

ANALISIS KELAYAKAN *HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING* (HDD) MELEWATI TAXI WAY 2 PADA PROJECT PT. WIJAYA KARYA

Daniel Cheriawan T. O.^{1*}, R. Dimas Endro.W², Abdul Gofur,³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1}*

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: cheriawandaniel06@gmail.com

Abstract – Pipes or pipelines are connecting network systems for transporting produced fluids from one place to another, where the pipes are usually found in the ground or commonly called buried pipes, can also be installed above ground level or can also be called at over the land. At this time PT. Wijaya Karya is working on construction, one of which is the construction of pipelines as a means of distributing avtur fuel from the DPPU Pertamina. The project passed the Taxi with a distance of 577 meters with the method used is Horizontal Directional Drilling (HDD). The design analysis method in this final project is done by means of manual calculation by finding the Installation Load which is the attraction of the pipe which is done one by one starting from T1 (365,858 Kg), Tarc1 (3104.66 Kg), T3 (25241,465Kg), Tarc2 (35636,046 Kg) and T2 (73288,476 Kg), Towing Load represents the total tensile strength of pipes of 73288,476 Kg, individual load is an individual that is in accordance with the level of tensile (0,0000231 MPa), Bending (76,950 MPa) and Hoop (0,87 MPa) , the combined load is a combination of Tensile and bending (0.438), then the combined stress of Tensile, bending and Hoop (0.169), Operating Load (108.45 MPa) and the voltage gauge during operation and analysis of the tension of the pipe which is passed by the aircraft on the taxi way 2 (0,000981 MPa). All that is done by doing manual calculations and is in accordance with the permitted values that have been determined. In this research it is hoped that the Horizontal Directional Drilling (HDD) design can be used as a reference for a more optimal design. From the results of this study, variations in the angle of the pipe entering the ground (entry point) 9.01 ° and the angle of the pipe coming out of the ground (exit point) 5.71 °.

Keywords: Pipeline, horizontal directional drilling (HDD), Design Analysis

Nomenclature

T_2 : Total Beban pipa HDD ϕ_{in}
 : Sudut Pipa Bagian Masuk

W_{sub} : Berat pipa efektif (terendam)
 S_{th} : Thermal Stress
 $s\sigma_L$: Stress Long

1. PENDAHULUAN

Definisi *Horizontal Directional Drilling* (HDD) ialah metode instalasi pipa bawah tanah melalui metode *trenchless* yang melibatkan penggunaan mesin *drilling directional* dan *attachment*.

Penggunaan pengeboran dengan menggunakan metode *Horizontal*

Directional Drilling (HDD) ini memiliki akurasi pengeboran yang lebih baik dari pada metode penempatan pipa lain nya (misalkan: metode penempatan pipa *opencut*). Pada metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) ini penentuan akurasi dalam melakukan suatu pengeboran sangat menentukan keamaan dan umur pada pipa yang akan digunakan.

Peroses pengeboran *Horizontal*

dibuat dengan panjang lokasi 577 m dengan menggunakan pipa 20 inchi material A53 Gr B mengalirkan bahan bakar *avtur* milik DPPU pertamina. Analisa pada desain HDD meliputi 5 aspek, yaitu analisa *Installation loads*, *Pulling Loads*, *Individual loads*, *Combined loads*, analisa tegangan pada saat operasi dan analisa tegangan pipa yang dilewati pesawat pada jalur *taxi way* 2.

2.2 Formula Matematika

2.5.1 Beban tarik pada bagian lurus

$$T_2 = T_1 + |fric| + DRAG \pm W_s \times L \sin \theta \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan setiap bagian yang lurus, tegangan diujung T_2 , ditentukan dari keseimbangan gaya statis. Dimana T_2 merupakan tegangan (atau beban tarik) pada ujung kiri dari bagian lurus, diperlukan untuk mengatasi hambatan dan gesekan (lbs), T_1 merupakan tegangan (atau menarik beban) pada ujung kanan, ini diasumsikan nol untuk section pertama dari lubang (lbs), $Fric$ merupakan gesekan antara pipa dan tanah (lbs), $DRAG$ merupakan *drag fluidic* antara pipa dan cairan pengeboran (lbs), W_s merupakan banyak berat (terendam) efektif pipa ditambah isi internal pipeline (lbs/ft), L merupakan panjang dari section (feet), θ merupakan sudut dari sumbu lubang lurus relatif terhadap horizontal (nol sama dengan horizontal, 90° sama dengan dengan vertikal).

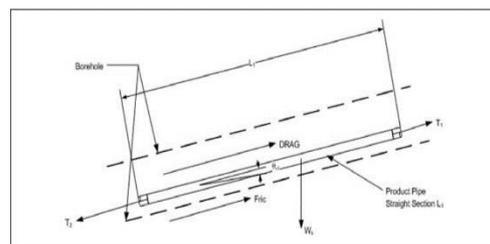
Directional Drilling (HDD) ini memiliki 3 tahapan dalam melakukan pengeboran, yaitu *Pilot Hole*, *Pre-Reaming* dan *Pipe Pullback*.

Dalam instalasi *pipa Horizontal Directional Drilling* (HDD) harus sesuai dengan urutan dan menentukan *stress* yang diterima pada saat pipa ditarik masuk dan keluar bawah tanah, jumlah daya yang diperlukan pada saat melakukan tarikan, beban operasi dan tegangan yang diterima ketika dilewati pesawat melalui jalur *taxi way*. Semua tersebut dilakukan demi menjamin keamanan pipa yang akan digunakan pada saat sudah mulai beroperasi demi menjamin keamanan instalasi yang telah dilakukan.

2. METODOLOGI .

2.1 Prosedur Penelitian

Desain *horizontal directional drilling* (HDD) di bawah jalan umum dan melewati jalur *taxi way* yang merupakan pipeline yang berasal dari DPPU bandara Soekarno Hatta terminal 3 proyek PT. Wijaya Karya. Pipa HDD sendiri



Gambar 2.4 Beban tarik pada bagian lurus
 Dimana:

- 1) W_s = berat efektif (terendam) pipa ditambah konten internal apa pun (jika diisi dengan air) dalam kaki-pon
- 2) L_1 = panjang bagian lurus
- 3) π = sudut bagian lurus relatif terhadap bidang horizontal (nol adalah horizontal dan 90 derajat vertikal)
- 4) M_{soil} = koefisien gesekan rata-rata antara pipa dan tanah; yang direkomendasikan nilai adalah 0,21 hingga 0,30
- 5) μ_{mud} = koefisien hambatan fluida untuk pipa baja yang ditarik melalui lumpur pengeboran; itu nilai yang disarankan adalah 0,025 hingga 0,05
- 6) D = diameter luar pipa dalam inci

2.5.2 Beban tarik pada bagian lengkung

$$N = \frac{W_s (12 \times T_x h - () \times C_{os} @ x Y)}{12 X} \quad (2)$$

$$h = R x \left[1 - \cos \frac{a}{2} \right] \quad (3)$$

$$X = 3 x L_{arc} - 2^j x \tanh \left[\frac{1}{\cosh \left[\frac{U}{2} \right]} \right] \quad (4)$$

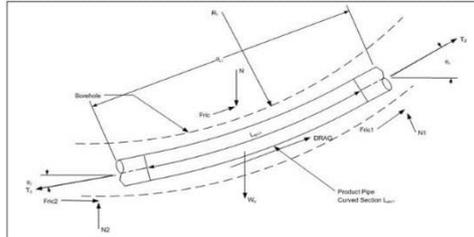
$$Y = 18x(L_{arc})^2 - j^2x \left[1 - \frac{1}{\cosh \left[\frac{U}{2} \right]} \right] \quad (5)$$

$$j = \frac{1}{T} (E x) \quad (6)$$

$$I = \pi x (D - t)^3 x \frac{t}{8} \quad (7)$$

$$U = 12 \frac{x L_{arc}}{j} \quad (8)$$

Persamaan (2) menunjukkan persamaan beban tarik pada saat lengkung, dimana h merupakan displacement (feet), T merupakan average dari T1 and T2. Persamaan (3) merupakan turunan dari persamaan (1), dimana R merupakan radius of curvature of the curved section between point 2 and 3 (feet), a merupakan included angle of the curved section (degrees). Persamaan (5) merupakan turunan dari persamaan (1), dimana Larc merupakan R x θ x (p/180) (feet). Persamaan (6) merupakan turunan dari persamaan (4), dimana E merupakan Modulus Young untuk baja (2,9 x 10⁷psi), t merupakan tebal dinding pipa (inch).



Gambar 2.5 Beban tarik pada bagian lengkung

- 1) R1 = jari-jari kelengkungan bagian melengkung antara titik 2 dan 3 (feet)
- 2) $\theta c1$ = sudut bagian melengkung (derajat)
- 3) $\theta 1$ = sudut dari horizontal T2 di ujung bagian kanan (derajat)
- 4) $\theta 2$ = sudut dari horizontal T3 di ujung bagian kiri (derajat)
- 5) $\theta = \frac{(\theta 1 + \theta 2)}{2}$ (derajat)
- 6) Larc1 = R1 x $\theta c1$ (feet)

2.7 Analisa Tegangan Pada Pipa

Kasus kondisi tegangan critical untuk pipa berada pada saat kombinasi tensile, bending dan hoop terjadi pada waktu yang sama.

2.7.1 Individual Loads (Beban tunggal)

Untuk lokasi yang dipilih dalam profil jalan yang dibor yang dicurigai sebagai lokasi tegangan kritis, pertama menghitung tekanan individual untuk kondisi pembebanan tertentu (tarik, bending, hoop stress) dan membandingkan terhadap tingkat allowable untuk tegangan tersebut. (Utility and Pipeline Applications, 2005)

- 1) Tensile stress
 $\sigma_t = \text{Pulling Loads} / \text{Steel Area} \quad (9)$

- 2) allowable tensile stress
 $F_t : 90\% \times \text{SMYS of Pipeline} \quad (10)$

Persamaan (9) σ_t merupakan tensile stress (psi) dimana Pulling Loads (beban tarik pada saat instalasi pipa) dan Steel Area adalah nilai dari Area Baja, sedangkan Persamaan (10) dimana Ft merupakan allowable tensile stress (psi) dimana nilai dari Tensile Stress tersebut dapat di terima (allowable) bila lebih kecil dari nilai Ft.

- 1) Bending Stress
 $\sigma_b = E D / 2R \quad (11)$

- 2) Allowable Bending Stress
 $FB = D/t \quad (12)$

Persamaan (11) dan (12) menunjukkan persamaan tegangan bending pada saat instal pipa, dimana σ_b merupakan bending stress (psi) dan FB merupakan allowable bending stress (psi) dimana E merupakan Modulus of Elasticity, D merupakan Diameter pipa, R merupakan Radius, t merupakan thickness (min). Berbeda dengan Tensile Stress, nilai bending dapat diterima hanya dengan menggunakan persamaan FB.

- 1) Hoop Stress
 $FH = (\Delta p \times D) / (2 \times t) \quad (13)$

Persamaan (13) FH merupakan Hoop Stress (tekanan melingkar) Dimana Δp (psi) adalah sama dengan perbedaan antara tekanan hidrostatik yang diberikan oleh lumpur pengeboran di hole acting pada bagian luar pipa dan tekanan dari air, lumpur atau acting air di dalam pipa, di kedalaman tempat tujuan (Δp menghasilkan tegangan external hoop diambil sebagai positif), D merupakan Diameter pipa dan t merupakan thickness (min).

- 1) Elastic Hoop Buckling Stress
 $F_{he} = 0,88 \times E \times (D/t)^2 \quad (14)$

- 2) Hoop Stress due to External Pressure
 $\sigma_h = P_{ext} \times D / 2t \quad (15)$

Persamaan (14) F_{he} Elastic Hoop Buckling Stress (tekanan tekuk melingkar yang elastis), dimana E merupakan Modulus of Elasticity, D merupakan Diameter pipa dan t merupakan thickness (min). Persamaan (15) σ_h Hoop Stress due to Internal Pressure (tekanan tekuk melingkar karena tekanan internal), dimana P tekanan external, D merupakan Diameter pipa dan t merupakan thickness (min).

2.7.2 Combined Loads (Beban Ganda)

Setelah memeriksa beban tunggal (dan lulus, maka harus diperiksa untuk keamanan di bawah beban dikombinasikan dengan melakukan dua cek kesatuan; pertama kondisi ganda beban (tension plus bending) dan pada akhirnya beban interaktif seluruhnya yang diperiksa harus sesuai kombinasi *tensile*, *bending* dan *hoop stress*(tekanan melingkar). (Utility and Pipeline Applications, 2005).

Untuk memeriksa kombinasi dari *tensile stress*(Ft), *Hoop Stress*(FH) dan *bending stress* (FB), adalah:

$$1) [Ft/(0.9 \times SMYS)] + [FH/FB] = 1.0 \quad (16)$$

Untuk memeriksa kombinasi penuh dari *tensile*, *bending* dan *external hoop stresses*, adalah:

$$- A^2 + B^2 + 2n|A|B < 1 \quad (17)$$

Dimana:

$$- A = (Ft + Fb - 0.5 \times FH) \times 1.25/SMYS \quad (18)$$

$$- B = 1.5 \times FH/F_{he} \quad (19)$$

$$- \nu = \text{Poisson's ratio (0.3 for steel)} \quad (20)$$

2.8 Analisa Beban Operasi

Beban operasi yang di alami pada pipeline dengan metode HDD tercantum di bawah ini:

- Hoop stress, dari fluid,

$$FH = (\Delta p \times D)/(2 \times t) \quad (21)$$

Dalam hal ini Δp adalah sama dengan perbedaan antara tekanan hidrostatik yang diberikan oleh air tanah yang bekerja pada bagian luar pipa dan tekanan dari fluida (gas) yang mengalir dalam pipa. Perhatikan bahwa untuk analisis ini Δp menghasilkan tegangan tensile external hoop diambil sebagai positif.

- Bending Stress di pipa sesuai bentuk lubang yang sudah di bor,

$$FB = (E \times D)/(24 \times R) \quad (22)$$

- Thermal Stress yang dihasilkan dari perbedaan antara suhu konstruksi dan suhu operasi.

$$FT = (E \times k) \times (T1 - T2) \quad (23)$$

Dimana:

- K = the coefficient of thermal expansion for steel (0.0000065 inches per inch per °F) (ASMEB31.8)
- T1 = Constructed temperature in °F
- T2 = Operating temperature in °F
- Total Longitudinal Compressive Stress
 $FL = \text{Bending Stress} + \text{Thermal Stress} + (\text{Hoop Stress} \times \text{Poisson's ratio})$

- Maximum shear stress
 $\text{Shear stress} = (FH - FL)/2 \quad (22)$

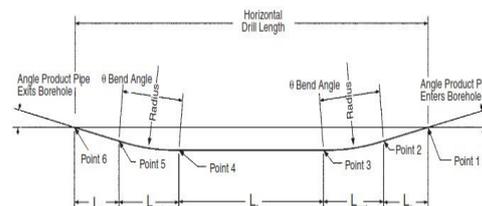
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Pada tugas akhir desain HDD yang melewati *Taxi Way 2* dilakukan dengan perhitungan manual diantaranya untuk menentukan nilai pulling load yang akan digunakan pada saat menarik pipa HDD dari exit point to entry point, menentukan *Installation Loads*, *Individual Loads*, *Combined Loads*, *Operating Loads* dan menentukan jumlah tegangan pada pipa HDD yang didapatkan ketika dilewati pesawat terbang. Pada perhitungan penelitian ini telah disediakan beberapa data berupa *Desain Data*, *Data Proses Fluida*, *Installation Characteristics* dan dapat melihan kondisi tanah yang telah ditentukan dengan megunakan data *BoreAid*.

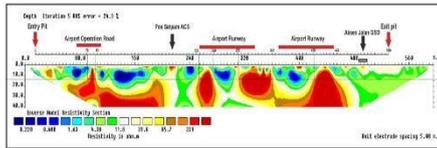
3.2 HDD Desain Profile

Dalam menentukan Panjang total dari pipa HDD yang digunakan, butuh kan pula perhitungan dalam menentukan berapa jumlah panjang pipa yang digunakan dalam instalasi pipa HDD. Sebelum menentukan berapa jumlah total panjang pipa yang akan digunakan, maka diperlukan nya penentuan Desain Profile pada pipa HDD ini dan model desain profil HDD dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.1 HDD Desain Profile

- Masing-masing data tersebut dapat di ketahui melalui data pengeboran *BoreAid*. Sekarang berlanjut dengan menentukan nilai kondisi pipa dan nilai geometri tanah pada saat melakukan proses *Drilling* pipa HDD. Dimana:
- 1) Pipe Cross Sectional Area $W_s = 0,203 \text{ m}^2$
 - 2) Steel Cross Sectional Area $A_s = 0,027 \text{ m}^2$
 - 3) Uncorroded weight of Pipe $W_s = 211,455 \text{ kg/m}$
 - 4) Displace Mud Weight $W_{mud} = 291,421 \text{ kg/m}$
 - 5) Effective (submerged) weight of pipe
 $W_{sub} = -79,966 \text{ kg/m}$
 - 6) Earth Pressure Coefficient $k = 0,890$
 - 7) Arching Factor $K = 0,512$



Gambar 4.2 Kondisi tanah pada saat proses pengeboran

3.3 Perhitungan Installation Loads dan Pulling Loads

Straight Section L₁ (Beban Masukan Bagian Lurus L₁)

Straight Section L₁ merupakan bagian pipa lurus yang masuk pertama masuk kedalam bawah tanah, dan total beban yang dibutuhkan daya sebesar **365,858 Kg**

Curve Section L_{arc1} (Beban Masukan Bagian Lengkung L_{arc1})

Straight Section L_{arc1} merupakan bagian pipa melengkung yang masuk kedua masuk kedalam bawah tanah, dan total beban dari pipa yang masuk pertama ditambahkan pipa yang masuk kedua dibutuhkan sebesar daya

3104,66 Kg

Curve Section L₃ (Beban Bagian Horizontal)

Straight Section L₃ merupakan bagian pipa horizontal yang masuk ketiga kedalam bawah tanah, dan total beban dari pipa yang masuk kedua ditambahkan pipa yang masuk ketiga dibutuhkan sebesar daya **25241,465Kg**

Section L_{arc2} (Beban Keluaran Bagian Lengkung L_{arc2})

Straight Section L_{arc2} merupakan bagian pipa melengkung yang masuk keempat yang keluar dari bawah tanah, dan total beban dari pipa yang masuk ketiga ditambahkan pipa yang keluar keempat dibutuhkan sebesar daya **35636,046 Kg**.

Curve Section L₃ (Beban Keluaran Bagian Lurus L₃)

Straight Section L₂ merupakan bagian pipa melengkung yang masuk kelima yang keluar dari bawah tanah, dan total beban dari pipa yang keluar keempat ditambahkan pipa yang keluar kelima dibutuhkan sebesar daya **37223,389 Kg**. Sehingga didapatkan beban total keseluruhan berapat masing-masing pipa dan berat total (*Pulling Loads*) Sebesar **37223,389 Kg**.

3.4 Perhitungan Individual Loads dan Combined Loads

Setelah mendapatkan berapa nilai beban tarik yang akan dilakukan, sekarang dilanjutkan dengan penentuan *nilai Individual Loads* dan *Combined Loads* pipa HDD hal ini demi menjamin kelayakan pipa dengan

menentukan standard kelayakan pipa yang akan digunakan.

1) Individual Load (Tegangan Individual)

I. Tensile Stress

$$\sigma_t = 0,0000231 \text{ MPa}$$

Tegangan Tensile dapat diterima (*Allowable*) bilamana: *Allowable Tensile Stress* : 90% x SMYS of Material Pipeline, Sehingga:

$$\text{Allowable Tensile Stress} : 90\% \times 241 \text{ MPa} = 216,900 \text{ MPa}$$

Jika *Tensile Stress* < *Allowable Tensile Stress*

$$0,0000231 \text{ MPa} < 216,900 \text{ MPa} \text{ (PASS)}$$

II. Bending Stress

$$\sigma_b = 76,950 \text{ MPa}$$

Tegangan Bending dapat diterima (*Allowable*) melalui perbandingan masing-masing nilai bending tersebut dan kelulusan nilai bending berasal dari perbandingan, dimana:

- $A_1 = 180,987 \text{ MPa}$
- $B_1 = 187,978 \text{ MPa}$
- $C_1 = 168,839 \text{ MPa}$ Dan penentuan perbandingan pada masing-masing Tegangan Bending dapat Lulus jika:
 - 180,987 MPa** Jika $29,062 \leq 42,875$
 - $187,978 \text{ MPa}$ Jika $42,875 < 29,062 \leq 85,714$
 - $168,839 \text{ MPa}$ Jika tidak

Jika *Bending Stress* < *Allowable Bending Stress*

$$76,950 \text{ MPa} < 180,987 \text{ MPa} \text{ (PASS)}$$

III. External Hoop

Stress (Tegangan Eksternal Pada Logam Melingkar)

$$\sigma_{sHext} = 0,87 \text{ MPa}$$

Pada Tegangan Tegangan Eksternal Pada Logam Melingkar dapat diterima (*Allowable*) melalui perbandingan masing-masing nilai bending tersebut dan kelulusan nilai bending berasal dari perbandingan, dimana:

- $A_2 = 21553912078,128 \text{ MPa}$
 - $B_2 = 3879704282,513 \text{ MPa}$
 - $C_2 = 274,530 \text{ MPa}$
 - $D_2 = 1494,200 \text{ MPa}$
- Pada Tegangan Tegangan Eksternal Pada Logam Melingkar melalui perbandingan masing-masing nilai bending tersebut dan nilai diterima (*Allowable*) berasal dari perbandingan, dimana:
- $148608723,770 \text{ MPa}$ Jika $132,500 \text{ MPa} \geq 21553912078,128 \text{ MPa}$
 - $148608723,770 \text{ MPa}$ Jika $132,550 \text{ MPa} <$

- 148608723,770 MPa ≤ 386,600 MPa
 c. 274,530 MPa Jika 386,600 MPa < 21553912078,128 MPa ≤ 1494,200 MPa
 d. **1494,200 MPa** Jika tidak
 Sehingga telah didapatkan nilai yang diterima (Allowable).

External Hoop Stress < External

$$\frac{\text{Hoop Stress}}{1.5} = 0,87 \text{ MPa} < 996,133 \text{ MPa (PASS)}$$

2) Combined Loads (Tegangan Gabungan)

Pada Tegangan Gabungan ini terdiri dari dua jenis kondisi gabungan, Tegangan Instalasi Gabungan harus terpenuhi dalam kondisi berikut:

I. Tensile dan Bending Pada Beban Gabungan ini, masuk pada beban Gabungan Tensile dan Bending.

$$\sigma_t / 0,9 S + \sigma_b / S_b < 1$$

0,438 < 1 (PASS)

II. Tensile, Bending dan External Hoop

Pada beban gabungan ini, masuk pada beban gabungan diantaranya Tensile, Bending dan External Hoop.

$$0,169 < 1 \text{ (PASS)}$$

3.5 Operating Loads

Pada Tegangan Operasi ini terdiri dari dua jenis kondisi gabungan, pada tekanan operasi yang dialami dalam pipa yang dipasang oleh HDD tidak berbeda dari yang dialami oleh pipa yang dipasang dengan teknik cut-and-cover. (Gabungan harus terpenuhi dalam kondisi berikut: 1) External Hoop Stress:

$$\sigma_h = 12,82 \text{ MPa}$$

Thermal Stress:

$$S_{th} = 58,48 \text{ MPa}$$

Stress Shear

3) $\sigma_{Shear} = 48,635 \text{ MPa}$

4) Stress Long $\sigma_L = 143,558 \text{ MPa}$

Setelah mendapatkan Semua masing-masing Tegangan Operasi, di menentukan standard diterima (Allowable) Beban operasi dimana:

SMYS 45% = **108,45 MPa**

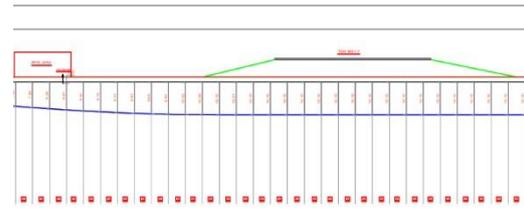
Setelah mendapatkan Semua masing-masing Tegangan Operasi dan standard diterima (Allowable) Dimana:

SMYS 45% > σ_{Shear}

108,45 MPa > 48,635 MPa (Pass)

3.6 Analisa tegangan pipa Taxiway 2

Setelah mendapatkan semua Berat total dan Tegangan pada instalasi HDD, dilanjutkan dengan mencari nilai tegangan pipa dibawah Taxi Way 2 dengan menggunakan Tensile Stress.



Gambar 4.3 Desain Taxi Way 2
 Sumber: (Data perusahaan)

Pada gambar di atas dapat dilihat lokasi pipa dibawah Taxi Way 2 terdapat 18 section terdiri dari section 51 sampai 78 dengan masing-masing memiliki panjang 6 meter. jumlah ini didapatkan dikarenakan Taxi Way 2 berada pada pipa bagian Horizontal berjumlah 50 section dan total section pada seluruh bagian pipa berjumlah 93 section. Pada desain Taxi Way 2 ini dilewati oleh pesawat. tegangan pipa yang dilewati oleh pesawat ialah:

$$\sigma = T_{sec51-68} / A_{Sec51-68} = 64,649 \text{ Pa} = 0.000981 \text{ MPa}$$

Hampir sama dengan menentukan nilai kelayakan pipa melalui beban individu tersebut dengan menentukan Tensile Stress yang didapatkan ketika pesawat terbang tanpa penumpang melewati Taxiway 2, Dimana: Tensile Stress < Allowable Tensile Stress

0.000981 MPa < 216,900 MPa (PASS)

1. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan:

- 1) Beban Total yang di butuhkan untuk menarik pipa masuk dan keluar dari bawah tanah sebesar **73288,476 Kg**, Dalam proses tarikan-nya sendiri dilakukan secara bertahap dimulai dari $T_1(365,858 \text{ Kg})$, $T_{arc1}(3104,66 \text{ Kg})$, $T_3(25241,465 \text{ Kg})$, $T_{arc2}(35636,046 \text{ Kg})$ dan $T_2(73288,476 \text{ Kg})$.
- 2) Pada tekanan Individu Terdiri dari Tensile Stress, Bending Stress dan Hoop Stress, dan masing- masing nilai dan perbandingan nya adalah:
 - a. Tensile Stress : **0,0000231 MPa < 216,900 MPa (PASS)**
 - b. Bending Stress : **76,950 MPa < 180,987 MPa (PASS)**
 - c. Hoop Stress : **0,87 MPa < 996,133 MPa (PASS)**
- 3) Pada tegangan kombinasi sama seperti individu tetapi perbandingan tersebut

memiliki 2 gabungan tegangan diantaranya:

- a. Tegangan gabungan *Tensile* dan *Bending* : $0,438 < 1$ (PASS)
 - b. Tegangan gabungan *Tensile*, *Bending* dan *Hoop* : $0,169 < 1$ (PASS)
- 4) Pada tegangan operasi memiliki nilai dan perbandingan nya sendiri diantaranya:
- a. $108,45 \text{ MPa} > 48,635 \text{ MPa}$ (PASS)
- 5) Pada tegangan pipa yang dilewati Taxiway 2 ini dengan menentukan nilai Tensile Stress bersamaan dengan perbandingan nya dengan Allowable Tensile Stress, dan hasilnya:
- a. $0.000981 \text{ MPa} < 216,900 \text{ MPa}$ (Pass)

4.2 Saran

- 1) Pada penentuan sudut masuk dan keluar pipa ini telah ditentukan pada proses pengeboran saja tanpa dihadirkan data sudut dan radius yang pasti, hal ini menyebabkan data yang telah ditemukan tersebut tidak relevan, dikarenakan proses pengeboran yang memakan waktu yang cukup lama.
- 2) Perlu dilakukan proses perhitungan panjang pipa HDD dengan menggunakan radius dan sudut yang telah ditentukan, agar diperoleh panjang pipa HDD yang sesuai antara hasil perhitungan panjang pipa HDD dengan panjang pipa HDD dari hasil data pengeboran.
- 3) Diharapkan pada penentuan panjang pipa HDD selanjutnya, harus menggunakan panjang radius dan sudut yang telah ditentukan. Supaya hasil penentuan panjang pipa HDD yang dilakukan dilampangan lebih baik lagi dari yang sebelumnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kerjasama, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah yang Maha Kuasa atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua orang tua (Bapak Suhery Aritonang dan Ibu Wasa Suryana Hutauruk) yang selalu mendoakan, memberi dukungan moril dan materil, nasehat, banyak kasih sayang, selalu memberikan semangat, dan selalu menjadi pendengar setia ketika penulis bercerita mengenai permasalahan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., MRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

4. Bapak Raden Dimas E.W.,ST.,MT sebagai dosen pembimbing I dan Abdul Gofur,ST.,MT sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahaan serta ilmu yang bermanfaat selama pengerjaan Tugas Akhir.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASME B31.8. (2012). Gas Transmission and Distribution Piping System. U.S.A: American Society of Mechanical Engineering.
- [2] David A. Willoughby. (2005). Chapter 6: HDD Stress Analysis for Steel Product Pipe.
- [3] Farel Internusa Pratama PT (2018). General Output Vermeer Bore. Jakarta.
- [4] Hill, McGraw. (2005). Horizontal Directional Drilling: Utility and Pipeline Applications. New York.
- [5] McAllister, E. W. (2009). Pipeline Rules of Thumb-Hand Book, Seventh Edition. Gulf Professional Publishing: USA.
- [6] Rotimi Oladunjoye Owowa, Chinwuba Victor Ossia, Christopher O. Akhigbemidu(1995). Analyses of Pipelines for Deep Horizontal Directional Drilling Installation.