

**PERMODELAN DIMENSI SADDLE WEIGHT TERHADAP  
DAYA APUNG (BUOYANCY) KP 0- 50 M  
PIPA GAS DIAMETER 24”(INCH)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam  
Menempuh Gelar Sarjana Teknik*

**AHMAD GURUH SYA'BANI**

**20180010005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS NUSA PUTRA  
SUKABUMI  
2022**

## PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PERMODELAN DIMENSI SADDLE WEIGHT TERHADAP  
DAYA APUNG (BUOYANCY) KP 0-50 M  
NAMA : AHMAD GURUH SYA'BANI  
NIM : 20180010005

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, JULI 2022

Materai

Library Innovation Unit  
**LIU**

AHMAD GURUH SYA'BANI

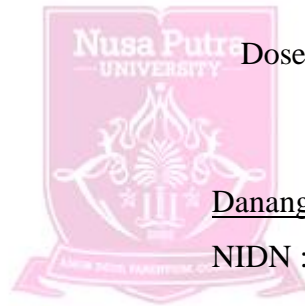
20180010005

**LEMBAR PERSETUJUAN PELAKSANAAN  
SIDANG SKRIPSI**

1. Nama Mahasiswa : Ahmad Guruh Sya'bani  
2. NIM : 20180010005  
3. Program Studi : Teknik Sipil  
4. Alamat Rumah : KP.CIPANCUR RT/RW 025/006 DESA PADAASIH  
KECAMATAN CISAAT KABUPATEN SUKABUMI  
5. Telepon (HP)/email : 082113372895  
6. Judul Penelitian : Permodelan Dimensi Saddle Weight Terhadap  
Daya Apung (Bouyancy) kp.0-50M

Dosen Pembimbing 1,

Paikun, S.T., M.T.,IPM  
NIDN : 04020372401



Dosen Pembimbing 2,

Danang purwanto, S. T ., M.Eng  
NIDN : 0412099205

Library Innovation Unit  
**LIU**

Menyetujui,

SASU  
Universitas Nusa Putra

Kaprodi Teknik Sipil  
Universitas Nusa Putra

Nama Tendik

Ir. Paikun, ST.,M.T.,IPM  
NIP. NIDN. 0402037401

## PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERMODELAN DIMENSI SADDLE WEIGHT TERHADAP  
DAYA APUNG (BUOYANCY) KP 0-50 M  
NAMA : AHMAD GURUH SYA'BANI  
NIM : 20180010005

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi Agustus 2021 menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Sukabumi, .....2022

Ketua Penguji

Pembimbing Utama



Triono, S.Pd., MT.,  
NIDN: 0422048703

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM.  
NIDN : 0402037401

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM.  
NIDN : 0402037401

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Guruh Sya'bani  
NIM : 20180010005  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PERMODELAN DIMENSI SADDLE WEIGHT TERHADAP DAYA APUNG (BOUYANCY) KP 0-50 ”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Sukabumi  
Pada : JULI 2022

Yang menyatakan :

Mahasiswa

MATERAI

Ahmad Guruh Sya'bani  
20180010005



Library Innovation Unit  
**LIU**

HALAMAN PERUNTUKAN

*Skripsi ini kutujukan kepada  
Ayahanda dan Ibunda tercinta,  
Dan adiku tersayang*

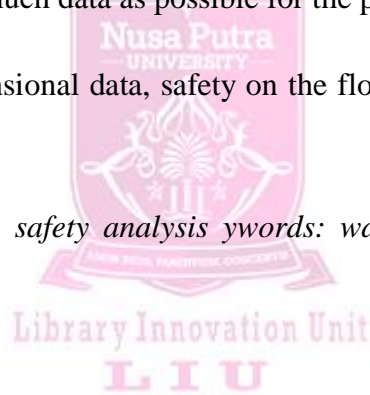
## ***ABSTRACT***

Development in the field of construction in modern times shows very rapid technological developments, including the construction of Gas Pipes which are usually planted in the ground because they are considered safer. The choice of ballast for the buoyancy that occurs is very important in the ongoing construction of the Duri-Dumai Gas Pipeline (PGDD) project in Riau province, especially on the gas pipeline that passes through rivers, ditches, and watery peat soil. Because of buoyancy there will be an upward compressive force exerted by the fluid on the weight of the object being immersed.

The research method is carried out by searching for primary data, secondary data, and literature studies. The collection of secondary and primary data is more focused on collecting as much data as possible for the purposes of

This plan has input dimensional data, safety on the float pipe / bouyancy and the required pressure power

*keywords* *KPipe buoyancy safety analysis ywords: waste collaboration, Asphalt Mixture, Marshall*



## ABSTRAK

Pembangunan dalam bidang konstruksi di zaman modern ini menunjukkan perkembangan teknologi yang sangat pesat, diantaranya dalam pembangunan Pipa Gas yang biasanya ditanam di dalam tanah karena dianggap lebih aman. Pemilihan pemberat terhadap *buoyancy* yang terjadi sangat penting dalam berlangsungnya proyek pembangunan Pipa Gas Duri-Dumai (PGDD) provinsi Riau, terutama pada jalur pipa gas yang melewati sungai, parit, dan tanah gambut berair. Karena *buoyancy* akan terjadi gaya tekan keatas yang diberikan oleh *fluida* terhadap bobot benda yang dicelupkan.

Adapun metode penelitian dilakukan dengan mencari data primer, data sekunder, dan studi literatur. Pengumpulan data sekunder dan primer lebih menitik beratkan dengan mengumpulkan data-data sebanyak mungkin untuk keperluan

Perencanaan ini memiliki input data dimensi,keamanan pada pipa mengapung/*bouyancy* dan daya tekanan yang di perlukan

*Kata kunci analisis keamanan buoyancy pipa*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan karunia, rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun skripsi ini yang berjudul **“Permodelan dimensi saddle weight terhadap daya apung (buoyancy) kp 0-50 M ”** ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran-saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis tak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Kurniawan, ST., M.Si., M.M. selaku Ketua Universitas Nusa Putra.
2. Bapak Anggy Pradiftha Junfithrana, S.Pd., M.T. selaku Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra.
3. Bapak Ir. Paikun, ST. MT., IPM selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra dan selaku pembimbing I
4. Bapak Danang, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
5. Ibunda, Ayahanda beserta keluarga tercinta yang tiada hentinya memberikan dukungan, nasihat serta semangat. Terima Kasih atas cinta dan kasih sayang yang tak terhingga.
6. Teman-teman sipil wani, sas, teknik sipil 18 dan sipil minggu terimakasih atas bantuan doa, fikiran, tenaga dan selalu memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan sangat jauh dari kata sempurna. Penyusun berharap semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan dapat memerikan kontribusi dalam bidang ilmu pengetahuan.

Sukabumi, juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PENULIS .....	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN PERUNTUKAN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	1
DAFTAR GAMBAR.....	2
DAFTAR ISTILAH .....	3
DAFTAR RUMUS .....	4
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang .....	6
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Tujuan Penelitian .....	9
1.5 Manfaat Penelitian .....	10
1.6 Sistematika Penulisan .....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Landasan Teori.....	13
2.2 Penelitian Terkait .....	14
2.3 kerangka penelitian .....	15
2.4 kerangka penelitian dan hipotesis/roadmap penelitian .....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1 Metode Penelitian .....	18
3.2 parameter pembebanan .....	19
3.2.1 data saddle weight,pipa,coating external.....	20
3.2.2 data tanah dan tinggi muka air tanah .....	21

3.4 langkah perhitungan. ....	22
3.3.1 perhitungan pembebanan .....	23
3.3.2 perhitungan gaya apung.....	24
3.3.3 perhitungan pemberat.....	24
3.3.4 perhitungan stabilitas/rasio .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 perhitungan bouyancy control .....	27
4.1.1 data pembebanan pipa .....	28
4.1.2 data pembebanan gas .....	29
4.1.3 pembebanan tanah timbunan .....	30
4.2 tekanan ke bawah (downward force) .....	31
4.2.1 pembebanan tanah timbunan .....	32
4.4 gaya apung .....	33
4.5 stabilitas pipa .....	34
4.6 concrete weight .....	35
4.7 hasil penentuan dimensi saddle weight.....	36
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan .....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.1 Saran Akademis.....	40
5.2.2 Saran Praktisi .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN FORM HASIL UJI MARSHALL.....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan dalam bidang konstruksi di zaman modern ini menunjukkan perkembangan teknologi yang sangat pesat, diantaranya dalam pembangunan Pipa Gas yang biasanya ditanam di dalam tanah karena dianggap lebih aman. Pemilihan pemberat terhadap *buoyancy* yang terjadi sangat penting dalam berlangsungnya proyek pembangunan Pipa Gas Duri-Dumai (PGDD) provinsi Riau, terutama pada jalur pipa gas yang melewati sungai, parit, dan tanah gambut berair. Karena *buoyancy* akan terjadi gaya tekan keatas yang diberikan oleh *fluida* terhadap bobot benda yang dicelupkan.

Dalam hukum Archimedes dijelaskan bahwa, benda tercelup ke dalam *fluida* akan mendapat gaya apung sebanding dengan berat *fluida* yang dipindahkannya. Karena tekanan setiap titik dipermukaan benda setara dengan *specific weight* dari *fluida* dan kedalaman, maka total gaya yang bekerja pada bagian kiri dan kanan benda tersebut menjadi sama dan dapat diabaikan (kesetimbangan gaya arah horizontal)

Dewasa ini banyak sekali pemilihan jenis pemberat untuk pipa gas yang tentunya memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing sebagai anti *buoyancy*, seperti *saddle weight* yang terbuat dari beton bertulang, dan berbentuk seperti *saddle* yang berfungsi untuk anti *buoyancy* sebagai pengganti pipa CWC (*concreat weight coating*) pada kondisi pipa yang melewati sungai, parit, dan tanah gambut berair.

Industri perpipaan gas alam dapat dibagi menjadi dua lingkup besar, yaitu transmisi dan distribusi. Pipa transmisi mempunyai tekanan yang sangat tinggi dan biasanya dengan ukuran yang dengan diameter yang besar dan mempunyai gaya apung yang tinggi dari pada berat tenggelamnya. *Saddle weight* sebagai pemberat dipasang sebagai penambah berat tenggelam dari pipa. Dibanding dengan pipa CWC (*concreat weight coating*), *saddle weight* lebih ekonomis karena dapat di buat di *site plant* dengan kata lain tidak melalui proses pabrikasi yang panjang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Di dalam penulisan Tugas ini penulis akan coba merumuskan masalah yang ada, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana Mekanisme terjadinya *buoyancy* terhadap pipa gas ?
2. Cara Menganalisis besarnya *buoyancy* dan berat tenggelam yang terjadi pada pipa gas diameter 24”(inch).
3. Cara Menganalisis dimensi *saddle weight* yang yang dibutuhkan terhadap tekanan yang terjadi akibat *buoyancy* pipa gas 24”(inch).

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, diantaranya membahas tentang:

1. Analisis berdasarkan hukum archimides.
2. Analisis berat tenggelam hanya terhadap berat pipa, coating pipa, dan tanah.
3. Analisis gaya tekan gas pada area transmisi dan distribusi

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini ialah, untuk mengetahui pengaruh anti *buoyancy* terhadap bangunan, dengan melakukan analisis besarnya tekanan *buoyancy* yang terjadi pada pipa gas, dan mengetahui perbandingan dimensi *saddle weight* dan juga beban sebagai anti *buoyancy*

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari analisi Tugas ini penulis kategorikan menjadi tiga yaitu Manfaat untuk Akademik, Manfaat untuk Instansi/Perusahaan, dan Manfaat untuk Masyarakat, diantaranya sebagai berikut:

1. Manfaat untuk Akademik  
Manfaat untuk Akademik yang diharapkan dalam penulisan Tugas ini yaitu hasil dari penelitian dapat dijadikan rujukan bagi mahasiswa teknik sipil yang melakukan analisis gaya apung.
2. Manfaat untuk Instansi/Perusahaan  
Manfaat untuk Instansi/Perusahaan yang diharapkan dalam penulisan Tugas ini yaitu perusahaan dapat menentukan metode anti *buoyancy* yang

tepat berdasarkan tinjauan dari segi tempat dan kondisi proyek pembangunan pipa gas.

3. Manfaat untuk Masyarakat

Manfaat untuk Masyarakat yang diharapkan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu membantu untuk memberikan pengetahuan dan rasa aman ketika ada program pemerintah khususnya dalam pembangunan pipa gas karena biasanya masyarakat takut terjadi ledakan disebabkan pipa yang mengapung karena *buoyancy* kemudian pipa stres karena tekanan gas tidak stabil dan terjadi ledakan.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan *Buoyancy Control*

Banyak data yang diperlukan untuk perhitungan *bouyancy*, diantaranya sebagai berikut:

##### 4.1.1 Data pembebanan pipa

Spesifikasi data pipa didapat dari dokumen perhitungan pipa stress analisis

Gambar 4.1 data pipa

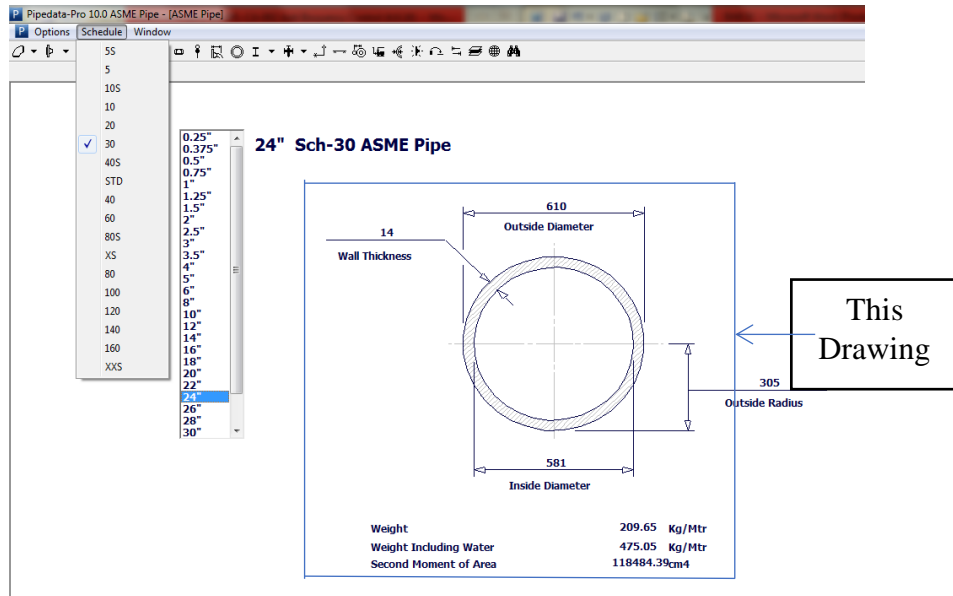
PROPERTIES	VALUE
NPS pipe	Pipe 24" SCH 30
Line pipe grade	API 5L X65 PSL 2
OD (in/mm)	24 / 610
ID (in/mm)	22.876 / 581.46
Wall thickness (in/mm)	0.562 / 14.27
External coating thickness	2mm (3 LPE)
SMYS (psi/Mpa)	65300 / 450
SMTS (psi/Mpa)	87000 / 600
Pipe density (psi)	0.283
Modulus of elasticity (psi)	2.9500E+007
Poisson's ratio	0.2920
Design pressure (psi)	690
Operating pressure (psi)	410
Hydrotest pressure (psi)	1035
Design temperature (F)	150
Operating temperature (F)	91
Corrosion allowance (mm)	3
Seismic load	0.2

Sumber: Data proyek pembangunan Pipa Gas Duri – Dumai (PGDD)

Dari tabel di atas, diketahui bahwa:

1. Nominal Pipe Size (NPS) = 24"(Inch) dengan Schedul (SCH) 30
2. Outside Diameter Pipe ( $OD_{\text{pipe}}$ ) = 610 mm
3. Inside Diameter Pipe ( $ID_{\text{pipe}}$ ) = 581,46 mm

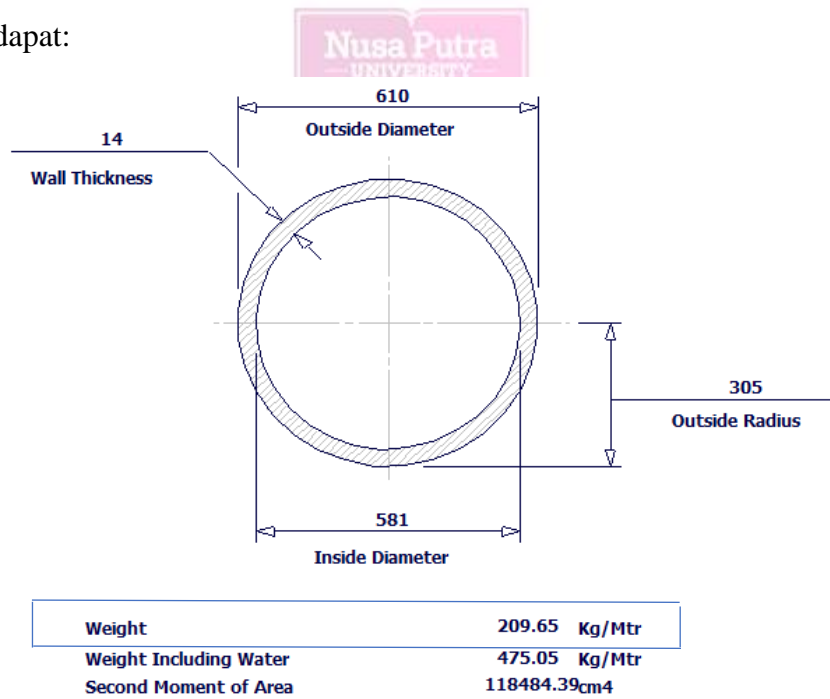
Data tersebut di masukan ke dalam aplikasi Pipe Data Pro:



Gambar 4.1. Gambar spesifikasi pipa dari Pipe Data Pro

Sumber: Data Penulis, 2018

Maka didapat:



Gambar 4.2. Gambar zoon in spesifikasi pipa dari Pipe Data Pro

Sumber: Data Penulis, 2018

Berat = 209.65 kg/m

#### 4.1.2 Data Berat Pipa 12 M

Coating adalah pelapis external untuk melindungi pipa dari korosi



Corrosion Coating Data Properties			
Thickness	tw	=	0.002 m
Inside Diameter	IDcorr = ODpipe	=	0.610 m
Outside Diameter	ODcorr = IDcorr+2tw	=	0.614 m
Density	p corr	=	941.117 kg/m <sup>3</sup>

Gambar 4.3. spesifikasi external coating

Sumber: Data proyek pembangunan Pipa Gas Duri – Dumai (PGDD)

Diketahui bahwa:

1. Tebal = 2 mm
2. IDcorr = 610 mm
3. Odcorr = 614 mm
  - IDcorr + (tebal × 2) dikali 2 karena bulat/mempunyai 2 sisi yang terlapisi
  - 610 + (2 × 2) = 614 mm
4. Dengan density = 941,117 kg/m<sup>3</sup>

Dari data di atas dapat dihitung berat per meter external coating dengan perhitungan:

- (ODcorr - IDcorr) × density × 1
- (0,614 - 0,610) × 941,117 × 1
- 0,004 × 941,117 × 1 = 3,764 kg

Maka didapat berat coating dalam satu meter pipa adalah 3,764 kg

#### 4.1.3 Data pembebanan GAS

Data berat beban gas dihitung dari density yang berasal dari data proses Level Transmitter, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.2 Level Transmitter

SERVICE	7	Upper Phase	Condensate		Condensate	
	8	Lower Phase	Condensate		Condensate	
9	Sp. Gravity	Density (lb/ft <sup>3</sup> )	0.572	35.85	0.572	35.85
10	Design Press. (Psig)	Operating Press. (Psig)	75	30	75	30
11	Design Temp. (Deg. F)	Operating Temp. (Deg. F)	200	86	200	86
12	Viscosity		0.321		0.321	

Sumber: Data proyek pembangunan Pipa Gas Duri – Dumai (PGDD)

Diketahui bahwa density gas = 0,572 lb/ft<sup>3</sup>, jika diubah dalam satuan kg/m<sup>3</sup> maka:

$$0,572 \times 16,01846337396 = 9,1625610499051 \text{ kg/m}^3 \sim 9,16256 \text{ kg/m}^3$$

Keterangan:

- 1 lbs/ft<sup>3</sup> = 16,01846337396 kg/m<sup>3</sup>
- lbs/ft<sup>3</sup> : pound / cubic foot
- kg/m<sup>3</sup> : kilogram / cubic meter

Maka untuk mengetahui berat gas dalam satu meter pipa 24” adalah:

1. IDcorr = 610 mm ~ 0,61 meter
2. Density gas = 9,16256 kg/m<sup>3</sup>
3. Panjang / tinggi = 1 meter

Dengan rumus volume tabung  $V = \pi \times r^2 \times t$  Maka:

- $V = 3,14 \times 0,305^2 \times 1$
- $V = 3,14 \times 0,0930 \times 1$
- $V = 0,292 \text{ m}^3$

Jadi berat gas dalam satu meter pipa  $0,292 \times 9,16256 = 2,675 \text{ kg}$

#### 4.1.4 Pembebanan Tanah

Beban tanah diambil dari berat tanah asli, beban tanah timbunan atau dalam dunia teknik sipil biasa disebut *fill*, dalam prosedur pelaksanaan penanaman pipa mengharuskan galian tanah se dalam 2 meter. sesuai data yang di dapatkan dari hasil soil investigation report adalah sebagai berikut:

1. Type of Soil = Gambut
2. Density of Saturated Soil ( $\rho_{\text{soil}}$ ) = 1050 kg/m<sup>3</sup>
3. Density of Dry Soil ( $\rho_{\text{d soil}}$ ) = 283 kg/m<sup>3</sup>
4. Specific Gravity of Soil ( $G_s$ ) = 0.719
5. Depth of Inundated Backfill (H) = 1,59 m
6. Safety factor (Sf) = 1.5
7. Average unit weight of soil:
  - $W = \left[ \left( \frac{\rho_{\text{d soil}}}{G_s \times \rho_{\text{water}}} \right) \times \rho_{\text{water}} \right] - \rho_{\text{d soil}}$
  - $W = \left[ \left( \frac{283}{0,719 \times 1000} \right) \times 1000 \right] - 283$
  - $W = 110,6022 \text{ kg/m}^3$
8. Weight of soil directly over the pipe with safety factor:
  - $W_f = \frac{W}{S_f}$
  - $W_f = \frac{110,6022}{1.5}$
  - $73,7348 \text{ kg/m} \sim 73,735 \text{ kg/m}$

	$WI = wI [(4-\pi)/8 \times OD^2) + (HI \times OD)]$	111,689 1 kg/m <sup>3</sup>
	$W_f = WB / FS$	

Diketahui:

- Unit Weight (W) = 16,5 kN/m<sup>3</sup>

jika diubah ke dalam kg/m<sup>3</sup> maka:

- $16,5 \times 101,97 = 1682,53 \text{ kg/m}^3$

Lebar bucket ukuran 1 meter dengan dalam galian 2 meter maka berat timbunan tanah per satu meter pipa dapat di hitung dengan persamaan:  $p \times l \times t$

- $\times (1682,53)$
- $1,39 \times 0,61 \times 1 \times (1682,53)$
- $0,8479 \times (1682,53)$
- 1426,62 kg/m

Keterangan:

- $1 \text{ kN/m}^3 = 101,97 \text{ kg/m}^3$
- 0,61 = Diameter luar pipa
- Lebar diambil 0,61 karena tanah yang tegak lurus menimbun pipa sama dengan diameter luar pipa

#### 4.1.5 Pembebanan kombinasi

Berat beban kombinasi dilakukan agar mendapat kesimpulan benda yang tercelup dalam fluida apakah akan mengapung, tenggelam, atau melayang. Hal tersebut dapat di tentukan dari massa jenis benda yang tercelup apakah lebih tinggi atau kurang dari massa jenis air ( $> 1$  maka benda tenggelam  $< 1$  maka benda terapung atau melayang)

- $V \text{ selimut tabung} = 0.00384 \text{ m}^3$

Dari data di atas dapat dihitung berat per meter *external coating* dengan persamaan:

$$W_{\text{corr}} = \rho \times V$$

- $W_{\text{corr}} = 941,117 \times 0.00384$
- $W_{\text{corr}} = 3,614 \text{ kg/m}$

Maka didapat berat coating dalam satu meter pipa adalah 3,614 kg/m ~ 0,0036 t/m

#### 4.1.6 Pembebanan GAS

Gas Alam mempunyai berat tertentu ini yang tentunya sudah melewati uji laboratorium untuk mengetahui beratnya. Diketahui bahwa *density* gas ( $\rho$ ) = 23,480 kg/m<sup>3</sup>, maka untuk mencari berat berupa *checking* data digunakan persamaan:

$$W = \rho \times V$$

Sebelum menentukan berat dari Gas di dalam pipa, terlebih dahulu kita mengetahui volume di dalam pipa dengan persamaan:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

$$- V = 3,14 \times 0,2905^2 \times 1$$

$$- V = 0,265 \text{ m}^3$$

$$W_g = \rho \times V$$

$$- W_g = 23,480 \times 0,265$$

$$- W_g = 6,222 \text{ kg/m}$$

Keterangan:

W : Berat / weight

$\rho$  : Massa jenis / density

V : Volume

Maka didapat berat Gas  $W_g = 6,222 \text{ kg/m} \sim 0,0062 \text{ t/m}$

#### 4.1.7 Pembebanan Tanah Timbunan

Beban tanah timbunan atau dalam dunia teknik sipil biasa disebut *fill*, dalam prosedur pelaksanaan penanaman pipa mengharuskan galian tanah sedalam 2 meter dengan tinggi muka air tanah yang tinggi, maka berat untuk timbunan dianggap sebagai berat volume apung atau berat efektif ( $\gamma'$ ). sesuai data yang di dapatkan dari hasil *soil investigation report*, berat timbunan tanah dapat dihitung sebagai berikut:

9. Lokasi Wonosobo KP - 07

- a. Berat tanah basah ( $\gamma$ ) = 16,5 kN/m<sup>3</sup> ~ 1,65 t/m<sup>3</sup>
- b. Berat tanah kering ( $\gamma_d$ ) = 13,0 kN/m<sup>3</sup> ~ 1,3 t/m<sup>3</sup>
- c. Berat jenis tanah ( $G_s$ ) = 2,66
- d. Derajat kejenuhan ( $S_r$ ) = 0,72 (Tanah Sangat Lembab)
- e. Kadar air ( $w$ ) = 27,34 %
- f. Angka pori ( $e$ ) = 1,01

- g. Kedalaman Galian ( t ) = 2 meter
- h. Safety Factor ( Sf ) = 1,45
- i. Volum timbunan:
- $V_s = (p \times OD_{corr} \times t) - (\pi \times r^2 \times t)$
  - $V_s = (1 \times 0,614 \times 2) - (3,14 \times 0,307^2 \times 1)$
  - $V_s = 1,228 - 0,296$
  - $V_s = 0,932 \text{ m}^3$
- j. Berat tanah terendam air:
- $\gamma' = \frac{(G_s - 1) \gamma}{1 + e}$
  - $\gamma' = \frac{(2,66 - 1) 1,65}{1 + 1,01}$
  - $\gamma' = 1,36 \text{ t/m}^3$
- k. Berat timbunan tanah:
- $W_s = \gamma' \times V_s$
  - $W_s = 1,36 \times 0,932$
  - $W_s = 1,27 \text{ t/m}$
- l. Weight of soil over the pipe with safety factor:
- $W_f = \frac{W_s}{S_f}$
  - $W_f = \frac{1,27}{1,45}$
  - $W_f = 0,876 \text{ t/m}$

Maka didapat berat tanah per satu meter pipa sebesar  $W_f = 0,876 \text{ t/m}$

#### 10. Lokasi PT. Murini KP - 37

- a. Berat tanah basah (  $\gamma$  ) =  $7,0 \text{ kN/m}^3 \sim 0,7 \text{ t/m}^3$
- b. Berat tanah kering (  $\gamma_d$  ) =  $2,6 \text{ kN/m}^3 \sim 0,26 \text{ t/m}^3$
- c. Berat jenis tanah (  $G_s$  ) = 1,58
- d. Derajat kejenuhan (  $S_r$  ) = 0,53 (Tanah Sangat Lembab)
- e. Kadar air ( w ) = 166,26 %
- f. Angka pori ( e ) = 4,93
- g. Kedalaman Galian ( t ) = 2 meter
- h. Safety Factor ( Sf ) = 1,45
- i. Volum timbunan:

- $V_s = (p \times OD_{corr} \times t) - (\pi \times r^2 \times t)$
- $V_s = (1 \times 0,614 \times 2) - (3,14 \times 0,307^2 \times 1)$
- $V_s = 1,228 - 0,296$
- $V_s = 0,932 \text{ m}^3$

j. Berat tanah terendam air:

- $\gamma' = \frac{(G_s - 1) \gamma}{1 + e}$
- $\gamma' = \frac{(1,58 - 1) 0,7}{1 + 4,93}$
- $\gamma' = 0,0685 \text{ t/m}^3$

k. Berat timbunan tanah:

- $W_s = \gamma' \times V_s$
- $W_s = 0,0685 \times 0,932$
- $W_s = 0,0638 \text{ t/m}$

l. Weight of soil over the pipe with safety factor:

- $W_f = \frac{W_s}{S_f}$
- $W_f = \frac{0,0638}{1,45}$
- $W_f = 0,044 \text{ t/m}$



Library Innovation Unit  
L I U

Maka didapat berat tanah per satu meter pipa sebesar  $W_f = 0,044 \text{ t/m}$

11. Lokasi Pelintang KP - 58

- a. Berat tanah basah ( $\gamma$ ) =  $14,1 \text{ kN/m}^3 \sim 1,41 \text{ t/m}^3$
- b. Berat tanah kering ( $\gamma_d$ ) =  $7,7 \text{ kN/m}^3 \sim 0,77 \text{ t/m}^3$
- c. Berat jenis tanah ( $G_s$ ) = 2,66
- d. Derajat kejenuhan ( $S_r$ ) = 0,93 (Tanah Sangat Lembab)
- e. Kadar air ( $w$ ) = 83,45 %
- f. Angka pori ( $e$ ) = 2,39
- g. Kedalaman Galian ( $t$ ) = 2 meter
- h. Safety Factor ( $S_f$ ) = 1,45
- i. Volum timbunan:
  - $V_s = (p \times OD_{corr} \times t) - (\pi \times r^2 \times t)$
  - $V_s = (1 \times 0,614 \times 2) - (3,14 \times 0,307^2 \times 1)$

$$- V_s = 1,228 - 0,296$$

$$- V_s = 0,932 \text{ m}^3$$

j. Berat tanah terendam air:

$$- \gamma' = \frac{(G_s - 1) \gamma}{1 + e}$$

$$- \gamma' = \frac{(2,66 - 1) 1,41}{1 + 2,39}$$

$$- \gamma' = 0,69 \text{ t/m}^3$$

k. Berat timbunan tanah:

$$- W_s = \gamma' \times V_s$$

$$- W_s = 0,69 \times 0,932$$

$$- W_s = 0,64 \text{ t/m}$$

l. Weight of soil over the pipe with safety factor:

$$- W_f = \frac{W_s}{S_f}$$

$$- W_f = \frac{0,64}{1,45}$$

$$- W_f = 0,444 \text{ t/m}$$

Maka didapat berat tanah per satu meter pipa sebesar  $W_f = 0,444 \text{ t/m}$

#### 4.2 Tekanan kebawah (downward force)

Tekanan kebawah adalah besarnya gaya yang bekerja searah horizontal atau membuat benda tersebut tenggelam atau melayang di dalam fluida, yang biasanya mempunyai simbol p atau q, dimana p adalah beban terpusat dan q adalah beban menyeluruh sedangkan beban sendiri disimbolkan W. Maka beban tekanan kebawah dapat dihitung dengan persamaan:

$$W = A + B + C + n\dots$$

1. Lokasi Wonosobo KP – 07

$$- W = (W_p \times L) + (W_{corr} \times L) + (W_g \times L) + (W_f \times L)$$

$$- W = (0,2097 \times 12) + (0,0036 \times 12) + (0,0062 \times 12) + (0,876 \times 12)$$

$$- W = 13,146 \text{ ton}$$

2. Lokasi PT. Murini KP – 37

- $W = (W_p \times L) + (W_{corr} \times L) + (W_g \times L) + (W_f \times L)$
- $W = (0,2097 \times 12) + (0,0036 \times 12) + (0,0062 \times 12) + (0,044 \times 12)$
- $W = 3,162 \text{ ton}$

### 3. Lokasi Pelintang KP – 58

- $W = (W_p \times L) + (W_{corr} \times L) + (W_g \times L) + (W_f \times L)$
- $W = (0,2097 \times 12) + (0,0036 \times 12) + (0,0062 \times 12) + (0,444 \times 12)$
- $W = 7,962 \text{ ton}$

Dapat dilihat dan disimpulkan dari hasil perhitungan bahwa setiap tempat akan mempunyai dimensi *saddle weight* yang berbeda bahkan mungkin ada yang tidak membutuhkan *saddle weight*.

### 4.3 Gaya Apung pipa

Gaya apung disimbolkan dengan  $F_B$ , dalam hukum archimedes disebutkan bahwa “Besarnya gaya apung sama dengan *volume fluida* yang dipindahkan” dari hukum archimedes tersebut maka gaya apung dapat dihitung dengan persamaan:

$$F_B = V \times \gamma$$

- $F_B = (\pi \times r^2 \times t) \times \gamma$
- $F_B = (\pi \times (0,5 \times OD_{corr})^2 \times p) \times \gamma$
- $F_B = (3,14 \times 0,307^2 \times 12) \times 1$
- $F_B = 3,551 \times 1$
- $F_B = 3,551 \text{ ton}$

Maka tekanan ke atas dari gaya apung sebesar  $F_B = 3.551 \text{ kg}$

Keterangan:

$V = \text{Volume fluida}$  yang dipindahkan

$\gamma = \text{Berat jenis fluida}$

### 4.4 Stabilitas pipa

Dalam penelitian ini stabilitas yang dimaksud ialah *stabilitas arah vertikal*



dengan menghitung rasio dari tekanan kebawah (W) dibagi dengan gaya apung ( $F_B$ ) dengan syarat  $> 1,21$ . Maka rasio arah *vertikal* dapat dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{W}{F_B}$$

1. Lokasi Wonosobo KP – 07

- $R = \frac{13,146}{3,551}$
- $R = 3,702$
- $R = 3,702 > 1,21 \sim \text{OK}$

2. Lokasi PT. Murini KP – 37

- $R = \frac{3,162}{3,551}$
- $R = 0,890$
- $R = 0,890 < 1,21 \sim \text{NOT OK}$

3. Lokasi Pelintung KP – 58

- $R = \frac{7,962}{3,551}$
- $R = 2,242$
- $R = 2,242 > 1,21 \sim \text{OK}$



Di lokasi Wonosobo KP-07 dan Pelintung KP-58 rasio memenuhi syarat  $> 1,21$  yang artinya *stabilitas* arah *vertikal* aman dan pipa akan tetap tenggelam di dasar. Tetapi lokasi PT. Murini KP-37 perlu adanya pemberat karena rasio tidak memenuhi syarat, yang dapat mengakibatkan pipa muncul ke permukaan tanah.

#### 4.5 Concrete Weight

*Concrete weigh* ialah berupa *saddle weight* dihitung pada lokasi PT. Murini KP-37 karena dari perhitungan *stabilitas* pipa tidak aman atau pipa dapat mengapung kepermukaan. Dimensi *saddle weight* sebelumnya dari data *engineering* adalah  $1,6 \times 1,6 \times 0,6$  (meter) yang dikurangi diameter pipa dengan kubikasi beton  $1,313 \text{ m}^3$  dan dipasang 2 per pipa.

Jika dimensi  $1,6 \times 1,6 \times 0,3$  (meter) dan dipasang 2 *saddle weight* per pipa. Maka berat nya dapat di hitung dengan persamaan:

$$\text{Volume of Concrete} = ((P \times T \times L) - \text{ODcorr}) \times 2 \times 2.400$$

- Volume of Concrete =  $(1,6 \times 1,6 \times 0,3) - (0,614 \times 0,614 \times 0,3) \times 2$
- Volume of Concrete =  $(0,768 - 0,113) \times 2$
- Volume of Concrete =  $0,655 \times 2$
- Volume of Concrete = 1,31

$$\text{Weight of Concrete} = \text{Volume of Concrete} \times 2.400 / 1000$$

- Weight of Concrete =  $(1,31 \times 2.400) / 1000$
- Weight of Concrete =  $3.144 / 1000$
- Weight of Concrete = 3,144 ton

Maka dapat di lihat bahwa gaya apung ( $F_b$ ) dari kedua *saddle weight* sama dengan  $V \times 1$  (berat jenis air) = 1,31 dan berat dari keduanya  $W_{con} = 3,144$  ton.

jadi stabilitas dari seluruhnya dapat dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{W + W_{con}}{F_B + F_{Bcon}}$$


Lokasi PT. Murini KP – 37

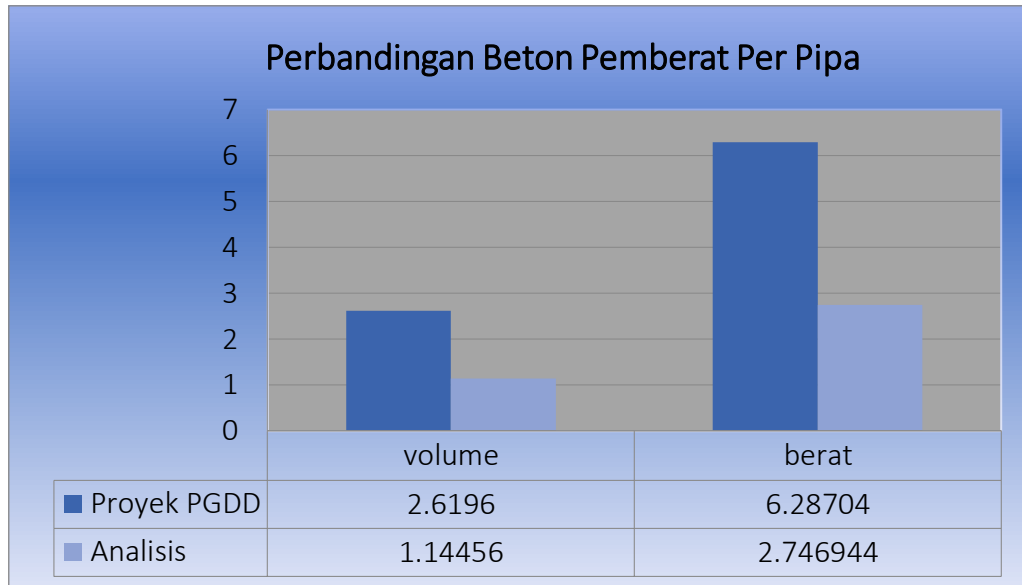
- $R = \frac{3,162 + 3,144}{3,551 + 1,31}$
- $R = 1,29$
- $R = 1,29 > 1,21 \sim \text{OK}$

Nilai rasio buoyancy  $R = 1,29 > 1,21$  yang artinya kesetabilan arah vertikal telah memenuhi syarat rasio dengan penambahan berat *saddle weight*.

#### 4.6 Hasil penentuan dimensi *saddle weight*

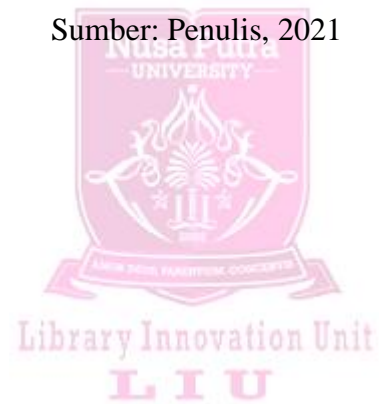
Dari aspek yang dipertimbangkan untuk menentukan dimensi dari *saddle weight*, mulai dari pembebanan dari pipa, *coating* pipa dan berat dari tanah timbunan di atas pipa, maupun dari berat *saddle weight* itu sendiri dan gaya apung dari pipa dan *saddle weight* lalu perhitungan kestabilan arah vertikal. Tidak semua daerah memerlukan *saddle weight* hanya pada daerah PT. Murini KP – 37 yang memerlukan *saddle weight*.

Dari hasil analisis *saddle weight* lebih kecil dari *saddle weight* proyek PGDD ini dikarenakan beban dari tanah yang diprhitungkan, dibuat hasil perbandingan berupa grafik sebagai berikut:



**Gambar4.1.** Grafik perbandingan volume dan berat *Saddle weigh*

Sumber: Penulis, 2021



## DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, A. (2016). Studi Teknis Kelayakan Desain Buried Pipe Menembus Sungai Terhadap Beban Operasi Dan Instalasi Pada Proyek Mrs Japanan.. Surabaya: PPNS-Surabaya: Perpustakaan PPNS.
- Rizkalla, M. (2008). Pipeline GeoEnvironmental Design and Geohazard management. New York: American Society of Mechanical Engineers
- Saaty, T.L. 1994. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, Vol. 24, No. 6 pp. 19- 43 .
- Syarafi, Yayan L. (2017). Analisa Perbandingan Sistem Pengendali Buoyancy pada Jalur Pipeline di Lingkungan Rawa Menggunakan Metode Concrete Weight Coating dan Set On Weight : PPNS-Surabaya: Perpustakaan PPNS.
- Triantaphyllou, E. (1995). Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications Some Challenges : Baton Rouge, “
- Agustinus, Donny Pengantar Piping Stress Analysis dengan Caesar II. Jakarta Entry
- Agustino Publisher Kannappan, Sam Introduction to Pipe Stress Analysis. New York. Wiley Publication . Nayyar, Mohinder L. (1973). Piping Handbook Seventh Edition. New York: Mc Graw-Hill.
- Peng, L.C. (1967). Piping Stress Engineering. Houston, Texas: Peng Engineering.
- Tijara, Pratama Pelatihan Dasar Analisa Tegangan Pipa menggunakan Software COADE CAESAR II. USA. Coade Inc