

PENGARUH UKURAN KATUP LIMBAH TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM

Dominggus G.H. Adoe, Defmit B.N. Riwu, Matheos M.T. Penu
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto Penfui, Kota Kupang, Kode Pos 85001, Indonesia
E-mail:marktukapenu@gmail.com

Abstrak

Air selalu menjadi bagian terutama dalam kehidupan makhluk hidup di belahan bumi manapun. Bagian yang membentuk permukaan bumi berupa gunung, bukit, dataran tinggi, dataran rendah, lembah, sungai, maupun laut. Jika permukaan bumi tersebut terisi dengan air, gerakan air akan menuju ketempat yang lebih rendah dari tempat awal kedudukannya. Teknologi sederhana dan hemat energi dan dapat menaikkan air dari tempat yang rendah ketempat yang tinggi adalah "Pompa Hidram" Pompa hidram atau singkatan dari hidraulik ram berasal dari kata hidro sma dengan air (cairan), ram sama dengan hantaman, pukulan atau tekanan, sehingga terjemahan bebasnya menjadi hantaman air atau tekanan air. Jadi, pompa hidram adalah pompa yang energi penggerakannya berasal dari hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa pengantar. Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa data dapat disimpulkan bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada variasi diameter katup limbah 3 dim sebesar 78,56 % untuk efisiensi D'Aubuisson, dan 78,58 % untuk efisiensi Rankine. Sedangkan efisiensi terendah, terdapat pada variasi diameter katup limbah 2 dim sebesar 63,80 % untuk efisiensi D'Aubuisson, dan 51,39 % untuk efisiensi Rankine.

Kata Kunci : pompa hidram, debit, diameter katup, efisiensi pompa hidram, pipa

Abstract

Water has always been a part especially in the life of living things in any hemisphere. The parts that make up the earth's surface are mountains, hills, highlands, lowlands, valleys, rivers, and seas. If the surface of the earth is filled with water, the movement of the water will go to a place that is lower than the place where it started. The technology is simple and energy efficient and can raise water from a low place to a high place is "Hydrum Pump" Hydrum pump or an abbreviation of hydraulic ram comes from the word hydro sma with water (liquid), ram is equal to impact, punch or pressure, so the translation release of water impact or water pressure. So, a hydrum pump is a pump whose driving energy comes from the impact of water entering the pump through the delivery pipe. Based on the results of experimentation and data analysis, it can be concluded that the highest efficiency is found in the variation of the diameter of the 3 dim waste valve, which is 78.56% for D'Aubuisson's efficiency, and 78.58% for Rankine efficiency. While the lowest efficiency, there is a variation of the diameter of the 2 dim waste valve of 63.80% for D'Aubuisson's efficiency, and 51.39% for Rankine efficiency.

Keywords: hydraulic ram, debit, valve diameter, the efficiency of hydraulic ram.

PENDAHULUAN

Air adalah utama makhluk hidup dan merupakan kebutuhan yang keberadaan 66% dibanding dengan daratan. Air selalu menjadi bagian terpenting dalam kehidupan makhluk hidup di bumi. Makhluk hidup tidak mungkin dapat hidup jika tidak ada air. Bagian yang membentuk permukaan bumi berupa gunung, bukit, dataran tinggi, dataran rendah, lembah, sungai, dan laut. Jika permukaan bumi tersebut

terisi dengan air, gerakan air akan menuju ke titik potensial yang lebih rendah dari tempat awal kedudukannya.

Salah satu teknologi yang sederhana dan hemat energi dan dapat menaikkan air dari tempat yang rendah ketempat yang tinggi adalah "Pompa Hidram" Pompa hidram atau singkatan dari hidraulik ram berasal dari kata hidro sma dengan air (cairan), ram sama dengan hantaman, pukulan atau tekanan,

sehingga terjemahan bebasnya menjadi hantaman air atau tekanan air. Jadi, pompa hidram adalah pompa yang energi atau penggerakannya berasal dari hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa. Masuknya air ke dalam pompa harus berlangsung secara kontinyu, karena pompa ini tidak menggunakan BBM atau tanpa motor listrik. Sehingga pompa ini disebut juga “Pompa Air Tanpa Motor” (Motorless Waterpump). Pompa hidram memiliki kemampuan memindahkan air dari sumber air ke tempat yang lebih tinggi dari sumber air semula.

Made Suarda[1] yang melakukan penelitian tentang Optimasi Diameter Katup Limbah Pompa Hydram mendapatkan hasil dimana pengaruh rasio diameter katup limbah terhadap debit suplai air penggerak pompa hidram pada berbagai tinggi *head* pemompaan ditunjukkan bahwa semakin besar rasio diameter piringan katup limbah (D_d) terhadap diameter badan pompa hidram (D_b) tempat dudukan katup limbah semakin kecil debit aliran air penggerak pompa hidram yang mengalir melalui pipa penggerak (*drive pipe*). Ini berarti semakin kecil pula perubahan momentum dan gaya *impulse* yang bekerja pada katup limbah serta daya pemompaan yang terjadi.

Menurut Fariz Ardiansya[2] yang meneliti tentang variasi diameter katup buang terhadap debit dan efisiensi pompa hidram dengan menggunakan pompa hidram dengan tinggi tampungan air (*reservoir*) terhadap pompa yaitu 2 m dan panjang pipa inlet 4 m dengan diameter 0.0635 m (2,5 inchi) dan badan pompa berdiameter 1,5 inchi dengan variasi diameter katup buang terhadap luas penampang dan *head* pipa penghantar. Dari penelitian didapatkan Debit pompa hidram sebesar 0.07 liter/detik dan efisiensi sebesar 37.802 %. pada ketinggian pipa penghantar 6 m. pada ketinggian pipa penghantar 7 m dihasilkan debit sebesar 0.052 liter/detik dengan efisiensi sebesar 27.167 %. Sedangkan pada ketinggian pipa penghantar 8 m dihasilkan debit sebesar 0.0362 liter/detik dengan efisiensi sebesar 19.157 % pada diameter katup 3 dim. Dari hasil pengujian dan analisa pada pompa hidram dengan variasi diameter katup buang maka dapat diketahui bahwa, pengaruh diameter katup buang berbanding lurus terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram dan debit pompa

hidram berbanding terbalik dengan *head* pompa hidram. Dan diameter katup buang berbanding lurus terhadap efisiensi pompa hidram. Perubahan diameter katup limbah sangat berpengaruh besar terhadap debit hasil pemompaan dan debit air limbah dimana semakin besar diameter katup limbah debit air hasil pemompaan semakin besar dan debit air limbah yang dihasilkan sedikit, karena udara yang masuk lewat katup limbah lebih banyak daripada katub limbah yang kecil sehingga tekanan dalam badan pompa ikut meningkat[3]

Waroni R[4] penelitian dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Pompa Hidram untuk Desa Kluwih Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan (Pengujian Terhadap Variasi Volume Tabung)”. Hasil penelitian menunjukan tiga variasi volume tabung yang digunakan yaitu, 3,927 ml; 3,142 ml dan 2,356 ml, efisiensi maksimal adalah 22,65 % pada variasi 3,927 ml. tidak terlepas dari hasil tersebut, disarankan bagi peneliti selanjutnya, bahwa untuk mendapatkan debit air yang besar maka luas penampang pada katup pengantar harus dibuat besar, dan dari bahan yang tahan korosi agar katup pengantar tersebut lebih bertahan lama.

Muhamad Jafri[5] menyimpulkan bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada variasi diameter katup limbah 0,070 m pada diameter katup pengantar 0,056 m sebesar 67,63 % untuk efisiensi *D’Aubuisson*, dan 65,32 % untuk efisiensi *Rankine*. Sedangkan efisiensi terendah terdapat variasi diameter katup limbah 2,25 pada diameter katup pengantar 0,6 inchi sebesar 36,11 % untuk efisiensi *D’Aubuisson*, dan 33,77 % untuk efisiensi *Rankine*, yang tidak jauh berbeda pada diameter katup limbah 2 inchi dan katup pengantar 0,6 inchi sebesar 36,26 % untuk efisensi *D’Aubuisson* dan 33,90 % untuk efisiensi *Rankine*.

Debit Pompa

Debit besaran yang menyatakan volume fluida yang mengalir tiap satuan waktu. [6]

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Dimana :

Q = kapasitas aliran/debit (m^3/s)

V = volume fluida (m^3)

t = waktu (s)

Kecepatan Aliran

Kecepatan rata-rata aliran air dalam pipa diperoleh dengan membagi debit air dalam pipa dengan luas penampang pipa.[6]

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Dimana:

v = kecepatan aliran air (m/s)
 Q = debit aliran (m³/s)
 A = luas penampang pipa (m²)

Bilangan Reynolds

Bilangan *Reynolds* merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan satu aliran itu dinamakan laminar dan turbulen dengan mendapatkan persamaan. [7]

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (3)$$

Dimana:

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)
 D = diameter pipa (m)
 v = kecepatan rata-rata fluida yang mengalir (m/s)
 μ = viskositas dinamik fluida (kg/m.s)

Major Losses

Major losses adalah kerugian yang disebabkan karena gaya gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding saluran. Persamaan yang umum digunakan dalam menghitung besarnya *head loss* karena gesekan dalam pipa adalah persamaan *Darcy-weisbach*. [8]

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Dimana :

h_f = *head loss* karena gesekan (m)
 f = faktor gesekan
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 L = panjang pipa (m)
 D = diameter pipa (m)
 v = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s²)

Head Efektif

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi yang akan dilayani oleh pompa. Tinggi tekan total pompa atau *head total* pompa dapat ditulis sebagai berikut. [9]

$$H_{ef} = H - H_{total} \quad (5)$$

Dimana :

H_{tot} = *head total* pompa
 H = *head statis* pompa

Efisiensi Pompa (D'Aubuisson)

Efisiensi *D'Aubuisson* adalah perbandingan antara debit hasil pemompaan dengan debit buang penggerak pompa. Perhitungan efisiensi *D'Aubuisson* dapat dihitung sebagai berikut. [10]

$$\eta_D = \frac{(Q_p \times h_{ef})}{(Q_p + Q_w) H_{ef}} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana :

η_D = Efisiensi pompa *hydram* (%)
 Q_p = Debit air hasil pemompaan (m³/s)
 Q_w = Debit air yang terbuang dari katup limbah (m³/s)
 H_{ef} = Tinggi jatuh air (m)
 h_{ef} = Tinggi angkat pompa (m)

Efisiensi Pompa (Rankine)

Efisien menurut *rankine* merupakan perbandingan antara selisih tinggi tekanan hisap dan sisi buang dikali kapasitas pengisapan, dengan tinggi tekan hisap dikalikan kapasitas air yang dipindahkan. [10]

$$\eta_R = \frac{Q_p (h_{ef} - H_{ef})}{(Q_w) h_{ef}} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana :

η_R = Efisiensi pompa hidram (%)
 Q_p = Debit air hasil pemompaan (m³/s)
 Q_w = Debit air yang terbuang dari katup limbah (m³/s)
 H_{ef} = Tinggi jatuh air (m)
 h_{ef} = Tinggi angkat pompa (m)

METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Prestasi Mesin Prodi Teknik Mesin, Universitas Nusa Cendana. Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 3 bulan. Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*) untuk menguji efisiensi pompa hidram dengan beberapa perubahan pada katup limbah, sehingga dapat mengetahui sebab akibat yang terjadi.

Perakitan Pompa Hidram

Langka - langkah yang dilakukan dalam perakitan pompa hidram adalah sebagai berikut : dimulai dari pemasangan rumah pompa ukuran pompa berdiameter 5,08 cm, menggunakan panjang pipa masuk 6 m dengan

tinggi jatuh 1 meter dan diameter katup penghantar adalah 5,08 cm kemudian variasi diameter katup limbah adalah 5,08 cm, 6,35 cm dan 7,62 cm memakai pemberat untuk setiap katup limbah 2,17 kg ukuran dimensi tabung udara : Ø 7,62 cm x 100 cm sedangkan tinggi angkat pemompaan adalah 6 m dan panjang pipa keluar pemompaan 9 m dan diameter 1,27 cm.

Variabel Penelitian

Variabel yang dimaksud dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel terkontrol merupakan variabel yang bersifat konstan dan dapat dikendalikan. Dalam suatu penelitian variabel kontrol berperan sebagai pembanding. Dalam penelitian ini yang menjadi variable terkontrol adalah :

- Dimensi tabung udara Ø 7,62 cm x 100 cm konstan untuk semua variable bebas.
- Ukuran pompa 5,08 cm.
- Ukuran pipa masuk 5,08 cm.
- Panjang pipa masuk 6 m.
- Ukuran pipa keluar 1,27 cm.
- Tinggi angkat 6 m.
- Tinggi jatuh 1 m.
- Diameter katup pengantar 5,08 cm.
- Panjang pipa keluar 9 m.
- Diameter pipa keluar 1,27 cm.
- Pemberat katup limbah 2,174 kg.

2. Variabel bebas merupakan salah satu variabel yang punya pengaruh besar terhadap variabel lainnya, dalam penelitian ini yang menjadi variable bebas adalah :

- Diameter 5,08 cm
- Diameter 6,35 cm
- Diameter 7,62 cm.

3. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, dalam penelitian ini yang menjadi variable terikat adalah :

- Debit.
- Tekanan air dalam *reservoir*.
- Efisiensi.

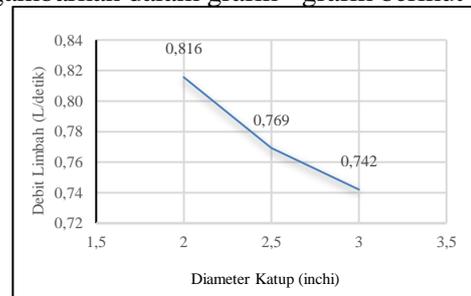
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data penelitian untuk setiap Variasi Diameter Katup Limbah

Variasi diameter katup limbah	V_p Volume air hasil pemompaan (ml)	V_w volume air hasil limbah (ml)	Ketukan
2 dim	6250	48000	75
	6550	50950	74
	6251	46750	73
	6350	50050	80
Rata-rata	6350,25	48940	75,5
	7750	46500	78
2,5 dim	7300	45500	76
	7800	46500	77
	7100	46100	78
Rata-rata	7487,5	46150	77,25
	8000	42400	79
3 dim	8300	43000	83
	8500	46200	81
	8610	46500	81
Rata-rata	8352,5	44530	81

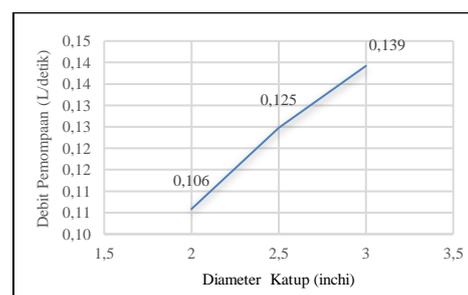
	6250	48000	75
2 dim	6550	50950	74
	6251	46750	73
	6350	50050	80
Rata-rata	6350,25	48940	75,5
	7750	46500	78
2,5 dim	7300	45500	76
	7800	46500	77
	7100	46100	78
Rata-rata	7487,5	46150	77,25
	8000	42400	79
3 dim	8300	43000	83
	8500	46200	81
	8610	46500	81
Rata-rata	8352,5	44530	81

Berdasarkan hasil perhitungan untuk masing-masing variasi dari setiap variabel digambarkan dalam grafik - grafik berikut :



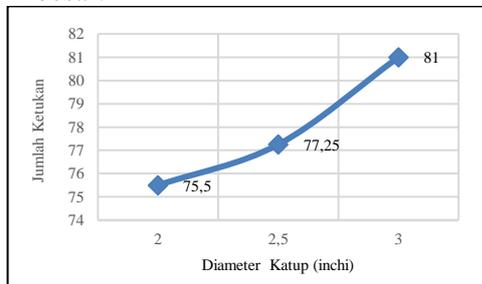
Gambar 1. Grafik Pengaruh Variasi Diameter Katup Limbah terhadap Debit Limbah (Q_w) pada Pompa Hidram 2 inchi.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara diameter katup limbah terhadap debit Limbah (Q_w) dimana pada variasi diameter 2 inchi nilai debit air yang terbuang adalah paling tinggi sedangkan pada diameter 3 inchi adalah paling rendah. Hal ini dikarenakan semakin besar diameter katup limbah dan diberi beban yang sama pada setiap variasi maka jumlah ketukan pada katup limbah meningkat, disebabkan karena udara yang masuk ke katup limbah lebih banyak sehingga membuat tekanan dalam rumah pompa ikut meningkat, semakin meningkat tekanan maka ketukan semakin bertambah sehingga air yang keluar melalui katup limbah semakin sedikit.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Variasi Diameter Katup Limbah terhadap Debit Pemompaan (Q_P) pada Pompa Hidram 2 inchi.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara variasi diameter katup limbah terhadap debit pemompaan (Q_P) pada pompa hidram, yang menunjukkan bahwa debit pemompaan lebih di pengaruhi oleh diameter katup limbah. Dimana untuk setiap variasi diameter katup limbah, debit pemompaan yang dihasilkan semakin meningkat. Fenomena ini disebabkan karena tekanan yang terjadi didalam katup limbah lebih besar dibandingkan tabung udara sehingga debit pemompaan secara bertahap meningkat pada setiap variasi diameter yang lebih besar.

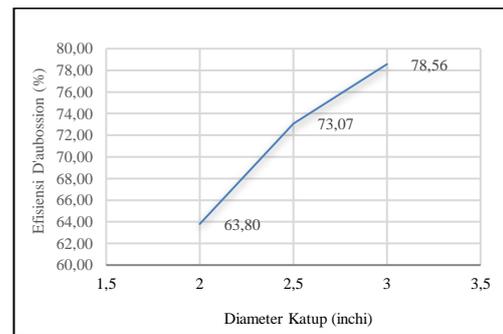


Gambar 3. Grafik pengaruh Diameter Katup Limbah terhadap ketukan pada pompa hidram 2 inchi.

Gambar 3 menunjukkan hubungan diameter katup limbah terhadap ketukan katup limbah yang dihasilkan, dimana penambahan diameter katup limbah memperbesar jumlah ketukan yang terjadi, karena pemberat yang digunakan di setiap variasi adalah sama yaitu 2,17 kg, semakin besar diameter katup limbah maka tekanan akan meningkat dan waktu yang dibutuhkan katup limbah untuk menutup akan semakin cepat. Dari diameter katup 2 inchi, 2,5 inchi dan 3 inchi mengalami kenaikan ketukan dengan perbandingan 2 dan 4 ketukan setiap kenaikan 0,5 inchi diameter katup limbah. Hal ini terjadi karena massa katup limbah setiap variasi sama sehingga katup lebih cepat membuka dan menutup pada diameter katup yang lebih besar.

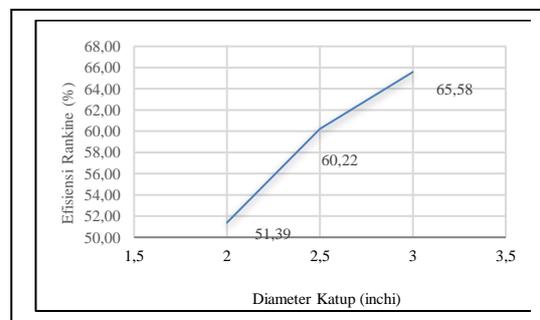
Gambar 4 menunjukkan hubungan antara diameter katup limbah terhadap efisiensi $D'Aubuisson$ pompa hidram, dari grafik di atas menunjukkan bahwa efisiensi $D'Aubuisson$ pompa hidram secara keseluruhan lebih dipengaruhi oleh diameter katup limbah. Dimana semakin besar diameter katup maka efisiensi yang dihasilkan

cenderung meningkat. Fenomena ini terjadi karena besaran yang digunakan dalam perhitungan nilai efisiensi adalah debit Limbah, debit pemompaan, head efektif masukkan dan head efektif pemompaan sehingga berdasarkan perhitungan, perbandingan besaran untuk diameter katup 3 dim lebih besar dari pada variasi diameter 2 inchi.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Diameter Katup Limbah terhadap Efisiensi ($D'Aubuisson$) pada Pompa Hidram 2 inchi.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara diameter katup limbah terhadap efisiensi Rankine pompa hidram, dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai efisiensi Rankine pompa hidram dipengaruhi oleh diameter katup limbah. Dimana semakin besar diameter katup maka efisiensi yang dihasilkan meningkat. Namun nilai efisiensi Rankine yang dihasilkan sedikit lebih rendah daripada nilai efisiensi $D'Aubuisson$. Hal ini dikarenakan nilai Efisiensi Rankine lebih menekan pada selisih head efektif ($h_{ef} - H_{ef}$) antara pemompaan dan head pemasukan. Sehingga dapat dikatakan efisiensi Rankine dan $D'Aubuisson$ memiliki trend line yang sama.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Diameter Limbah terhadap Efisiensi (Rankine) pada Pompa Hidram 2 inchi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa data dapat disimpulkan bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada variasi diameter katup limbah 3 dim sebesar 78,56 % untuk efisiensi *D'Aubuisson*, dan 78,58 % untuk efisiensi *Rankine*. Sedangkan efisiensi terendah, terdapat pada variasi diameter katup limbah 2 dim sebesar 63,80 % untuk efisiensi *D'Aubuisson*, dan 51,39 % untuk efisiensi *Rankine*. Efisiensi pompa berbanding lurus dengan debit hasil pemompaan dan berbanding terbalik dengan debit limbah yang dihasilkan. Hal tersebut membuktikan bahwa efisiensi mengalami kenaikan pada diameter katup yang lebih besar dikarenakan debit pemompaan yang meningkat dan mengalami penurunan pada debit limbah.

Dari hasil penelitian ini, penulis mengajukan beberapa saran berkenaan dengan pemasangan pompa hidram antara lain:

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi diameter katup dan variasi beban yang berbeda, sehingga diperoleh head efektif yang tinggi sehingga mendapatkan nilai efisiensi pompa yang lebih baik.

Dalam penelitian lanjutan pembuatan struktur pada katup limbah dibuat harus kuat dan kokoh, sehingga pada saat proses pemompaan tidak terjadi kemacetan. Karena kemacetan katup dapat menyebabkan terjadinya kehilangan tekanan pada pompa yang membuat pompa tidak bekerja efektif.

DAFTAR PUSTAKA

1 Suarda Made. D. 2017. Optimasi Diameter Katup Limbah Pompa Hydram. Jur. Tek. Mesin Univ. Udayana, Kampus Bukit Jimbaran

Badung Bali. .

- 2 FARIZ A. 2015. Pengaruh Variasi Diameter Katup Buang Terhadap Debit Dan Efisiensi Pada Pompa Hidram. Jur. Mesin Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Surakarta. .
- 3 Fajri M, Jafri M, Maliwemu EU. 2015. Pengaruh diameter katup limbah dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar terhadap efisiensi pompa hidram. LJTMU. 2(1): 55.
- 4 Waroni R. 2009. Perancangan dan Pembuatan Pompa Hidram untuk Desa Kluwih Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan,. Tek. Mesin, Fak. Tek. Teknol. Surabaya. .
- 5 MuhamadJafri, Jefri S. Bale ART. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Diameter Katup Limbah dan Diameter Katup Pengantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inchi. J. Lontar Tek. Mesin Undana. 03(01): 55.
- 6 White WB. 1988. Geomorphology and hydrology of karst terrains. New York, Oxford Univ. Press. 44 p.
- 7 Streeter, V.E., and Wylie EB. Mekanika Fluida. M S E Priyono, A., ed. Erlangga, Jakarta. 1993.
- 8 Bruce R. Munson, Donald F. Young THO. Mekanika Fluida. Erlangga, Jakarta. 2005.
- 9 Sularso., Tahara, H . Pompa Dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan. Pradya Paramita, Jakarta. 2004.
- 10 A. M. Michael . S. D. Kheper. Water Well Pump Engineering. , McGraw Hill Publishing Compact Limited, New Delhi.1997.