PAPER NAME

Prosiding 2019_Trisakti_Strength analysis of lifting lug.pdf

AUTHOR

Agung Wibowo

WORD COUNT

2459 Words

CHARACTER COUNT

13437 Characters

PAGE COUNT

6 Pages

FILE SIZE

949.1KB

SUBMISSION DATE

Sep 22, 2022 10:24 PM GMT+7

REPORT DATE

Sep 22, 2022 10:24 PM GMT+7

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 9% Internet database
- 2% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 3% Submitted Works database

Excluded from Similarity Report

- Manually excluded sources
- Manually excluded text blocks

Strength analysis of lifting lug of horizontal cylindrical pressure vessel

Agung Wibowo[1], Asnawi Lubis[2,*] dan Jamiatul Akmal[2]

[1]Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

[2]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

*Corresponding author: asnawi.lubis@eng.unila.ac.id

Abstract. Pressure vessel is a closed container used for storing pressurized fluid both in liquid and gas. Fabrication of pressure vessels is generally carried out in construction workshops, and must be moved to site for operation. Therefore, pressure vessel must be equipped with supporting components namely, lifting lug, to facilitate the process of lifting and moving. Finite element analysis using ANSYS was conducted to compare the limit load of a lifting lug with rectangular pad attachment on horizontal cylinder pressure vessels when long side of the rectangular pad attachment is oriented in axial and circumferential direction. The material used for the lifting lug is SA 516 Gr 70 and is assumed to behave as elastic perfectly plastic. The results showed that limit load obtained for lug direction in the hoop was greater than the limit load for lug direction in axial. The stress distribution on pad welding also shows that maximum stress is greater when the long side of rectangular pad is oriented in axial direction, compared with those in hoop direction. It can be concluded that lifting lug will be stronger when the long side of rectangular pad attachment is oriented in the hoop direction.

Abstrak. Bejana tekan adalah suatu wadah tertutup yang digunakan untuk menyimpan fluida bertekanan baik cair ataupun gas. Pembuatan bejana tekan umumnya dilakukan di bengkel konstruksi, dan harus dipindahkan ke lapangan ketika akan digunakan. Oleh karena itu bejana tekan harus dilengkapi dengan komponen pendukung yaitu, *lifting lug* untuk mempermudah dalam proses pengangkatan dan pemindahannya. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan limit beban pada *lifting lug* bejana tekan silinder horizontal dengan sisi panjang dari attachment persegi panjang diorientasikan pada arah aksial dan hoop. Penelitian ini dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan ANSYS. Material yang digunakan untuk *lifting lug* adalah SA 516 Gr 70 dan diasumsikan bersifat *elastic perfectly plastic*. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa limit beban *lifiting lug* dengan sisi panjang dari attachment persegi panjang pada arah hoop memiliki nilai yang lebih tinggi daripada sisi panjang pada arah aksial. Distribusi tegangan pada *pad welding* menunjukkan bahwa tegangan maksimum lebih tinggi ketika *lifting lug* diorientasikan pada arah aksial, dibandingkan dengan arah hoop. Dapat disimpulkan bahwa *welding* akan lebih kuat ketika sisi panjangnya berada pada arah hoop.

Kata kunci: bejana tekan silinder horizontal, *lifting lug*, limit beban, *pad attachment*.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Bejana tekan (*pressure vessel*) adalah suatu wadah tertutup yang digunakan untuk menyimpan fluida bertekanan baik cair ataupun gas. Bejana tekan banyak digunakan pada industri proses, kilang minyak dan pembangkit daya. Bentuk yang paling umum dari bejana tekan adalah silinder, *spherical*, dan *conical*. Berdasarkan fungsinya, bejana tekan silinder terbagi dua, yaitu silinder horizontal dan silinder vertical.

Perancangan dan pembuatan bejana tekan telah diatur berdasarkan buku panduan (*design code*). Design code yang paling banyak digunakan adalah ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Div 1, yang mengatur rule untuk konstruksi bejana tekan [1]. Berdasarkan tebal dindingnya, bejana tekan dapat dibagi menjadi bejana tekan berdinding tipis dan bejana tekan berdinding tebal. Bejana tekan biasanya dapat diperlakukan sebagai bejana berdinding tipis jika perbandingan radius terhadap ketebalan bernilai 10 atau lebih besar. Stress akibat tekanan internal pada bejana tekan silinder berdinding tipis dapat ditentukan dengan teori membrane, sedangkan pada silinder dinding tebal stress dihitung dengan persamaan Lame [2].

Bejana tekan dengan dinding tebal digunakan untuk tekanan yang tinggi dan diameter yang besar. Bejana tekan dengan diameter yang besar biasanya sulit diangkat atau dipindahkan. Oleh sebab itu bejana tekan harus dilengkapi dengan komponen

pendukung yaitu *lifting lug*, untuk memudahkan pengangkatan dan pemindahannya dari bengkel konstruksi ke lapangan untuk pengoperasiannya. Jumlah *lifting lug* yang digunakan pada bejana tekan ditentukan berdasarkan bentuk bejana dan berat bejana tekan tersebut.

Penelitian serupa telah dilakukan sebelumnya oleh Rizal dkk, hanya saja diaplikasikan untuk pengangkatan dan pemindahkan *Deck Jacket Wellhead Tripod Platform* dengan berat total 206,375 ton. Pada penelitian mereka, dimensi *padeye* yang digunakan adalah tebal 6 in, panjang 26 in, dan tinggi 20 in. material yang digunakan untuk perancangan padeye adalah Baja A36 [3].

Metode Penelitian

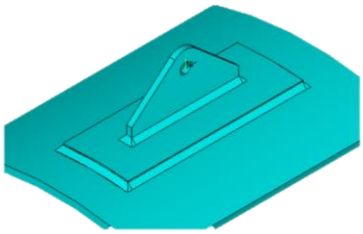
Pada penelitian ini digunakan metode elemen hingga dengan software ANSYS. Secara umum metode elemen hingga dengan ANSYS terdiri dari tiga tahapan penting yaitu: *Preprocessing*, *Solution* dan *Post-Processing* [4].

Preprocessing. Pada tahap *processing* dilakukan pemodelan geometri, pemberian kondisi batas, dan pemberian beban. Langkah pertama sebelum pembuatan model geometri adalah menentukan parameter geometri benda yang akan dimodelkan. Hal ini bertujuan untuk mempermudah perubahan dimensi dari model tersebut jika diperlukan. Tabel 1 adalah parameter geometri *lifting lug* yang dimodelkan:

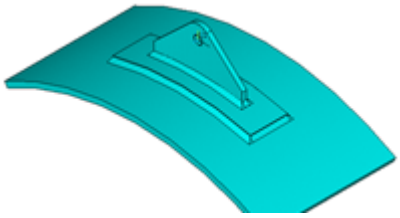
Tabel 1. Parameter Geometri

Parameter	Simbol	Nilai
jari-jari luar silinder	r_i	765.55 mm
jari-jari dalam silinder	r_o	750 mm
tebal *lifting lug*	*T*	12.7 mm
tinggi *lifting lug*	*H*	127 mm
lebar *lifting lug*	*L*	254 mm

Setelah parameter ditentukan maka geometri dapat dimodelkan. Pada penelitian ini ada dua geometri yang dimodelkan, yaitu *lifting lug* pada arah aksial yang artinya sisi panjang *lug* berada pada arah sumbu aksial, seperti pada Gambar 1. Untuk *lifting lug* arah hoop yaitu sisi panjang *lug* berada pada arah hoop (*circumferential*), seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Lifting lug pada arah aksial

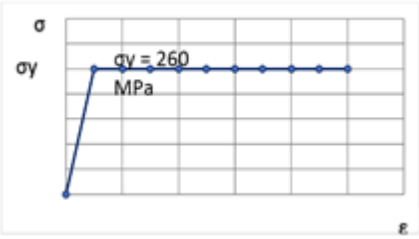


Gambar 2. Lifting lug pada arah hoop

Pada penelitian ini digunakan material SA 516 Gr 70, yang diperuntukkan untuk bejana tekan dan boiler. Material propertis dari SA 516 Gr 70 adalah modulus Elastisitas (*E*) sebesar 200 GPa, kekuatan luluh (σ_y) sebesar 260 MPa dan *Poisson ratio* (υ) sebesar 0,3. Untuk lebih jelasnya material propertis yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2. Material diasumsikan bersifat *elastic perfectly plastic*, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.

Table 2. Material Propertis Geometri

Material Propertis	Simbol	Nilai
Modulus Young	E	200 GPa
Yield strength	σ_y	260 MPa
Poison Ratio	υ	0,3

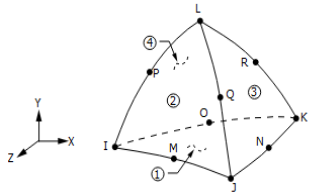


Gambar 3. Model material *elastic-perfectly plastic*

Untuk simulasi pengelasan bejana tekan pada penelitian ini digunakan elektroda AWS SFA 5.4: E 307-15. Material ini memiliki ketahanan pada temperatur tinggi, yaitu antara 1100 ºC – 1200 ºC dan memiliki kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 400 MPa dan 650 MPa.

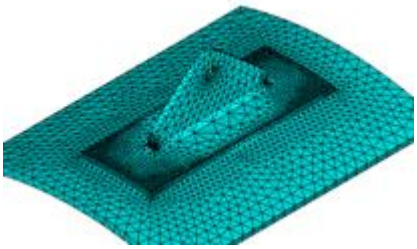
Pada penelitian ini tipe elemen yang digunakan adalah SOLID187 dari ANSYS *element library* [5] yang memiliki bentuk tetrahedron. Elemen ini

mempunyai 10 node dengan 3 derajat kebebasan pada setiap nodenya, yaitu translasi pada arah sumbu x, y, dan z seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Elemen SOLID187

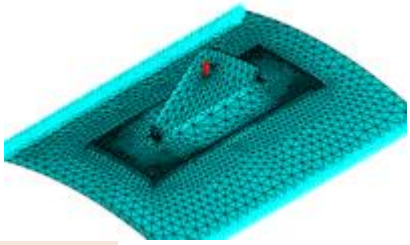
Gambar 5 dan 6 masing-masing menunjukkan model elemen hingga untuk lifting lug arah aksial dan arah hoop hasil proses meshing



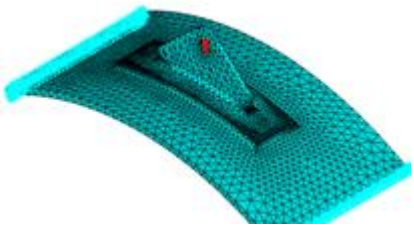
Gambar 5. Meshing untuk *lifting lug* arah aksial.

Gambar 6. Meshing untuk *lifting lug* arah hoop.

Kondisi Batas dan Pembebanan. Kondisi batas yang diberikan pada pemodelan ini adalah perpindahan nol pada semua node pada bagian bawah silinder. Beban tarik vertikal diaplikasikan pada *lifting lug* sebagai simulasi berat ketika mengangkat bejana tekan. Kondisi batas dan pembebanan ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Kondisi batas dan pembebanan dengan lug arah aksial.



Gambar 8. Kondisi batas dan pembebanan dengan lug arah circumferensial.

Solusi Nonlinear. Untuk memperoleh limit beban digunakan algoritma Newton-Rapshon dalam memperoleh solusi permasalahan nonlinear. Metode Newton-Raphson memiliki keunggulan yaitu cepat konvergen,

Hasil dan Pembahasan

Analisis nonlinear dan limit beban. Limit beban dapat diperoleh dari solusi terakhir yang konvergen, bila solusi masih konvergen maka beban berlanjut pada substep berikutnya, jika solusi tidak konvergen maka akan aktif metode bagi dua (*bisection*). Jika solusi tetap tidak konvergen, maka peroses solusi akan berakhir (*error*) yang ditandai munculnya angka 999999 pada substep terakhir seperti pada Tabel 3 dan 4.

Limit beban merupakan beban maksimum yang dapat ditahan sebelum gagal akibat struktur menerima beban yang berlebih. Pada penelitian ini kekuatan struktur *lifting lug* dengan sisi panjang pada arah aksial dibandingkan dengan kekuatan arah hoop (*circumferential*). Tabel 3 dan Tabel 4 masing-masing menunjukkan bahwa limit beban adalah 58,5 kN jika sisi panjang lifting lug diorientasikan pada arah aksial dan 61,1 kN jika diorientasikan pada arah hoop.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa maka *lifting lug* pada arah hoop (*circumferential*) yang lebih kuat menahan beban tarik vertical dibandingkan dengan *lifting lug* pada arah aksial.

Tabel 3. Limit beban pada *lifting lug* arah aksial.

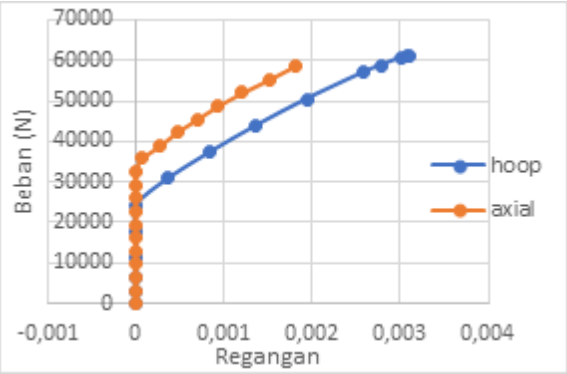
Tekanan	Beban	Load step	Substep
Mpa	F (N)		
19.949	3249.89	1	1
39.897	6499.62	1	2
59.846	9749.51	1	3
79.795	12999.4	1	4
99.744	16249.3	1	5
119.69	19498.7	1	6
139.64	22748.8	1	7
159.59	25998.8	1	8
179.54	29248.9	1	9

199.49	32498.9	1	10
219.44	35749	1	11
239.38	38997.4	1	12
259.33	42247.5	1	13
279.28	45497.5	1	14
299.23	48747.6	1	15
319.18	51997.6	1	16
339.13	55247.7	1	17
359.08	58497.7	1	18
398.97	64996.2	1	999999

Tabel 5. Limit load pada *lifting lug* arah hoop.

Tekanan	Beban	Load Step	Substep
MPa	F (N)		
19.949	3249.89	1	1
39.897	6499.62	1	2
69.821	11374.5	1	3
109.82	17890.8	1	4
149.82	24407.2	1	5
189.82	30923.6	1	6
229.82	37440	1	7
269.82	43956.4	1	8
309.82	50472.8	1	9
349.82	56989.2	1	10
360.88	58791	1	11
371.94	60592.7	1	12
374.55	61017.9	1	13
375.05	61099.4	1	14
398.97	64996.2	1	999999

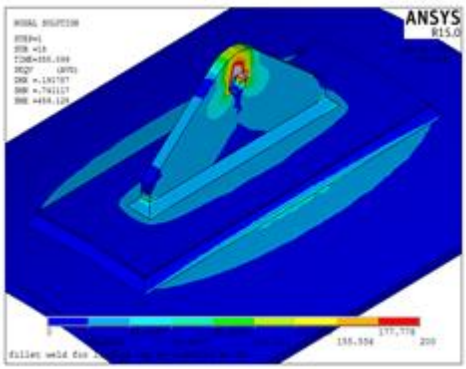
Gambar 9 menunjukkan hubungan beban terhadap perpindahan (regangan) untuk *lifting lug* arah aksial dan hoop ketika diberikan beban tarik vertikal. Pada *lifting lug* arah aksial terjadi deformasi elastis ketika menerima beban sampai dengan 32,5 kN. Deformasi plastis pada *lifting lug* arah aksial terjadi ketika beban menerima 35,7 kN sampai dengan 55,2 kN. Pada *lifting lug* arah hoop terjadi deformasi elastis ketika menerima beban sampai 24,4 kN dan akan mengalami deformasi plastis ketika menerima beban 30.9 kN sampai dengan 61.0 kN.



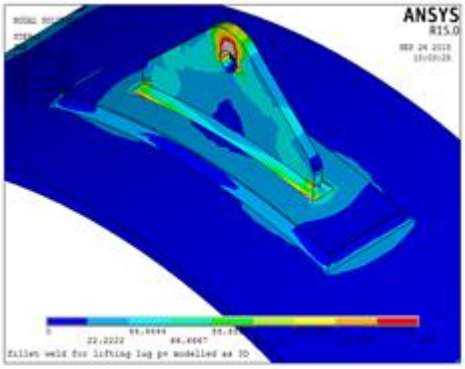
Gambar 9. Hubungan beban vs. regangan pada *lifting lug* dengan beban tarik vertical

Gambar 9 juga menunjukkan titik patah (*fracture*) pada *lifting lug* arah aksial yang lebih kecil dibandingkan dengan titik patah untuk *lifting lug* arah hoop. *Lifting lug* arah aksial mengalami kegagalan pada beban 58.5 kN, sedangkan pada *lifting lug* arah hoop lebih besar yaitu 61.1 kN.

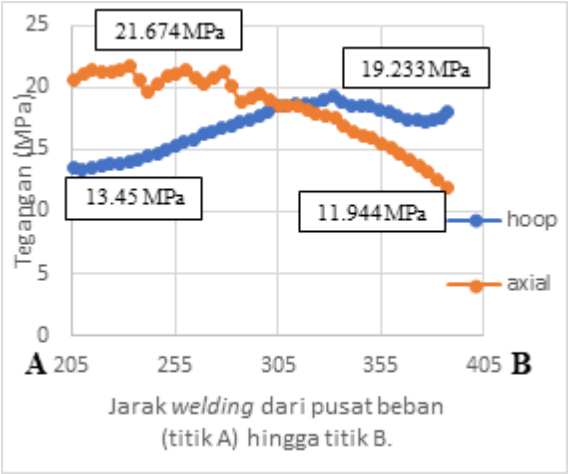
Distribusi tegangan. Gambar 10 menunjukkan kontur stress sepanjang *pad welding* untuk *lifting lug* arah aksial. *Pad welding* adalah las yang berada pada bagian *pad*, yang berfungsi untuk menyambungkan shell bejana tekan dengan bagian *pad*. Gambar 11 menunjukkan kontur stress yang sama pada pad welding untuk lifting lug arah hoop. Perbandingan distribusi stress sepanjang setengah pad welding untuk lifting lug arah aksial dan hoop ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 10. Stress contour plot untuk lifting lug arah aksial



Gambar 11. Stress contour plot untuk lifting lug arah hoop



Gambar 12. Distribusi tegangan *pad welding lifting lug* arah *axial* dan *hoop*.

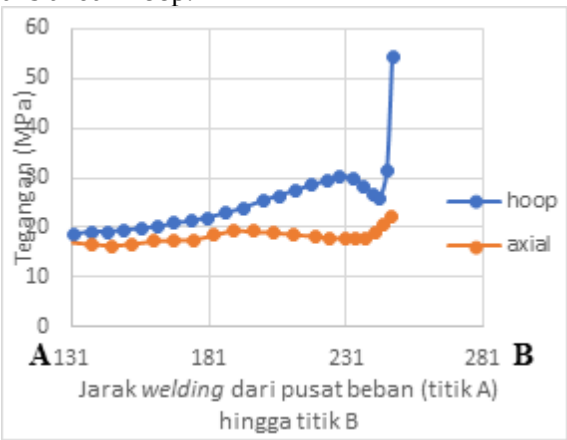
Pada Gambar 12 ditunjukkan distribusi tegangan sepanjang *welding* dari garis kerja beban sampai ke pinggir lasan. Dari Gambar 12 dapat dijelaskan bahwa tegangan terbesar terjadi pada *pad welding* aksial dengan nilai maksimum 21.674 MPa yang terletak pada pertengahan las atau pada garis kerja beban, sedangkan nilai minimum sebesar 11.944 MPa terletak pada ujung sisi las. Gambar 12 juga menunjukkan bahwa tegangan mengalami kenaikan ketika mendekati pusat beban dan memiliki tegangan yang lebih kecil ketika berada pada ujung *welding*.

Sedangkan tegangan pada *pad welding* hoop memiliki nilai maksimum yang lebih kecil yaitu 13.45 MPa pada posisi garis kerja gaya dan memiliki nilai maximum sebesar 19.23 MPa pada titik terjauh dari garis kerja gaya. Dapat dilihat bahwa untuk *lifting lug* arah hoop tegangan makin besar jika posisi makin jauh dari garis kerja gaya dan terkecil pada posisi garis kerja gaya.

Dari Gambar 12 dapat diamati bahwa distribusi stress sepanjang welding lebih merata untuk *pad welding* hoop. Sedangkan untuk *pad welding* aksial terjadi pemusatan tegangan pada posisi garis kerja gaya. Ini menunjukkan bahwa *pad welding* aksial bersifat lebih lemah dibandingkan dengan *pad welding* hoop ketika diberikan gaya tarik vertikal. Dapat dikatakan bahwa *welding* akan lebih kuat menerima beban ketika sisi panjangnya berada pada arah hoop (*circumferential*) dibandingkan pada arah aksial.

Gambar 13 menunjukkan perbandingan distribusi tegangan pada lug welding arah aksial dan hoop. Lug welding adalah bagian las yang berada pada bagian lug, yang berfungsi untuk menyambungkan bagian pad dengan lug baik arah aksial maupun arah hoop. Pada Gambar 13, jarak welding diukur dari garis kerja beban sampai ke pinggir lasan. Pada lug welding tegangan terbesar terjadi pada lifting lug arah hoop, yaitu pada posisi terjauh dari garis kerja gaya, yaitu 106.38 MPa, dan memiliki tegangan yang lebih kecil pada area tengah welding atau pada posisi garis kerja beban yaitu 15.828 MPa. Pada lifting lug arah hoop ini terjadi pemusatan tegangan yang signifikan pada sisi ujung welding.

Pada *lug welding* arah aksial tegangan lebih merata dan tidak terjadi kenaikan tegangan yang besar. Tegangan maksimum pada *lug welding* aksial adalah 21.807 MPa yang berada pada posisi terjauh dari garis kerja gaya, sedangkan untuk minimumnya yaitu 16.497 MPa. Lug *welding* arah aksial dan hoop memiliki tegangan yang besar pada titik terjauh dari garis kerja gaya, sehingga pada titik tersebut terjadi kegagalan pada *lifting lug* arah aksial dan hoop.



Gambar 13. Distribusi tegangan pad welding lifting lug arah axial dan hoop.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa limit beban pada lifting lug arah hoop lebih besar dari pada limit beban lifting lug arah aksial. Nilai tegangan juga lebih kecil jika lifting lug diorientasikan pada arah hoop, sehingga dapat disimpulkan lifting lug akan lebih kuat ketika sisi panjang *lug* berada pada arah hoop (*circumferential*)

Referensi

[1] ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1, 2010, Rule for Construction of Pressure Vessel. ASME, New York.

[2] Flugge, W., 1973, Stresses in Shells. Springer-Verlag, New York.

[3] Rizal, Handayanu dan Soedjono J.J., 2013, Studi Analisis Lifting dan Design Padeye pada Pengangkatan Deck Jacket Wellhead Tripod Platform Menggunakan Floating Crane Barge. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, hal. 1-6, Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

[4] Moaveni, S., 1999, Finite Element Analysis, Theory and Application with ANSYS. Minnesota State University.

[5] ANSYS Inc. ANSYS help. Theory Reference

9% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 9% Internet database
- Crossref database
- 3% Submitted Works database
- 2% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	media.neliti.com Internet	2%
2	adoc.pub Internet	1%
3	123dok.com Internet	1%
4	idoc.pub Internet	<1%
5	Politeknik Negeri Bandung on 2018-07-14 Submitted works	<1%
6	es.scribd.com Internet	<1%
7	scielo.br Internet	<1%
8	academic-accelerator.com Internet	<1%

9	docplayer.info Internet	<1%
10	jurnal.untad.ac.id Internet	<1%
11	repository.its.ac.id Internet	<1%
12	text-id.123dok.com Internet	<1%
13	Sriwijaya University on 2020-12-03 Submitted works	<1%
14	nihonproduct.com Internet	<1%

Excluded from Similarity Report

- Manually excluded sources
- Manually excluded text blocks

EXCLUDED SOURCES

prosiding.bkstm.org Internet	86%
digilib.unila.ac.id Internet	27%
repository.lppm.unila.ac.id Internet	9%

EXCLUDED TEXT BLOCKS

A., dkk. / Prosiding SNTTM XVIII, 9-10 Oktober 2019

Universitas Gunadarma on 2020-07-06

Asnawi Lubis2,* dan Jamiatul Akmal2

adoc.pub

Corresponding author: asnawi.lubis@eng.unila.ac.id

Asnawi Lubis, Ahmad Su'udi. "Ring stability of underground toroidal tanks", AIP Publishing, 2017

Pressure vessel is a closed container used

digilib.unila.ac.id

1] ASME Boiler and Pressure Vessel CodeSection VIII Division 1

www.federalregister.gov

NewYork.[2] Flugge, W., 1973, Stresses in Shells. Springer

A. de Leo, A. Contento, A. Di Egidio. "Mono-dimensional formulation of axial-symmetric spherical shells and ...

Rizal, Handayanu dan Soedjono J.J., 2013,Studi Analisis Lifting dan Design Padey...

digilib.unila.ac.id

1-6,Teknik Kelautan, Fakultas TeknologiKelautan, Institut Teknologi SepuluhNope...

digilib.unila.ac.id

Moaveni, S., 1999, Finite Element Analysis,Theory and Application with ANSYS.Min...

digilib.unila.ac.id

was conducted to comparethe limit

digilib.unila.ac.id

The material used

digilib.unila.ac.id