Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Tinggi *Reetrance* Terhadap Efek *Water Hammer Pada* Variasi Pembebanan *Disk Valve*

Fatkur Rohman, Dwi Khusna

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email : fatkurrohmancb@gmail.com

ABSTRACT

Water plays a very important role for every living creature in supporting activities in the scope of all activities both for basic needs as well as industry and agriculture, therefore water must be available at any time and wherever in the amount of time, and adequate quality, therefore it is necessary to look for renewable is a hydram pump with the topic of the Water Hammer Effect or water hammer. In the analysis of the effect of the water hammer that occurs aims to determine the pressure that occurs when the water pressure when flowing then closes suddenly on one device called a disk valve or a waste valve that is connected to a 1 inch diameter pipe flow. In testing the effect of the water hammer with a hydram pump system, this is varied by increasing the height of the inlet water head with a variation of the load valve of the given waste in order to find out the pressure of the biggest water hammer effect, which is 344,674,6144 Pa. waste of 200 gr, and the smallest water hammer effect with a value of 293,745,1061 Pa at the height of the inlet water head 3.25 meters with a waste valve load of 100 gr. In this research, it can be concluded that the amount of head inlet water or the height of the water source and the load of the waste valve will affect the pressure effect of the water hammer even greater.

Keywords : *Water Hammer, Waste Valve, High Reservoir.*

ABSTRAK

Air berperan sangat penting bagi setiap makhluk hidup dalam menunjang aktifitas di ruang lingkup dalam kegiatan baik untuk kebutuhan pokok maupun industri dan pertanian, oleh karena itu air harus tersedia kapanpun dan dimanapun dalam jumlah waktu, dan mutu yang memadai, maka dari itu perlu dicari teknologi terbarukan yakni pompa hidram dengan topik Efek Water Hammer. Pada analisa efek water hammer yang terjadi bertujuan untuk mengetahui tekanan yang terjadi ketika tekanan air ketika mengalir kemudian tertutup secara tiba-tiba pada salah satu alat yang dinamakan disk valve atau katup limbah yang tersambung pada aliran pipa berdiameter 1 inch. Pada pengujian efek water hammer dengan sistem alat pompa hidram ini divariasikan dengan penambahan ketinggian head air masuk dengan variasi beban katup limbah yang diberikan guna mengetahui tekanan efek water hammer terbesarnya yakni 344.674,6144 Pa setelah diberikan penambahan head air masuk 4 meter dan penambahan beban pada katup limbah sebesar 200 gr, dan efek water hammer terkecil dengan nilai 293.745,1061 Pa pada ketinggian head air masuk 3,25 meter dengan beban katup limbah sebesar 100 gr. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa besarnya head air masuk atau tinggi sumber air dan beban katup limbah akan mempengaruhi tekanan efek water hammer semakin besar pula.

Kata Kunci : Water Hammer, Katup limbah, Tinggi Tando*n.*

PENDAHULUAN

Air sudah sejak lama dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber pembangkit tenaga mekanis. Dengan hukum fisika, air dengan sendirinya mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang lebih rendah **[1].** Namun kenyataannya permukaan tanah tidak selalu datar atau rata, ada yang bergelombang dan lain sebagainya dan yang permukaan tanahnya lebih tinggi dari sumber air akan lebih sulit untuk mendapatkan pasokan air secara kontinyu **[2].** Namun jumlah air *relative* tetap, sementara kebutuhan air sangat meningkat maka dari ketersedian dan permintaan air perlu dikelola sedemikian rupa, sehingga air dapat disimpan jika berlebihan dan dapat dimanfaatkan saat dibutuhkan **[3].** Untuk menanggulangi masalah penyediaan air terhadap

kebutuhan perindustrian, pertanian, peternakan, perikanan, kebutuhan rumah tangga dan sebagainya dapat menggunakan pompa hidram (*hydraulic ram*) yang sangat sederhana dan murah, baik dalam pembuatan dan juga pemeliharaannya **[4].** Dari berbagai macam situasi, penggunaan pompa hidram memiliki keuntungan dibandingkan dengan pompa jenis lain. Yaitu, tidak membutuhkan bahan bakar, tidak membutuhkan pelumas, bentuknya sederhana, biaya pembuatan dan perawatannya murah **[5].** Pompa hidram (*Hydraulic ram*) merupakan pompa air yang dijalankan dengan tenaga air itu sendiri dengan bekerja seperti transformator hidrolik dimana air yang masuk kedalam pompa mempunyai tekanan dan debit tertentu, menghasilkan air dengan *hydraulic head* yang lebih tinggi namun dengan debit yang lebih kecil **[6].** Pada kondisi seperti inilah pompa hidram menjadi sangat bermanfaat sekali, karena pompa ini tidak membutuhkan sumber daya lain selain energi kinetik dari air yang mengalir itu sendiri.

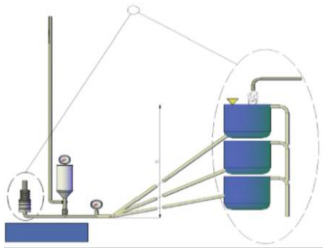
TINJAUAN PUSTAKA

Seiring berkembangnya teknologi terbarukan yang semakin pesat sehingga pada setiap penelitian pasti ingin lebih disempurnakan lagi untuk memudahkan dalam setiap pengerjaan manusia baik dalam sektor industry maupun sektor pertanian. Beberapa referensi penelitian yang menyangkut pada bidang penelitian dilakukan ialah seperti yang dikemukakan oleh **Toto Citramurti, Toni Dwi Putra, dan Ahmad Farid (2015:23)** yang telah meneliti dalam "Pengaruh beban katup buang dibawah 450 gram dengan menggunakan panjang pipa input 4 meter dan ketinggian output 10 meter terhadap kinerja pompa hidram" dan juga **Gatot Prijo Utomo, Supardi, dan Edi Santoso (2015:211)** mengemukakan:"Penelitian ini dikaji untuk mengamati dan menganalisa pengaruh tinggi jatuhan air pada pompa hidram terhadap debit pompa dan tinggi pemompaan dengan perencanaan tinggi air jatuhan dengan ukuran tinggi 2,9 m, 3,2 m, dan 3,5 m" dan selanjutnya **Yosef Agung Cahyanta dan Indrawan Taufik (2008:93)** mengemukakan:"Percobaan dilakukan dengan variasi beban katup limbah pompa sebesar 410, 450, 490, 540, 580, dan 630 gram. *Head* pemompaan divariasikan dengan mengatur bukaan kran pada pipa hantar sebesar 90º, 60º, dan 30º"

METODE

Penelitian pompa hidram dilakukan pada 3 metode yakni menambah pemberat pada katup *disk valve* dengan memberikan pemberat yang berbeda yakni 100 gr, 150 gr, dan 200 gr, serta mempertahankan sumber air tandon atau *head* air masuk pada permukaan airnya agar tekananya tetap stabil dan kosntan. Menambah jarak tinggi tandon atau sumber air dengan memberikan variasi yang berbeda yakni 3,25 meter, 3,5 meter, dan 4 meter, serta mempertahankan sumber air tandon atau *head* air masuk pada permukaan airnya agar tekananya tetap stabil dan konstan. Dari kedua *variable* tersebut kemudian dikombinasikan dalam tiap pengambilan data yang berlangsung.

Dua Variabel Yang Diamati
Pembebanan Disk Valve Dan Tinggi Tandon



Gambar 1. Desain alat pompa hidram

Tabel 1. Spesifikasi Alat Hidram

Alat	Jumlah	Dimensi
Diameter Pipa	1	1 *inchi*
Panjang Pipa	1	6 *meter*
Sudut *elbow*	1	90°
Radius *Bending Pipe*	2	31°
Globe valve	1	1 *inchi*
Diameter *Disk valve*	1	2 *inchi*

Pada gambar 1 menunjukkan dimensi total dari alat pompa hidram serta alat ukur yang digunakan dengan menampilkan keduda *variable* yang akan diamati untuk mengetahui pengaruh tekanan efek *water hammer*nya.

Pada penelitian aktual di fokuskan dengan pengambilan data pada tekanan *pressure gauge* yang terjadi, pengukuran tinggi *V-notch*, dan jumlah ketukan katup disk dalam tiap satu menit untuk digunakan parameter perhitungan dan perbandingan dengan perhitungan secara teortis pada variasi tinggi *head* air masuk terhadap beban pada katup *disk*. Dari *variable* yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Penelitian Aktual

Tinggi Tandon/	Tekanan *Water Hammer* Aktual (Pa)		
Head Air Masuk	100 gr	150 gr	200 gr
3,25 m	70000	110000	120000
3,5 m	90000	130000	150000
4 m	100000	180000	200000
Tinggi Tandon/	Jumlah Ketukan / Menit		
Head Air Masuk	100 gr	150 gr	200 gr
3,25 m	72	100	102
3,5 m	120	126	130
4 m	160	164	176
Tinggi Tandon/	Tinggi *V-notch*(cm)		
Head Air Masuk	100 gr	150 gr	200 gr
3,25 m	1,5	1,7	1,8
3,5 m	1,6	2	2,3
4 m	2	2,4	2,5

Dari beberapa rumus persamaan untuk perhitungan *water hammer* sebagai berikut:

$$Pwh = \rho.V.C \quad .....(1)$$

Dimana (V) dari kecepatan sendiri diambil dari persamaan rumus sebagai berikut:

$$Q_L = \frac{8}{15} . \sqrt{2 . g} . Cd .\tan(\frac{\theta}{2}) . H^{5/2} \quad .....(2)$$

Sehingga:

$$V = \frac{QL}{A} = \frac{QL}{\frac{\pi}{4}. D^2} \quad .....(3)$$

Dan (C) adalah kecepatan rambat aliran air yang diambil dari persamaan rumus sebagai beikut:

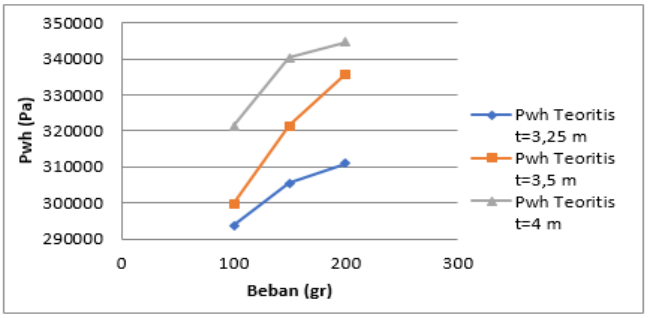
$$C = \sqrt{\frac{Ev}{\rho \times \left(\frac{1+}{\frac{D}{tp}}\right) x \frac{Ev}{E}}} t \quad .....(4)$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efek *Water Hammer* Secara Teoritis

Tinggi Tandon/	Tekanan *Water Hammer* Teoritis (Pa)		
Head Air Masuk	100 gr	150 gr	200 gr
3,25 m	293745,1061	305481,2704	310995,6896
3,5 m	299739,2596	321422,6404	335795,5128
4 m	321422,6404	340298,625	344674,6144

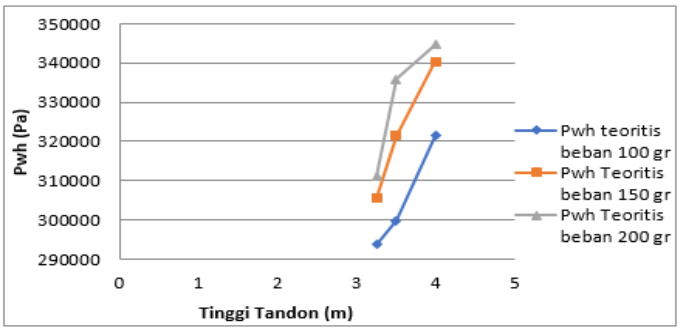
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil perhitungan teoritis dengan pegambilan data secara langsung terdapat perbedaan dari tekanan efek *water hammer* yang di hasilkan, hal ini dikarenakan adanya *head losses* yang diabaikan pada pengambilan data langsung secara aktual dibandingkan adanya penambahan perhitungan kerugian-kerugian atau *head losses* baik *minor* maupun *mayor* yang dihitung dalam perhitungan teorits dengan hasil perbedaan mencapai 30%. Pada perhitungan *head losses* total menunjukkan besar *head losses* yang dihasilkan dari variasi tinggi *head* air masuk dengan variasi beban pada *disk valve* berbeda dengan besar *head losses* total 0,27 meter pada ketinggian *head* air 3,25 meter dan beban terbesar 200 gr. Sedangkan pada tinggi maksimal *head* air masuk sendiri pada 4 meter dengan beban paling besar yakni 200 gr, besar kerugian *head losses* total bisa mencapai 0,32 meter, hal ini dikarenakan adanya besar tekanan yang bertambah dari penambahan tinggi *head* air masuk dan beban pada *disk valve*. Selanjutnya pada tekanan efek *water hammer* nya sendiri juga bervariasi pula. Pada perhitungan teoritis untuk mengetahui pengaruh tekanan efek *water hammer* sendiri, dapat dijelaskan pada penampilan berupa grafik dengan perbandingan dari beban dan tinggi *head* air masuk, dan juga perbandingan berupa aktual yang dimana dibandingkan juga pada beban dan tinggi *head* air masuk. Kemudian besar pengaruh jumlah ketukan disk per menit juga mempengaruhi pada tekanan efek *water hammer* serta kinerja pada pompa itu sendiri, maka dari itu dihitung dan dibandingkan dari *variable* tersebut.



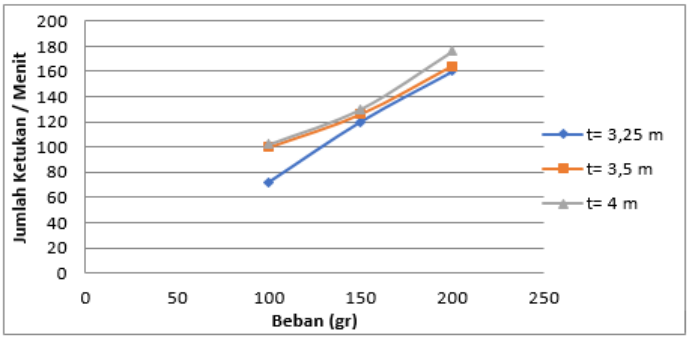
Gambar 2. Grafik perbandingan *Water Hammer* teoritis terhadap beban

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa pada beban 100 gr pada tinggi *head* air masuk 3,25 meter menunjukkan besar tekanan efek *water hamer* yang dicapai adalah sebesar 293.745,1061 Pa, dan pada beban 200 gr dengan tinggi *head* air masuk 4 meter yakni mencapai 344.674,6144 yang perbandingan kenaikanya mencapai 20%. Hal ini terjadi dikarenakan adanya besar tekanan yang bertambah akibat penambahan tinggi *head* air masuk yang menyebabkan tekanan efek *water hammer*nya bertambah besar.



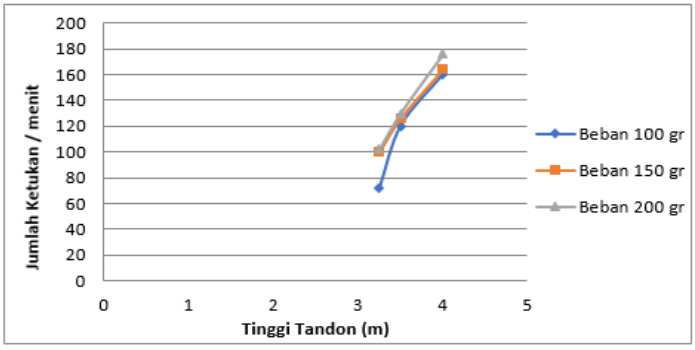
Gambar 3. Grafik *Water Hammer* perbandingan teoritis terhadap tinggi *head* air masuk

Pada gambar 3 menunjukkan tekanan efek *water hammer*nya semakin meningkat dan bertambah besar dengan tinggi tandon awal 3,25 meter pada beban 200 gr *water hammer* yang dihasilkan sebesar 310.995,6896 Pa, dan pada tinggi akhir atau maksimal dengan penambahan menjadi 4 meter pada beban tetap, *water hammer* yang dihasilkan semakin besar yakni 344.674,6144 Pa. Hal ini terjadi dikarenakan adanya panambahan tinggi *head* air yang diberikan dari tinggi semula 3,25 meter kemudian menjadi 4 meter yang menyebabkan naiknya atau bertambah besar tekanan dari gaya gravitasi atau tekanan dari jatuhan air yang menyebabkan tekanan efek *water hammer*nya bertambah besar pula. Sebaliknya jika beban katup disk semakin dikurangi, tinggi head air masuk diperkecil, maka efek tekanan *water hammer*nya yang dihasilkan akan kecil pula yang disebabkan oleh kecilnya tekanan aliran air disepanjang pipa dan lambatnya penutupan katup pada *disk* serta terbukanya katup yang diakibatkan besar tekanan air itu sendiri.



Gambar 4. Grafik jumlah ketukan per menit terhadap beban

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada tinggi *head* air masuk 3,25 meter dan beban 200 gr jumlah ketukan per menitnya sebesar 160 ketukan per menit, sedangkan pada tinggi *head* air masuk 4 meter dan beban 200 gr sebesar 176 ketukan per menit. Hal ini terjadi dikarenakan adanya penambahan tinggi *head* air masuk yang menyebabkan adanya penambahan besar tekanan gaya gravitasi dari atas sehingga mempengaruhi besar jumlah ketukan katup disk untuk melakukan pembukaan katup secara cepat.



Gambar 5. Grafik jumlah ketukan per menit terhadap tinggi

Pada gambar 5 menunjukkan pada perbandingan jumlah ketukan terhadap tinggi tandon yang semula hanya 3,25 meter kemudian di tambahkan menjadi 4 meter yang dapat mempengaruhi besarnya tekanan gravitasi yang dihasilkan. Dapat dilihat pada tinggi *head* air masuk 3,25 meter dengan beban paling kecil yakni 100 gr besar jumlah ketukan katup *disk* per menitnya adalah 72 kali ketukan dalam tiap satu menit, sedangkan pada tinggi head air masuk

tetap dengan beban paling besar yakni 200 gr, jumlah yang dihasilkan semakin besar pula yakni 102 kali ketukan dalam tiap satu menitnya. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari pertambahan beban pada katup disk yang mengakibatkan katup tertutup lebih cepat dan kombinasi dari tekanan aliran air yang semakin besar pula yang diakibatkan oleh penambahan tinggi *head* air masuk, meyebabkan katup *disk* tertututp dan terbuka secara cepat yang dimana hal ini dapat menambah kinerja pada pompa hidram semakin bagus agar air *output* yang dihasilkan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian tekanan efek *water hammer* pada tinggi tandon 3,25 meter dengan variasi beban yang pertama beban 100 gr mencapai 293.745,1061 Pa, untuk beban 150 gram mencapai 305.481,2704 Pa, dan pada beban 200 gram sebesar 310.995,6896 Pa dengan nilai *water hammer* maksimum. Pada keadaan tinggi tandon atau *head* air masuk semakin besar, mempengaruhi tekanan efek water hammer semakin besar pula. Kemudian pada pengujian tekanan *water hammer* ini terjadi pada nilai maksimum yakni pada ketinggian tandon 4 meter terhadap beban *disk valve* 200 gr dengan mencapai tekanan *water hammer* sebesar : 344.674,6144 Pa, dan pada keadaan nilai minimum yakni pada ketinggian tandon 3,25 meter terhadap beban *disk valve* 100 gr dengan mencapai tekanan *water hammer* sebesar : 293.745,1061 Pa**.**

DAFTAR PUSTAKA

[1] Abbot, IRA H dan Albert E. Von Doenhoff. Theory Of Wing Sections. Canada:General Publishing Company,Ltd., 30 Lesmill Road, Don Mills, Toronto, Ontario. 1959.
[2] Myler, Harley R. Fundamentals of Engineering Programming with C and Fortran. Mexico: Cambridge.1998.
[3] Cebeci, Tuncer. Jian P Shao. Fassi Kefyeke. dan Eric Laurendeau. computational fluid dynamics for engineers.California: Horizons. 2005.
[4] Anderson, Jr, John D. Computational Fluid Dynamics For Engineers. New York: McGraw-Hill.2001.
[5] Gatot Prijo Utomo, Supardi, dan Edi Santoso. Penelitian ini dikaji untuk mengamati dan menganalisa pengaruh tinggi jatuhan air pada pompa hidram terhadap debit pompa dan tinggi pemompaan dengan perencanaan tinggi air jatuhan dengan ukuran tinggi 2,9 m, 3,2 m, dan 3,5 m. 2015:211
[6] Yosef Agung Cahyanta dan Indrawan Taufik. Percobaan dilakukan dengan variasi beban katup limbah pompa sebesar 410, 450, 490, 540, 580, dan 630 gram. Head pemompaan divariasikan dengan mengatur bukaan kran pada pipa hantar sebesar 90º, 60º, dan 30º. 2008:93
[7] Syamsul Hidayat, Nova Risdiyanto Ismail, dan Suriansyah. Penelitian dilakukan dengan menvariasikan beban dan jarak kerja katup buang untuk mendapatkan nilai efisiensi dari hasil pemompaan air pada pompa hydram. 2016:61