

Perancangan *Internal Floating Roof Storage Tank P-7* di Proyek Pengembangan Kilang PT X – PT Y

Christianto Simanjuntak, Toegang Soegeng Soegiarto, Hafid Suharyadi
Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu -Blora

INFORMASI NASKAH

Diterima : 26 September 2021
Direvisi : 19 Oktober 2021
Disetujui : 10 November 2021
Terbit : 30 November 2021

Email korespondensi:
hafid.suharyadi@esdm.go.id

Laman daring:
<https://doi.org/10.37525/mz/2021-2/297>

ABSTRAK

Storage tank adalah peralatan penting dalam industri minyak dan gas (migas), khususnya pada penerimaan, penimbunan dan pendistribusian minyak dan gas. PT. X sebagai pengolahan migas gas terbesar di Provinsi Kalimantan Timur terus meningkatkan kualitas pengolahan migas. Dalam hal ini, kapasitas dan kualitas dari *storage tank* sebagai salah satu komponen penting pada kegiatan pengolahan migas juga harus ditingkatkan. Sejak tahun 2018, PT. X yang bekerja sama dengan PT. Y melakukan perbaikan dan perancangan ulang *storage tank*. Proses perancangan *storage tank* harus mempertimbangkan perhitungan yang mencakup dimensi *shell plate*, *annular bottom* dan *roof* dengan *one-foot method*. Selain itu, perhitungan mencakup perhitungan juga meliputi terhadap kekuatan angin dan stabilitas yang mengacu pada API 650 Edisi ke-12 Adendum 3, Agustus 2018. *Storage tank P-7* merupakan *tank* yang menyimpan *product light slop oil* dengan kapasitas 5654 m³, diameter 24 m, tinggi 12,5 m, jumlah *shell course* sebanyak 7 *course*, dan jenis *internal floating roof* yang termasuk *scope of work* perancangan ulang kontraktor dengan bantuan *software AMETank 7.7* Tahun 2014. Dari hasil perhitungan, perancangan *internal floating roof storage tank* menghasilkan *thickness shell course 1* sebesar 9 mm dan *thickness* terbesar terdapat di *annular plate* yaitu 10 mm.

Kata kunci: perancangan, *internal floating roof storage tank*, standar API 650, *light slop oil*

ABSTRACT

Storage tank is one of important parts in the oil and gas industry, especially for receiving, stockpiling and distributing oil and gas. PT. X as the largest oil and gas processing company in East Kalimantan Province continues improving the quality of oil and gas processing. In this case, the capacity and quality of storage tanks must also be increased. Since 2018, PT. X in collaboration with PT. Y has carried out repairs and redesigns of storage tanks. The storage tank design process must consider calculations that include the dimensions of the shell plate, circular base, and roof using one-foot method. In addition, the calculations that include wind strength and stability refer to API 650 standard 12th Edition Addendum 3, August 2018. The P-7 storage tank is a tank that stores light slop oil products with a capacity of 5654 m³, a diameter of 24 m, a height of 12.5 m, course number of 7, and a type of internal floating roof which includes the scope of contractor redesign work with the supports of AMETank 7.7 2014 software. From the calculation results, the design of the internal floating roof storage tank results in the thickness of 9 mm on the shell course 1 and the largest thickness of 10 mm on the circular plate.

Keywords: *design, internal floating roof storage tank, API 650 standard, light slop oil*

PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung pembangunan nasional, PT. X melakukan pembangunan Pengembangan Kilang di Balikpapan. Pengembangan tersebut merupakan perubahan pada kilang lama yang merupakan salah satu unit pengolahan minyak milik PT. X. Pengembangan kilang ini bertujuan untuk merevitalisasi kilang lama sehingga dapat menambah kapasitas produksi minyak nasional menjadi 150% dari kapasitas saat ini. Proyek pengembangan tersebut juga melibatkan PT. Y yang bergerak di bidang *Engineering, Procurement and Construction (EPC) Storage Tanks Modification Tank and Piping Systems*. Proyek tersebut merevitalisasi 33 *storage tank* dan instalasi pipa yang ada di PT. X.

Storage tank merupakan komponen penting di bidang migas karena digunakan untuk menyimpan fluida cair atau gas. Fasilitas penyimpanan seperti *storage tank* adalah kunci perkembangan dunia migas karena produk yang sedang diolah dan produk akhir dapat disimpan didalamnya. Ekspansi global dalam industri migas menuntut kuantitas dan kualitas *storage tank* yang sesuai standar. Desain dan pabrikasi *storage tank* harus memenuhi persyaratan standar API 650. Berdasar pada konfigurasi *roof*, *storage tank* dapat diklasifikasikan menjadi dua tipe yakni *fixed roof* dan *floating roof*. Sebuah *fixed roof* adalah *storage tank* yang memiliki pelat *roof* permanen atau dilas membentuk *cone* maupun *dome*. Di sisi lain,

floating roof adalah *storage tank* dimana *roof*-nya didesain dapat mengapung dengan bebas mengikuti permukaan cairan kecuali pada tingkat rendah dimana *massa roof* bertumpu pada *support*-nya di bagian bawah *roof*. *Internal floating roof storage tank* digunakan untuk menyimpan produk minyak bumi yang mudah menguap, mengingat *storage tank* tersebut untuk meminimalkan kehilangan produk karena penguapan dan untuk memastikan lingkungan yang aman di sekitar *storage tank*.

Keputusan dalam pemilihan *storage tank* bergantung pada beberapa faktor seperti persyaratan keselamatan, faktor lingkungan, sifat fluida yang akan disimpan, ruang yang tersedia dan biaya operasional. Pada operasi yang aman, *storage tank* dirancang berdasar pada standar API 650 dan harus benar – benar diterapkan untuk mencegah terjadi kegagalan. *Storage tank P-7* adalah *storage tank* tipe *floating roof* dengan diameter 24 m dan tinggi 12,5 m yang didesain untuk fluida *light slop oil*. *Storage tank* berkapasitas 5654 m³ tersebut merupakan bagian *scope of working* dari proyek pengembangan kilang yang mencakup pembongkaran dan merancang *storage tank* baru. Oleh sebab itu, perlu adanya perancangan dengan material yang memenuhi standar teknis, keamanan, dan keselamatan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan desain *storage tank* yang meliputi pemilihan material *storage tank* dan perhitungan dimensi *thickness* pelat.

Perancangan *internal floating roof storage*

tank dilakukan melalui perhitungan volume storage tank, berat muatan storage tank, thickness pelat storage tank, thickness bottom tank, thickness roof tank dan allowable stress storage tank. Jenis material carbon steel yang digunakan meliputi ASTM 283 Grade C dan ASTM 36. Komposisi kimia material carbon steel ditunjukkan pada Tabel 1 berikut [1]:

Tabel 1. Komposisi Kimia Carbon Steel

Standar / Grade	Komposisi Kimia						
	Elements	C	Mg	P	S	Si	Cu
A283 Gr. C	0,24	0,90	0,035	0,04	0,40	0,20	
A36	0,26	-	0,04	0,05	0,40	0,20	

Volume internal floating roof storage tank dapat dihitung dengan Persamaan 1 [1,2]:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 t \tag{1}$$

dimana V adalah volume badan storage tank (m^3), D adalah diameter nominal storage tank (m), dan t adalah tinggi storage tank (m). Persamaan 2 digunakan untuk menghitung berat muatan storage tank sebagai berikut [3]:

$$m = V \times \rho \tag{2}$$

dimana m adalah berat muatan storage tank (kg), V adalah volume storage tank (m^3), ρ adalah massa jenis produk yang disimpan (kg/m^3).

TINJAUAN PUSTAKA

API 650 Edisi ke-12 Adendum 3, Agustus 2018 merupakan standar yang digunakan untuk merancang storage tank. Shell thickness yang disyaratkan harus memiliki nilai di atas dari design thickness dan sudah meliputi corrosion allowance atau thickness shell menggunakan hidrostatik test, namun thickness shell tidak boleh kurang dari Tabel 2 [1].

Perhitungan thickness menggunakan one foot method untuk storage tank dengan diameter nominal kurang dari atau sama dengan dari 61 m (200 ft). Berdasarkan one foot method API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage section 5.6.3.2, thickness minimum yang dibutuhkan shell platel harus lebih besar dari nilai perhitungan Persamaan 3 [1] :

$$t_d = \frac{4,9D(H - 0,3)G}{S_d} + CA \tag{3}$$

Thickness shell plate untuk kondisi uji hidrostatik harus lebih besar dari nilai perhitungan Persamaan 4 [1].

$$t_t = \frac{4,9D(H - 0,3)}{S_t} \tag{4}$$

Keterangan:

t_d = thickness desain shell (mm);

t_t = thickness hidrostatik test shell (mm);

D = diameter nominal storage tank (m);

H = desain ketinggian cairan (m);

G = design spesifik gravity;

S_d = tegangan yang diijinkan untuk kondisi desain (MPa);

S_t = tegangan yang diijinkan untuk kondisi uji hidrostatik (MPa);

CA = corrosion allowance (mm).

Tabel 2. Thickness Pelat Shell

Nominal Diameter Storage Tank (m)	Nominal Thickness Pelat (mm)
$D < 15$	5
$15 \leq D < 36$	6
$36 \leq D < 60$	8
$D > 60$	10

Annular bottom plate disyaratkan tidak kurang dari plate nominal thickness pada Tabel 3 ditambah dengan corrosion allowance. Berdasarkan API 650 section 5.4.1, bottom plate harus memiliki ketebalan minimum 6 mm.

Tabel 3. Thickness Pelat Annular Bottom

Plate nominal thickness pada shell course yang pertama (mm)	Tegangan pada shell course yang pertama (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 220	≤ 250
$t < 19$	6	6	7	9
$19 < t < 25$	6	7	10	11
$25 < t < 32$	6	9	12	14
$32 < t < 40$	8	11	14	17
$40 < t < 45$	9	13	16	19

Penentuan pelat thickness yang digunakan pada roof memiliki thickness minimum 5 mm ditambahkan dengan corrosion allowance [1].

API Annex H merupakan persyaratan minimum yang berlaku untuk storage tank dengan internal floating roof dan perlengkapan storage

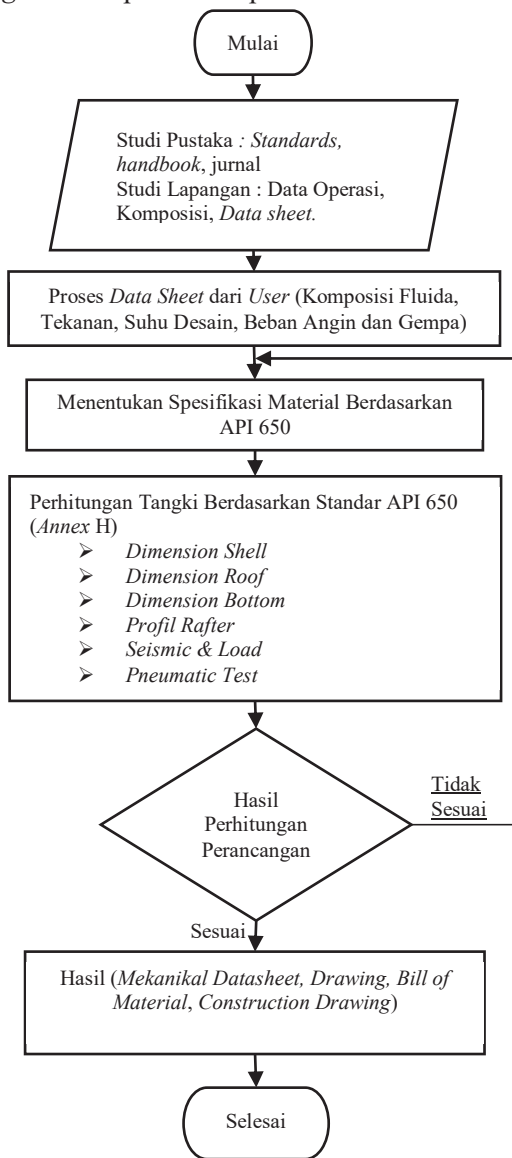
tank sekaligus faktor – faktor yang mempengaruhi keselamatan dan daya tahan instalasi. Persamaan 5 menghitung gaya apung yang terjadi pada *internal floating roof* dari *storage tank* [1]:

$$FA = N_{cp} \times (V_{cp} \times G_{ds}) + A_{cd} \times H_{wet} \times G_{ds} \quad (5)$$

dimana FA adalah gaya apung (N), N_{cp} adalah *number of compartment* (buah), V_{cp} adalah *volume of compartment* (m³), G_{ds} adalah *design specific gravity* dari produk cairan, A_{cd} adalah *centered deck area* (m²), dan H_{wet} adalah jarak dari *deck* ke *center pontoon* (m).

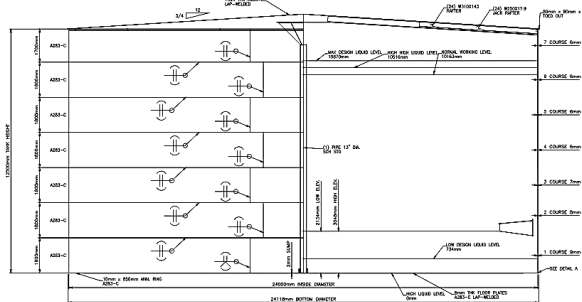
METODE PENELITIAN

Tahap-tahap perancangan *internal floating roof storage tank* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Perancangan *Internal Floating Roof Storage Tank*.

Perancangan *internal floating roof storage tank* dibantu dengan *software AMETank* dan dapat dilihat *output* yang dihasilkan pada Gambar 2. Detail data *storage tank light slop oil* dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan material yang digunakan dalam perancangan dengan spesifikasi Tabel 5.



Gambar 2. *Internal Floating Roof Storage Tank P – 7*

Tabel 4. *Data Sheet Perancangan Internal Floating Roof Storage Tank*

Kapasitas <i>Storage Tank</i>	5654 m ³
<i>Inside Diameter</i>	24000 mm
<i>Height Storage Tank</i>	12500 mm
<i>Specific Gravity</i>	0.82
<i>Temperature Design</i>	39°C
<i>Corrosion Allowance</i>	1,5 mm
Jumlah <i>Shell Course</i>	7
Ukuran Pelat <i>Shell Course</i>	6 m x 1,8 m
Ukuran Pelat <i>Bottom</i>	9 m x 1,8 m
Ukuran Pelat <i>Roof</i>	6 m x 1,8 m

Tabel 5. Spesifikasi Material *Internal Floating Roof Storage Tank*

ASTM	API 650		Yield Strength
	S _d	S _t	
A 283 Gr. C	137 MPa	154 MPa	205 MPa
A 36	160 MPa	171 MPa	250 MPa

Pada awal perancangan *storage tank* memerlukan data awal sebagai acuan dalam merancang *internal floating roof storage tank P-7* yang ditunjukkan Tabel 4 dan Tabel 5.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perancangan *internal floating roof storage tank* menggunakan material ASTM 283 Grade C pada pelat dan ASTM 36 pada struktur. Perhitungan pada perancangan *storage tank* meliputi : (1) perhitungan volume dan berat muatan *storage tank*; (2) perhitungan *thickness* pelat *shell*, *bottom storage tank*, *annular bottom storage tank* dan *roof* berdasar pada standar API 650; (3) perhitungan tegangan yang disebabkan tekanan dalam *storage tank* (*static load*) menggunakan *software*; (4) perhitungan *circumferensial* pada *storage tank* menggunakan *software*; (5) perhitungan tegangan *longitudinal* pada *storage tank* menggunakan *software*; (6) perhitungan tegangan ijin *storage tank*; (7) perhitungan beban angin pada *storage tank* menggunakan *software*; (8) perhitungan beban gempa (*seismic*) pada *storage tank* menggunakan *software*. Hasil perhitungan perancangan dapat dilihat pada Tabel 6 – Tabel 10.

Tabel 6. Detail Perhitungan Volume dan Berat Tank

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Volume Tank	5.654	m ³
2	Berat Shell	497.340	kg
3	Berat Roof	245.161	kg
4	Berat Rafters	387.051	kg
5	Berat Columns	9.184	kg
6	Berat Bottom	253.416	kg
7	Berat Stairways	18.672	kg
8	Berat Stiffeners	8.787	kg

Pada Tabel 6 didapatkan kebutuhan pelat dalam satuan kilogram dengan dimensi yang telah ditentukan sesuai dengan perhitungan *thickness* pelat dan profil.

Tabel 7. Detail Perhitungan Thickness Pelat Shell

H (m)	t _a (mm)	t _t (mm)	Thickness nominal (mm)	t _{shell actual} (mm)
10,87	8,94	8,07	6	9
9,07	7,67	6,69	6	8
7,27	6,4	5,32	6	7
5,47	5,13	3,94	6	6
3,67	3,87	2,57	6	6
1,87	2,6	1,19	6	6
0,07	1,3	-0,17	6	6

Thickness pelat *shell* pada Tabel 7 ditentukan dengan nilai maksimum dari *thickness design*, *thickness test* dan *thickness nominal* yang telah ditentukan pada standar API 650.

Tabel 8. Detail Perhitungan Thickness Bottom

Minimum thickness bottom pelat (mm)	t _{bottom actual} (mm)
6	8

Thickness bottom ditentukan dari *thickness minimum* dijumlahkan dengan *corrosion allowance* dan dibulatkan sesuai ketersediaan di pasaran sehingga didapatkan nilai *thickness bottom* 8 mm.

Tabel 9. Thickness Perhitungan Annular Bottom

Minimum thickness bottom pelat (mm)	t _{bottom actual} (mm)
6	8

Thickness annular bottom didapatkan dari nilai maksimum diantara *thickness annular* pada Annex E dan *thickness annular* yang dijumlahkan dengan *corrosion allowance* sehingga hasilnya adalah 10 mm.

Tabel 10. Detail Perhitungan Thickness Pelat Roof

Minimum tebal pelat roof tank (mm)	t _{roof actual} (mm)
5	7

Thickness pada pelat *roof* umumnya sama dengan *bottom* yaitu *thickness minimum* ditambahkan dengan *corrosion allowance*.

KESIMPULAN

Perancangan *internal floating roof storage tank* untuk penyimpanan *light slop oil* berkapasitas 5654 m³ telah didesain. *Internal floating roof storage tank* P-7 dirancang menggunakan API 650 Annex H. Hasil perhitungan didapatkan *thickness shell* sebesar 9 mm, 8 mm, 7 mm dan 6 mm, *thickness bottom* 8 mm, *thickness annular bottom* 10 mm, *thickness roof* 7 mm.

Tegangan pada *internal floating roof storage tank* dirancang sesuai syarat karena tegangan ijin *storage tank* lebih besar dari tegangan akibat beban *internal* atau hidrostatik, tegangan *circumferensial* dan tegangan *longitudinal*, dengan hal itu desain *internal floating roof storage tank* P-7 dapat dikatakan aman untuk dilakukan pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- The American Petroleum Institute. (2013). API 650 12th Edition: Welded Tanks For Oil Storage. Washington, D.C.: The American Petroleum Institute
- Digrado, D. Brian. (2004). The Aboveground Steel Storage Tank Handbook. Canada: Brian D. Digrado and Gregory A. Thorp, P.E.
- Pullarcot, Sunil. (2015). Above Ground Storage Tanks: Practical Guide to Construction, Inspection, and Testing. US: Taylor & Francis Group, Florida.