tabel 4.16 menunjukkan total biaya *operational expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.16 Total Biaya *Operational Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Kompresor dan Pompa	Rp16,779,150
Total Biaya		Rp16,779,150
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp17,618,108
Dibulatkan		Rp18,000,000

4.4.2.3. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

Pada tahap ini, merupakan perhitungan harga sisa LPG yang dapat dijual dan didapatkan dari sistem venting selama satu tahun. Dari 150 truk dalam sehari yang melakukan pengisian LPG dengan masa kerja dalam setahun 300 hari. Berikut adalah sisa LPG yang didapatkan dari sistem venting dalam periode satu tahun di dalam rekomendasi desain 1.

Tabel 4.17 menunjukkan perhitungan harga LPG dari sistem venting

Tabel 4.17 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp10,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	45000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	67.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	40500
6	Pendapatan	per tahun	Rp405,000,000

Jadi, pada desain awal sistem venting dalam satu tahun dapat menghasilkan pendapatan sebesar Rp405,000,000.

4.4.2.4. Analisa Kelayakan

Pembahasan analisa kelayakan ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan proyek sistem venting. Perhitungan analisa kelayakan dapat dilihat detail di lampiran. Berikut adalah parameter ekonomi yang digunakan untuk menilai sistem venting;

1. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah penilaian keuangan bersih yang ada di perusahaan setelah dikurangi oleh biaya lainnya sehingga nilai pertambahan atau kekurangan uang perusahaan yang ada ini dapat dijadikan acuan untuk menilai layak tidaknya keuangan perusahaan. Nilai NPV dari sistem venting pada desain awal bernilai Rp3,049,138,213.83. Karena $NPV > 0$ maka proyek **layak dilaksanakan**.

2. Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C atau perbandingan manfaat dan biaya bersih suatu proyek adalah perbandingan sedemikian rupa sehingga pembilangnya terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit bersih itu bersifat positif, sedangkan penyebut terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit itu bersifat negative (Maulana, 2018). Net B/C yang dihasilkan sistem venting pada desain awal yaitu 8.17. Karena Net B/C lebih besar dari 1 maka proyek ini **layak dilaksanakan**.

4.4.3. Analisa Ekonomi Rekomendasi Desain 2

4.4.3.1. Capital Expenditure (CAPEX)

Biaya *capital expenditure* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem venting. Biaya tersebut meliputi biaya pengadaan barang dan biaya pekerja;

a. Biaya Pengadaan Barang

Pada perhitungan ekonomi rekomendasi desain 2, hanya terdapat penambahan alat di kompresor, yaitu dengan membuat kerja kompresor yang sudah terpasang sebelumnya menjadi model otomatis.

Tabel 4.18 menunjukkan daftar harga peralatan rekomendasi desain 2 untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.18 Daftar Harga Peralatan Rekomendasi Desain 2

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Qty	Total Harga Peralatan
1	Pressure Transmitter	pcs	Rp2,142,000.00	1	Rp2,142,000.00
2	Pressure Controller	pcs	Rp714,000.00	1	Rp714,000.00
3	Indicator	pcs	Rp4,316,558.40	1	Rp4,316,558.40
4	1/2" PSV	pcs	Rp142,800.00	1	Rp142,800.00
5	XA	pcs	Rp500,000.00	1	Rp500,000.00
6	Cable	unit	Rp100,000.00	1	Rp100,000.00
Total Biaya					Rp7,915,358.40
Total Biaya (Incl. PPn 10%)					Rp8,706,894.24
Dibulatkan					Rp9,000,000.00

b. Biaya Pekerjaan

Tabel 4.19 menunjukkan daftar biaya pekerjaan untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.19 Daftar Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Upah
1	Supervisor	2	Rp150,000	manday	Rp300,000
2	Welder	10	Rp100,000	dia inch	Rp1,000,000
3	Fitter	10	Rp75,000	dia inch	Rp750,000
4	Helper (2 orang)	4	Rp100,000	manday	Rp400,000
Total Biaya					Rp 2,450,000

c. Total Biaya *Capital Expenditure*

Tabel 4.20 menunjukkan total biaya *capital expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.20 Total Biaya *Capital Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp9,000,000
2	Biaya Pekerja	Rp2,450,000
Total Biaya		Rp11,450,000

Jadi, dalam pembangunan sistem venting, dari sisi *capital expenditure* memerlukan biaya Rp11,450,000.

4.4.3.2. *Operational Expenditure* (OPEX)

Biaya *operational expenditure* meliputi biaya operasional dari sistem venting. Pada sistem ini, di rekomendasikan desain 2 operasional dihitung dari kerja kompresor otomatis. Berikut adalah perhitungan biaya operasional kompresor;

a. Perhitungan biaya operasional dalam sehari

Pada rekomendasi desain 2 terdapat penambahan peralatan berupa indikator otomatis yang dipasang di kompresor, indikator ini berupa *pressure* yang berada di *temporary tank* menunjukkan angka 2 bar, kompresor disini berfungsi untuk memindahkan fluida yang berada di *temporary tank* menuju *storage tank*.

Tabel 4.21 menunjukkan spesifikasi kompresor sistem venting

Tabel 4.21 Spesifikasi Kompresor

TAG NO	C-001
TITLE	COMPRESSOR
CAPACITY	65.4 m ³ /h
POWER	20 HP
FREKWENSI	50 HZ
VOLTASE	380 V
RPM	1455
TEMPERATURE	40 C

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa Terminal LPG Semarang termasuk dalam golongan tarif I-3/TM dengan batas daya diatas 200 kVA, dikarenakan tidak terdapat informasi terkait nilai faktor (k) perbandingan antara WBP dan LWBP, sehingga dalam perhitungan ini mengabaikan Waktu Beban Puncak

(WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Berikut adalah perhitungan biaya operasional dalam sehari:

- Diketahui:
 1. Tarif kWh : Rp. 1.035,75
 2. Power Kompresor : 20 HP = 15 kW
 3. Lama Penggunaan : 24 x 10
Kompresor : 240 menit
: 4 jam

- Jadi dalam satu hari memerlukan biaya sebagai berikut;

$$\text{Power} = 15 \text{ kW} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 60 \text{ kWh per hari}$$

$$\text{Biaya} = 60 \times \text{Rp. } 1.035,75$$

$$= \text{Rp. } 62.100,00$$

- d. Perhitungan biaya operasional dalam sebulan
Berikut adalah biaya operasional sistem venting untuk rekomendasi desain 2 dalam satu bulan;

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 62.100,00 \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 1.863.000,00$$

- e. Perhitungan biaya operasional dalam setahun
Berikut adalah biaya operasional sistem venting untuk rekomendasi desain 2 dalam satu tahun;

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 11.863.000,00 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 22.356.000,00$$

Tabel 4.22 menunjukkan total biaya *operational expenditure* untuk membangun sistem venting yang terdapat di Terminal LPG Semarang.

Tabel 4.22 Total Biaya *Operational Expenditure*

No.	Jenis Peralatan	Biaya
1	Kompresor	Rp 22,356,000
Total Biaya		Rp22,356,000.00
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp23,473,800.00
Dibulatkan		Rp24,000,000.00

4.4.2.5. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

Pada tahap ini, merupakan perhitungan harga sisa LPG yang dapat dijual dan didapatkan dari sistem venting selama satu tahun. Dari 150 truk dalam sehari yang melakukan pengisian LPG dengan masa kerja dalam setahun 300 hari. Berikut adalah sisa LPG yang didapatkan dari sistem venting dalam periode satu tahun di dalam rekomendasi desain 2.

Tabel 4.23 menunjukkan perhitungan harga LPG dari sistem venting

Tabel 4.23 Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp10,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	45000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	67.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	40500
6	Pendapatan	per tahun	R Rp405,000,000

Jadi, pada desain awal sistem venting dalam satu tahun dapat menghasilkan pendapatan sebesar Rp405,000,000.

4.4.2.6. Analisa Kelayakan

Pembahasan analisa kelayakan ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan proyek sistem venting. Perhitungan analisa kelayakan dapat dilihat detail di lampiran. Berikut adalah parameter ekonomi yang digunakan untuk menilai sistem venting;

1. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah penilaian keuangan bersih yang ada di perusahaan setelah dikurangi oleh biaya lainnya sehingga nilai pertambahan atau kekurangan uang perusahaan yang ada ini dapat dijadikan acuan untuk menilai layak tidaknya keuangan perusahaan. Nilai NPV dari sistem venting pada desain awal bernilai Rp2,995,314,459.68. Karena $NPV > 0$ maka proyek **layak dilaksanakan**.

2. Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C atau perbandingan manfaat dan biaya bersih suatu proyek adalah perbandingan sedemikian rupa sehingga pembilangnya terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit bersih itu bersifat positif, sedangkan penyebut terdiri atas present value total dari benefit bersih dalam tahun dimana benefit itu bersifat negative (Maulana, 2018). Net B/C yang dihasilkan sistem venting pada desain awal yaitu 6.57. Karena Net B/C lebih besar dari 1 maka proyek ini **layak dilaksanakan**.

4.4.4. Summary Analisa Ekonomi Berdasarkan Operasional

Berikut adalah *summary* analisa ekonomi untuk desain sistem venting awal dan rekomendasi desain 1 dan 2. Analisa ekonomi tersebut berdasarkan *capital expenditure* dan *operational expenditure*, serta pendapatan didapatkan berdasarkan hasil sisa LPG yang dapat di sistem venting.

Analisa kelayakan dari sistem venting, baik desain awal maupun rekomendasi desain 1 dan 2 menggunakan metode NPV dan *Cost Benefit Analisis* untuk menilai desain tersebut layak atau tidak.

Tabel 4.24 menunjukkan *summary* perhitungan ekonomi

Tabel 4.24 Summary Perhitungan Ekonomi

Parameter	NPV	Net B/C	Keterangan
Desain Awal	Rp2,115,178,573	6.26	feasible
Rekomendasi 1	Rp3,049,138,214	8.17	feasible
Rekomendasi 2	Rp2,995,314,460	6.57	feasible

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan menggunakan permodelan simulasi dan dengan menggunakan perhitungan terdapat perbedaan hasil, dapat dikatakan hasil penelitian dengan menggunakan permodelan maupun dengan menggunakan perhitungan tidak memperoleh hasil yang presisi.

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Permasalahan yang terjadi pada sistem venting yaitu ketidakmampuan aliran memenuhi *temporary tank* disebabkan terjadi *pressure drop*, dan adanya *check valve*.
2. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, terdapat 2 rekomendasi desain pertama dengan menggunakan pompa otomatis & kompresor otomatis dan kedua menggunakan kompresor otomatis.
3. Berdasarkan analisa ekonomi pada sistem venting, pada desain awal memiliki CAPEX sebesar Rp.67,701,000 dan OPEX sebesar Rp.16,000,000 dengan NPV Rp.2,115,178,573 ; Net B/C 6.26, sedangkan pada rekomendasi desain 1 memiliki CAPEX sebesar Rp. 20,000,000 dan OPEX sebesar Rp. 22,450,000 dengan NPV Rp 3,049,138,214 ; Net B/C 8.17 dan pada rekomendasi desain 2 memiliki CAPEX sebesar Rp. 11,450,000 dan OPEX sebesar Rp. 24,000,000 dengan NPV Rp 2,995,314,460 ; Net B/C 6.57.

5.1. Saran

Dari hasil penelitian ini masih terdapat banyak hal yang perlu menjadi pertimbangan untuk pengembangan penelitian dengan hasil yang lebih akurat . Hal yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini belum mempertimbangkan suhu dari LPG dari sistem venting tersebut, baik akibat adanya perubahan cuaca ataupun keadaan lainnya.
2. Pada proses desain 3D sistem venting masih belum semua part dari sistem venting terdapat di software desain, sehingga pada pemodelan pada penelitian menggunakan pendekatan yang terdapat di software.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Bruce R. Munson; Donald F. Young; Theodore H. Okiishi, "Mekanika Fluida". 2005. Erlangga, Jakarta

Miller, D.S., "Internal Flow Sistem" BHRA Fluid Engineering Series, Vol. 2. 1987. British Hydromechanics Research Association, Cranfield, UK

Sularso . Tahara , Haruo . 2000 . Pompa dan Kompresor . Jakarta . Pradnya Paramita
Flow of Fluids Through Valves , Fittings, and Pipe, Technical Paper No. 410, 1981. Crane Co., New York

ASME code Section VIII, Division 1, Rules For Contructions of Pressure Vessel

Ningtyas, Arista Putri C. 2016. Analisa Pengaruh Variasi Sudut Y-Piece Terhadap Aliran Pada Pump Header di Plant. Tugas Akhir Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS

Sitohang, Fretty H. 2010. Tinjauan Teknis Ekonomis Perbandingan Penggunaan Diesel Engine dan Motor Listrik Sebagai Penggerak Cargo Pump Pada Kapal Tanker KM Avila. Surabaya. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS

Maulana, Arfan Dwi. 2018. Desain Sistem External Ballast Water Treatment Berbasis Tongkang. Tugas Akhir Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS

Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 26525.K/10/DJM.T/2009

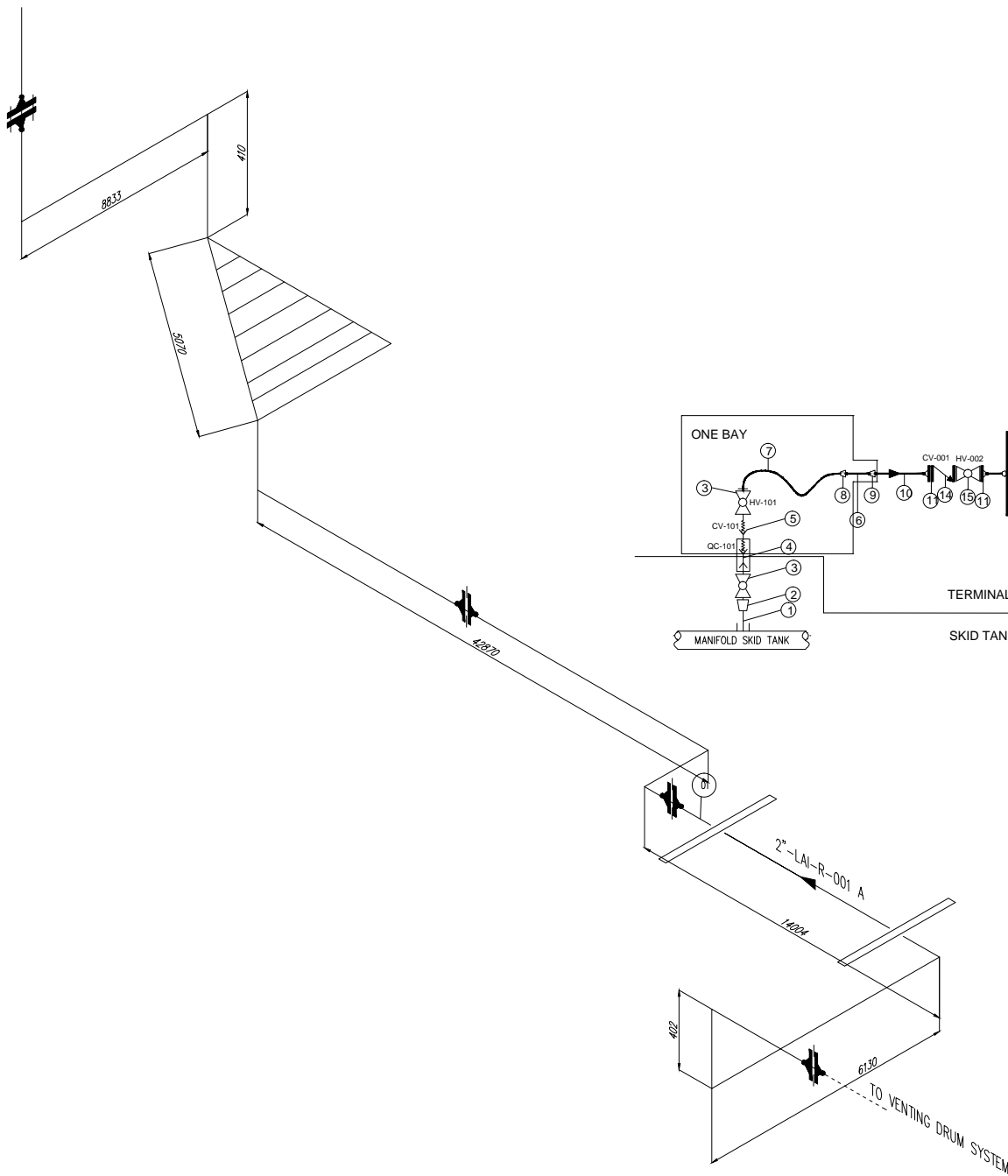
<http://www.pertamina.com/our-business/hilir/pemasaran-dan-niaga/produk-dan-layanan/solusi-bisnis/gas-produk/lpg/> diakses pada 26 Desember 2017

<http://www.bumn.go.id/pertamina/berita/471/Komposisi.Elpiji.Sesuai.Spesifikasi.Standar.Keselamatan> diakses pada 30 Desember 2017

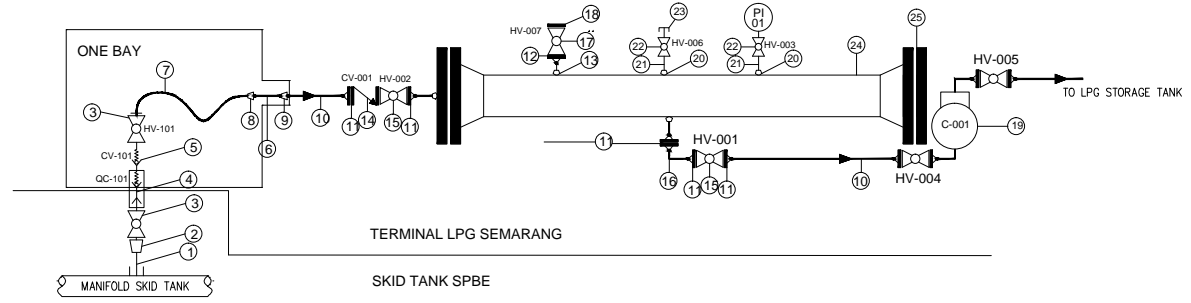
<http://www.opsico.com/> diakses pada 1 Januari 2018

LAMPIRAN 1

P&ID SISTEM VENTING



- | NOTES | NOTES |
|--|--|
| 18. BLIND FLANGE 1" # 300 | 1. HEXAGONAL NEEPLE 1/4" |
| 19. LPG COMPRESSOR RECIPROCATNG | 2. BUSHING 1000 WOG 1/2" x 1/4" |
| 20. THREDOLET 1/2 " # 3000 | 3. BALL VALVE 1000 WOG 1/2" FEMALE NPT |
| 21. PIPE NEEPLE THREAD 1/2" NPT SCH 60 | 4. QUICK COUPLER 1/2" FEMALE NPT |
| 22. BALL VALVE 1/2" FEMALE NPT | 5. CHECK VALVE SPRING 1/2" FEMALE NPT |
| 23. PLUG 1/2" # 3000 | 6. PIPE 1" SCH 40 |
| 24. PIPE 10" SCH 40 | 7. HOSE R1 1/2" |
| 25. FLANGE WELDNECK 10" SCH 40 | 8. RED. NEEPLE 1" WELDED X 1/2" MALE NPT |
| | 9. REDUCER CON. 2"x1" SCH 40 |
| | 10. PIPE 2" SCH 40 |
| | 11. FLANGE WELDNECK 2" # 300 |
| | 12. FLANGE WELDNECK 1" # 300 |
| | 13. THREDOLET 2" X 1" # 3000 |
| | 14. SWING CHECK VALVE WCB # 300 |
| | 15. BALL VALVE 2" # 300 WCB |
| | 16. ELBOW 2" SR. SCH 40 |
| | 17. BALL VALVE 1" FLANGE # 300 |



OPSICO PT OPTIMA SINERGI COMVESTAMA
 TITLE : VENTING DRUM SYSTEM

NOTE :										LINE NO.				
										2"-VD-LPG-001				
FTLSMG-50-DW-C008	PIPING PLAN LPG PUMP HOUSE SECTION	0	08/08/16	APPROVED FOR CONSTRUCTION	AN	FE	BM	HR	AH	SCALE	DRAWING No:	SHT	SIZE	REV
DRAWING NO	DESCRIPTION	REV	DATE	DESCRIPTION	DRAFT	CHECKED	APPROVED	ACKNOW	ACKNOW	NTS	OPS-110/013-ART/DW-001	1/1	A4	0
REFERENCE DRAWING										REVISIONS				

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN DESIGN PRESSURE TEMPORARY TANK



DESIGN PRESSURE CALCULATION

Name : Andri Indriawan

NRP : 0421144000088

Project : Skripsi

1 Data Desain

a. Data Teknis Temporary Tank

Fluid : LPG
Max Design Temperature : 150 F
Min Design Temperature : 10 F

b. Spesifikasi Pipa (Temporary Tank)

Material Grade : API 5 L Gr. B
SMYS : 35000 psi
Outside Diameter : 10.75 inch
Inside Diameter : 10.02 inch
Wall Thickness : 0.365 inch

2 Tekanan Desain

Based on ASME 8 divisi 1, the pressure design is calculated by the following formula:

$$P = \frac{S E T}{R + 0.6T}$$

where,

T = wall thickness, inch
P = design pressure, psig
R = Inside Radius, inch
S = Specified minimum yield strength, psi
E = joint efficiency, percent
= 0.65

2 Perhitungan Tekanan Desain

$$P = \frac{S E T}{R + 0.6 T} = \frac{35000 \times 0.65 \times 0.365}{10.02 + (0.6 \times 0.365)}$$
$$= 811 \text{ psig}$$
$$= 55 \text{ bar}$$

LAMPIRAN 3
SPESIFIKASI LPG



PERTAMINA *Material Safety Data Sheet*

1. CHEMICAL PRODUCT/COMPANY IDENTIFICATION

Product Name: **LPG (Liquefied Petroleum Gas)**
Tradenames / Synonyms: elpiji
MSDS Code: LPG-mix-001-PTM
Date: May 1, 2007 Revised: 0
Manufacture: PERTAMINA, Indonesia
Distributor: PERTAMINA, Direktorat Pemasaran & Niaga
unit Gas Domestik
Gedung Utama Pertamina Lt 12
Jl. Medan Merdeka Timur 1A, Jakarta 10110, Indonesia
Phone: 62-21-3815137,- 3815569
Facs.: 62-21-3846943,-3843773
Product Information: PERTAMINA, Pemasaran Gas Domestik
Phone: 62-21-3815137,- 3815569
Facs.: 62-21-3846943,-3843773
Medical Emergency: 62-21-3815964

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Component	CAS Number	
1. Ethane	74-84-0	0.2 % Max.
2. Propane	74-98-6	97.50 % (C3 + C4) Min.
3. Iso-butane	75-28-5	
4. N-butane	106-97-8	
5. Pentane and heavier	68476-43-7	Traces
6. Ethyl Mercaptan	67-56-1	50 ml/100 AG Min.
* Pentane as n-Pentane		

3. HAZARDS IDENTIFICATION

3.1. EMERGENCY OVERVIEW:

Health Hazards: Danger, may cause cardiac sensitization, asphyxiant gas, overexposure may cause depression, liquid material may cause frostbite and freeze burns.
Flammability hazards: Extremely flammable, forms explosive mixtures with air, may cause flash fire.
Appearance / Odor: Vapor and Liquid are colorless, contain stanching agent
OSHA Hazard Determination: 800 - 1000 ppm 8-hour TWA
HMIS Rating: Health: 1; Flammability: 4; Reactivity: 0

3.2. POTENTIAL HEALTH EFFECTS

mary Route of Exposure

Pri

Eye Contact	May causes irritation. Direct contact with liquefied/pressurized gas or frost particle may produce severely and possibly permanent eye damage from freezer burn	N/A
Skin Irritation:	Neither a "corrosive" nor "irritant" by OSHA standard. Solid or liquid forms of this material and pressurized gas can cause Freezer burns. Prolonged exposure tends to remove skin oils, Possibly leading to dermatitis	N/A
Inhalation:	Oxygen deficient atmospheres may cause gasping, disorientation, unconsciousness, and possibly death	Yes
Ingestion:	Not expected with proper use Solid and liquid forms of this material and pressurized gas Can cause burns. Potential human health risks vary from person to person. As a precaution, exposure to liquids, Vapors, mists or fumes should be minimized	N/A

Carcinogenicity: No

3.3. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute or chronic overexposure to this material or its components may cause systematic toxicity, including adverse effects to the following: cardiovascular and central nervous systems.

Contain asphyxiant which may cause reproductively and/or development effects in pregnant woman.

Pre-existing medical conditions which may be aggravated by exposure include disorders of the respiratory and cardiovascular systems.

3.4. ECOLOGICAL INFORMATION

Ecological Information ND

4. FIRST AID AND EMERGENCY PROCEDURES

INHALATION: Remove from exposure and call physician. For respiratory distress give air, oxygen, and/or administer cardiopulmonary resuscitation. Keep warm and quiet until medical attention arrives.

SKIN CONTACT: This material is not expected to be absorbed through the skin. In case of excessive skin contact with liquid, immediately flush skin with tap water for fifteen minutes. If irritation develops, immediately contact physician for treatment.

EYE CONTACT: Immediately flush eyes with tap water for at least fifteen minutes. If irritations develop and If liquid gets into eyes, contact physician immediately

INGESTION: Do not induce vomiting; call physician immediately

5. FIRE FIGHTING MEASURES

Flammable Properties

Flash Point: -153⁰F, -103⁰C

Hazardous Product of Combustion:	Deficient primary and secondary air can produce Carbon Monoxide
Explosion:	Exposed to an ignition source it will burn in the open or be Explosive in confined spaces
Fire Extinguishing Media:	Dry Chemical, CO ₂ Halogenated Extinguishing Agent, Water Spray.
Fire Fighting Instructions:	Shut off gas source; use water to keep fire-exposed containers cool and to protect men effecting the shut off. Control fire until gas supply can be shut off. Minimize breathing of gases, vapor, fumes or decomposition products. Use supplied-air breathing equipment for enclosed or confined spaces or as otherwise needed.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Emergency Action:	Eliminate and/or shut off ignition sources and keep ignition sources out of the area. Keep unnecessary people away; isolate hazard area and deny entry. Stay upwind. Isolate for ½ mile in all directions if tank, rail car or tank truck is involved in release. Evacuate area endangered by release as required (See Personal Protection Information Section)
Spill or Leak Procedure:	Evacuate area of all unnecessary personnel. Wear protective equipment and/or garments if exposure conditions warrant. Protect from ignition. Ventilate area thoroughly. Shut off source, if possible.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling and storage:	Transport & store cylinders & tanks secured in an upright position in vented space. Do not store with oxidizing agents, O ₂ / chlorine cylinder. Cylinders that are not in use must have valves in closed position.
Eye protection:	Safety glasses, goggles or face shield
Skin Protection:	Insulated gloves
Inhalation:	Where concentration in air would reduce the oxygen level below 18% air or exceed occupational exposure limits, self contained breathing apparatus is required

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Engineering Controls:	Ventilation and other forms of engineering controls are the preferred means for controlling exposures.
Ventilation:	Explosion proof ventilation equipment
Personal Protective Equipment:	Safety glasses, goggles or face shield and Insulated gloves
Respiratory Protection:	Where concentration in air would reduce the oxygen level below 18% air or exceed occupational exposure limits, self contained breathing apparatus is required

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Vapor pressure 100^oF, psig 120.00 max.

Weathering test at 36 °F, % vol.	95.00 min.
Copper corrosion 1 hrs, 100 °F	ASTM No. 1 max.
Total sulphur, grains/100 cuft	15 max.
Water content	free water
C2 % vol.	0.20 max.
C3 and C4 % vol.	97.50 min.
C5+ (C5 and heavier) % vol.	-
Ethyl or butyl mercaptan added, ml/100 AG	50.00 min.

10. STABILITY AND REACTIVITY

Chemical Stability:	Stable
Incompatibility with Other Materials:	Oxygen and strong oxidizing agents
Hazardous Polymerization Occur:	Will not occur
Decomposition :	Deficient primary and secondary air can produce carbon monoxide Carbon oxides formed when burned

11. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Waste Disposal: Insure conformity with all applicable disposal regulations

12. TRANSPORTATION INFORMATION

Shipping Name:	Liquefied Petroleum Gas
Hazard Class:	2.1 (Flammable Gas)
Packing Group:	Not Applicable
Marking:	Liquefied Petroleum Gas
Labels required:	Flammable Gas

13. REGULATORY INFORMATION

There may be specific regulations at the local, regional or state/provincial level that pertain to this product.

14. OTHER INFORMATION

The data in this Material Safety Data Sheet relates only to the specific material designated herein and does not relate to use in combination with any other material or in any process.

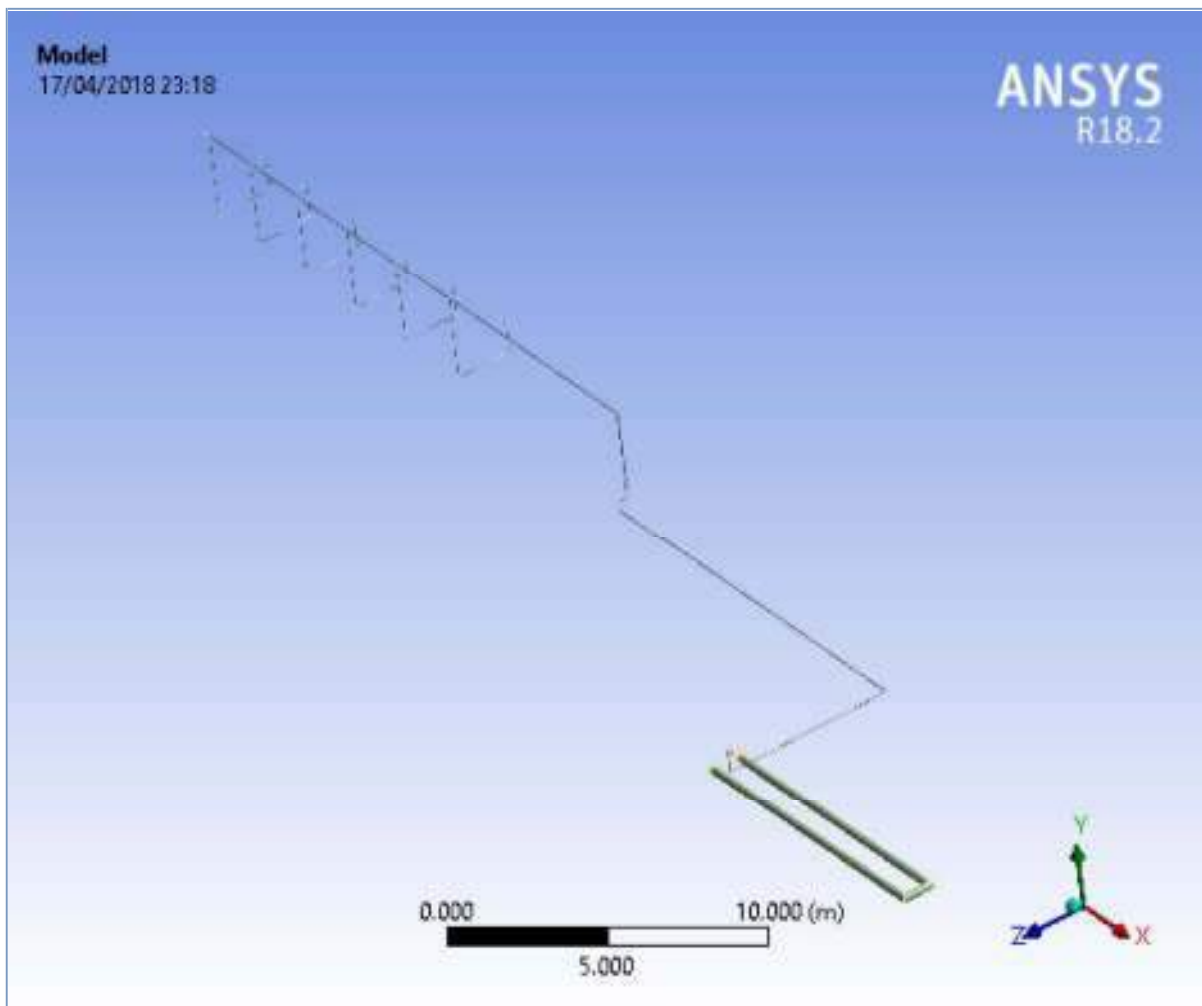
LAMPIRAN 4

REPORT MESHING SISTEM VENTING



Project

First Saved	Tuesday, April 17, 2018
Last Saved	Tuesday, April 17, 2018
Product Version	18.2 Release
Save Project Before Solution	No
Save Project After Solution	No



Contents

Units

Model (A3)

Geometry

Parts

Coordinate Systems

Connections

Contacts

Mesh

Named Selections

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (m, kg, N, s, V, A) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Model (A3)

Geometry

TABLE 2
Model (A3) > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	E:\TA - AI\Solidwork Coba\Assem1 Input 6 dengan Drum.x_t
Type	Parasolid
Length Unit	Meters
Bounding Box	
Length X	46.683 m
Length Y	3.0909 m
Length Z	10.054 m
Properties	
Volume	0.20781 m ³
Scale Factor Value	1.
Statistics	
Bodies	5
Active Bodies	5
Nodes	489542
Elements	1479673
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Solid Bodies	Yes
Surface Bodies	Yes
Line Bodies	No

Parameters	Independent
Parameter Key	ANS;DS
Attributes	No
Named Selections	No
Material Properties	No
Advanced Geometry Options	
Use Associativity	Yes
Coordinate Systems	No
Reader Mode Saves Updated File	No
Use Instances	Yes
Smart CAD Update	Yes
Compare Parts On Update	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Decompose Disjoint Geometry	Yes
Enclosure and Symmetry Processing	No

TABLE 3
Model (A3) > Geometry > Parts

Object Name	<i>Cek Valve</i>	<i>Main Pipe Venting Sistem</i>	<i>Temporary Tank</i>	<i>Flange</i>	<i>Tutup</i>
State	Meshed				
Graphics Properties					
Visible	Yes				
Transparency	1				
Definition					
Suppressed	No				
Coordinate System	Default Coordinate System				
Behavior	None				
Reference Frame	Lagrangian				
Material					
Fluid/Solid	Defined By Geometry (Solid)				
Bounding Box					
Length X	0.2159 m	36.546 m	10.146 m	4.9276e-002 m	7.e-002 m
Length Y	0.20739 m	3.0909 m	0.4064 m		0.27203 m
Length Z	0.1778 m	8.8923 m	1.3274 m	0.4064 m	0.27203 m
Properties					
Volume	2.1929e-003 m ³	4.0165e-002 m ³	0.16268 m ³	2.091e-003 m ³	6.7924e-004 m ³
Centroid X	43.545 m	23.771 m	48.783 m	43.712 m	43.663 m
Centroid Y	20.69 m	21.05 m	20.625 m		
Centroid Z	34.938 m	28.527 m	35.445 m	34.94 m	
Statistics					
Nodes	2052	448314	32324	5401	1451
Elements	7986	1341550	103538	22363	4236
Mesh Metric	None				

Coordinate Systems

TABLE 4
Model (A3) > Coordinate Systems > Coordinate System

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Coordinate System ID	0.
Origin	
Origin X	0. m
Origin Y	0. m
Origin Z	0. m
Directional Vectors	
X Axis Data	[1. 0. 0.]
Y Axis Data	[0. 1. 0.]
Z Axis Data	[0. 0. 1.]

Connections

TABLE 5
Model (A3) > Connections

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Automatic Connection On Refresh	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

TABLE 6
Model (A3) > Connections > Contacts

Object Name	<i>Contacts</i>
State	Fully Defined
Definition	
Connection Type	Contact
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Auto Detection	
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0.
Tolerance Value	0.11963 m
Use Range	No
Face/Face	Yes
Face Overlap Tolerance	Off
Cylindrical Faces	Include
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Statistics	
Connections	0
Active Connections	0

Mesh

TABLE 7
Model (A3) > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	CFD
Solver Preference	Fluent
Relevance	0
Export Format	Standard
Element Order	Linear
Sizing	
Size Function	Curvature
Relevance Center	Fine
Max Face Size	Default (0.698590 m)
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default (3.493e-003 m)
Transition	Slow
Growth Rate	Default (1.20)
Span Angle Center	Fine
Min Size	Default (6.9859e-003 m)
Max Tet Size	Default (1.39720 m)
Curvature Normal Angle	Default (18.0 °)
Bounding Box Diagonal	47.8530 m
Minimum Edge Length	1.3144e-002 m
Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Target Skewness	Default (0.900000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	None
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0.272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1.2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Assembly Meshing	
Method	None
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Straight Sided Elements	
Number of Retries	0
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Topology Checking	No
Pinch Tolerance	Default (6.2873e-003 m)
Generate Pinch on Refresh	No
Statistics	
Nodes	489542

Elements	1479673
----------	---------

Named Selections

TABLE 8
Model (A3) > Named Selections > Named Selections

Object Name	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	<i>Input 3</i>	<i>Input 4</i>	<i>Input 5</i>	<i>Input 6</i>	<i>Output</i>	<i>Body</i>
State	Fully Defined							
Scope								
Scoping Method	Geometry Selection							
Geometry	2 Faces					1 Face		51 Faces
Definition								
Send to Solver	Yes							
Visible	Yes							
Program Controlled Inflation	Exclude							
Statistics								
Type	Manual							
Total Selection	2 Faces					1 Face		51 Faces
Surface Area	0.10867 m ²	0.10868 m ²	0.10867 m ²			7.2135e-002 m ²		30.777 m ²
Suppressed	0							
Used by Mesh Worksheet	No							

LAMPIRAN 5

REPORT ANSYS SISTEM VENTING



Title

Generic Report

Author

Andri Indriawan

Date

2018/04/17 23:06:21

Contents

[1. File Report](#)

[Table 1](#) File Information for FFF

[2. Mesh Report](#)

[Table 2](#) Mesh Information for FFF

[Table 3](#) Mesh Statistics for FFF

[3. Physics Report](#)

[Table 4](#) Domain Physics for FFF

[Table 5](#) Boundary Physics for FFF

[4. Pictures](#)

[Figure 1](#) Iso View of Wireframe

1. File Report

Table 1. File Information for FFF

Case	FFF
File Path	E:\TA - AI\Ansys Coba TA\Venting\p2 1 coba_files\dp0\FFF\Fluent\FFF.1-4-00020.dat.gz
File Date	UNKNOWN
File Time	UNKNOWN
File Type	FLUENT
File Version	18.2.0

2. Mesh Report

Table 2. Mesh Information for FFF

Domain	Nodes	Elements	Tetrahedra	Wedges	Pyramids	Hexahedra	Polyhedra
cek_valve	2052	7986	7986	0	0	0	0
flange	5401	22363	22363	0	0	0	0
main_pipe_venting_sistem	448314	1341550	1341550	0	0	0	0
temporary_tank	32324	103538	103538	0	0	0	0
tutup	1451	4236	4236	0	0	0	0
All Domains	489542	1479673	1479673	0	0	0	0

Table 3. Mesh Statistics for FFF

Domain	Minimum Face Angle	Maximum Face Angle	Maximum Edge Length Ratio	Maximum Element Volume Ratio	Connectivity Range	
cek_valve	11.9335 [degree]	132.26 [degree]	4.2286	46.5671	2	36
flange	13.4912 [degree]	124.835 [degree]	4.14837	12.941	3	36
main_pipe_venting_sistem	7.06166 [degree]	132.842 [degree]	8.11571	10.899	2	34
temporary_tank	5.50951 [degree]	149.254 [degree]	10.324	48.322	3	38
tutup	2.58944 [degree]	155.365 [degree]	22.1336	846.435	3	19
All Domains	2.58944 [degree]	155.365 [degree]	22.1336	846.435	2	38

3. Physics Report

Table 4. Domain Physics for FFF

Domain - cek_valve	
Type	solid
Domain - flange	
Type	solid
Domain - main_pipe_venting_sistem	
Type	cell
Domain - temporary_tank	
Type	cell
Domain - tutup	
Type	solid

Table 5. Boundary Physics for FFF

Domain	Boundaries	
cek_valve	Boundary - body cek_valve	
	Type	WALL
	Boundary - wall cek_valve	
flange	Type	WALL
	Boundary - wall flange	
	Type	WALL
main_pipe_venting_sistem	Boundary - body main_pipe_venting_sistem	
	Type	WALL
	Boundary - input_1	
	Type	PRESSURE-INLET
	Boundary - input_2	
	Type	PRESSURE-INLET
	Boundary - input_3	
	Type	PRESSURE-INLET
	Boundary - input_4	
	Type	PRESSURE-INLET
	Boundary - input_5	
	Type	PRESSURE-INLET
	Boundary - input_6	
Type	PRESSURE-INLET	
temporary_tank	Boundary - wall main_pipe_venting_sistem	
	Type	WALL
	Boundary - body temporary_tank	
	Type	WALL
	Boundary - output	
Type	WALL	
	Boundary - wall temporary_tank	
	Type	WALL

tutup

Boundary - body tutup

Type WALL

Boundary - wall tutup

Type WALL

4. Pictures

Figure 1. Iso View of Wireframe



LAMPIRAN 6



REKOMENDASI DESAIN SISTEM VENTING



TOP VIEW



NOTE :

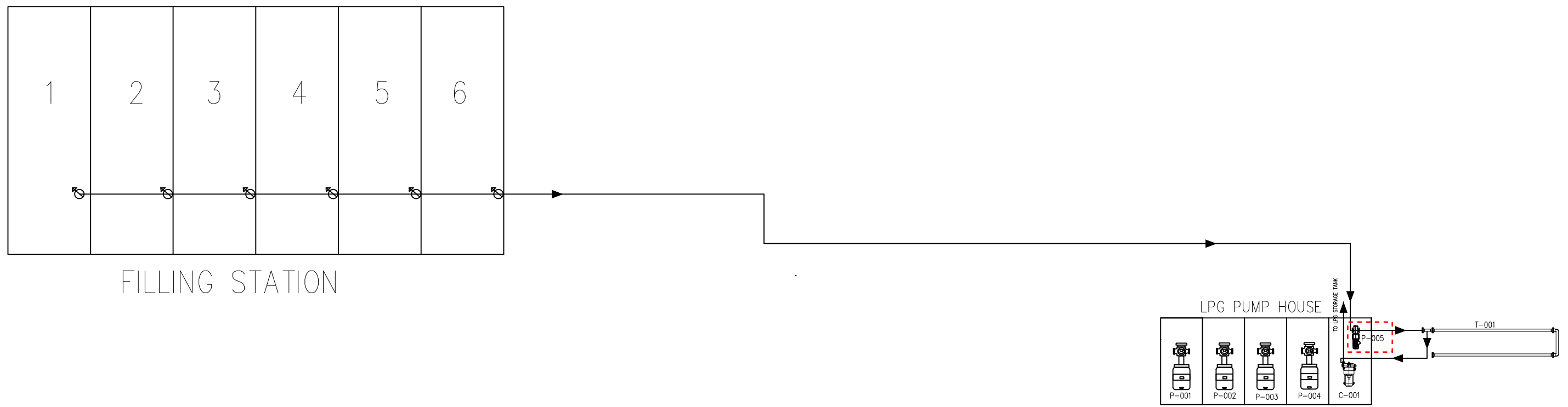
 DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS BACHELOR TESIS 2017/2018	
VENTING DRUM SYSTEM GENERAL PLACEMENT EXISTING	
OPSCO 	DRAWN BY: Andri Indriawan 4214100088
TERMINAL LPG SEMARANG	APPROVED BY: Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.
SIGNED:	

OPS-110/013-ART/DW-001	PIPING PLAN LPG VENTING SYSTEM	00	APPROVED FOR CONSTRUCTION	25/07/2018
DRAWING NO	DESCRIPTION	REV NO	DESCRIPTION	DATE
REFERENCE DRAWING		REVISION		




TOP VIEW

NO	CODE	ITEM
1	P-001	LPG Pump 01
2	P-002	LPG Pump 02
3	P-003	LPG Pump 03
4	P-004	LPG Pump 04
5	C-001	Kompresor Sistem Venting
6	T-001	Temporary Tank
7	P-005	LPG Venting Pump



NOTE :

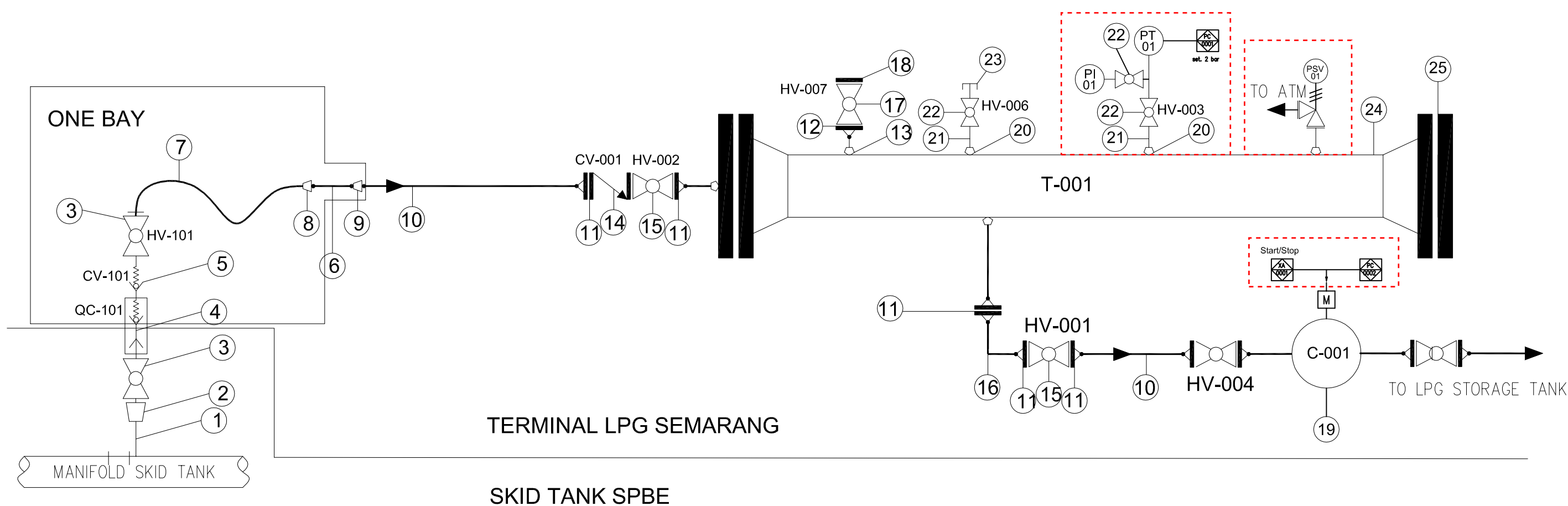
 DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS BACHELOR TESIS 2017/2018	
VENTING DRUM SYSTEM GENERAL PLACEMENT RECOMMENDATION 1	
OPS-110/013-ART/DW-001 <small>DRAWING NO</small>	PIPING PLAN LPG VENTING SYSTEM <small>DESCRIPTION</small>
00 <small>REV NO</small>	APPROVED FOR CONSTRUCTION <small>DESCRIPTION</small>
25/07/2018 <small>DATE</small>	DRAWN BY: Andri Indriawan 4214100088 <small>SIGNED:</small>
REFERENCE DRAWING	REVISION
TERMINAL LPG SEMARANG	APPROVED BY: Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc. <small>SIGNED:</small>





TAG NO : .	T-001
TITLE	TEMPORARY TANK
PRESSURE (DES/OP)	55 bar / 20 bar
TEMPERATURE (DES/MAX/NORM)	150 / AMB / AMB F
SIZE	10" (ID) x 787.4" (L)
CAPACITY	1 m ³
MATERIAL	Carbon Steel

TAG NO : .	C-001
TITLE	COMPRESSOR
CAPACITY	65.4 m ³ /h
POWER	20 HP
FREKWENSI	50 HZ
VOLTASE	380 V
ARUS	29 A
RPM	1455
TEMPERATURE	40 °C

NOTES	NOTES
18. BLIND FLANGE 1" # 300	1. HEXAGONAL NEEPLE 1/4"
19. LPG COMPRESSOR RECIPROCATNG	2. BUSHING 1000 WOG 1/2" X 1/4"
20. THREDOLET 1/2 " # 3000	3. BALL VALVE 1000 WOG 1/2" FEMALE NPT
21. PIPE NEEPLE THREAD 1/2" NPT SCH 60	4. QUICK COUPLER 1/2" FEMALE NPT
22. BALL VALVE 1/2" FEMALE NPT	5. CHECK VALVE SPRING 1/2" FEMALE NPT
23. PLUG 1/2" # 3000	6. PIPE 1" SCH 40
24. PIPE 10" SCH 40	7. HOSE R1 1/2"
25. FLANGE WELDNECK 10" SCH 40	8. RED. NEEPLE 1" WELDED X 1/2"MALE NPT
	9. REDUCER CON. 2"X1" SCH 40
	10. PIPE 2" SCH 40
	11. FLANGE WELDNECK 2" # 300
	12. FLANGE WELDNECK 1" # 300
	13. THREDOLET 2" X 1" # 3000
	14. SWING CHECK VALVE WCB # 300
	15. BALL VALVE 2" # 300 WCB
	16. ELBOW 2" SR. SCH 40
	17. BALL VALVE 1" FLANGE # 300



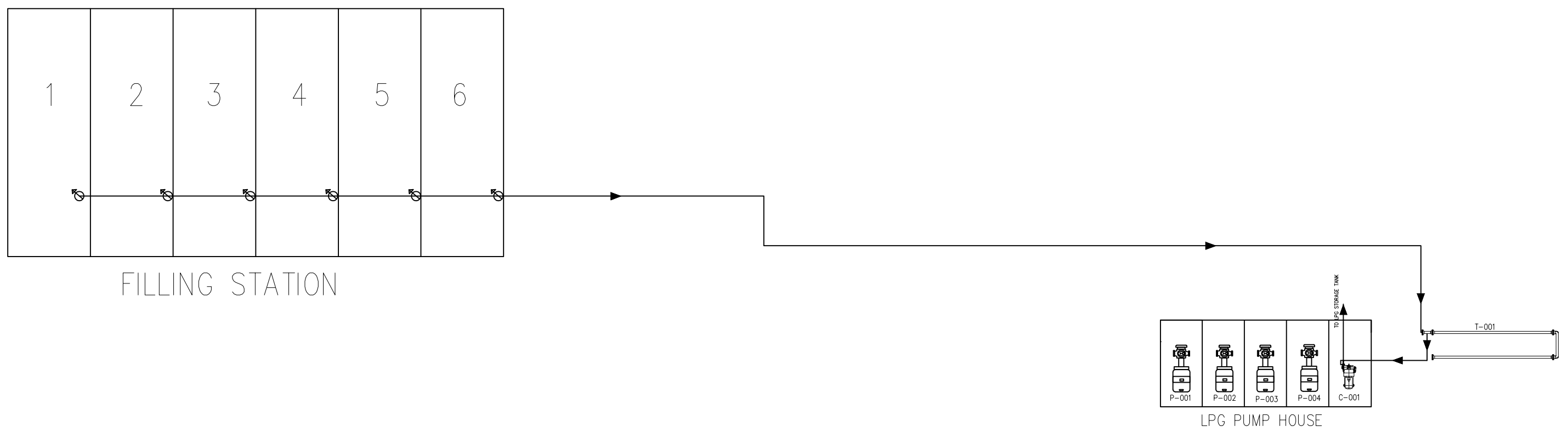
NOTE :

				 DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS BACHELOR TESIS 2017/2018			
				VENTING DRUM SYSTEM RECOMMENDATION 2			
OPS-110/013-ART/DW-001	PIPING PLAN LPG VENTING SYSTEM	00	APPROVED FOR CONSTRUCTION	25/07/2018	 DRAWN BY: Andri Indriawan 4214100088		SIGNED:
DRAWING NO	DESCRIPTION	REV NO	DESCRIPTION	DATE:	APPROVED BY: Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.		SIGNED:
REFERENCE DRAWING			REVISION				

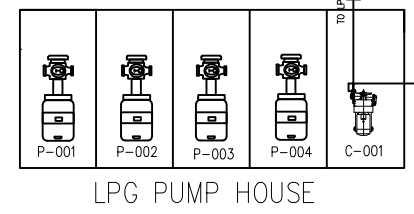


TOP VIEW

NO	CODE	ITEM
1	P-001	LPG Pump 01
2	P-002	LPG Pump 02
3	P-003	LPG Pump 03
4	P-004	LPG Pump 04
5	C-001	Kompresor Sistem Venting
6	T-001	Temporary Tank



FILLING STATION



LPG PUMP HOUSE

NOTE :



DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS
BACHELOR TESIS
2017/2018

VENTING DRUM SYSTEM GENERAL PLACEMENT RECOMMENDATION 2

OPS-110/013-ART/DW-001	PIPING PLAN LPG VENTING SYSTEM	00	APPROVED FOR CONSTRUCTION	25/07/2018
DRAWING NO	DESCRIPTION	REV NO	DESCRIPTION	DATE
REFERENCE DRAWING		REVISION		



DRAWN BY:
Andri Indriawan
4214100088

SIGNED:

TERMINAL LPG SEMARANG

APPROVED BY:
Taufik Fajar Nugroho, S.T., M.Sc.

SIGNED:

LAMPIRAN 7

HARGA PERALATAN

Product Details | **Company Profile** | Report Suspicious Activity

Product Description | **Detailed Images** | Our Company | Related Product | FAQ | Main Products | Contact Us

Supplier: Wenzhou Tessior Technology Co., Ltd. 1 YRS

Home | Company Profile | Contact Details | English

Home > All Industries > Mechanical Parts & Fabrication Services > Pumps & Parts > Pumps (704656) [Subscribe to Trade Alert](#)



TXR-2000 LPG Transfer Pump Rotary Vane Pump

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

1 - 9 **US \$400.00** | >=10 **US \$300.00**

Supply Ability: 600 Yard/Yards per Month
Port: Ninbo or Shanghai

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Seller Support: Trade Assurance - To protect your orders from payment to delivery
Payment: More
Shipping: Less than Container Load (LCL) Service to US [Get shipping quote](#)
• Transparent and fair price • 24/7 online support • Online tracking

[View larger image](#)
[Add to Compare](#) [Share](#)

Send message to supplier

Order: Tessior Alisa 0

Protection: Enter your inquiry details s

product name color size material, etc.

*Quantity: 1 Yard/Y

[Send](#) [Trade Assurance](#)

Saya ingin membeli produk ini. Nama saya dengan supplier adalah Tessior Technology Co., Ltd.

China (Mainland) | Trad

Transaction Level:

Supplier Assessments: Trade Manager

Response Time: <

Response Rate: >

[Visit Minisite](#) [Con](#)

You May Like

- High C Rotary Pump **US \$1** Piece 1 Piece
- Mecha 380V **US \$8** Piece 1 Piece
- 220V Priming Pump **US \$3** Piece 1 Piece
- Oil Pur Transf **US \$1** Piece 1 Piece
- TXR S Diesel **US \$1** Set 1 Set/
- 12V 24V Priming Pump **US \$5** Yard 1 Yard
- 220 V Metering Pump **US \$9** Piece 1 Piece
- Retail 24V P **US \$6** Piece 1 Piece

Overview

Quick Details

Place of Origin: Zhejiang, China (Mainland)	Brand Name: TESSIOR	Model Number: TXR-LGP2000A
Theory: Rotary Pump	Structure: Gear Pump	Usage: Air Pump
Power: Electric	Standard or No... Standard	Fuel: Gasoline
Pressure: Low Pressure	Application: Maritime	Speed: 690
Flow Rate: ≥300L/min	Inlet: NPT 2"	Outlet: NPT 2"
Built-in relief Va... Yes		

Packaging & Delivery

Packaging Details: Cartons and Wooden case
Delivery Time: Usually 3-5 working days.

Product Description

Send message to supplier

Company Profile

Report Suspicious Activity

To: Tessier Alisa
 Product Description **Detailed Images** Our Company Related Product FAQ Main Products Contact Us

Quantity:
 Yard/Yards

Send

Saya setuju untuk membagi Kartu Nama saya dengan supplier.



Contact Supplier



Chat Now

Browsing History

Message Center

Trade Manager

Model No	TXR-LPGP2000A	Built-in relief Valve	Yes
Flow Rate	300L/Min	MOQ	1 Yard
Motor Power	7.5kw/380v	Shipping Port	Wenzhou, Shanghai,Ningbo
Inlet&Outlet	NPT 2"	Warranty	half year
Max Speed	800 RPM	Price Term	EXW, FOB, CIF, CFR
Temperature Range	-32 to 107	Payment Term	T/T , western Union
Max Differential Pressure	12 bar	Price	according to qty
Max Working Pressure	28.6 bar	Delivery time	Usually 5-7 days

Specifications

LPG-2000 Vane Truck pump, for LPG,NH3 and other application, is specially designed to perform in such severe operating conditions as high differential pressure, pump over speeding,poor suction conditions.

ADVANTAGE

- 1.Innovative cam design virtually eliminates cavitation.
2. New materials utilized in cam and blades and heavy duty bearings extend pump life.
3. Singel mechanical seal, easy seal replacement and maintenance.
- 4.Large diameter non/metallic pins are suitable for higher pump speeds.

APPLICATION

- 1.LPG and NH3 bulk transfer
2. Auto-fuel pumping
3. LPG cylinders

[Detailed Images](#)

Send message to supplier

Company Profile

Report Suspicious Activity

To: Tessior Alisa

- Images
- Our Company
- Related Product
- FAQ
- Main Products
- Contact Us

Quantity:

Yard/Yards

Send

Saya setuju untuk membagi Kartu Nama saya dengan supplier.



[Our Company](#)

Contact Supplier



Chat Now

Browsing History

Message Center

Trade Manager

Send message to supplier

Company Profile

Report Suspicious Activity

To: Tessior Alisa

Images

Our Company

Related Product

FAQ

Main Products

Contact Us

Quantity:

Yard/Yards

Send

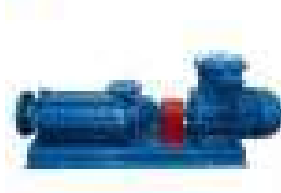
 Saya setuju untuk membagi Kartu Nama saya dengan supplier.


Wenzhou Tessior Technology Co., Ltd. is a professional development of oil, liquefied petroleum gas, natural gas pumps, flow meters, valves and other products and accessories integrated business. The company has number of professional and technical and management personnel. The company developed products for liquefied petroleum gas, natural gas, oil, processing, refueling stations and other industries.

1. Professional technology term which more than 10 years to fix your problem.
2. We will reply you for your inquiry in 24 hours.
3. after sending, we will track the products for you once every two days, until you get the products. When you got the goods, test them, and give me a feedback. If you have any questions about the problem, contact with us, we will offer the solve way for you.

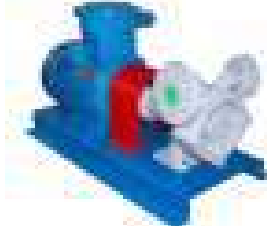
Related Product

TESSIOR



2017 LPG Transfer Pump Multistage Centrifugal Pump

TESSIOR



5.5 KW LPG Gas Turbine Pump Gas Filling Pump

TESSIOR



12V 24V Explosion Proof Self Priming Fuel Pump

FAQ

Q1. What is your terms of payment?

A: T/T 30% as deposit, and 70% before delivery. We'll show you the photos of the products and packages before you pay the balance.

Q2. What is your terms of delivery?

A: EXW, FOB, CFR, CIF.

Q3. How about your delivery time?

A: Generally, it will take 3 to 6 days after receiving your advance payment. The specific delivery time depends on the items and the quantity of your order.

Q4. Can you produce according to the samples?

A: Yes, we can produce by your samples or technical drawings. We can build the molds and fixtures. Based on the MOQ.

Contact Supplier



Chat Now

Browsing History

Message Center

Trade Manager



**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN APRIL - JUNI 2018

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = $996,74$ kVArh = $996,74$ ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times 1.035,78$ Blok LWBP = $1.035,78$ kVArh = $1.114,74$ ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan:

- *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40$ (Jam Nyala) \times Daya tersambung (kVA) \times Biaya Pemakaian.
- ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40$ (Jam Nyala) \times Daya tersambung (kVA) \times Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- ****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40$ (Jam Nyala) \times Daya tersambung (kVA) \times Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- *****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
- K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem tenaga listrik setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), diterapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak

LAMPIRAN 8
ANALISA EKONOMI

ANALISA EKONOMI DESAIN AWAL

1. Perhitungan Capital Expenditure

a. Biaya Pengadaan Barang

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga Peralatan
1	Kompreosr LPG	pcs	Rp 20,000,000	1	Rp 20,000,000
2	2" Pipe API 5L X52 Gr.B Sch 40	batang	Rp 650,000	8	Rp 5,200,000
3	2" Ball valve 150# end flange	batang	Rp 1,750,000	1	Rp 1,750,000
4	2" 90 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 125,000	10	Rp 1,250,000
5	2" 45 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 125,000	5	Rp 625,000
6	1" Pipe API 5L X52Gr. B Sch 40	ea	Rp 525,000	6	Rp 3,150,000
7	1" 90 deg. Ellbow LR Sch.40 ASTM A234 Gr.WPB	ea	Rp 87,500	6	Rp 525,000
8	2"x1" Reducer Tee Sch.40 ASTM A234	ea	Rp 115,000	6	Rp 690,000
9	2" Equal Tee Sch.40 ASTM A234	ea	Rp 135,000	2	Rp 270,000
10	2" x 1/2" threatdolet 300 WOG	ea	Rp 92,500	2	Rp 185,000
11	2" Flange RFWN 150# ASTM A105	ea	Rp 235,000	8	Rp 1,880,000
12	2" Gasket 3 mm Thk CL 150# SP-Wound 304SS	ea	Rp 115,000	10	Rp 1,150,000
13	Studbolts A193 Gr.B7 / Hex Nuts A194 Gr.2H ASME B16.5 (5/8" UNC x 3.25" long)	ea	Rp 17,500	80	Rp 1,400,000
14	1" Flange RFWN 150# ASTM A105	ea	Rp 185,000	10	Rp 1,850,000
15	1" Gasket 3 mm Thk CL 150# SP-Wound 304SS	ea	Rp 75,000	15	Rp 1,125,000
16	Studbolts A193 Gr.B7 / Hex Nuts A194 Gr.2H ASME B16.5 (5/8" UNC x 2.5" long)	ea	Rp 16,500	84	Rp 1,386,000
17	1" x 1/2" Concrete Reducer Sch.40 ASTM A234	box	Rp 85,000	6	Rp 510,000
18	1/2" Threat Valve 1000 WOG	tbng	Rp 575,000	6	Rp 3,450,000
19	1/2" Check Valve 1000 WOG	tbng	Rp 925,000	6	Rp 5,550,000
20	1/2" Press hose 1000 psi 3000 mm long	tbng	Rp 185,000	6	Rp 1,110,000
21	1/2" Quick Coupler	tbng	Rp 75,000	6	Rp 450,000
22	Besi Siku 70 x 70 mm	btg	Rp 425,000	3	Rp 1,275,000
23	Semen	sak	Rp 65,000	5	Rp 325,000
24	Pasir	colt	Rp 300,000	1	Rp 300,000
25	Cat Primer + Thinner	Galon	Rp 1,100,000	3	Rp 3,300,000
26	Cat Top Coat	Galon	Rp 1,150,000	3	Rp 3,450,000
27	Spray Gun	Ea	Rp 225,000	4	Rp 900,000
28	Majun Putih	kg	Rp 15,000	10	Rp 150,000
29	Bensin	ltr	Rp 8,500	20	Rp 170,000

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga Peralatan
30	Rol Cat	Ea	Rp 25,000	10	Rp 250,000
31	Mata gerinda amplas uk. 4"	Ea	Rp 95,000	10	Rp 950,000
32	Kawat Las Argon 2.6 mm	Box	Rp 450,000	2	Rp 900,000
33	Argon	tbg	Rp 350,000	5	Rp 1,750,000
34	Oksigen	tbg	Rp 125,000	2	Rp 250,000
35	LPG	tbg	Rp 150,000	2	Rp 300,000
36	Nitrogen	tbg	Rp 150,000	1	Rp 150,000
Total Biaya					Rp 47,926,000

b. Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Upah
1	Supervisor	7	Rp 150,000	manday	Rp 1,050,000
2	Welder	95	Rp 100,000	dia inch	Rp 9,500,000
3	Fitter	95	Rp 75,000	dia inch	Rp 7,125,000
4	Helper (3 orang)	21	Rp 100,000	manday	Rp 2,100,000
Total Biaya					Rp 19,775,000

c. Total Biaya Expenditure

No.	Rincian	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp 47,926,000
2	Biaya Pekerja	Rp 19,775,000
Total Biaya		Rp 67,701,000

2. Perhitungan Operational Expenditure

No.	Deskripsi	Biaya Operasional/ tahun
1	Operasional Kompresor	Rp 14,877,513.00
Total Biaya		Rp 14,877,513.00
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp 15,621,388.65
Dibulatkan		Rp 16,000,000.00

3. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No.	Deskripsi	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp6,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	33000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	49.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	29700
6	Pendapatan	per tahun	Rp 178,200,000.00

STUDI KELAYAKAN
DESAIN AWAL SISTEM VENTING

Variabel			
CAPEX	Procurement cost	Rp	47,926,000
	Labor costs	Rp	19,775,000
OPEX	Operating Cost	Rp	16,000,000 per tahun
	Maintenance cost	Rp	10,000,000 per tahun
REVENUE	Commision Day		300 hari/tahun
	Annual Revenue	Rp	178,200,000.00 per tahun
Hurdle Rate			10% per tahun

Parameter Keekonomian			
NPV	NPV > 0	Rp1,087,713,690.99	feasible
Net B/C	Net B/C > 1,00	3.76	feasible

RESUME

Tahun ke	Tahun	Total Net Cash Flow
1	2019	Rp84,499,000
2	2020	Rp150,900,000
3	2021	Rp149,535,000
4	2022	Rp148,101,750
5	2023	Rp146,596,838
6	2024	Rp145,016,679
7	2025	Rp143,357,513
8	2026	Rp141,615,389
9	2027	Rp139,786,158
10	2028	Rp137,865,466
11	2029	Rp135,848,740
12	2030	Rp133,731,177
13	2031	Rp131,507,736
14	2032	Rp129,173,122
15	2033	Rp126,721,778
16	2034	Rp124,147,867
17	2035	Rp121,445,261
18	2036	Rp118,607,524
19	2037	Rp115,627,900
20	2038	Rp112,499,295
21	2039	Rp109,214,260

NET CASH FLOW				
DESAIN AWAL SISTEM VENTING				

No	Keterangan	2019	2020	2021
1	Cash Outflows			
	Investasi	Rp 67,701,000		
	Operasional	Rp 16,000,000	Rp 16,800,000	Rp 17,640,000
	Perawatan	Rp 10,000,000	Rp 10,500,000	Rp 11,025,000
	Total Cas Outflow	Rp 93,701,000	Rp 27,300,000	Rp 28,665,000
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 84,499,000	Rp 150,900,000	Rp 149,535,000

No	Keterangan	2022	2023	2024
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 18,522,000	Rp 19,448,100	Rp 20,420,505
	Perawatan	Rp 11,576,250	Rp 12,155,063	Rp 12,762,816
	Total Cas Outflow	Rp 30,098,250	Rp 31,603,163	Rp 33,183,321
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 148,101,750	Rp 146,596,838	Rp 145,016,679

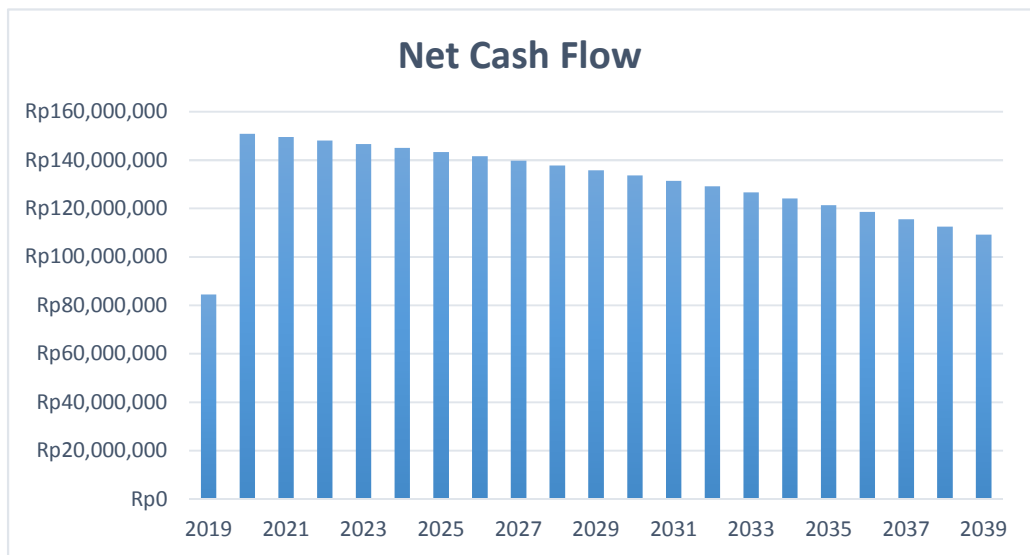
No	Keterangan	2025	2026	2027
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 21,441,530	Rp 22,513,607	Rp 23,639,287
	Perawatan	Rp 13,400,956	Rp 14,071,004	Rp 14,774,554
	Total Cas Outflow	Rp 34,842,487	Rp 36,584,611	Rp 38,413,842
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 143,357,513	Rp 141,615,389	Rp 139,786,158

No	Keterangan	2028	2029	2030
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 24,821,251.46	Rp 26,062,314	Rp 27,365,430
	Perawatan	Rp 15,513,282.16	Rp 16,288,946	Rp 17,103,394
	Total Cas Outflow	Rp 40,334,534	Rp 42,351,260	Rp 44,468,823
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 137,865,466	Rp 135,848,740	Rp 133,731,177

No	Keterangan	2031	2032	2033
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 28,733,701	Rp 30,170,386	Rp 31,678,906
	Perawatan	Rp 17,958,563	Rp 18,856,491	Rp 19,799,316
	Total Cas Outflow	Rp 46,692,264	Rp 49,026,878	Rp 51,478,222
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 131,507,736	Rp 129,173,122	Rp 126,721,778

No	Keterangan	2034	2035	2036
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 33,262,851	Rp 34,925,993	Rp 36,672,293
	Perawatan	Rp 20,789,282	Rp 21,828,746	Rp 22,920,183
	Total Cas Outflow	Rp 54,052,133	Rp 56,754,739	Rp 59,592,476
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 124,147,867	Rp 121,445,261	Rp 118,607,524

No	Keterangan	2037	2038	2039
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 38,505,907.74	Rp 40,431,203	Rp 42,452,763
	Perawatan	Rp 24,066,192.34	Rp 25,269,502	Rp 26,532,977
	Total Cas Outflow	Rp 62,572,100	Rp 65,700,705	Rp 68,985,740
2	Cash Outflows			
	Pendapatan	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
	Total Cash Inflows	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000	Rp 178,200,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 115,627,900	Rp 112,499,295	Rp 109,214,260



ANALISA EKONOMI REKOMENDASI 1

1. Perhitungan Capital Expenditure

a. Biaya Pengadaan Barang

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga Peralatan
1	Pompa Venting	pcs	Rp 5,707,200	1	Rp 5,707,200
2	Pressure Transmitter	pcs	Rp 2,142,000.00	1	Rp 2,142,000
3	Pressure Controller	pcs	Rp 714,000.00	1	Rp 714,000
4	Indicator	pcs	Rp 4,316,558.40	2	Rp 8,633,117
5	1/2" PSV	pcs	Rp 142,800.00	1	Rp 142,800
6	XA	pcs	Rp 500,000.00	1	Rp 500,000
7	Cable	unit	Rp 100,000.00	1	Rp 100,000
Total Biaya					Rp 17,939,117
Total Biaya (Incl. PPn 10%)					Rp 19,733,028
Dibulatkan					Rp 20,000,000

b. Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Upah
1	Supervisor	2	Rp 150,000	manday	Rp 300,000
2	Welder	10	Rp 100,000	dia inch	Rp 1,000,000
3	Fitter	10	Rp 75,000	dia inch	Rp 750,000
4	Helper (2 orang)	4	Rp 100,000	manday	Rp 400,000
Total Biaya					Rp 2,450,000

c. Total Biaya Expenditure

No.	Rincian	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp 20,000,000
2	Biaya Pekerja	Rp 2,450,000
Total Biaya		Rp 22,450,000

2. Perhitungan Operational Expenditure

No.	Deskripsi	Biaya Operasional/ tahun
1	Operasional Kompresor dan Pompa	Rp 16,779,150
Total Biaya		Rp 16,779,150
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp 17,618,108
Dibulatkan		Rp 18,000,000

3. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No.	Deskripsi	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp6,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	45000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	67.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	40500
6	Pendapatan	per tahun	Rp 243,000,000.00

STUDI KELAYAKAN
REKOMENDASI DESAIN 1 SISTEM VENTING

Variabel			
CAPEX	Procurement cost	Rp	20,000,000
	Labor costs	Rp	2,450,000
OPEX	Operating Cost	Rp	18,000,000 per tahun
	Maintenance cost	Rp	10,000,000 per tahun
REVENUE	Commision Day		300 hari/tahun
	Annual Revenue	Rp	243,000,000.00 per tahun
Hurdle Rate			10% per tahun

Parameter Keekonomian			
NPV	NPV > 0	Rp	1,311,762,153.42 feasible
Net B/C	Net B/C > 1		4.90 feasible

RESUME

Tahun ke	Tahun	Total Net Cash Flow
1	2019	Rp124,849,000
2	2020	Rp213,600,000
3	2021	Rp212,130,000
4	2022	Rp210,586,500
5	2023	Rp208,965,825
6	2024	Rp207,264,116
7	2025	Rp205,477,322
8	2026	Rp203,601,188
9	2027	Rp201,631,248
10	2028	Rp199,562,810
11	2029	Rp197,390,950
12	2030	Rp195,110,498
13	2031	Rp192,716,023
14	2032	Rp190,201,824
15	2033	Rp187,561,915
16	2034	Rp184,790,011
17	2035	Rp181,879,512
18	2036	Rp178,823,487
19	2037	Rp175,614,661
20	2038	Rp172,245,395
21	2039	Rp168,707,664

NET CASH FLOW				
REKOMENDASI DESAIN 1 SISTEM VENTING				

No	Keterangan	2019	2020	2021
1	Cash Outflows			
	Investasi	Rp 90,151,000		
	Operasional	Rp 18,000,000	Rp 18,900,000	Rp 19,845,000
	Perawatan	Rp 10,000,000	Rp 10,500,000	Rp 11,025,000
	Total Cas Outflow	Rp 118,151,000	Rp 29,400,000	Rp 30,870,000
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 124,849,000	Rp 213,600,000	Rp 212,130,000

No	Keterangan	2022	2023	2024
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 20,837,250	Rp 21,879,113	Rp 22,973,068
	Perawatan	Rp 11,576,250	Rp 12,155,063	Rp 12,762,816
	Total Cas Outflow	Rp 32,413,500	Rp 34,034,175	Rp 35,735,884
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 210,586,500	Rp 208,965,825	Rp 207,264,116

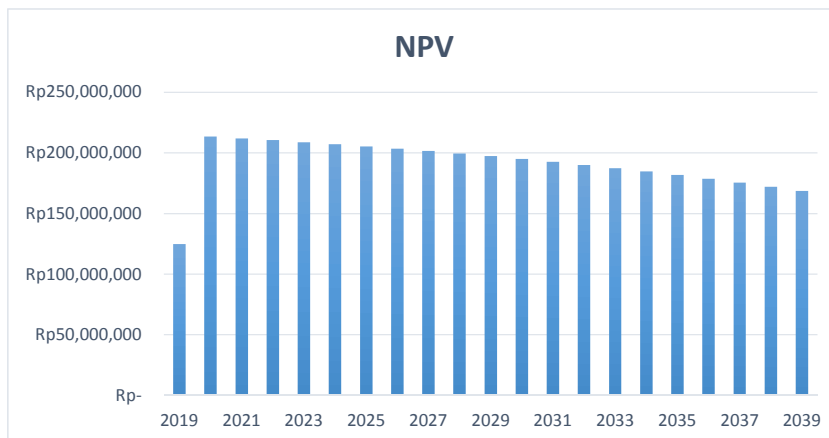
No	Keterangan	2025	2026	2027
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 24,121,722	Rp 25,327,808	Rp 26,594,198
	Perawatan	Rp 13,400,956	Rp 14,071,004	Rp 14,774,554
	Total Cas Outflow	Rp 37,522,678	Rp 39,398,812	Rp 41,368,752
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 205,477,322	Rp 203,601,188	Rp 201,631,248

No	Keterangan	2028	2029	2030
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 27,923,908	Rp 29,320,103	Rp 30,786,108
	Perawatan	Rp 15,513,282	Rp 16,288,946	Rp 17,103,394
	Total Cas Outflow	Rp 43,437,190	Rp 45,609,050	Rp 47,889,502
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 199,562,810	Rp 197,390,950	Rp 195,110,498

No	Keterangan	2031	2032	2033
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 32,325,414	Rp 33,941,685	Rp 35,638,769
	Perawatan	Rp 17,958,563	Rp 18,856,491	Rp 19,799,316
	Total Cas Outflow	Rp 50,283,977	Rp 52,798,176	Rp 55,438,085
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 192,716,023	Rp 190,201,824	Rp 187,561,915

No	Keterangan	2034	2035	2036
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 37,420,707	Rp 39,291,743	Rp 41,256,330
	Perawatan	Rp 20,789,282	Rp 21,828,746	Rp 22,920,183
	Total Cas Outflow	Rp 58,209,989	Rp 61,120,488	Rp 64,176,513
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 184,790,011	Rp 181,879,512	Rp 178,823,487

No	Keterangan	2037	2038	2039
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 43,319,146	Rp 45,485,104	Rp 47,759,359
	Perawatan	Rp 24,066,192	Rp 25,269,502	Rp 26,532,977
	Total Cas Outflow	Rp 67,385,339	Rp 70,754,605	Rp 74,292,336
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 175,614,661	Rp 172,245,395	Rp 168,707,664



ANALISA EKONOMI REKOMENDASI 2

1. Perhitungan Capital Expenditure

a. Biaya Pengadaan Barang

No.	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Satuan	Volume	Total Harga Peralatan
1	Pressure Transmitter	pcs	Rp 2,142,000.00	1	Rp 2,142,000.00
2	Pressure Controller	pcs	Rp 714,000.00	1	Rp 714,000.00
3	Indicator	pcs	Rp 4,316,558.40	1	Rp 4,316,558.40
4	1/2" PSV	pcs	Rp 142,800.00	1	Rp 142,800.00
5	XA	pcs	Rp 500,000.00	1	Rp 500,000.00
6	Cable	unit	Rp 100,000.00	1	Rp 100,000.00
Total Biaya					Rp 7,915,358.40
Total Biaya (INCL. PPN 10%)					Rp 8,706,894.24
Dibulatkan					Rp 9,000,000.00

b. Biaya Pekerja

No.	Pekerja	Jumlah	Harga Upah	Satuan	Total Harga Peralatan
1	Supervisor	2	Rp 150,000	manday	Rp 300,000
2	Welder	10	Rp 100,000	dia inch	Rp 1,000,000
3	Fitter	10	Rp 75,000	dia inch	Rp 750,000
4	Helper (2 orang)	4	Rp 100,000	manday	Rp 400,000
Total Biaya					Rp 2,450,000

c. Total Biaya Expenditure

No.	Rincian	Biaya
1	Biaya Pengadaan Barang	Rp 9,000,000
2	Biaya Pekerja	Rp 2,450,000
Total Biaya		Rp 11,450,000

2. Perhitungan Operational Expenditure

No.	Deskripsi	Biaya Operasional/ tahun
1	Operasional Kompresor	Rp 22,356,000.00
Total Biaya		Rp 22,356,000.00
Total Biaya (Kenaikan TDL 5%)		Rp 23,473,800.00
Dibulatkan		Rp 24,000,000.00

3. Perhitungan Harga LPG dari Sistem Venting

No.	Deskripsi	Satuan	Harga Satuan
1	Harga LPG	kg	Rp6,000
2	Jumlah Truk LPG	kali per tahun	45000
3	Volume LPG di Manifold	m ³	0.0015
4	Volume LPG di Selamatkan Sistem Venting	m ³ kali per tahun	67.5
5	Berat LPG Sistem Venting	kg	40500
6	Pendapatan	per tahun	Rp 243,000,000.00

STUDI KELAYAKAN
REKOMENDASI DESAIN 2 SISTEM VENTING

Variabel			
CAPEX	Procurement cost	Rp	9,000,000
	Labor costs	Rp	2,450,000
OPEX	Operating Cost	Rp	24,000,000.00 per tahun
	Maintenance cost	Rp	10,000,000 per tahun
REVENUE	Commision Day		300 hari/tahun
	Annual Revenue	Rp	243,000,000.00 per tahun
Hurdle Rate			10% per tahun

Parameter Keekonomian			
NPV	NPV > 0	Rp	1,281,427,973.78 feasible
Net B/C	Net B/C > 1		3.94 feasible

RESUME

Tahun ke	Tahun	Total Net Cash Flow
1	2019	Rp129,849,000
2	2020	Rp207,300,000
3	2021	Rp205,515,000
4	2022	Rp203,640,750
5	2023	Rp201,672,788
6	2024	Rp199,606,427
7	2025	Rp197,436,748
8	2026	Rp195,158,586
9	2027	Rp192,766,515
10	2028	Rp190,254,841
11	2029	Rp187,617,583
12	2030	Rp184,848,462
13	2031	Rp181,940,885
14	2032	Rp178,887,929
15	2033	Rp175,682,326
16	2034	Rp172,316,442
17	2035	Rp168,782,264
18	2036	Rp165,071,377
19	2037	Rp161,174,946
20	2038	Rp157,083,693
21	2039	Rp152,787,878

NET CASH FLOW				
REKOMENDASI DESAIN 2 SISTEM VENTING				

No	Keterangan	2019	2020	2021
1	Cash Outflows			
	Investasi	Rp 79,151,000		
	Operasional	Rp 24,000,000	Rp 25,200,000	Rp 26,460,000
	Perawatan	Rp 10,000,000	Rp 10,500,000	Rp 11,025,000
	Total Cas Outflow	Rp 113,151,000	Rp 35,700,000	Rp 37,485,000
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 129,849,000	Rp 207,300,000	Rp 205,515,000

No	Keterangan	2022	2023	2024
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 27,783,000	Rp 29,172,150	Rp 30,630,758
	Perawatan	Rp 11,576,250	Rp 12,155,063	Rp 12,762,816
	Total Cas Outflow	Rp 39,359,250	Rp 41,327,213	Rp 43,393,573
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 203,640,750	Rp 201,672,788	Rp 199,606,427

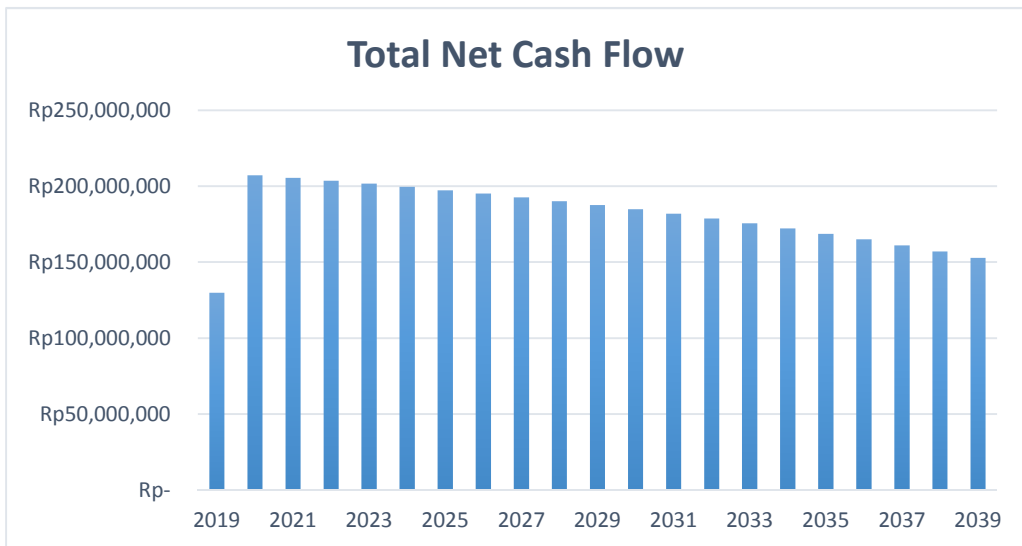
No	Keterangan	2025	2026	2027
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 32,162,295	Rp 33,770,410	Rp 35,458,931
	Perawatan	Rp 13,400,956	Rp 14,071,004	Rp 14,774,554
	Total Cas Outflow	Rp 45,563,252	Rp 47,841,414	Rp 50,233,485
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 197,436,748	Rp 195,158,586	Rp 192,766,515

No	Keterangan	2028	2029	2030
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 37,231,877	Rp 39,093,471	Rp 41,048,145
	Perawatan	Rp 15,513,282.16	Rp 16,288,946	Rp 17,103,394
	Total Cas Outflow	Rp 52,745,159	Rp 55,382,417	Rp 58,151,538
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 190,254,841	Rp 187,617,583	Rp 184,848,462

No	Keterangan	2031	2032	2033
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 43,100,552	Rp 45,255,579	Rp 47,518,358
	Perawatan	Rp 17,958,563	Rp 18,856,491	Rp 19,799,316
	Total Cas Outflow	Rp 61,059,115	Rp 64,112,071	Rp 67,317,674
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 181,940,885	Rp 178,887,929	Rp 175,682,326

No	Keterangan	2034	2035	2036
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 49,894,276	Rp 52,388,990	Rp 55,008,440
	Perawatan	Rp 20,789,282	Rp 21,828,746	Rp 22,920,183
	Total Cas Outflow	Rp 70,683,558	Rp 74,217,736	Rp 77,928,623
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 172,316,442	Rp 168,782,264	Rp 165,071,377

No	Keterangan	2037	2038	2039
1	Cash Outflows			
	Investasi			
	Operasional	Rp 57,758,861.61	Rp 60,646,805	Rp 63,679,145
	Perawatan	Rp 24,066,192.34	Rp 25,269,502	Rp 26,532,977
	Total Cas Outflow	Rp 81,825,054	Rp 85,916,307	Rp 90,212,122
2	Cash Inflows			
	Pendapatan	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
	Total Cash Inflows	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000	Rp 243,000,000
3	Total Net Cash Flows	Rp 161,174,946	Rp 157,083,693	Rp 152,787,878



RESUME**STUDI KELAYAKAN**

Parameter	NPV	Keterangan	Net B/C	Keterangan
Desain Awal	Rp1,087,713,691	feasible	3.76	feasible
Rekomendasi 1	Rp1,311,762,153	feasible	4.90	feasible
Rekomendasi 2	Rp1,281,427,974	feasible	3.94	feasible

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 13 Juni 1996, dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Selama ini, penulis telah menjalani pendidikan formal di SDN 9 Wonosobo, SMPN 1 Srono, dan SMAN 1 Rogojampi. Pada tahun 2014, penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS dengan NRP 04211440000088 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama kuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan penulis mengikuti berbagai kegiatan organisasi yaitu di Jamaah Masjid Manarul Ilmi (JMMI) dan LDJ Al-Mi'raj Teknik Sistem Perkapalan, Selain kegiatan organisasi pada penulis juga mengikuti kegiatan project dosen oleh Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE. Untuk menunjang operasional penulis juga menerima beasiswa Karya Salemba Empat dari Yayasan Karya Salemba Empat dan Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) dari Kemenristek Dikti. Untuk pengerjaan Tugas Akhir penulis mengambil bidang Marine Machinery System (MMS). Selama menjalani pendidikan di perkuliahan. Penulis menyelesaikan studi S-1nya dalam waktu 8 semester. Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK -ITS merupakan salah satu tempat yang baik bagi penulis dalam mengembangkan bekal ilmu menuju masa depan yang lebih baik.

Andri Indriawan
Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan – FTK ITS
indriawanandri@gmail.com