

## Desain dan Pemodelan Diesel Fuel Storage Tank Kapasitas 2.500 KL

Fikriy Septian Saputra<sup>1\*</sup>, Budi Prasajo<sup>2</sup>, Dianita Wardani<sup>3</sup>

Program studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*,2,3</sup>

Email: [fikriyseptian09@student.ppns.ac.id](mailto:fikriyseptian09@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [budiprasajo@ppns.ac.id](mailto:budiprasajo@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [dianitawardani@ppns.ac.id](mailto:dianitawardani@ppns.ac.id)<sup>3</sup>;

**Abstract** - One company in Port Kelanis, Central Kalimantan plans to increase the capacity of a diesel fuel storage tank to 2,500 KL using ASTM 283 grade C carbon steel material. The tank design adheres to the API 650 13th edition, 2020 standard, including minimum thickness calculations for the shell, bottom, annular bottom, roof, manhole, and nozzles. Indonesian National Standard (SNI) is utilized for seismic and wind load calculations. The modeling is done using Pemodelan software, and Finite Element Method analysis is performed using Ansys software. According to the one foot method calculations, the minimum thickness for course 1 is 10 mm, courses 2-3 are 8 mm, and courses 4-7 are 6 mm. The minimum plate thickness for the bottom, annular bottom, and roof is 8 mm. In 3D modeling using modeling software, there are several designs for storage tank parts starting from the bottom plate, annular bottom plate, shell and roof. Furthermore, this modeling can be used to simulate stress analysis in analysis software to determine Von Mises and deformation values.

**Keyword:** Analysis, deformasi, minimum thickness, storage tank, von mises

### Nomenclature

$t_d$	Design shell thickness (mm)
$t_t$	Ketebalan dinding uji hidrostatik, (mm)
$D$	Diameter tangki, (m)
$H$	Tinggi permukaan desain dari cairan, (m)
$G$	Berat jenis cairan yang akan disimpan, ditentukan oleh owner
$s_d$	Tekanan yang diijinkan untuk kondisi desain, (Mpa)
$c_a$	Korosi yang diijinkan, ditentukan oleh owner (mm)
$s_t$	Tekanan yang diijinkan untuk kondisi hydrostatic test, (Mpa)

### 1. PENDAHULUAN

Dalam industri, penyimpanan bahan kimia, minyak, gas, dan berbagai cairan lainnya memegang peran yang sangat dibutuhkan. Tangki penyimpanan (*Storage Tank*) merupakan salah satu komponen yang penting dalam industri perminyakan sebagai kelancaran proses penyimpanan bahan bakar minyak sebelum didistribusikan. Area pendistribusian yang cukup luas sehingga perlunya antisipasi untuk mencegah terjadinya kehabisan *stock* bahan bakar minyak. Untuk mencegah terjadinya kehabisan *stock* bahan bakar minyak, maka perlu penambahan sebuah tangki baru.

Perusahaan logistik salah satu yang bertugas mengkoordinasikan dan mengelola jalur logistik rantai pasokan batubara. Perusahaan logistik telah mengintegrasikan kegiatan unit bisnis logistik untuk meningkatkan nilainya

sebagai penyedia layanan logistik *part-to-part* terpadu. Perusahaan logistik sebagai pilar logistik juga senantiasa melakukan peningkatan kinerja rantai pasok BBM untuk mendukung kegiatan operasional. Perusahaan logistik telah melakukan *strategic support* melalui kegiatan penanganan BBM di area Port Kelanis, Kalimantan Tengah Lokasi.

Untuk mendukung kegiatan operasional dalam kegiatan *supply* BBM di area Port Kelanis, maka Perusahaan logistik berencana melakukan peningkatan kapasitas tangki BBM di kelanis sebesar 2.500 KL melalui proyek pembangunan tangki BBM ini. Dalam pembangunan tangki baru tentu diperlukan biaya yang cukup besar, baik dari proses desain, material, konstruksi, dan inspeksi. Oleh karena itu diperlukan perhitungan desain dan kekuatan tangki secara matang guna menghindari cacat, tekuk, maupun kebocoran yang dapat merugikan perusahaan dari segi biaya, waktu, dan keamanan. Selain itu supaya tidak ada biaya tambahan untuk repair apabila terjadi sesuatu pada tangki.

Oleh karena itu perlu adanya perencanaan desain dan pemodelan tangki yang diangkat menjadi topik. Desain ini mengacu pada standard agar dapat mengurangi atau memperkecil kemungkinan kegagalan pada tangki yang dibangun. Perencanaan pembangunan tangki akan mengacu pada standard API 650 *thirteenth edition*, 2020, disertai dengan pemodelan tangki dengan *software* pemodelan.

**2. METODOLOGI .**

**2.1 Bentuk Penelitian**

Penelitian ini berupa desain perancangan dan analisa kekuatan tangki timbun dengan kapasitas 2500 kL. Perancangan ini mengacu pada standar API 650 13th edition, 2020 yang meliputi penentuan jumlah *course*, perhitungan tebal minimal pelat pada *shell*, *roof*, *bottom plate*, dan *annular bottom* menggunakan *one foot method*. Setelah itu adalah melakukan pemodelan *diesel fuel storage tank* menggunakan *software* pemodelan.

**2.2 Perhitungan Tebal Pelat**

Perhitungan *shell plate* menggunakan metode *One Foot Method*, metode ini digunakan untuk perhitungan ketebalan minimum pada setiap shell *course*. *One Foot Method* digunakan pada tangki dengan diameter kurang dari 61. Tangki yang digunakan pada penelitian ini memiliki tinggi 12,425 m dan diameter 17,19 m. Berikut Formula *One Foot Method* dalam unit SI :

$$t_d = \frac{4.9D(H-0.3)G}{S_d} + CA \tag{1}$$

$$t_t = \frac{4.9D(H-0.3)}{S_t} \tag{2}$$

Sedangkan untuk tebal pelat pada *bottom*, *annular bottom*, dan *roof* dapat menggunakan formula berikut :

$$t_{d1} = t_{\text{minimal sesuai API 650}} + CA \tag{3}$$

**2.3 Pemodelan**

Pemodelan adalah sebuah program *computer-aided design (CAD) 3D* yang menggunakan *platform Windows*. *Software* ini dikembangkan oleh *Pemodelan Corporation*, yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault System, S.A*. *Pemodelan* menyediakan *feature-based parametric*, *solid modeling* dan bergerak pada pemodelan 3D. *Software* ini juga mampu menganalisis produk untuk mengetahui kekuatan produk seperti *force*, *torque*, *temperature*, dan *safety factor*.

Sebagai *software pemodelan* dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses mendesain suatu benda atau alat dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan perangkat lunak *pemodelan*. Keunggulan *pemodelan* dari *software CAD* lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat di-*upgrade* menjadi bentuk 3D. Selain itu pemakaiannya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekalipun. Inilah yang membuat *pemodelan* menjadi populer dan menggeser ketenaran *software cad* lainnya.

**3.HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Data Utama**

No	Data	Keterangan
1.	Dimensi tangki :	
	Diameter	17190 mm
	Height	12425 mm
	Ukuran pelat	6096 x 1829 mm
2.	Material	ASTM 283 Gr. C
3.	Capacity	2.500 KL
4.	Corrossion allowance	2 mm
5.	S <sub>d</sub>	137 MPa
6.	S <sub>t</sub>	154 MPa

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3. SEQ Tabel\_3. \\* ARABIC 2 Data Utama Tangki

**3.2 Hasil Perhitungan Minimum Thickness Pada Shell**

Perhitungan tebal minimal pelat pada *shell* dengan formula *one-foot method* menggunakan material ASTM A283 gr. C ukuran 6096 mm x 1829 mm yang memiliki spesifikasi sesuai dengan standar API 650 tabel 5.2a. Adapun hasil perhitungan *one foot method* dengan formula sebagai berikut:

Perhitungan *course 1*

$$\begin{aligned}
 H &= 12,425 \text{ m} \\
 t_{d1} &= \frac{4,9 \cdot D(H-0,3)G}{S_d} + CA \\
 &= \frac{4,9 \cdot 17,19(12,425-0,3)0,850}{137 \text{ MPa}} + 2 \text{ mm} \\
 &= 8,337 \text{ mm} \\
 t_{t1} &= \frac{4,9 \cdot D(H-0,3)G}{S_t} \\
 &= \frac{4,9 \cdot 17,19(12,425-0,3)0,850}{154 \text{ MPa}} \\
 &= 5,637 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pada perhitngan *course 1* ini diambil nilai ketebalan terbesar yaitu *t<sub>d1</sub>* sebesar 8,337 mm. abel 4.5 merupakan hasil dari perhitungan ketebalan minimum *shell* tiap *course* , tebal pelat yang digunakan adalah tebal desain karena hasil dari perhitungan tebal desain

Tabel 3. SEQ Tabel\_3. \\* ARABIC 1Ketebalan Minimal Pelat yang Digunakan

Course	H (m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	12,425	8,337	5,637	8,337	10
2	10,596	7,831	4,788	7,831	8
3	8,767	6,425	3,936	6,425	8
4	6,938	5,469	3,086	6	6
5	5,109	4,513	2,236	6	6
6	3,28	3,557	1,385	6	6
7	1,451	2,602	0,535	6	6

lebih besar daripada tebal *hydrostatic test* serta mencari tebal pelat secara actual yang tersedia di pasaran.

Setelah itu mencari jumlah pelat yang dibutuhkan pada setiap *course* -nya. Jumlah pelat dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Jumlah pelat per *course* = K\_lingkar/P\_pelat

$$\begin{aligned}
 &= (\pi \cdot D)/P \\
 &= (\pi \cdot 17,19)/6,096 \\
 &= 8,859 \approx 9 \text{ pelat}
 \end{aligned}$$

**3.3 Hasil Perhitungan Minimum Thickness Bottom Plate**

Pada pelat yang dipasang di bottom, thickness bottom (Tb) tidak boleh kurang dari 6 mm. Hal ini berdasarkan pada API 650 Paragraf 5.4.1 Jadi ketebalan minimal pada pelat bottom adalah 6 mm. Selanjutnya hasil dari thickness bottom plate ditambahkan dengan CA.

$$\begin{aligned}
 t_{bottom} &= 6 \text{ mm} + CA \\
 &= 6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \\
 &= 8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**3.4 Hasil Perhitungan Minimum Thickness Annular Bottom Plate**

Perhitungan ketebalan pelat pada annular bottom ditentukan pada standar API 650. Dibutuhkan perhitungan Tt dan Td pada course pertama di shell, lalu mencari hydrostatic test stress dan product stress dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 t_{(d \text{ actual})} &= 10 \text{ mm} \\
 t_{(t \text{ actual})} &= 6 \text{ mm} \\
 \text{Product stress} &= (t_d - CA / t_{corroded}) \cdot S_d \\
 &= (10 \text{ mm} - 2 \text{ mm} / 8 \text{ mm}) \cdot 137 \text{ MPa} \\
 &= 137 \text{ MPa} \\
 \text{Hydrostatic test} &= (t_t / t_{nominal}) \cdot S_t \\
 &= (6 \text{ mm} / 6 \text{ mm}) \cdot 154 \text{ MPa} \\
 &= 154 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan hasil hydrostatic test stress dan product stress maka diambil nilai stress tertinggi untuk menentukan ketebalan annular bottom. Lalu melihat Tabel 5.1a pada API 650.

Dari Tabel tersebut stress yang terjadi pada first shell course ≤ 190 MPa dan plate thickness sebesar 10 mm, maka didapatkan ketebalan annular bottom sebesar 6 mm. Selanjutnya hasil tersebut ditambahkan dengan corrosion allowance.

$$\begin{aligned}
 t_{(annular \text{ bottom})} &= 6 \text{ mm} + CA \\
 &= 6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \\
 &= 8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**3.5 Hasil Perhitungan Minimum Thickness Pada Roof**

Berdasarkan API 650 paragraf 5.10.2.2 ketebalan pelat pada roof tidak boleh kurang dari 1/3 inch atau 5 mm dan perhitungan ketebalan pelat harus ditambah dengan corrosion allowance-nya, seperti perhitungan berikut :

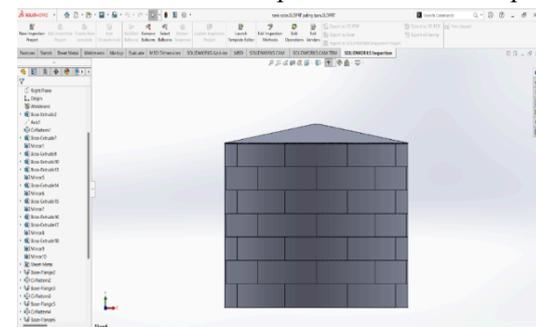
$$\begin{aligned}
 t_{roof} &= 5 \text{ mm} + CA \\
 &= 5 \text{ mm} + 2 \text{ mm} \\
 &= 7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Karena ketebalan pelat yang ada dipasaran tidak ada ketebalan 7 mm, maka ketebalan pelat pada roof sebesar 8 mm.

**3.6 Pemodelan Tangki Menggunakan Software Pemodelan**

Tahap selanjutnya memodelkan menggunakan software Pemodelan untuk mendesain sebuah tangki. Pemodelan merupakan software yang umum digunakan dalam pemodelan mechanical equipment. Terdapat beberapa bagian dalam memodelkan tangki menggunakan software Pemodelan meliputi bottom, shell, roof dan nozzle. Pemodelan tangki disoftware Pemodelan sesuai dengan perhitungan manual yang telah dibuat. Pemodelan ini bertujuan untuk mempermudah input geometry pada software analisis sesuai kondisi actual dari perhitungan sebelumnya. Jika pada pemodelan tidak terjadi masalah maka dapat dilanjutkan ke tahap erection. Gambar 4.1 berikut ini merupakan hasil pemodelan menggunakan software pemodelan.

Dari pemodelan menggunakan software pemodelan didapatkan dimensi aktual yang menjadi acuan visual pada tahap erection. Setelah melakukan pemodelan maka dapat



Gambar 1. SEQ Gambar\_1. \\* ARABIC 1 3D Modeling

dilanjutkan ke tahap analisis kekuatan tangki.

**4. KESIMPULAN**

Hasil perhitungan minimum wall thickness pada shell dengan menggunakan one foot method adalah sebagai berikut: Course 1 = 10 mm, course 2 - 3 = 8 mm, dan course 4 - 7 = 6 mm. Berdasarkan standar API 650 didapatkan juga nilai minimum wall thickness pada bottom plate = 8 mm, annular bottom plate = 8 mm, dan roof = 8 mm. Hasil modeling storage tank secara 3D dengan software pemodelan terbukti dapat diaplikasikan dengan tingkat presisi yang tinggi tanpa ada perubahan dimensi atau error saat melakukan import geometri.

Pada pemodelan 3D menggunakan Software pemodelan terdapat beberapa desain bagian storage tank mulai dari bottom plate, annular bottom plate, shell, dan roof. Selanjutnya pemodelan ini dapat digunakan untuk simulasi

stress analysis pada *Software* analisis guna mengetahui nilai *Von mises* dan deformasi.

## 7. PUSTAKA

- [1] Aziz, M. S., Julianto, E., & Prasajo, B. (2023). Perancangan Fatty Alcohol Storage Tank Kapasitas 1500 KL. *The 8th Proceeding of National Conference on Piping Engineering and its Application*.
- [2] Kharisma, A. A., Givari, A. F., & Mulyana, I. S. (2021). Desain dan Analisis Kekuatan Tanki Fire Water Storage Tank Tipe Fix Cone Roof Kapasitas 1500 KL dengan Perhitungan Aktual dan Simulasi Software. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 69-78.
- [3] Masrukhi, M. P. (2019). The design and stress analysis of a 10.000 barrel fixed roof crude oil storage tank In: PPNS (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya). 4th Conference On Piping Engineering and its Application (CPEAA). Surabaya.
- [4] Pangestu, H. Y., Prasajo, B., & Eko Prayitno, M. M. (2017). Desain dan Pemodelan Storage Tank Kapasitas 40.000 KL Menggunakan *Software Integraph Tank*. *Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application*, 44-45.
- [5] Prabowo, R. R., Prasajo, B., & Wardani, D. (2022). Desain *Storage Tank* Kapasitas 450 KL Menggunakan *One Foot Method* dan Perhitungan Estimasi Biaya. *The 7th Proceeding of National Conference on Piping Engineering and its Application*, 58.