

ANALISIS TEGANGAN REGANGAN PADA DINDING BANGUNAN *WATER TANK* YANG DIPENGARUHI AIR LIMBAH

STRAIN STRESS ANALYSIS OF WATER TANK BUILDING WALLS WHICH ARE AFFECTED BY WASTEWATER

Rival Tawakhal¹, Resti Nur Arini¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: rivaltawakhal98@gmail.com

Diterima 31 Februari 2024, Disetujui 18 Mei 2024

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau *Waste Water Treatment Plant* adalah fasilitas untuk mengolah limbah air sebelum dibuang. Dalam prosesnya, diperlukan tangki air sebagai tempat penyimpanan limbah. Berbagai jenis tangki memiliki kegunaan yang berbeda, seperti untuk persiapan makanan, penyimpanan air di rumah tangga, pertanian, dan industri. Dalam proyek *Waste Water Treatment Plant* analisis tegangan pada dinding *water tank* menjadi aspek krusial. Analisis ini diperlukan untuk memahami dampak beban hidrostatis, yang merepresentasikan tekanan fluida dari air limbah yang diolah. *Waterproofing* integral menggunakan beton yang tahan terhadap penetrasi air. Beban hidrostatis pada dinding tangki bervariasi berdasarkan tinggi fluida, dengan dinding paling bawah menerima beban paling besar. Tegangan pada dinding bangunan *water tank* saat menerima tekanan air limbah memiliki perilaku yang berbeda sesuai dengan kedalaman air. Tegangan maksimal pada kedalaman 5,5 meter yaitu sebesar 10,533 MPa, kedalaman 5 meter sebesar 8,0066 MPa, kedalaman 4 meter sebesar 4,3643 MPa, kedalaman 3 meter sebesar 1,9813 MPa, kedalaman 2 meter sebesar 0,64107 MPa, dan kedalaman 1 meter yaitu sebesar 0,088979 MPa. Tegangan pada dinding bangunan *water tank* yang diakibatkan respon spektrum didapatkan tegangan sebesar 0,0011752 Mpa. Faktor keamanan sebesar 2,757. Hal ini menunjukkan struktur tersebut mampu menahan beban yang bekerja karena nilai faktor keamanan lebih dari 1.

Kata kunci: *Water tank*, Tegangan Regangan, Beban Hidrostatis, Metode Elemen Hingga

ABSTRACT

Installation of Wastewater Treatment Plants (IPAL) or Waste Water Treatment Plants is a facility for treating wastewater before disposal. In the process, water tanks are required as storage for the waste. Various types of tanks have different purposes, such as food preparation, household water storage, agriculture, and industry. In WasteWater Treatment Plant projects, analyzing stress on the walls of water tanks is a crucial aspect. This analysis is necessary to understand the impact of hydrostatic loads, which represent the fluid pressure from the treated wastewater. Integral waterproofing uses concrete that is resistant to water penetration. Hydrostatic loads on tank walls vary based on fluid height, with the bottom wall receiving the greatest load. The stress on the walls of the water tank when subjected to pressure from wastewater has different behaviors depending on the water depth. The maximum stress at a depth of 5.5 meters is 10.533 MPa, at 5 meters is 8.0066 MPa, at 4 meters is 4.3643 MPa, at 3 meters is 1.9813 MPa, at 2 meters is 0.64107 MPa, and at 1 meter is 0.088979 MPa. The stress on the walls of the water tank caused by the response spectrum is obtained as 0.0011752 MPa. The safety factor is 2,757. This indicates that the structure is able to withstand the applied load because the safety factor value is greater than.

Keywords: *Water Tank, Stress Strain, Hydrostatic Pressure, Finite Element Method*

PENDAHULUAN

Instalasi Pengolahan Air Limbah atau *Waste Water Treatment Plant* adalah fasilitas yang dirancang dan digunakan untuk mengolah limbah air yang dihasilkan oleh rumah tangga, industri, dan sektor lainnya sebelum dibuang ke lingkungan. IPAL dapat terdiri dari serangkaian proses dan unit pengolahan yang dirancang sesuai dengan sifat dan komposisi limbah air yang diolah. Desain dan operasi IPAL harus mematuhi peraturan lingkungan yang berlaku dan mengikuti prinsip-prinsip pengelolaan air limbah yang berkelanjutan. Dengan menggunakan IPAL yang efektif, dampak negatif limbah air terhadap lingkungan dan kesehatan manusia dapat dikurangi, dan sumber daya air yang terbatas dapat digunakan dengan lebih efisien [1].

Tangki air berfungsi untuk menyimpan air dan substansi lainnya agar dapat digunakan di kemudian hari. Namun, selain itu, berbagai jenis tangki memiliki beragam kegunaan yang berbeda. Sebagai ilustrasi, beberapa tangki dirancang khusus untuk menyimpan air untuk tujuan tertentu, sementara yang lain dioptimalkan untuk lokasi tertentu. Tergantung pada ukuran dan spesifikasi tangki, tangki penyimpanan air dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti persiapan makanan dan minuman komersial, penyimpanan air di rumah tangga, pertanian, irigasi, manufaktur industri, dan lain-lain [2].

Dalam semua jenis tangki, seperti baja, beton, beton bertulang, vertikal, horizontal, dan lainnya, kecelakaan dan situasi darurat yang paling umum terjadi disebabkan oleh konsentrasi tegangan, yang sering dikombinasikan dengan faktor operasional yang merugikan. Berbagai alternatif desain tangki telah dipertimbangkan, termasuk pilihan material seperti baja dan beton. Dalam perancangan tangki, pertimbangan utama adalah karakteristik material dan upaya untuk meningkatkan kekuatan material tersebut [3].

Karakteristik dinding *water tank* digunakan material yang memiliki tahanan terhadap penetrasi air, sehingga air tidak dapat meresap ke dalamnya karena memiliki ikatan yang sangat rapat dan pori-pori yang sangat kecil. Material yang digunakan untuk dinding *water tank* yaitu beton integral *waterproofing*. Beton Integral *Waterproofing* merupakan campuran beton yang ditambahkan integral *waterproofing* untuk memperkecil penetrasi air ke dalam beton sehingga meningkatkan kedekatan beton dan melindungi beton terhadap kebocoran. *Waterproofing* integral diciptakan atas dasar sifat beton yang dalam kondisi normal mampu dilewati air sehingga dalam pabrikan beton dibutuhkan suatu bahan tambahan ke dalam adukan beton yang dapat menciptakan beton lebih kedap air (*watertight concrete*) [4].

Beban hidrostatis beban yang dikenakan ke seluruh dinding tangki air akibat beban yang diakibatkan oleh fluida yang mengisi tangki tersebut. Beban dinding berbeda berdasarkan level ketinggian dari dinding tangki tersebut terhadap fluida. Dinding paling dasar menerima beban hidrostatis yang paling besar karena menerima beban fluida dengan ketinggian paling besar dan semakin ke atas akan semakin kecil. Sehingga dinding paling atas menerima beban hidrostatis paling kecil sampai pada dinding tangki air akan menerima beban hidrostatis mendekati 0 (nol) [5].

Dalam proyek pembangunan *Waste Water Treatment Plant*, analisa tegangan pada dinding *water tank* menjadi

suatu aspek krusial. Penelitian ini diperlukan guna memahami dampak yang ditimbulkan oleh beban hidrostatis seperti ada kebocoran dan retak pada dinding *water tank*, yang pada penelitian ini merepresentasikan tekanan fluida dari jenis air limbah yang diolah. Analisa tegangan pada dinding *water tank* akan memberikan analisa mendalam mengenai kekuatan struktural, memungkinkan pengembang proyek untuk merancang struktur yang dapat menanggung beban hidrostatis dengan optimal dan memastikan keberlanjutan operasional dari *Wastewater Treatment Plant* tersebut.

Beton Integral *Waterproofing*

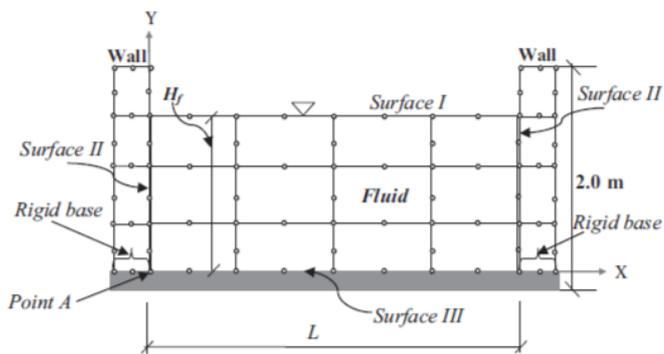
Beton integral *waterproofing* merupakan campuran beton yang ditambahkan integral *waterproofing* untuk memperkecil penetrasi air ke dalam beton sehingga meningkatkan kedekatan beton dan melindungi beton terhadap kebocoran. *Waterproofing integral* diciptakan atas dasar sifat beton yang dalam kondisi normal mampu dilewati air sehingga dalam pabrikan beton dibutuhkan suatu bahan tambahan ke dalam adukan beton yang dapat menciptakan beton lebih kedap air (*watertight concrete*).



Gambar 1. Integral *Waterproofing*.

Water Tank

Housner (1963) memberikan jawaban matematis untuk masalah ketika tangki yang kaku berbentuk kotak atau silinder terpengaruh oleh getaran horizontal dari tanah. Jawaban matematis ini tidak bisa mempertimbangkan bentuk tangki yang bisa beragam. Untuk menangani masalah ini lebih efisien, maka dapat menggunakan teknik elemen hingga. Teknik ini membantu memodelkan bagaimana cairan dalam tangki bergerak, dengan memperhitungkan berbagai variabel seperti perpindahan dan tekanan.



Gambar 2. Elemen Hingga Dari Sistem Water Tank.

Tegangan

Tegangan adalah besaran pengukuran intensitas gaya (P) atau reaksi dalam yang timbul per satuan luas (A), maka persamaan yang digunakan menurut (Singer, 1995) adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

- P = Gaya (N)
- A = Luas penampang area (m)
- σ = Tegangan (N/m²)

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*) [6].

Regangan

Regangan adalah perubahan ukuran dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan tegangan regangan akan linier dan akan berakhir pada titik mulur. Hubungan tegangan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai batas fase sifat plastis. Rumus untuk memperoleh satuan deformasi atau regangan yaitu dengan membagi perpanjangan (ΔL) dengan panjang material mula-mula (L_0). Hal ini sesuai dengan pernyataan (Singer, 1995) dengan rumusan [7]:

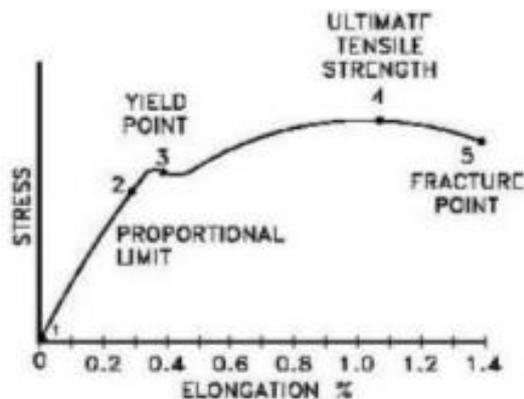
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana,

- ϵ = Regangan
- ΔL = Pertambahan panjang (m)
- L_0 = Panjang mula - mula (m)

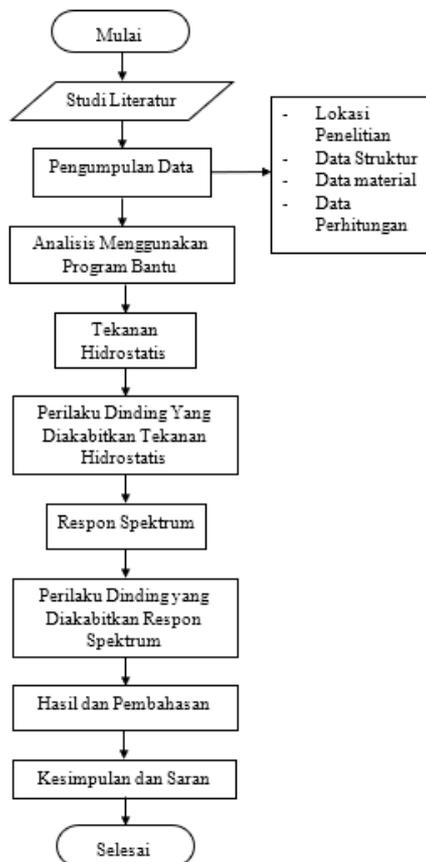
Hubungan Tegangan Regangan

Diperlukan pemahaman mengenai korelasi antara tegangan dan regangan pada material beton agar dapat merumuskan persamaan-persamaan analisis serta prosedur desain dalam konteks struktur beton. Ketika mutu beton semakin tinggi, maka kurva tegangan-regangan yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Peningkatan dalam kekuatan lentur beton dapat dicapai melalui penerapan tulangan yang ditempatkan di sepanjang bentangannya. Ketahanan batang-batang beton bertulang dalam lentur sangat bergantung pada karakteristik tegangan-regangan dari beton dan baja. Analisis kurva tegangan-regangan beton mengungkap tiga temuan penting[10]:



Gambar 3. Hubungan Tegangan Regangan

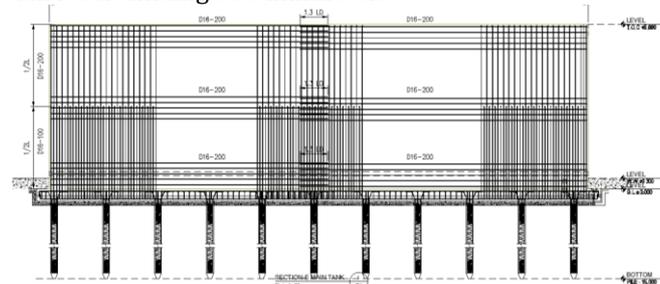
METODE



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Data Struktur

Penelitian ini hanya dilakukan analisis terhadap dinding *water tank* dengan tinggi dinding *water tank* 6 meter dan lebar dinding 350 milimeter.



Gambar 5. Struktur Dinding Water Tank

Data Material

Data material yang diperoleh dari dokumen *Project New Wastewater Treatment Plant* Sebagai berikut:

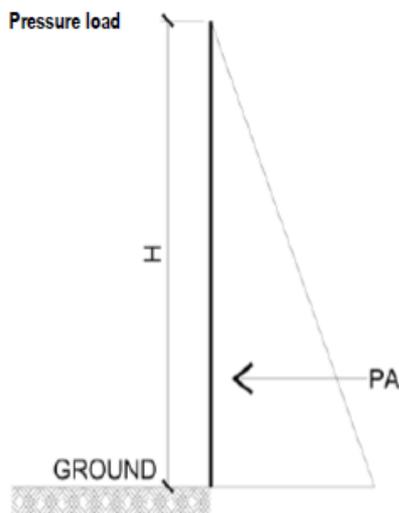
- Mutu beton
 - Gunakan kuat tekan beton dalam 28 hari karakteristik kekuatan
 - 1) Dinding struktur = $fc' 29.05 \text{ N/mm}^2$
 - 2) Plat struktur = $fc' 29.05 \text{ N/mm}^2$
 - 3) Pondasi tiang = $fc' 42 \text{ N/mm}^2$
- Baja dan tulangan beton
 - 1) Rebar BJTS 420B (SNI) = $fy 420 \text{ N/mm}^2$
= $fu 525 \text{ N/mm}^2$

Data Perhitungan

Pada penelitian ini akan dilakukan pembebanan pada dinding *water tank*. Beban yang akan diinput adalah beban hidrostatik.

a. Gaya hidrostatik

Gaya hidrostatik terjadi ketika air yang mengalir perlahan mengenai suatu komponen struktur. Gaya hidrostatik ini selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan komponen yang diinginkan, yang disebabkan ketinggian air di satu sisi sangat berbeda dengan ketinggian air di sisi yang lain. Gaya hidrostatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [8]:



Gambar 6. Diagram *Hydrostatic Pressure*

1. *Hydrostatic pressure*

- *Load*
 - 1) *Waste water* = 1100 Kg/m^3
- *Kedalaman Air*
 - 1) *Kedalaman air* = 5.5 m
- *Load press*
 - 1) *Water load*
$$P = \rho \times g \times h \dots\dots\dots (3)$$
 - P = *Water load (N/m²)*
 - H = *Water height (m)*
 - ρ = *Massa jenis air (1100 Kg/m³ termasuk sludge)*
 - g = *Percepatan gravitasi (10 m/s²)*

2. *Hydrostatic acceleration*

$$a = \frac{F}{m} \dots\dots\dots (4)$$

- a = *Hydrostatic acceleration*
- F = *Water load*
- m = *Massa jenis air (termasuk sludge)*

b. *Tegangan Regangan*

Maka persamaan yang digunakan menurut (Singer, 1995) adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (5)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (6)$$

c. *Kemampuan Batas Layan (SNI 2847:2019)*

Persyaratan kemampuan layan untuk setiap kelas dirangkum dalam **Tabel 1.** sebagai perbandingan.

Tabel 1. Kemampuan Batas Layan

	Prategang			Non prategang
	Kelas U	Kelas T	Kelas C	
Asumsi perilaku	Tidak retak/utuh	Peralihan antara utuh dan retak	Retak	Retak
Properti penampang untuk perhitungan tegangan saat beban layan	Penampang bruto 24.5.2.2	Penampang bruto 24.5.2.2	Penampang retak 24.5.2.3	Tanpa syarat
Tegangan ijin saat transfer tegangan	24.5.3	24.5.3	24.5.3	Tanpa syarat
Tegangan tekan ijin berdasarkan properti penampang utuh	24.5.4	24.5.4	Tanpa syarat	Tanpa syarat
Tegangan tarik saat beban layan 24.5.2.1	$\leq 0,62\sqrt{fc'}$	$0,62\sqrt{fc'} < fr$ $\leq 1,0\sqrt{fc'}$	Tanpa syarat	Tanpa syarat
Dasar perhitungan lendutan	24.2.3.8 24.2.4.2 Penampang bruto	24.2.3.9, 24.2.4.2 Penampang retak, bilinear	24.2.3.9, 24.2.4.2 Penampang retak, bilinear	24.2.3, 24.2.4.1 Momen inersia efektif

	Prategang			Non prategang
	Kelas U	Kelas T	Kelas C	
Kontrol retak	Tanpa syarat	Tanpa syarat	24.3	24.3
Perhitungan Δf_{ps} atau f_s untuk kontrol retak	-	-	Analisis penampang retak	$M/(As \times \text{panjang lengan momen})$, atau $2/3 f_y$
Tulangan samping (<i>skin</i>) balok	Tanpa syarat	Tanpa syarat	9.7.2.3	9.7.2.3

Tabel 1. menjelaskan tentang persyaratan kemampuan layan yang dirujuk dalam pasal-pasal lain dalam standar ini, serta dapat digunakan sebagai kriteria penentuan kinerja sebuah elemen struktur. Pasal ini tidak dapat berdiri sendiri sebagai sebuah persyaratan kemampuan layan yang lengkap dan kompilasi kompak untuk desain komponen-komponen struktur.

d. Faktor Keamanan

Perhitungan faktor keamanan ini nilainya harus lebih dari 1. Nilai faktor keamanan dapat dihitung dengan rumus: $FS (\sigma_{ultimate} / \sigma_{max})$ dimana $FS = \text{factor safety} = \sigma_{max} = \text{tegangan maksimum yang terjadi}$, $\sigma_{ultimate} = \text{kemampuan kekuatan ultimate material}$ (Aji, Mulyatno, Yudho) [9].

e. Penyelidikan Tanah

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah untuk lokasi proyek.

Tabel 2. Penyelidikan Tanah

Layer of Soil (BH-28)			
Layer of Soil	Deep	Type of Soil	NSPT
1	6	Clay and silt, Light Brown	2.75
2	3	Clay and silt, Dark Brown	8.5
3	6	Clay and silt, Light Brown	17
4	1.5	Clay and silt, Dark Grey	21
5	6	Clay and silt, Light Brown	23
6	1.5	Clay and silt, Dark Brown	26
7	6	Clay and silt, Light Brown	30.25

Sesuai Tabel 2. diatas, klasifikasi situs berdasarkan data investigasi tanah minimal 30 lapisan tanah, yang selanjutnya akan dihitung berdasarkan SNI 1726:2019 (Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung).

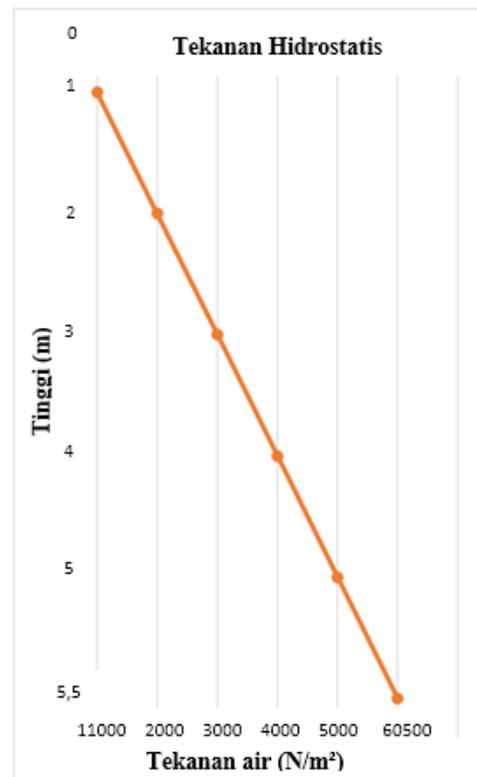
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel 3. dapat diketahui kedalaman air dapat menghasilkan tekanan yang berbeda pada dinding water tank tersebut.

Tabel 3. Tekanan Hidrostatik Berdasarkan Kedalaman Air

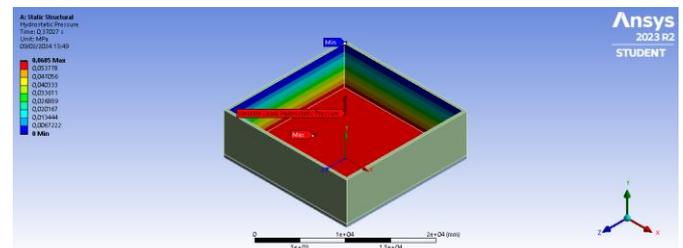
Tekanan Air	Kedalaman Air
P	H
60500 N/m ²	5.5 m
55000 N/m ²	5 m
44000 N/m ²	4 m
33000 N/m ²	3 m
22000 N/m ²	2 m
11000 N/m ²	1 m

Dari grafik pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa tekanan hidrostatik paling tinggi terdapat pada kedalaman 5,5 m.



Gambar 7. Grafik Tekanan Hidrostatik

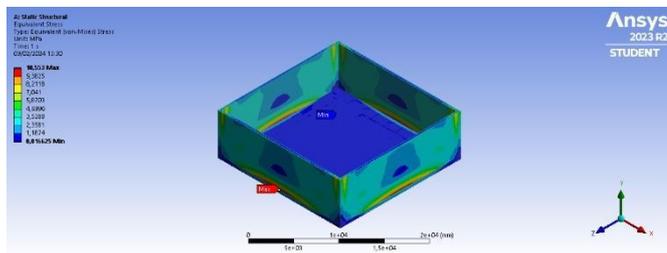
Untuk permukaan dinding tekanan air akan mengecil secara linear ke arah muka dinding bagian atas.



Gambar 8. Tekanan Hidrostatik

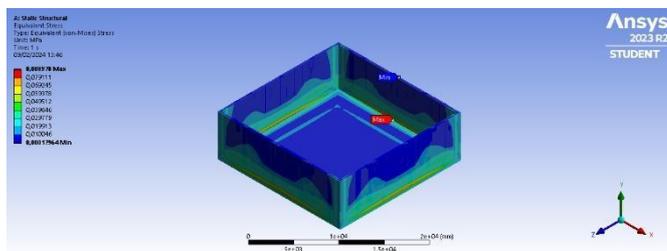
Maximum Stress

Dengan melakukan analisis hydrostatic pressure pada kedalaman air 5,5 meter dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tegangan Maksimum Kedalaman air 5,5 meter.

Pada Gambar 9. menjelaskan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada dinding dengan tekanan air 5,5 meter ditandai dengan area yang berwarna merah dengan nilai sebesar 10,533 MPa. Dengan melakukan analisis *hydrostatic pressure* pada kedalaman air 1 meter dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tegangan Maksimum Kedalaman air 1 meter.

Pada Gambar 10. Menjelaskan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada dinding dengan tekanan air 1 meter ditandai dengan area yang berwarna merah dengan nilai sebesar 0,088979 Mpa.

Pada kedalaman air 5,5 meter nilai tegangan jauh lebih besar dan sebaran tegangan lebih luas. Hal ini dipengaruhi oleh sebaran gaya, semakin dalam maka akan gaya tekan akan semakin besar maka mengakibatkan tegangan yang terjadi pada dinding semakin besar dibandingkan dengan di level 1.

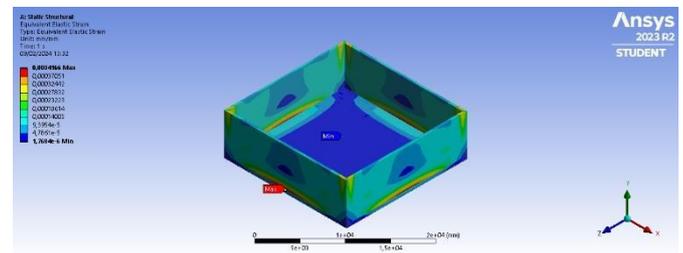
Tabel 4. Nilai Tegangan Akibat Tekanan Hidrostatik

Kedalaman air m	Tegangan Mpa
5,5	10,533
5	8,0066
4	4,3643
3	1,9813
2	0,64107
1	0,088979

Dari Tabel 4. dapat diketahui bahwa nilai tegangan yang diakibatkan tekanan hidrostatik paling besar terdapat pada kedalaman 5,5 m.

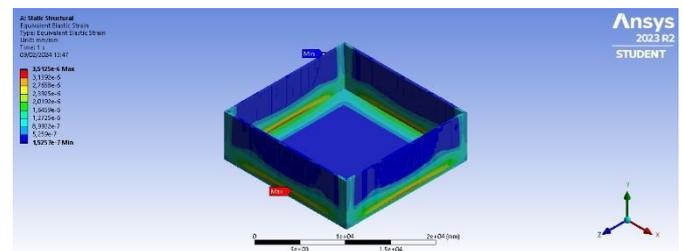
Maximum Strain

Dengan melakukan analisis *hydrostatic pressure* pada kedalaman air 5,5 meter dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Regangan Maksimum Kedalaman air 5,5 meter.

Pada Gambar 11. menjelaskan bahwa regangan maksimum yang terjadi pada dinding dengan tekanan air 5,5 meter ditandai dengan area yang berwarna merah dengan nilai sebesar 0,0004166 mm. Dengan melakukan analisis *hydrostatic pressure* pada kedalaman air 1 meter dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Regangan Maksimum Kedalaman air 1 meter

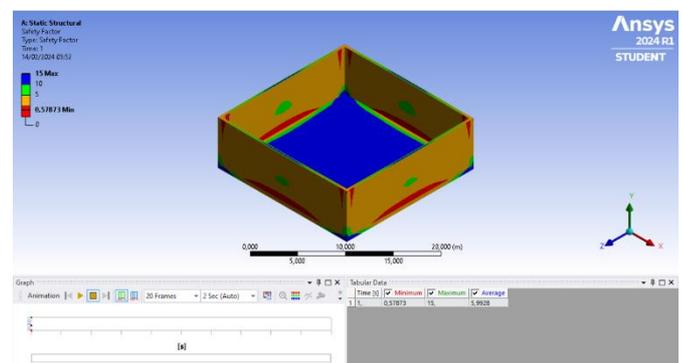
Pada Gambar 12. Menjelaskan bahwa regangan maksimum yang terjadi pada dinding dengan tekanan air 1 meter ditandai dengan area yang berwarna merah dengan nilai sebesar 0,000035125 mm.

Tabel 5. Nilai Regangan Akibat Tekanan Hidrostatik

Kedalaman air m	Regangan mm
5,5	0,0004166
5	0,00031607
4	0,00017229
3	0,000078214
2	0,000025307
1	0,0000035125

Faktor Keamanan

Dari hasil analisis dapat dilihat pengaruh tekanan hidrostatik dan respon spektrum terhadap faktor keamanan pada Gambar 13.



Gambar 13. Faktor Keamanan.

Pada **Gambar 13**. didapatkan faktor keamanan akibat tekanan hidrostatis dan respon spektrum dengan nilai minimum = 0,57873, nilai maksimum = 15, dan nilai rata-rata = 5,9928. Selanjutnya akan dicari nilai faktor keamanan yang didominasi warna pada **Gambar 13**. sebagai berikut:

$$FS = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{max}} = \frac{29,05}{10,533} = 2,757 \dots\dots\dots (7)$$

Dari hasil perhitungan faktor keamanan nilai yang didapat sebesar 2,757. Hal ini menunjukkan struktur tersebut mampu menahan beban yang bekerja karena nilai faktor keamanan lebih dari 1.

Tegangan Ijin (SNI 2847:2019)

Tegangan ijin mengetahui suatu material dapat menahan beban tanpa mengalami deformasi permanen atau kegagalan struktural. Tegangan ijin, atau sering disebut sebagai tegangan leleh, adalah parameter kritis yang memastikan keandalan dan keamanan suatu struktur atau komponen.

Tabel 6. Persyaratan Kemampuan Layan

Kedalaman air (m)	Tegangan (Mpa)	Tegangan ijin
5,5	10,533	Mengacu pada SNI
5	8,0066	2847:2019 bahwa
4	4,3643	untuk tegangan ijin
3	1,9813	beton non prategang
2	0,64107	dengan asumsi
1	0,088979	perilaku struktur
		retak, yaitu tanpa syarat.

Pada **Tabel 6**. dapat dilihat tegangan ijin berdasarkan persyaratan kemampuan layan yang sesuai dengan SNI 2847:2019. Untuk komponen struktur non prategang, tegangan ijin saat transfer tegangan tidak diperhitungkan atau tanpa syarat.

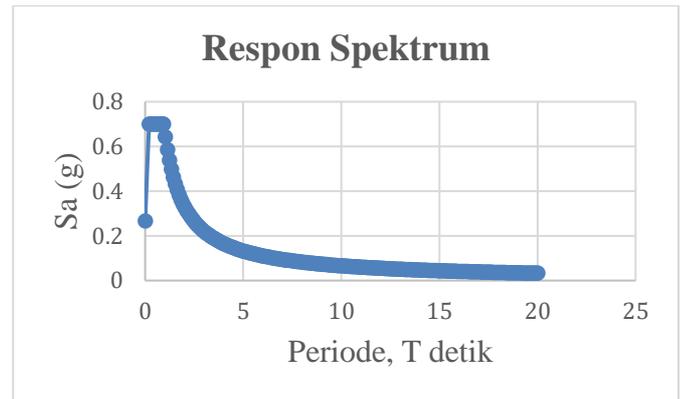
Analisis Respon Spektrum

Tabel 7. Parameter Beban Gempa

Kategori risiko struktur	III
Kategori risiko gempa	D
Faktor keutamaan gempa	1.25
Kelas situs	Tanah lunak (SE)
Parameter respon spektral percepatan gempa MCER untuk periode pendek 0 (ss)	0.791
Parameter respon spektral percepatan gempa MCER untuk periode pendek 1 (s1)	0.371
Faktor amplifikasi getaran untuk periode pendek 0 (Fa)	1.262
Faktor amplifikasi getaran untuk periode pendek 1 (Fv)	2.516
Parameter respon spektral untuk periode pendek 0 (Sms)	1.0023552
Parameter respon spektral untuk periode 1 detik (Sm1)	0.933436
Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek 0 (Sds)	0.6682368

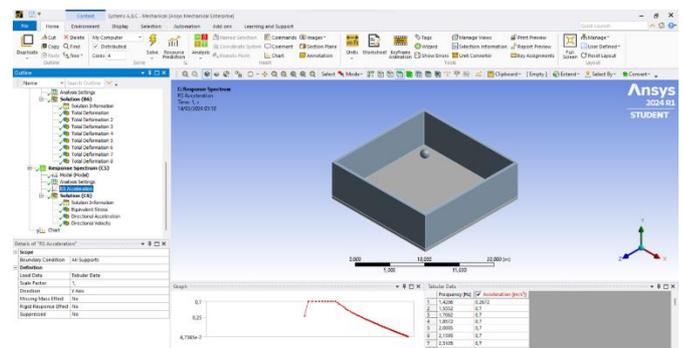
Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek 1 detik (Sd1)	0.66229067
Periode pendek 0 (T0)	0.18624855
Periode 1 detik (Ts)	0.9312427
TL	20

Setelah dilakukan perhitungan terhadap desain respon spektrum dalam bentuk tabel, kemudian desain respon spektrum digambarkan dalam bentuk grafik, maka grafik desain respon spektrum sebagai berikut:



Gambar 14. Desain Respon Spektrum

Setelah dilakukan perhitungan terhadap desain respon spektrum, kemudian desain respon spektrum akan di input pada pemrograman alat bantu yaitu ANSYS.

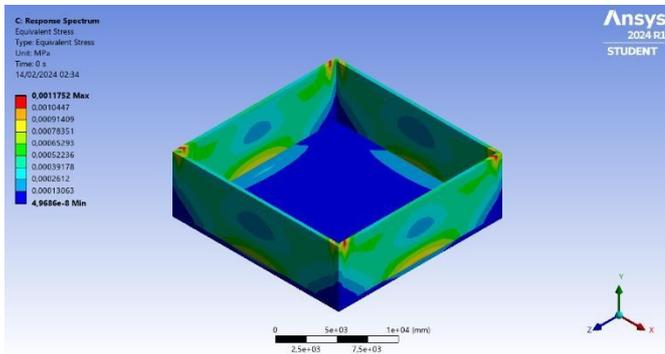


Gambar 15. Input Data Pada ANSYS.

Pada **Gambar 15**. merupakan hasil dari perhitungan desain respon spektrum, yang selanjutnya akan dianalisis tegangan maksimum pada struktur dinding *water tank*.

Maximum Stress

Dapat dilihat pada **Gambar 16**. tegangan maksimum pada struktur dinding *water tank* yang diakibatkan respon spektrum.



Gambar 16. Maximum Stress

Pada **Gambar 16.** tegangan maksimum yang terjadi pada dinding *water tank* ditandai dengan area yang berwarna merah dengan nilai sebesar 0,0011752 Mpa. Hal ini dipengaruhi oleh respon spektrum.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan dari penelitian ini sebagai berikut: Tegangan pada dinding bangunan *water tank* saat menerima tekanan air limbah memiliki perilaku yang berbeda sesuai dengan kedalaman air. Tegangan maksimal pada kedalaman 5,5 meter yaitu sebesar 10,533 MPa, kedalaman 5 meter sebesar 8,0066 MPa, kedalaman 4 meter sebesar 4,3643 MPa, kedalaman 3 meter sebesar 1,9813 MPa, kedalaman 2 meter sebesar 0,64107 MPa, dan kedalaman 1 meter yaitu sebesar 0,088979 MPa. Faktor keamanan sebesar 2,757. Hal ini menunjukkan struktur tersebut mampu menahan beban yang bekerja karena nilai faktor keamanan lebih dari 1. Tegangan pada dinding bangunan *water tank* yang diakibatkan respon spektrum didapatkan tegangan sebesar 0,0011752 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. A. P. G. Widyasari, T. G. B. Wisnu, and N. P. M. Wulandari P., "Kegiatan Pembuatan Eco Enzyme untuk Pengelolaan dan Pengolahan Limbah Cair-A pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di RSUD Tabanan," *Dharma Sevanam J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 83-96, 2023, doi: 10.53977/sjpkm.v2i1.957.

[2] PLASTIC-MART.com, "Learn About 16 Different Types of Water Storage Tanks," PLASTIC-MART.com. Accessed: Oct. 04, 2023. [Online]. Available: <https://blog.plastic-mart.com/types-of-water-storage-tanks/>

[3] N. Zhangabay *et al.*, "Analysis of a Stress-Strain State of a Cylindrical Tank Wall Vertical Field Joint Zone," *Buildings*, vol. 12, no. 9, 2022, doi: 10.3390/buildings12091445.

[4] N. Permatasari, "BETON INTEGRAL WATERPROOFING DENGAN BETON K 400 PADA PROYEK BOARDING HOUSE KUNINGAN METHOD OF WORK AND CHARACTERISTIC INTEGRAL WATERPROOFING CONCRETE ANALYSIS WITH K400 AT BOARDING HOUSE KUNINGAN PROJECT," 2019.

[5] J. I. Sembiring, "Studi Perilaku Tangki Timbun Avtur Terhadap Beban Internal," 2020.

[6] R. O. Amari, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title," pp. 31-41, 2023.

[7] N. Rizkiani, "Analisis Tegangan Regangan Pada Kolom Menggunakan Software Abaqus V6. 14 Pada Struktur Bangunan Hotel Ibis Style 14 ...," 2019, [Online]. Available: <https://lib.unnes.ac.id/36236/>

[8] J. Lawono, H. R. Panjaitan, H. Sugiharto, and D. Tjandra, "Rancangan & Metode Pembangunan Shelter Tanggap Bencana Tsunami Di Kelurahan Lere , Teluk Palu , Sulawesi Tengah," *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 11, no. 1, pp. 100-107, 2022.

[9] T. Akhir, "Perancangan Dan Pembuatan Model Rumah Bepindah Expandable Dengan Mekanisme Arah Vertikal Berbahan Dasar Peti Kemas 20 Feet," 2021.

[10] Asward. Azzumarivqy, "Perancangan Tangki Upper Ground 15000 L Dengan Analisis Menggunakan Metode Elemen Hingga Dan Flow Simulation Analysis Dengan Software Solidworks". Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, 2024.