

# Analisis Stabilitas *Starch Slurry Storage Tank* Kapasitas 1750 m<sup>3</sup> terhadap Beban Angin dan Beban Gempa

**Farhanul Ahmad Fauzan<sup>1\*</sup>, Budi Prasajo<sup>2</sup>, Mahasin Maulana Ahmad<sup>3</sup>**

*Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>*

*Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>*

*Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>*

Email: [farkhanul.ahmad123@email.com](mailto:farkhanul.ahmad123@email.com)<sup>1\*</sup>; [budiprasajo1968@ppns.ac.id](mailto:budiprasajo1968@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [mahasinmaulana@ppns.ac.id](mailto:mahasinmaulana@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>;

**Abstract** - The growth of the food and beverage industry in Indonesia is expected to increase post-COVID-19. This leads to an increased demand for corn flour, which often has to be imported from the international market. This increase in demand prompted a company in the Pasuruan area, East Java, to build a wet corn processing plant that requires several storage tanks. In this research, the design and modeling of storage tanks follow the API 650 Thirteenth Edition 2020 standard, aiming to determine the stability and use of anchorage in storage tanks. Calculation of storage tank stability against wind load, the resulting moment value of 6,673.18 N.m is smaller than 546,419,298.91 N.m (Wind + Internal Pressure < Tank Weight). For the calculation of the overtuning moment against seismic load, the anchorage ratio criterion of 0.793 is greater than 0.785 and smaller than 1.54 (0.785 < 0.793 ≤ 1.54). So based on API 650 standard, the criterion is considered stable and without the use of anchorage.

**Keyword:** anchorage, API 650, seismic load, storage tank, wind load

## Nomenclature

$M_w$	Overtuning moment sambungan shell-to-bottom dari horizontal ditambah vertikal wind pressure (N.m)
$M_{pi}$	Moment sambungan shell-to-bottom dari internal design pressure (N.m)
$M_{DL}$	Moment sambungan shell-to-bottom dari weight of shell (N.m)
$M_{DLR}$	Moment sambungan shell-to-bottom dari weight of roof plate (N.m)
$F_p$	Faktor kombinasi tekanan
$M_F$	Moment sambungan shell-to-bottom dari liquid weight (N.m)
$M_{ws}$	Overtuning moment sambungan shell-to-bottom dari horizontal wind pressure (N.m)
$M_{rw}$	Total Overtuning moment yang diterima shell storage tank, Nm (ft-lb)
$A_i$	Koefisien percepatan spektrum impulsive design response
$W_i$	Bagian implusif efektif dari berat fluida, N (lbf)
$X_i$	Ketinggian bawah shell storage tank ke pusat gaya seismic lateral terkait dengan kekuatan fluida implusif, m (ft)
$W_s$	Total berat storage tank, N (lbf)

$X_s$	Ketinggian bawah storage tank ke pusat gravitasi dari shell, m (ft)
$W_r$	Total berat dari shell storage tank, N (lbf)
$X_r$	Ketinggian bawah storage tank ke atap (roof) dan pusat dari gravitasi roof appurtenances, m (ft)
$A_c$	Koefisien percepatan dari respon spektrum ke respon konvektif
$W_c$	Berat efektif dari isi storage tank yang tumpah dari dinding (shell), N (lbf)
$X_c$	Ketinggian bawah storage tank ke pusat gaya seismic lateral, m (ft)

## 1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri makanan dan minuman di Indonesia diperkirakan meningkat paska covid. Hal ini juga menghasilkan peningkatan dalam permintaan tepung jagung yang merupakan salah satu bahan utama guna membuat beberapa produk seperti glukosa, sorbitol, dan maltodekstrin. Seiring dengan meningkatnya permintaan tersebut sebuah perusahaan di Pasuruan, Jawa Timur membangun pengolahan jagung basah. Sehingga membutuhkan beberapa storage tank, salah satunya starch slurry storage tank.

Starch slurry storage tank merupakan tangki penyimpanan yang dirancang sebagai penyimpan larutan pati atau starch slurry. Selain sebagai penyimpan, tangki ini juga berfungsi sebagai pemelihara kondisi pati, seperti temperature dan kekentalan guna memastikan konsistensi produk,

serta memfasilitasi aliran larutan pati guna memudahkan dalam proses pendistribusian [2].

Untuk Pembangunan *starch slurry storage tank* ini tentunya memerlukan beberapa tahapan seperti proses desain, pemilihan material, Analisa kekuatan *storage tank* dan lain sebagainya. Dalam tahap perencanaan *storage tank*, dilakukan perhitungan terhadap stabilitas *storage tank* saat kondisi menerima beban yang sifatnya sementara (beban gempa dan beban angin) [5]. Perhitungan beban angin pada desain *storage tank* menggunakan kecepatan angin di area yang dibangun *storage tank* [6]. Sementara perhitungan beban gempa yakni pembebanan pada baut dan *anchor strap* serta pembebanan yang dibutuhkan pada keseluruhan *anchor* [6].

Oleh karena itu, diperlukan perhitungan desain dan analisa kekuatan *storage tank* secara matang guna menghindari *defect*, *buckling*, maupun *leakage* yang dapat merugikan perusahaan [3]. Berdasarkan perhitungan, *storage tank* yang dirancang telah memenuhi standar dengan beberapa kriteria, seperti tegangan yang diijinkan *storage tank* lebih besar dibandingkan dengan tegangan akibat beban statis [4].

Desain *storage tank* ini harus diperhitungkan dengan tepat sesuai dengan standar yang ada, yaitu *API 650 Thirteenth Edition, March 2020* [1].

Dari beberapa pertimbangan yang harus dilakukan sebelum pembangunan sebuah *storage tank*, maka penelitian untuk tugas akhir ini melakukan analisa stabilitas *storage tank* terhadap beban angin dan beban gempa.

**2. METODOLOGI .**

**2.1 Storge Tank**

*Storage tank* merupakan *equipment* yang memiliki fungsi sebagai tempat sementara untuk menyimpan produk sebelum diproses lebih lanjut maupun dilakukan pendistribusian kepada konsumen [3]. Pada penelitian analisa *starch slurry storage tank* ini akan mengacu *standard API 650 Thirteenth Edition, March 2020*. Perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap beban angin dan gempa dilakukan guna menentukan perlu atau tidaknya pemakain *anchorage*.

Tabel 1. Data *Storage Tank*

No.	Data	Keterangan
1.	Dimensi <i>storage tank</i>	
	<i>Inside diameter</i>	11.000 mm
	<i>Height</i>	19.524 mm
	Ukuran pelat	1.500 x 6.000 mm
2.	Material	<i>A240 type 316L</i>
3.	<i>Maximum liquid level</i>	18.924 mm
4.	<i>Capacity</i>	1.750 m <sup>3</sup>
5.	Berat <i>shell</i>	45.916,043 kg
6.	Berat <i>roof</i>	8.046,155 kg
7.	Data gempa	0,4 g

8. Data angin

14,4 km/jam

**2.1 Stabilitas *Storage Tank* Terhadap Beban Angin**

Perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap beban angin berdasarkan standar terdapat pada para 5.2.1 yang menjelaskan kalkulasi dari beban angin pada perancangan *storage tank* dengan menggunakan kecepatan angin pada area yang akan dibangun *storage tank*. Penentuan kriteria dari tekanan desain angin sesuai dengan persamaan berikut [1].

$$0,6 M_w + M_{pi} < \frac{M_{DL}}{1,5} + M_{DLR} \tag{1}$$

$$M_w + F_p(M_{pi}) < \frac{(M_{DL} + M_F)}{2} + M_{DLR} \tag{2}$$

$$M_{ws} + F_p(M_{pi}) < \frac{(M_{DL} + M_F)}{2} + M_{DLR} \tag{3}$$

Tabel 2. Kondisi *Overtuning Moment to Wind Load*

<i>Wind + Internal Pressure &lt; Tank Weight</i>	$0,6 \times M_w + M_{pi} < \frac{M_{DL}}{1,5} + M_{DLR}$
<i>Wind + Internal Pressure &lt; Tank Weight + Liquid Weight</i>	$M_w + (F_p \times M_{pi}) < \frac{M_{DL} + M_f}{2} + M_{DLR}$
<i>Horizontal Wind + Internal Pressure &lt; Tank Weight</i>	$M_{ws} + (F_p \times M_{pi}) < \frac{M_{DL}}{2} + M_{DLR}$

**2.2 Stabilitas *Storage Tank* Terhadap Beban Gempa**

Perhitungan stabilitas dari gempa terhadap *storage tank* berdasarkan standar terdapat pada *Appendix E* yakni pembebanan pada baut serta *anchorage*, *strap*, dan pembebanan pada keseluruhan *anchorage*. Berikut adalah formula stabilitas *storage tank* terhadap beban gempa [1].

$$M_{rw} = \sqrt{[A_i(W_i X_i + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_c)]^2} \tag{4}$$

Setelah mengetahui nilai *seismic overtuning moment*, selanjutnya menghitung *anchorage* menggunakan formula berikut [1].

$$J = \frac{M_{rw}}{D^2 [W_i(1,0 - 0,4 \times A_v) + W_a - 0,4 \times W_{int}]} \tag{5}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Perhitungan Stabilitas Storage Tank Terhadap Beban Angin

Dari perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap beban angin sesuai persamaan (1), (2), dan (3) didapatkan kondisi *overtuning moment to wind load* sebagai berikut.

$$0,6 \times M_w + M_{pi} < \frac{M_{DL}}{1,5} + M_{DLR}$$

$$6.673,18 \text{ N.m} < 2.085.730,36 \text{ N.m}$$

$$M_w + (F_p \times M_{pi}) < \frac{M_{DL} + M_f}{2} + M_{DLR}$$

$$11.121,97 \text{ N.m} < 1.676.061,89 \text{ N.m}$$

$$M_{ws} + (F_p \times M_{pi}) < \frac{M_{DL}}{2} + M_{DLR}$$

$$10.717,86 \text{ N.m} < 2.085.730,36 \text{ N.m}$$

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh, nilai yang dihasilkan memenuhi kriteria kondisi tersebut. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa *storage tank* dapat dikatakan stabil tanpa memerlukan *anchorage*.

#### 3.2 Hasil Perhitungan Stabilitas Storage Tank Terhadap Beban Gempa

Perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap beban gempa didapatkan kondisi *seismic overtuning moment* dan *anchorage ratio* pada *storage tank* menggunakan persamaan (4) dilanjut menghitung *anchorage* menggunakan persamaan (5).

$$M_{rw} = \sqrt{[A_i(W_i X_i + W_s X_s + W_r X_r)]^2 + [A_c(W_c X_c)]^2}$$

$$= \sqrt{[0,342857143 g(164.502.200,495 \text{ N.m} + 3.776. \dots)]^2 + \dots}$$

$$= 58.861.826,38 \text{ N.m}$$

$$J = \frac{M_{rw}}{D^2 [W_i(1,0 - 0,4 \times A_v) + W_a - 0,4 \times W_{int}]}$$

$$= \frac{58.861.826,38}{11^2 [787.359,7287(1,0 - 0,4 \times 0,564) + 3.827,796631 - 0,4 \times 0]}$$

$$J = 0,793$$

Berdasarkan *API 650* nilai *anchorage ratio* (*J*) yang diperoleh yakni sebesar 0,793 lebih besar dari 0,785 serta kurang dari atau sama dengan 1,54 maka *storage tank* sudah bisa dikatakan stabil tanpa memerlukan *anchorage*.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap *wind load*, dihasilkan nilai moment sebesar 6.673,18 N.m kurang dari 546.419.298,91

N.m (*Wind + Internal Pressure < Tank Weight*). Mengacu *standard API 650* nilai tersebut memenuhi kriteria serta dapat dikatakan stabil tanpa memerlukan *anchorage*.

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas *storage tank* terhadap beban gempa diperoleh nilai *overtuning moment* terhadap *seismic load* sebesar 0,793 lebih besar dari 0,785 serta kurang dari 1,54 ( $0,785 < 0,793 \leq 1,54$ ). Sehingga mengacu *standard API 650* kriteria tersebut dianggap stabil dan tanpa menggunakan *anchorage*.

### 5. PUSTAKA

- [1] American Petroleum Institute. (2020). *Welded Tanks for Oil Storage (13th ed.)*. API Publishing Services.
- [2] Frinando, A. (2021). Perancangan Tangki Penimbun Crude Palm Oil (CPO) Kapasitas 25000kl [Tugas Akhir]. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [3] Prabowo, R. R. (2022). Perancangan Olein Storage Tank Kapasitas 450 Kl dan Analisis Kekuatan Menggunakan Software Ansys [Tugas Akhir]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [4] Mahardhika, P., & Ratnasari, A. (2018). Perancangan Tangki untuk Stainless Steel Penyimpanan Minyak Kelapa Murni Kapasitas 75 m3. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), 39–46.
- [5] Pangestu, H. Y. (2018). Desain dan Pemodelan Storage Tank Kapasitas 40.000 Kl Menggunakan Software Integraph Tank [Tugas Akhir]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [6] Amalia, R. R. (2023). Desain *Molasses Storage Tank* dan Analisis Kekuatan terhadap *Wind Load* [Tugas Akhir]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.