



Analisis Pengaruh Anti Kavitas Terhadap Kavitas Pada *Sea Chest Valve* Di Kapal

Fatih Izzudin Daffa^a, Fathin Muhammad Mahdhudhu^{a,*}

^aTeknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia

Abstract

Cavitation in valves is a common phenomenon in ship environments that can cause damage to piping systems and related components. Ship owners often take this cavitation problem lightly, so that valves often do not operate properly due to cavitation. This study aims to analyze the effect of using anti-cavitation technology on the cavitation phenomenon in Sea Chest Valves. The methods used include collecting field data from ships that operate routinely, as well as simulations using Valvstream software to determine the effectiveness of adding anti-cavitation trim. This study aims to analyze the effectiveness of anti-cavitation trim on Sea Chest Valves with variations in pressure, temperature, sound level, and viscosity and to create a prototype valve with anti-cavitation trim installed. Simulation analysis shows that pressure drop, temperature increase, high sound level and high viscosity as indicators of cavitation can be reduced by adding anti-cavitation. This study contributes to understanding the cavitation mechanism in Sea Chest Valve applications on ships and provides recommendations for the development of anti-cavitation technology in the future. The practical implications of this study are the potential to improve the reliability and service life of piping systems on ships, as well as reduce the occurrence of cavitation.

Keywords: Cavitation, Anti Cavitation, Valve, Ship..

Abstrak

Kavitas pada *valve* merupakan fenomena yang sering terjadi di lingkungan kapal yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem perpipaan dan komponen terkait. Para *owner* kapal kerap menganggap sepele permasalahan kavitas ini sehingga *valve* kerap tidak beroperasi dengan baik karena terjadinya kavitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan teknologi anti kavitas terhadap fenomena kavitas pada *Sea Chest Valve*. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data lapangan dari kapal yang beroperasi secara rutin, serta simulasi menggunakan *software Valvstream* untuk mengetahui efektivitas penambahan *trim* anti kavitas. Studi ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *Trim* anti kavitas pada *Sea Chest Valve* dengan variasi *pressure, temperature, sound level*, dan *viscosity* serta membuat *prototype valve* yang terpasang *trim* anti kavitas. Analisis simulasi menunjukkan bahwa penurunan tekanan, kenaikan *temperature, sound level* yang tinggi dan *viscosity* yang tinggi sebagai indikator terjadinya kavitas dapat berkurang dengan ditambahkan nya anti kavitas. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami mekanisme kavitas pada aplikasi *Sea Chest Valve* di kapal serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan teknologi anti kavitas di masa depan. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah potensi untuk meningkatkan keandalan dan masa pakai sistem perpipaan pada kapal, serta mengurangi terjadinya kavitas.

Kata kunci: Anti kavitas, Kavitas, Valve, Kapal.

1. Pendahuluan

Valve merupakan suatu alat yang sangat penting di kapal, baik dalam sistem dan operasional kapal itu sendiri. *Valve* di kapal berguna untuk mengalirkan aliran *fluida*, seperti sistem bahan bakar, pendingin mesin dan sistem hidrolik. Kerusakan pada *valve* merupakan hal yang harus di perhatikan untuk ketahanan *valve* agar *valve* tersebut bertahan dalam jangka waktu yang lama. Kavitas merupakan salah satu penyebab kerusakan pada *valve*. Kavitas dapat mengakibatkan kebisingan yang menyebabkan getaran yang tidak diinginkan, kerusakan erosi dan penurunan kinerja katup (Tullis and Tullis Engineering Consultants (Institucion/Organizacion), 1993). Jadi kavitas merupakan salah satu masalah besar dalam *valve* yang bisa menyebabkan kerusakan yang cukup berat untuk *valve*.

* Email Penulis Koresponden:

Untuk mengurangi terjadinya kavitasi, rangkaian silinder berlubang pelat yang disebut *trim* anti kavitasi dipasang di sekitar *plug*. Dengan adanya *trim* ini mencegah jatuhnya cairan secara tiba-tiba tekanan ke titik yang lebih rendah dari *vapor pressure*. Oleh karena itu, kavitasi tertunda, dan pada laju aliran tinggi terjadinya kavitasi tidak dapat dihindari, intensitas dan tingkat kavitasi berkurang (Yaghoubi, Madani and Alizadeh, 2018).

Dalam mengurangi kavitasi harus di tambahkan sebuah komponen yang disebut dengan *trim anti cavitation* agar *valve* bisa bertahan lama dan mengurangi terjadinya kavitasi. Dikarenakan *valve* ini hampir di gunakan pada seluruh sistem di kapal apabila terjadi kerusakan pada *valve* akan sangat berpengaruh untuk kinerja suatu sistem yang menggunakan *valve* didalamnya. Oleh karena itu penambahan *trim* anti kavitasi sangat berguna untuk mengurangi terjadinya kavitasi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. ASME

American Society Of Mechanical Engineer (ASME) adalah sebuah organisasi profesional nirlaba Amerika yang mempromosikan kemajuan teknik mesin dan disiplin terkait yang menghasilkan aturan baku untuk mesin. ASME B16.5 membahas tentang *Valve s - Flanged, Threaded and Welding Ends*. Di dalam aturan ASME ini terdapat standart mengenai uji tekanan diferensial pada proses maksimal penurunan tekanan tidak melebihi tekanan operasi maksimum.

2.2. Globe Valve

Globe Valve digunakan untuk mengatur besar kecilnya laju aliran fluida dalam pipa (Throttling). Prinsip dasar dari operasi *globe valve* adalah *linier* tegak lurus *disk* dariudukannya (Company *et al.*, 2019).

2.3. Material

Carbon steel adalah campuran dari besi dan karbon. Kandungannya yaitu karbon hingga 2,06%, mangan hingga 1,65%, dan silikon hingga 0,5%. Dari hasil uji coba pada jurnal Hattori and Kitagawa (2010), *carbon steel* ketahanannya lebih kuat dibandingkan dengan material *aluminium alloy* pada kekerasan yang sama.

2.4. Kavitasi

Kavitasi adalah proses penguapan dan kondensasi cairan yang cepat dan kavitasi merupakan salah satu penyebab kerusakan pada *valve* yang sering terjadi. Adapun rumus dari *Cavitation Index* sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{p_u - p_v}{p_u - p_d} \quad (1)$$

2.5. Trim

Trim adalah komponen *internal valve* yang berhubungan dengan cairan atau gas yang sedang dikendalikan. Ini termasuk cakram *valve*, dudukan, dan batang, dan bertanggung jawab untuk mengatur aliran material. *Trim* sendiri memiliki karakteristik (*linear dan equal percentage*).

2.6. Valvstream

Valvstream merupakan suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mensizing suatu *valve* pada *valvstream* diperlukan data proses dalam penggunaannya berfungsi juga untuk *drawing* 2D dan juga sudah bisa mendeteksi masalah-masalah pada *valve* berserta solusinya.

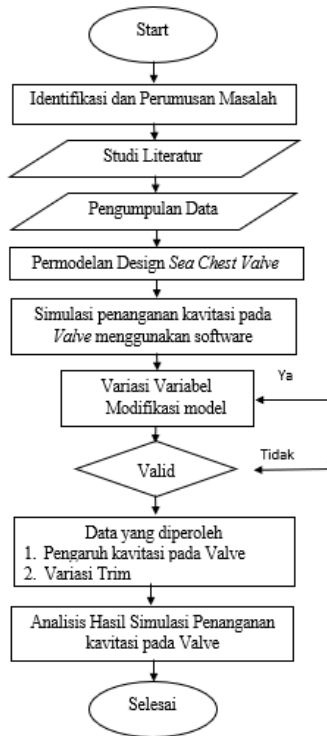
2.7. Trim Anti Kavitasi

Trim anti kavitasi menyebabkan penurunan tekanan multi-tahap di dalam aliran dan mencegah jatuhnya cairan secara tiba-tiba dari tekanan tinggi ke titik yang lebih rendah dari uap jenuhnya tekanan.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Diagram Alir

Diagram alir menjelaskan mengenai tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan diagram alir pada penelitian ini.



Gambar 1 Diagram Alir

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari suatu penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, dan digunakan sebagai tambahan informasi guna memudahkan penelitian

3.3. Studi Liiteratur

Studi literatur merupakan tahap awal sebelum melakukan penelitian untuk mencari sumber – sumber referensi dari buku, jurnal, paper, dan dari sumber lainnya yang telah diakui.

3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara mengolah data yang didapatkan dari data *valve* yang saya dapat dari kapal Kirana Dwitya dan dimasukkan ke dalam *valvstream* untuk diolah dipasangkan anti *trim* kavitasi agar mengetahui apakah efisien atau tidak.

3.5. Ship Particular Kirana Dwitya

Tabel 1 Ship Particular Kirana Dwitya

Ship Name	Kirana Dwitya
IMO Number	9279666
Type Of Ship	Oil Carrier
Tonnage Gross	13,35 [ton]
Deadweight	18,773 [ton]
Draught	7,022 [m]
LOA	160 [m]
LPP	152 [m]
Beam	27,9 [m]
Height	11,2 [m]

3.6. Data Proses *Sea Chest Valve* Kirana Dwitya

Tabel 2 Data Proses *Sea Chest Valve* Kirana Dwitya

Fluid	Process Water
Vapor Pressure	0,64 [kg/cm ²]
Viscosity	0,321 [cP]
Flow Rate	43134 [kg/h]
Temperature	87,3 [C]
Inlet Pressure	38,4 [kg/cm ² g]
Pressure Drop	29,3 [kg/cm ²]

3.7. Temperature dan Pressure

Temperature dan *Pressure* sangat berpengaruh terhadap terjadinya kavitasi. Apabila *temperature* naik, maka *pressure* juga harus naik untuk menjaga air dalam bentuk *liquid* dan tidak berubah menjadi uap.

3.8. Validasi

Validasi dilakukan dengan cara membandingkan data *temperature* yang diambil di kapal dengan menggunakan *thermogun* pada kondisi minimum normal dan *maximum* dengan cara saat *valve* dinyalakan *thermogun*. Setelah itu, dilakukan perhitungan *mean deviation*.

$$MD = \frac{1}{N} \sum_{1}^N \left| (dpre - dexp) \frac{100}{dexp} \right| \quad (2)$$

Didapatkan hasil dari *mean deviation* data lapangan dan data simulasi sebagai berikut.

Tabel 3 Data Validasi dan Data Simulasi *Valvstream Mean Devitation*

Temperature		Nilai MD
Sizing Valvstream	Data Lapangan	
82	84,5	3%
87,3	88,6	1%
90,5	95,5	5%

3.9. Variasi

Variasi dilakukan setelah didapatkan data proses yang sesuai dari perusahaan, selanjutnya adalah penggunaan variasi *trim*. Modifikasi model *trim* dilakukan dengan menggunakan *software valvstream*.

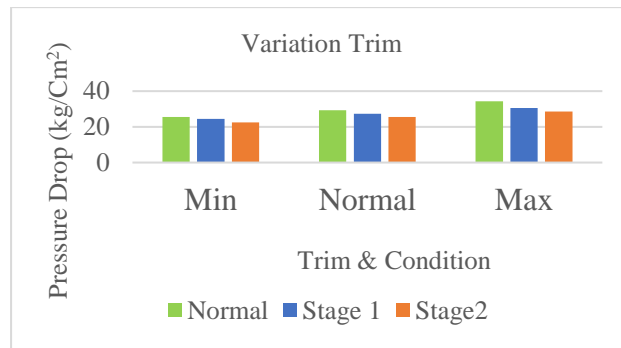
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pressure Drop

Pengaruh *pressure drop* terhadap *valve* sangat signifikan, seperti pengurangan tekanan pada *valve*, peningkatan aliran dan penyebab terjadinya kavitasi apabila *pressure drop* memiliki nilai yang tinggi.

Tabel 4 Hasil Data Variasi Pressure Drop

Trim	Condition [kg/cm ²]			Trim
	Min	Normal	Max	
Normal	25,5	29,3	34,4	Normal
Stage 1	24,5	27,4	30,5	Stage 1
Stage2	22,5	25,6	28,5	Stage2



Gambar 2 Grafik Variasi Pressure Drop

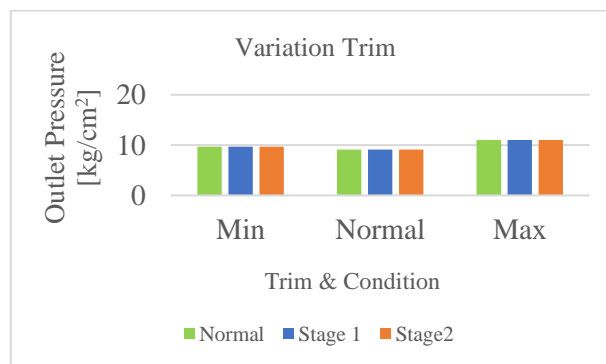
Pressure drop saat ditambahkan trim anti kavitasi stage 1 dan 2 menurun sehingga untuk terjadinya kavitasi berkurang.

4.2. Outlet Pressure

Outlet pressure adalah tekanan fluida yang ada di ujung keluar suatu sistem atau perangkat. Mengacu pada tekanan yang dialami oleh fluida setelah melewati semua komponen sistem.

Tabel 5 Hasil Data Variasi Outlet Pressure

Trim	Condition [kg/cm ²]		
	Min	Normal	Min
Normal	9,7	9,1	11
Stage 1	9,7	9,1	11
Stage2	9,7	9,1	11



Gambar 3 Grafik Variasi Outlet Pressure

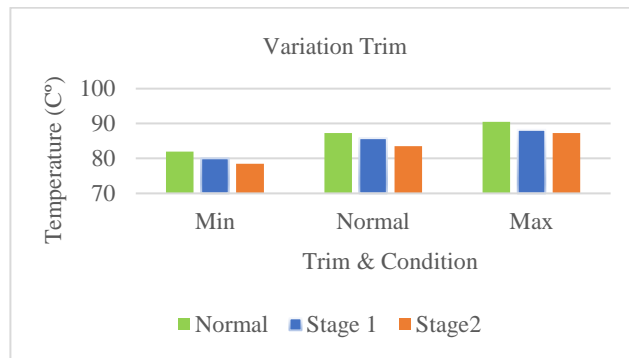
Outlet pressure yang stabil menandakan bahwa tekanan fluida disekitar outlet stabil tidak terjadi penurunan. Outlet pressure yang tidak menurun dapat mengurangi terjadinya kavitasi (Ganz, 2012).

4.3. Temperature

Temperature memiliki pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya kavitasi dalam sistem fluida. Pada umumnya, risiko terjadinya kavitasi cenderung lebih tinggi pada temperature tinggi.

Tabel 6 Hasil Data Variasi Temperature

Trim	Condition [C°]		
	Min	Normal	Max
Normal	82	87,3	90,5
Stage 1	80	85,8	88,2
Stage2	78,5	83,5	87,3



Gambar 4 Grafik Variasi Temperature

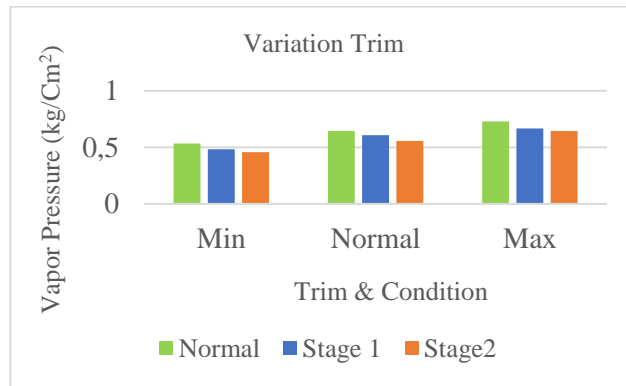
Dapat temperature dari kondisi minimum normal dan maximum temperature-nya menurun. Temperature menurun disebabkan oleh pressure drop yang menurun karena terjadi reduksi pada tekanan. Temperature yang menurun dapat mengurangi terjadinya kavitasi (Ganz, 2012).

4.4. Vapor Pressure

Vapor pressure adalah tekanan dimana zat cair dan fase uapnya berada dalam kesetimbangan dinamis pada suhu tertentu. Semakin tinggi vapor pressure, semakin rendah tekanan yang diperlukan untuk menginduksi kavitasi.

Tabel 7 Data Engine Emission

Trim	Condition [kg/cm ²]		
	Min	Normal	Max
Normal	0,5329	0,6453	0,7293
Stage 1	0,4834	0,6088	0,6681
Stage2	0,4584	0,5561	0,6453



Gambar 5 Grafik Variasi Vapor Pressure

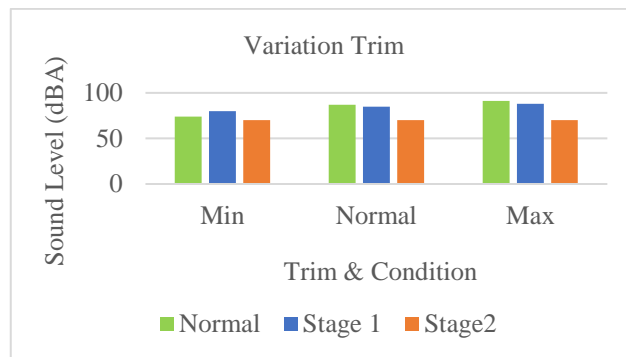
Vapor pressure menurun dan disebabkan karena temperature menurun. Vapor pressure yang menurun menandakan bahwa fluida menguap lebih lambat sehingga mengurangi terjadinya kavitasi. Vapor pressure yang tinggi menyebabkan terjadinya kavitasi karena apabila pressure turun dan melebihi batas vapor pressure maka akan terjadi penguapan (Ganz, 2012).

4.5. Sound Level

Sound level pada valve mengacu pada tingkat kebisingan atau suara yang dihasilkan oleh valve selama operasinya.

Tabel 8 Data Hasil Variasi Sound Level

Trim	Condition [dBA]		
	Min	Normal	Max
Normal	74	87	91
Stage 1	80	85	88
Stage 2	70	70	70



Gambar 6 Grafik Variasi Sound Level

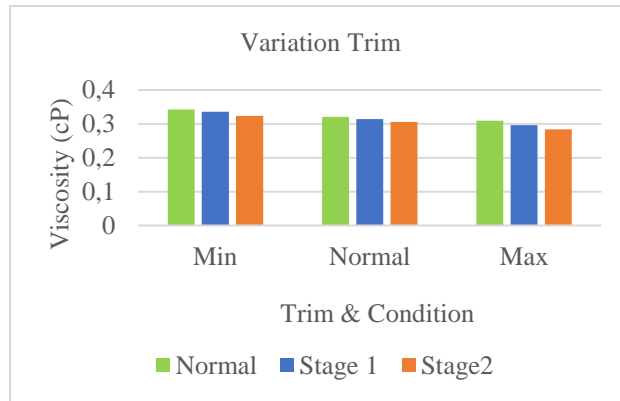
Dampak dari sound level yang menurun yaitu kestabilan pada flow rate dan getaran yang menurun sehingga dapat mengurangi penyebab terjadinya kavitasi. Sound level yang menurun menandakan pengurangan terjadinya kavitasi (Varga and Sebestyén, 1966).

4.6. *Viscosity*

Viscosity adalah sifat fisik dari suatu *fluida* yang menggambarkan seberapa *resistance* atau kental *fluida* tersebut terhadap aliran.

Tabel 9 Hasil Data Variasi *Viscosity*

Trim	Condition [cP]		
	Min	Normal	Max
Normal	0,3421	0,321	0,3093
Stage 1	0,3360	0,3142	0,2957
Stage2	0,3234	0,3058	0,284



Gambar 7 Grafik Variasi *Viscosity*

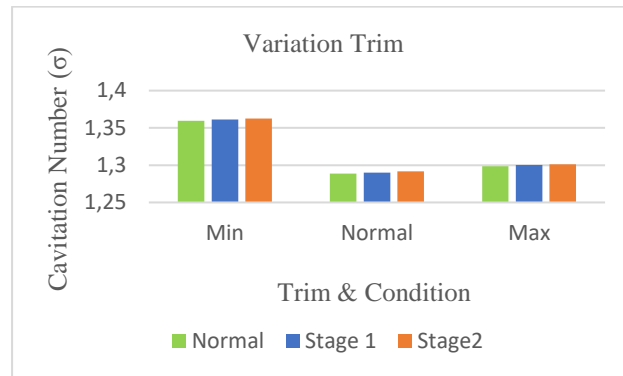
Cairan dengan *viscosity* tinggi cenderung lebih resisten terhadap kavitasi dibandingkan dengan cairan dengan *viscosity* rendah. Penurunan *viscosity* dapat menyebabkan penurunan terjadinya kavitasi (Nazari-Mahroo *et al.*, 2018).

4.7. *Cavitation Number*

Cavitation number atau bilangan kavitasi adalah sebuah angka tanpa satuan yang digunakan dalam dunia teknik *fluida* untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya kavitasi dalam aliran *fluida* tertentu.

Tabel 10 Data Hasil Variasi *Cavitation Number*

Trim	Cavitation Number (σ)		
	Min	Normal	Max
Normal	1,35949	1,28856	1,29857
Stage 1	1,36144	1,2898	1,30035
Stage2	1,36256	1,2916	1,30101



Gambar 8 Grafik Variasi Cavitation Number

Cavitation number saat ditambahkan *trim* anti kavitasi *stage 1* dan *2* bertambah sehingga untuk terjadinya kavitasi berkurang. Peningkatan *cavitation number* mengindikasikan bahwa aliran fluida lebih stabil dan lebih kecil kemungkinannya untuk terjadi kavitasi.

5. Kesimpulan

1. Pengaruh tekanan terhadap kavitasi sangat berpengaruh besar, karena apabila tekanan turun secara signifikan akan terjadi kavitasi. Dalam penelitian ini tekanan yang masuk dan keluar konstan.
2. *Temperature* merupakan salah satu *variable* penting untuk terjadinya kavitasi. *Temperature* yang naik dapat menyebabkan kavitasi karena dampak dari *temperature* yang naik dapat menyebabkan terjadinya penguapan. Dalam penelitian ini *temperature* menurun.
3. *Sound Level* terhadap kavitasi juga sangat berpengaruh, karena semakin tinggi *sound level* cenderung kemungkinan terjadinya kavitasi sangat besar. Dalam penelitian ini saat dipasang anti kavitasi, *sound level* menurun.
4. *Viscosity* salah satu *variable* penting untuk terjadinya kavitasi. *Viscosity* yang naik dapat menyebabkan terjadinya kavitasi. Dalam penelitian ini *viscosity* menurun.
5. Dalam penelitian ini terbukti bahwa anti kavitasi sangat efektif untuk mengurangi terjadinya kavitasi dan operasional *valve* yang baik.

Referensi

- Bhattacharyya, S., Parkin, D. and Pearce, K. (2019) 'What is a valve clinic?', *Echo Research and Practice*, 6(4), pp. T7–T13. doi: 10.1530/ERP-18-0086.
- Carlson, B. (2001) 'Avoiding cavitation in control valves', *ASHRAE Journal*.
- Company, B. H. et al. (2019) 'Valves, Actuators & Accessories'.
- Ganz, S. (2012) 'Cavitation : Causes , Effects , Mitigation and Application by'.
- Hattori, S. and Kitagawa, T. (2010) 'Analysis of cavitation erosion resistance of cast iron and nonferrous metals based on database and comparison with carbon steel data', *Wear*, 269(5–6), pp. 443–448. doi: 10.1016/j.wear.2010.04.031.
- Liu, X. et al. (2020) 'Influence of inlet pressure on cavitation characteristics in regulating valve', *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 14(1), pp. 299–310. doi: 10.1080/19942060.2020.1711811.
- Nazari-Mahroo, H. et al. (2018) 'How important is the liquid bulk viscosity effect on the dynamics of a single cavitation bubble?', *Ultrasonics Sonochemistry*, 49, pp. 47–52. doi: 10.1016/j.ulsonch.2018.07.013.
- Ouyang, T. et al. (2019) 'Modeling and optimization of a combined cooling, cascaded power and flue gas purification system in marine diesel engines', *Energy Conversion and Management*, 200(July). doi: 10.1016/j.enconman.2019.112102.
- Paper, W. (no date) 'White Paper Cavitation in Valves'.
- Perić, M. (2022) 'Prediction of Cavitation on Ships', *Brodogradnja*, 73(3), pp. 39–58. doi: 10.21278/brod73303.
- Qian, J. yuan et al. (2016) 'Numerical analysis of flow and cavitation characteristics in a pilot-control globe valve with different valve core displacements', *Journal of Zhejiang University: Science A*, 17(1), pp. 54–64. doi: 10.1631/jzus.A1500228.

- Stares, J. A. and Engineer-masoneilan, C. (2007) 'Control Valve Cavitation, Damage Control', (February), pp. 1-10. Dresser-Masoneilan.
- Tullis, J. P. and Tullis Engineering Consultants (Institucion/Organizacion) (1993) 'Cavitation Guide for Control Valves', pp. 1–46. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cavitation-guide-for-control-valves-Tullis/d820aff65afe3ace5df6ec5db3082d1a885b3068>.
- Varga, J. and Sebestyén, G. (1966) 'Experimental investigation of cavitation noise', *La Houille Blanche*, 52(8), pp. 905–910. doi: 10.1051/lhb/1966057.
- Yaghoubi, H., Madani, S. A. H. and Alizadeh, M. (2018) 'Numerical study on cavitation in a globe control valve with different numbers of anti-cavitation trims', *Journal of Central South University*, 25(11), pp. 2677–2687. doi: 10.1007/s11771-018-3945-y.