PENGARUH DIAMETER ORIFICE TERHADAP PEMBENTUKAN BUBBLE DALAM PROSES KAVITASI HYDRODINAMIK

ABSTRAK

Kavitasi adalah proses transisi (perubahan) fasa yang terjadi akibat kenaikan kecepatan dan penurunan tekanan sampai dibawah tekanan uap jenuh. Kavitasi dapat terjadi apabila aliran melalui saluran yang mengalami penyempitan misalnya pada katup atau *orifice*. Faktor yang mempengaruhi proses kavitasi dan pembentukan *bubble* pada *orifice* adalah diameter lubang *orifice*. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati terjadinya kavitasi pada *orifice* dengan diameter lubang yang bervariasi yaitu 5 mm, 7,5 mm dan 10 mm, dimana ratio diameter lubang *orifice* terhadap diameter pipa adalah 0,2, 0,4 dan 0,5. Untuk *orifice* dengan diameter 5 mm, *bubble* dari proses kavitasi sudah dapat diamati pada kecepatan aliran air 6,1 m/menit dan tekanan statis sebelum *orifice* 0,4 bar. Sedangkan diameter 7,5 mm, *bubble* dapat diamati pada kecepatan aliran 10,3 m/menit dengan tekanan statis 0.2 bar, kemudian pada diameter 10 mm *bubble* mulai dapat diamati pada kecepatan aliran 12,3 m/menit dengan tekanan 0,3 bar sebelum melewati *orifice*.

Kata kunci *: Orifice, Bubble,* Kavitasi

ABSTRACT

Cavitation is a phase transition (phase change) process that occurs due to an increase in velocity and a decrease in pressure until the saturated vapor pressure. Cavitation can occur through a narrowed flow such as a valve or a hole. The factor that influences the cavitation process and the order of the bubble in the orifice is the diameter of the orifice hole. This study aims to investigate cavitation in holes with varying hole diameters, namely 5 mm, 7.5 mm and 10 mm, where the ratio of the diameter of the orifice to the pipe diameter is 0.2, 0.4 and 0.5. For orifices with a diameter of 5 mm, bubbles from the cavitation process can be observed at an water flow rate of 6.1 m / min and a static pressure prior to the orifice 0.4 bar. While the diameter is 7.5 mm, the bubble can be observed at a flow rate of 10.3 m / minute with a static pressure of 0.2 bar, then at a diameter of 10 mm, the bubble can be observed at a flow rate of 12.3 m / minute with a pressure of 0. 3 bars before passing the orifice.

Keyword*: Orifice, Bubble, Cavitation*

PENDAHULUAN

Kavitasi adalah proses penguapan karena tekanan fluida turun sampai di bawah tekanan penguapannya. Kavitasi adalah proses transisi (perubahan) fasa yang terjadi akibat kenaikan kecepatan dan penurunan tekanan sampai ketingkat tekanan uap jenuh. Kavitasi ditandai dengan terbentuknya gelembung (*bubble*) kavitasi yang berisi dengan uap jenuh. Setelah aliran gelembung itu masuk ke daerah bertekanan lebih tinggi maka *bubble* akan pecah (*collapse*) dengan hebat. Proses pecahnya gelembung kavitasi adalah fenomena yang sangat cepat disertai dengan pancaran gelombang tekanan (*shock wave*) dan dapat menghasilkan *micro jet*. Peristiwa pecahnya gelembung dapat menghasilkan temperatur yang sangat tinggi.

Salah satu cara untuk menghasilkan kavitasi adalah dengan menggunakan *orifice*. Terjadinya kavitasi pada *orifice* karena kecepatan fluida meningkat ketika melewati penyempitan geometri

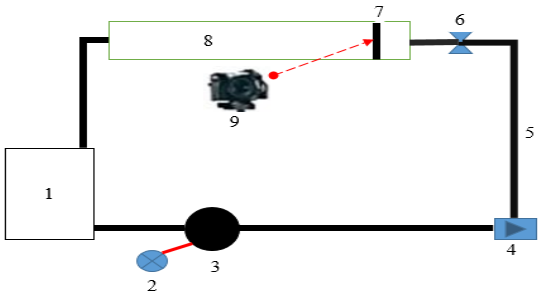
pada lubang *orifice*. Kenaikan kecepatan lokal tersebut menyebabkan tekanan fluida turun sampai dibawah tekanan uap jenuh sehingga menyebabkan terjadinya penguapan atau kavitasi yang ditandai pembentukan gelembung (*bubble*). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya kavitasi pada *orifice* yaitu diameter *orifice*, bentuk geometri *orifice*, dan kecepatan aliran [1].

Kavitasi dapat pula terjadi pada sistem pipa dimana pada sistem pipa terdapat bagian-bagian seperti katup, *orifice*, penyempitan ataupun pada sistem pipa yang digunakan untuk memindahkan zat cair ke tempat yang terlalu tinggi (head besar) [2]. Baru-baru ini banyak peneliti telah memfokuskan pada optimasi geometri perangkat kavitasi untuk mendapatkan efek kavitasi tertinggibaik dari segi jumlah terjadinya kavitasi dan penurunan tekanan yang rendah sehingga diperlukan energi yang untuk kecil untuk mendapatkan proses kavitasi hidrodinamik. Dengan tujuan ini berbagai perangkat kavitasi hidrodinamik telah dikembangkan [3].

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka dapat dikemukakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi proses kavitasi adalah diameter lubang *orifice*. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati terjadinya kavitasi pada *orifice* dengan diameter lubang yang berbeda yaitu 5 mm, 7,5 mm, dan 10 mm sedangkan diameter pipa adalah konstan 21 mm dengan ketebalan *orifice* dibuat sama, yaitu 10 cm dan jumlah lubang *orifice* dibuat sama yaitu satu. Terjadinya kavitasi ditentukan dengan mengamati *bubble* yang terbentuk dalam aliran dengan kamera.

METODE

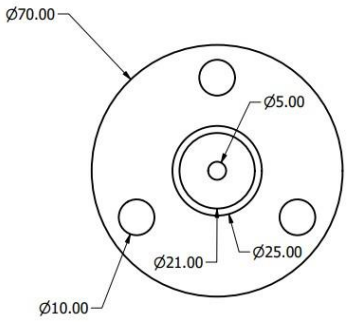
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Instalasi untuk penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Pompa untuk mensirkulasikan aliran air dimana debit aliran divariasikan dengan mengatur putaran pompa dengan *dimmer*. Debit aliran diukur dengan flow meter dan tekanan static sebelum masuk orifice diukur dengan manometer. Sedangkan pada gambar 2 menunjukan model desain orifice.



Gambar 1. Instalasi pengujian kavitasi dengan *orifice*

Keterangan :

1. Tangki air
2. Dimmer
3. Pompa air
4. Flowmeter
5. Pipa
6. Manometer
7. Orifice
8. Tabung acrylic
9. Kamera



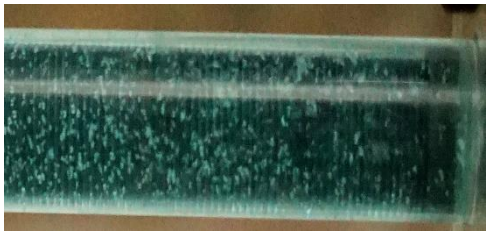
Gambar 2. *Orifice*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran air setelah melewati *orifice* diamati dengan menggunakan kamera dalam bentuk foto untuk mengetahui fenomena yang terjadi. Dengan memvariasikan kecepatan aliran maka pada akhirnya dapat diamati terjadinya *bubbly flow* karena proses kavitasi. Pada gambar 3, 4 dan 5 merupakan contoh visualisasi *bubbly flow* yang dihasilkan oleh *orifice* dengan diameter 5 mm, 7,5 mm, dan 10 mm.



Gambar 3. *Bubbly flow* yang dihasilkan oleh *orifice* berdiameter 5 mm



Gambar 4. *Bubbly flow* yang dihasilkan oleh *orifice* berdiameter 7,5 mm



Gambar 5. Bubbly flow yang dihasilkan oleh *orifice* berdiameter 10 mm

Pada gambar 3, 4 dan 5 bubble yang terbentuk pada kondisi kecepatan aliran 6,1 m/menit, 10,3 m/menit dan 12,3 m/menit. Sedangkan pengukuran tekanan statis dilakukan sebelum melewati orifice yaitu 0,4 bar, 0,2 bar dan 0,3 bar. Kemudian pada kondisi tersebut bubble sudah dapat diamati.

Gambar 3 menunjukan pola aliran yang terjadi pada pipa yang menghasilkan bubble, dengan menggunakan orifice dengan diameter 5 mm dan dari hasil pengamatan menggunakan kamera dapat dilihat bubble yang dihasilkan masih sedikit dan bubble masih terlihat jarang-jarang atau renggang antar bubble.

Gambar 4 menunjukan pola aliran yang terjadi pada pipa dengan menggunakan orifice dengan diameter 7,5 mm dan bubble yang dihasilkan bisa dilihat pada gambar 4 terlihat bubble masih sedikit dan bubble yang dihaslkan masih renggang antar bubble dan berbeda dari gambar 3.

Gambar 5 menunjukan bubble yang dihasilkan dari orifice dengan diamater 10

mm dan bubble yang dihasilkan rapat dan bubble terlihat lebih besar dari gambar 3 dan 4.

Pada kondisi tersebut pola aliran yang terbentuk adalah pola *bubble* yang terjadi sangat bergantung dari kecepatan aliran air dan diameter lubang *orifice*. *Bubble* suatu percikan dari suatu zat dalam zat lain biasanya gas dalam cairan. Akibat efek gelembung mungkin selain itu sering diasumsikan bahwa terjadi pertumbuhan gelembung isotermal hingga radius maksimumnya di mana gelembung tersebut sebagian besar diisi dengan uap dan / atau udara pada kesetimbangan pada suhu[4].

Terjadinya perbedaan pola *bubble* pada setiap variasi *orifice* 5 mm, 7.5 mm dan 10 mm disebabkan karena peningkatan laju aliran air di dalam pipa. Di dalam saluran pipa, terjadi tekanan pada saat aliran air sebelum melewati lubang *orifice*. Semakin kecil lubang *orifice* yang digunakan maka semakin tinggi terjadi pembentukan *bubble* sedangkan penggunaan *orifice* yang berdiameter besar memungkinkan terjadinya bubble sangat kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitan ini dapat disimpulkan:

1. Untuk disetiap variasi *orifice* maka kavitasi terjadi pada kecepatan dan tekanan statis yang berbeda.
2. Pada orifice 5 mm *bubble* dapat diamati dengan kecepatan aliran 6,1 m/menit dan tekanan statis 0,4 bar sebelum melewati *orifice*.
3. Sedangkan orifice 7,5 mm bubble bisa diamati pada kecepatan aliran 10,3 m/menit dengan tekanan statis 0,2 bar.
4. Kemudian pada orifice 10 mm bubble dapat diamati pada kecepatan aliran 12,3 m/menit dengan tekanan statis 0,3 bar sebelum melewati orifice.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rudolf.P, Kubina.D, Kozák.J, Hudec.M, Pochylý.F, Dynamics of the Cavitating Flow Downstream of the Orifice Plate. AIP Conference Proceedings 1889, 020033 (2017); https://doi.org/10.1063/1.5004367.

[2] Gogate PR, Pandit AB. Hydrodynamic cavitation reactors: a state of the art review. Chem Eng. 2001;17:1–85.

[3] S. Manickam, M. Ashokkumar, Cavitation: A Novel EnergyEfficient Technique for the Generation of Nanomaterials, 2014.

[4] Yang Pengze, Robert Handler, David Staack, Prabir Daripa, Andreas Polycarpou (2015). NUMERICAL STUDY OF CAVITATION WITHIN ORIFICE FLOW. MASTER OF SCIENCE Texas A&M University.