

# Analisis Pengaruh Diameter Lubang Katup Limbah Pompa Hidram Terhadap Gerakan Katup Limbah Dan Gaya Impuls

Dedy Rony Putra Nadapdap, Made Suarda, Made Sucipta  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Laju aliran dan gaya tekan ataupun momentum yang terjadi pada badan pompa mempengaruhi pergerakan katup limbah, dimana laju aliran dan gaya tekan yang terjadi pada katup limbah mempengaruhi aliran pada pipa penghantar. Salah satu parameter yang mempengaruhi debit pemompaan ialah perubahan diameter lubang katup limbah. Semakin besar debit aliran air limbah melalui katup limbah maka semakin besar perubahan kecepatan aliran yang terjadi sehingga mengakibatkan perubahan momentum dan frekuensi gerakan pada katup limbah yang terjadi. Sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan momentum dan frekuensi gerakan katup limbah dengan variasi lubang diameter katup limbah 26 mm, 31 mm, 36 mm, 41 mm dan 46 mm, dengan head pemompaan (Pd) 0,5, 1,0, 1,5, 2,0. Penelitian ini menggunakan menggunakan pipa dengan material galvanis yang ditambah dengan perangkat orifice flowmeter pada sambungan pipa antara pipa penggerak dan badan pompa untuk memudahkan dalam pengambilan data laju aliran. Dimana dari data laju aliran yang didapat dari alat bantu ukur tersebut dapat membantu perhitungan dari perubahan momentum katup limbah. Digunakan juga kamera untuk merekam posisi gerakan katup limbah dalam mode slow motion untuk mengetahui waktu dari langkah-langkah kerja pompa hidram dalam satu siklus. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa dengan lubang diameter katup limbah terbesar, maka akan menimbulkan momentum yang besar pula terhadap gerakan katup limbah. Didapatkan dengan variasi lubang diameter katup limbah 46 mm dan head pemompaan (Pd) 0,5 memiliki momentum terbesar, dan momentum terkecil dengan menggunakan variasi lubang diameter katup limbah 31 mm dengan head pemompaan (Pd) 0,5. Hasil momentum yang besar akan mendapatkan debit pemompaan yang besar yang diikuti dengan frekuensi gerakan katup limbah yang lebih lambat.

Kata kunci : pompa hidram; katup limbah; perubahan momentum; frekuensi gerakan katup limbah

## Abstract

The flow rate and the compressive force or momentum that occurs in the pump body affect the movement of the waste valve, where the flow rate and the compressive force that occurs on the waste valve affects the flow in the conveying pipe. One of the parameters that affects the pumping rate is the change in the diameter of the waste valve. The greater the flow rate of wastewater through the waste valve, the greater the change in flow velocity that occurs, resulting in changes in momentum and frequency of movement of the waste valve. So a research was conducted to determine changes in the momentum and frequency of the waste valve movement with variations in the hole diameter of the waste valve 26 mm, 31 mm, 36 mm, 41 mm and 46 mm with pumping head (Pd) 0.5, 1.0, 1.5, 2.0. This study uses a pipe with galvanized material coupled with an orifice flowmeter on the pipe connection between the drive pipe and the pump body to make it easier to collect flow rate data. Where the flow rate data obtained from the measuring aid can help the calculation of the change in the momentum of the waste valve. A camera is also used to record the position of the sewage valve movement in slow motion mode to determine the time of the hydram pump's working steps in one cycle. The results of the research show that with the largest diameter of the waste valve, it will also generate a large amount of momentum to the waste valve movement. Obtained by varying the hole diameter of the waste valve 46 mm and the pumping head (Pd) 0.5 has the greatest momentum, and the smallest momentum by using a variation of the hole diameter of the waste valve 31 mm with a pumping head (Pd) 0.5. The resulting large momentum will result in a large pumping rate followed by a slower movement frequency of the waste valve.

Key words: hydram pump; sewage valve; change in momentum; the frequency of movement of the waste valve

## 1. Pendahuluan

Pompa hidraulik ram atau hidram adalah pompa air yang digerakkan oleh air dengan perbedaan ketinggian atau memanfaatkan proses palu air yang terjadi dikarenakan adanya energi potensial dari kemiringan tertentu menjadi energi kinetik, untuk memompa sebagian air yang mengalir ke tempat yang lebih tinggi [1]. Dalam pompa hidram terdapat katup yang bergerak, yaitu katup pengantar dan katup limbah. Katup pengantar merupakan katup untuk menghantarkan air menuju tabung udara sehingga selanjutnya dihantarkan menuju tangki penampungan. Katup limbah merupakan katup yang

berfungsi untuk membangkitkan fenomena palu air atau peningkatan tekanan sebagai pemicu energi penggerak pompa hidram. Laju aliran dan gaya tekan ataupun momentum yang terjadi pada badan pompa mempengaruhi pergerakan katup limbah, dimana laju aliran dan gaya tekan yang terjadi pada katup limbah mempengaruhi aliran pada pipa penghantar. Katup limbah sendiri berfungsi mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa penggerak menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara [2]. Salah satu parameter yang mempengaruhi debit

pemompaan ialah perubahan diameter lubang katup limbah.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh diameter lubang katup limbah terhadap momentum pada aliran dalam badan pompa dan debit pemompaan yang terjadi pada pompa hidram.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, fluida yang digunakan adalah air, sifat fluida pada saat pengambilan data diasumsikan tetap, kondisi lingkungan pada saat pencatatan data diasumsikan dalam keadaan tetap.

## 2. Dasar Teori

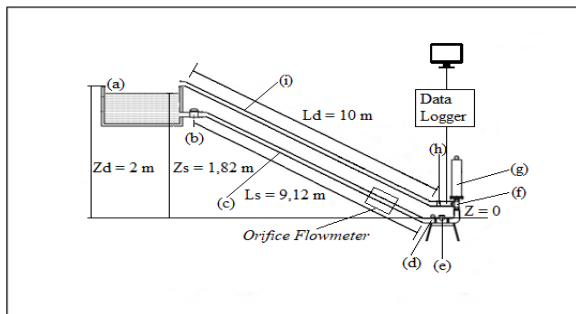
Kata pompa hidram terdiri atas dua kata penyusun yaitu hydraulic dan ram yang berarti hantaman, pukulan atau tumbukan air. Palu air yang terjadi pada aliran fluida di dalam pipa menimbulkan gaya tumbukan, yang mana persamaannya dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$F = m \times a \quad (1)$$

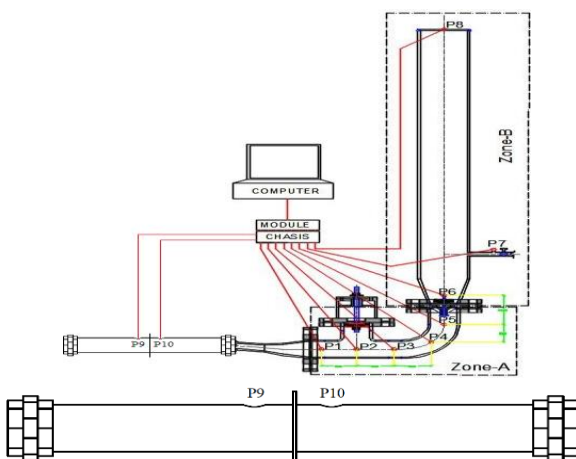
$$F = m \times a = m \times \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

Dimana:  $F$  = Gaya tumbukan (N)  
 $m$  = Massa air ( $m^3$ )  
 $a$  = Percepatan ( $m/s^2$ )

## 3. Metodologi



Gambar 1. Skema Pompa Hidram

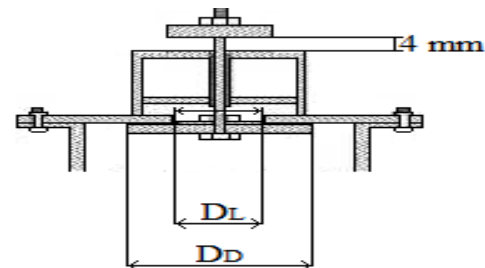


Gambar 2. Posisi Pemasangan Sensor Pressure Transducer

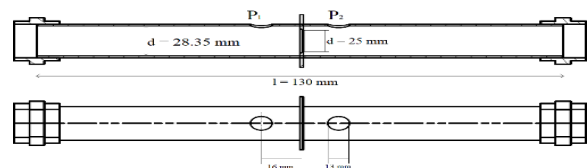
Skema perencanaan penelitian yang akan diteliti pada sistem unit pompa hidram secara garis besar terdapat seperti Gambar 3 terdiri dari supply tank, unit pompa hidram, dan system pipa penggerak/transmisi air hasil pemompaan. (a), katup pengatur debit suplai air (b), dan pipa penggerak (c). Komponen unit pompa hidram terdiri dari badan pompa hidram (d), katup limbah (e), katup tekan (f), dan tabung udara (g). Sistem penyalur terdiri dari katup pengatur head tekanan pemompaan (h) yang dilengkapi dengan pengukur tekanan atau manometer, pipa transmisi/penyalur (i), dan reservoir. Dimana pada ujung hilir dari pipa penggerak di pasang alat bantu ukur berupa orifice flowmeter.



Gambar 3. Variasi diameter lubang katup limbah 26 mm, 31 mm, 36 mm, 41 mm, dan 46 mm



Gambar 4. Variasi disk katup limbah dan stroke katup limbah



Gambar 5. Orifice meter

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Visualisasi

#### 4.1.1. Posisi katup limbah siklus akselerasi

Gambar 6 merupakan merupakan tahap akselerasi di mana aliran yang memiliki kecepatan dari ketinggian sumber air menuju badan pompa, di mana pada saat ini katup limbah masih dalam keadaan terbuka.



Gambar 6. Hasil visualisasi gerakan katup limbah tahap akselerasi

4.1.2. Posisi katup limbah siklus kompresi



Gambar 7. Hasil visualisasi gerakan katup limbah tahap kompresi

Gambar 7 merupakan tahap kompresi di mana aliran air yang mengalir dengan kecepatan yang tinggi dari sumber air sudah memasuki badan pompa dan mulai memenuhi badan pompa sehingga mulai mendorong katup limbah untuk tertutup, di mana pada tahap kompresi ini terjadi peristiwa water hammer.

4.1.3. Posisi katup limbah siklus *delivery*



Gambar 8. Hasil visualisasi gerakan katup limbah tahap *delivery*

Pada Gambar 8 merupakan tahapan *delivery*, di mana aliran air yang mengalir telah memenuhi badan pompa dan dapat di lihat posisi katup limbah telah

tertutup penuh sehingga aliran air telah mendorong katup pengantar terbuka dan menuju pipa pemompaan

4.1.4. Posisi katup limbah siklus rekoil



Gambar 9. Hasil visualisasi gerakan katup limbah tahap rekoil

Gambar 9 merupakan merupakan tahapan rekoil, aliran telah berhenti keluar dari pipa pemompaan, dan beberapa aliran kembali menuju pipa penggerak, sehingga katup limbah terbuka kembali di mana terjadi pengurangan tekanan dalam badan pompa.

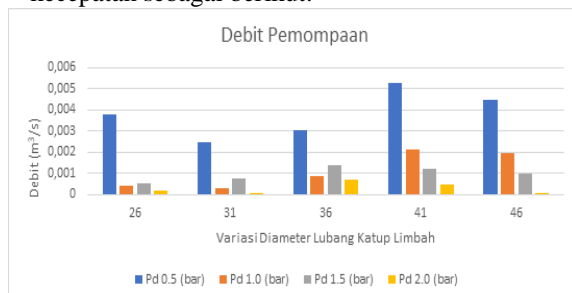
4.2. Frekuensi Gerakan Katup Limbah

Data tabel didapatkan dari perhitungan yang dilakukan lebih dari dua kali dengan menggunakan timer stopwatch dalam waktu 1 menit.

Tabel 1. Frekuensi Gerakan Katup Limbah

Variasi	Head Pemompaan (Pd)	Frekuensi gerakan katup limbah (menit)								Rata-rata
26	0.5	93	89	90	89	93	93	90	93	91,35
	1.0	125	125	127	127	125	125	127	127	128,11
	1.5	93	94	93	93	93	93	92	93	92,87
	2.0	83	82	82	82	83	83	83	83	82,62
31	0.5	120	119	120	118	120	120	119	118	119,25
	1.0	134	130	134	134	133	130	133	132	132,5
	1.5	95	95	95	95	94	93	96	94	94,625
	2.0	87	87	86	86	87	87	85	87	86,5
36	0.5	72	72	72	72	72	73	72	72	72,125
	1.0	78	77	77	78	78	78	79	78	77,87
	1.5	79	78	79	80	81	78	78	81	80,125
	2.0	74	75	74	74	75	75	74	74	74,375
41	0.5	74	74	74	76	70	70	74	76	82,5
	1.0	89	89	89	87	86	89	85	88	87,7
	1.5	98	98	99	96	92	98	99	98	97,25
	2.0	95	94	94	94	95	95	96	92	94,37
46	0.5	97	93	97	96	97	98	98	98	96,7
	1.0	89	89	88	88	89	87	85	86	87,12
	1.5	87	87	86	84	87	877	84	84	85,75
	2.0	82	82	82	81	82	80	81	83	81,625

Berdasarkan dari Tabel 1 didapatkan grafik kecepatan sebagai berikut:

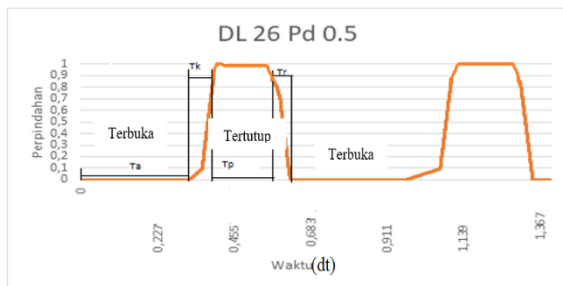


Gambar 10 Grafik frekuensi gerakan katup limbah berdasarkan perubahan diameter lubang katup limbah

Berdasarkan data yang di dapat pada saat perhitungan frekuensi gerakan katup limbah dan di olah ke dalam bentuk grafik, bahwa dapat dilihat pengaruh dari perubahan lubang diameter katup limbah, semakin besar diameter dari lubang katup limbah maka frekuensi yang dihasilkan dari pergerakan katup limbah akan semakin kecil. Hal ini menyatakan bahwa semakin kecil frekuensi pergerakan katup limbah maka debit pemompaan yang dihasilkan akan besar.

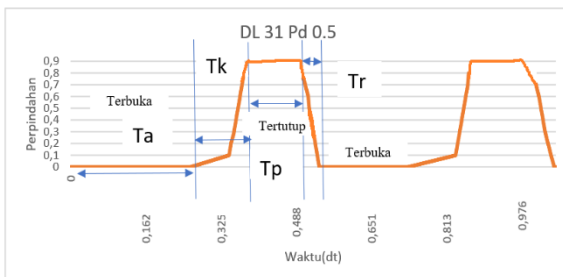
#### 4.3. Siklus kerja katup

Berdasarkan kamera dengan teknologi slow motion berkecepatan tinggi dengan 960 fps (frame per second) yang diubah menjadi dalam bentuk frame per second dalam setiap perubahan variasi diameter lubang katup limbah 46 mm, 41 mm, 36 mm, 31 mm, dan 26 mm didapatkan grafik perpindahan terhadap waktu sebagai berikut.



**Gambar 11. Detail siklus kerja katup variasi 26 mm (Pd) 0,5**

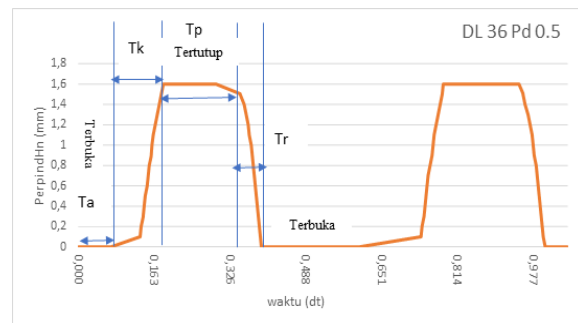
Berdasarkan gambar 11 di atas dalam satu siklus kerja katup limbah pada diameter lubang katup limbah 26 mm, dan dengan mengatur head pemompaan (Pd) 0,5 adalah, tahap akselerasi (Ta) berlangsung selama 0,32 detik, tahap kompresi (Tk) berlangsung selama 0,07 detik, tahap pemompaan (Tp) 0,15 detik dan tahap recoil (Tr) berlangsung selama 0,06 detik. Didapatkan persentase tiap siklus sebagai berikut, tahap akselerasi sebesar 51,63%, tahap kompresi sebesar 11,32%, tahap pemompaan sebesar 24,19%, tahap recoil sebesar 9,67%.



**Gambar 12. Detail siklus kerja katup variasi 31 mm (Pd) 0,5**

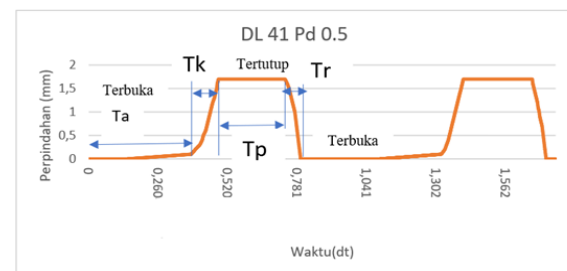
Berdasarkan data di atas dalam satu siklus kerja katup limbah pada diameter lubang katup limbah 31 mm, dan dengan mengatur head pemompaan (Pd) 0,5 adalah, tahap akselerasi (Ta) berlangsung selama 0,26 detik, tahap kompresi (Tk) berlangsung selama 0,11 detik, tahap pemompaan (Tp) 0,12 detik dan

tahap recoil (Tr) berlangsung selama 0,04 detik. Didapatkan persentase tiap siklus sebagai berikut, tahap akselerasi sebesar 48,15%, tahap kompresi sebesar 20,40%, tahap pemompaan sebesar 22,22%, tahap recoil sebesar 7,40%.



**Gambar 13. Detail siklus kerja katup variasi 36 mm (Pd) 0,5**

Berdasarkan data di atas dalam satu siklus kerja katup limbah pada diameter lubang katup limbah 36 mm, dan dengan mengatur head pemompaan (Pd) 0,5 adalah, tahap akselerasi (Ta) berlangsung selama 0,06 detik, tahap kompresi (Tk) berlangsung selama 0,12 detik, tahap pemompaan (Tp) 0,11 detik dan tahap recoil (Tr) berlangsung selama 0,10 detik. Didapatkan persentase tiap siklus sebagai berikut, tahap akselerasi sebesar 15,38%, tahap kompresi sebesar 30,77%, tahap pemompaan sebesar 28,20%, tahap recoil sebesar 25,64%.



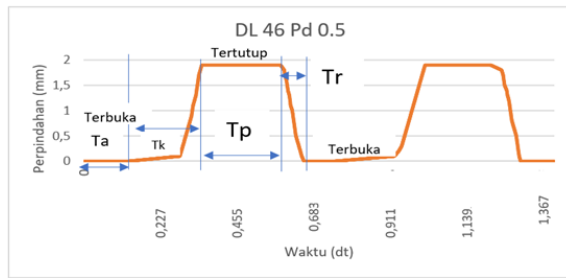
**Gambar 14. Detail siklus kerja katup variasi 41 mm (Pd) 0,5**

Berdasarkan data di atas dalam satu siklus kerja katup limbah pada diameter lubang katup limbah 41 mm, dan dengan mengatur head pemompaan (Pd) 0,5 adalah, tahap akselerasi (Ta) berlangsung selama 0,14 detik, tahap kompresi (Tk) berlangsung selama 0,34 detik, tahap pemompaan (Tp) 0,24 detik dan tahap recoil (Tr) berlangsung selama 0,05 detik. Didapatkan persentase tiap siklus sebagai berikut, tahap akselerasi sebesar 18,31%, tahap kompresi sebesar 42,89%, tahap pemompaan sebesar 31,40%, tahap recoil sebesar 7,39%.

Berdasarkan data di atas dalam satu siklus kerja katup limbah pada diameter lubang katup limbah 46 mm, dan dengan mengatur head pemompaan (Pd) 0,5 adalah, tahap akselerasi (Ta) berlangsung selama 0,13 detik, tahap kompresi (Tk) berlangsung selama 0,22 detik, tahap pemompaan (Tp) 0,23 detik dan tahap recoil (Tr) berlangsung selama 0,07 detik. Didapatkan persentase tiap siklus sebagai berikut,



tahap akselerasi sebesar 20,03%, tahap kompresi sebesar 33,84%, tahap pemompaan sebesar 35,38%, tahap recoil sebesar 10,76%.

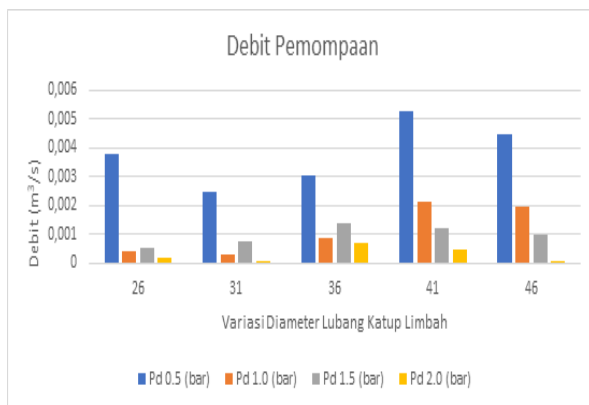


**Gambar 15. Detail siklus kerja katup variasi 46 mm (Pd) 0,5**

#### 4.5. unjuk kerja pompa hidram

##### 4.5.1 Debit Pemompaan

Di peroleh data debit pemompaan dengan menggunakan alat ukur berupa flowmeter yang terdapat pada pipa pemompaan yang diambil berdasarkan pergerakan flowmeter per menit. Dapat dilihat hasil dari grafik di bawah ini.



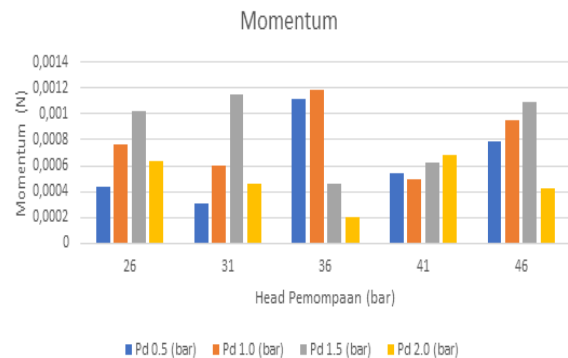
**Gambar 16. Grafik debit pemompaan berdasarkan perubahan diameter lubang katup limbah**

Berdasarkan data di atas dapat dilihat pengaruh dari perubahan diameter lubang katup limbah terhadap debit pemompaan yang dihasilkan, diameter lubang katup limbah yang besar akan menghasilkan debit pemompaan yang besar.

##### 4.5.2 Momentum Gerakan Katup Limbah

Berdasarkan data kecepatan yang di peroleh dengan menggunakan perekaman video dengan teknologi kamera mode slow motion (960 fps) didapatkan kecepatan gerakan pada katup limbah, dapat dilakukan perhitungan momentum terhadap gerakan katup limbah dengan menggunakan persamaan  $M = m \times v$ . Dapat dilihat dari perubahan diameter lubang katup limbah terhadap momentum yang disebabkan oleh aliran terhadap gerakan katup limbah, dapat disimpulkan bahwa dengan diameter lubang katup limbah yang lebih besar, akan menimbulkan

momentum yang lebih besar. Dimana momentum terbesar terdapat pada diameter lubang katup limbah yang terbesar yaitu 46 mm dengan head pemompaan (Pd) 0,5.

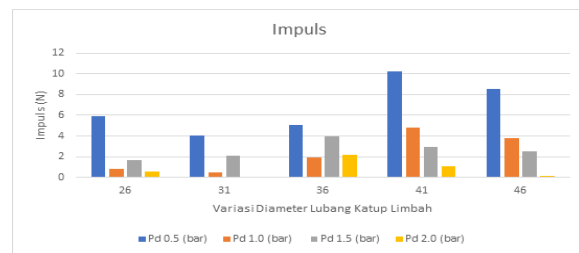


**Gambar 17. Grafik momentum katup limbah berdasarkan perubahan diameter lubang katup limbah**

##### 4.5.3 Gaya Impuls pada Gerakan Katup Limbah

Berdasarkan data kecepatan yang di peroleh dengan menggunakan alat ukur berupa orifice flowmeter, dapat dilakukan perhitungan momentum terhadap gerakan katup limbah

dengan menggunakan persamaan  $F = m \times a = m \times \Delta v / \Delta t$



**Gambar 18. Grafik gaya impuls katup limbah berdasarkan perubahan diameter lubang katup limbah**

#### 5. Kesimpulan

1) Didapatkan momentum gerakan katup limbah terbesar dengan head pemompaan (pd) 0,5 pada variasi diameter lubang katup limbah 36 mm, dan momentum gerakan katup yang terkecil terdapat pada variasi diameter lubang katup limbah 31 mm.

2) Didapatkan dengan head pemompaan (pd) 0,5, gaya impuls terbesar terdapat pada variasi diameter lubang katup limbah 41 mm dan yang terkecil terdapat pada variasi diameter lubang katup limbah 31 mm. Dimana dengan gaya impuls terbesar pada head pemompaan (Pd) 0,5 dengan variasi diameter lubang katup limbah 41 mm, menimbulkan debit pemompaan yang lebih besar, begitu juga sebaliknya pada variasi diameter lubang katup limbah 31 mm dengan head pemompaan (pd) 0,5 memiliki debit pemompaan yang kecil

Dengan gaya impuls yang besar akan mendapatkan debit pemompaan yang besar yang diikuti dengan frekuensi gerakan katup limbah yang lambat dibandingkan dengan debit pemompaan yang terkecil dengan frekuensi gerakan katup lebih cepat.

#### Daftar Pustaka

- [1] Laksana, K. B., Suarda, M., dan Ghurri, A. (2019). *Pengaruh Diameter Piringan Katup Limbah Terhadap Tekanan Aliran Balik Dalam Pompa Hidram*, Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin, 5(2), 98-104.
- [2] Siahaan, P. (2013). *Rancang Bangun dan Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Driven Pipe dan Diameter Air Chamber Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*, Jurnal Dinamis, (12).
- [3] Mohammed, S. N. (2007). *Design dan Construction of a Hydraulic Ram Pump*, Leonardo Electronic Journal of Practices dan Technologies, 11, 59–70.
- [4] San, G. S., dan Santoso, G. (2002). *Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hidraulik Ram*, Jurnal Teknik Mesin, 4(2), 81-8.
- [5] Santoso, E., Utomo, gatot priyo dan Martini, N. (2016). *Analisa Pengaruh Panjang Pipa Inlet Dan Panjang Pegas Katub Buang Terhadap Performance Pompa Hidram*, JHP17: Jurnal Hasil Penelitian, 1(01).

	<p><b>Dedy Rony Putra Nadapdap</b> menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana, pada tahun 2021 dengan mengambil program studi Teknik Mesin pada tahun 2016.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan pompa hidram.</p>	