

VARIASI KETINGGIAN SUMBER AIR TERHADAP TEKANAN DAN DEBIT AIR POMPA HIDRAM

Ismet Eka Putra ^{1)*}, Dedi Wardianto ²⁾, Agung Pratama ³⁾

^{1), 2)} Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Padang

³⁾ Mahasiswa Program Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Padang

*Corresponding Author E-mail: ekaputraismet@gmail.com

Abstract

The hydram pump is a water pump that is energy efficient and environmentally friendly. The hydram pump is an appropriate technology in the field of pumping that uses water momentum (water hammer) to raise water, so the hydram pump is one of the water pumps that does not use fuel and electricity. Much research has been carried out regarding hydram pumps, but there is still much that needs to be studied so that knowledge about hydram pump planning is better. The effective performance of a hydram pump is influenced by several parameters, including drop height, pipe diameter, pipe type, characteristics of the waste valve, length of the inlet pipe and length of the pipe on the waste valve. The water source comes from the Unand Dam River flow, with variations in the height of the water source, namely 0.7m, 1.3m and 1.9m. with water flowing using an inlet pipe with a pipe diameter of 2 inches with a pipe length of 8 meters, and an outlet water pipe with a diameter of 1 inch with a height of 8 meters. The first test with a water source height of 0.7m obtained an inlet water pressure of 1.1 bar and an outlet water pressure of 1bar, with an outlet water pipe height of 8 meters which resulted in an outlet water discharge of 0.037 (L/second). In the second test with a water source height of 1.3 m, the inlet water pressure was 1.3 bar and the outlet water pressure was 1.2 bar, with an outlet water pipe height of 8 meters which resulted in an outlet water discharge of 0.071 (L/second). And in the third test with a water source height of 1.9m, the incoming water pressure was 1.4 bar and the outgoing water pressure was 1.3 bar, with an outgoing water pipe height of 8 meters which resulted in an outgoing water discharge of 0.091 (L/second).

Keywords: Hydraulic Pump, Performance Effectiveness, Pipe Diameter

Abstrak

Pompa hidram merupakan salah satu pompa air yang hemat energi dan ramah lingkungan. Pompa hidram merupakan teknologi tepat guna dalam bidang pemompaan dengan menggunakan tenaga momentum air (water hammer) untuk menaikkan air, sehingga pompa hidram salah satu pompa air yang tidak menggunakan BBM dan listrik. Penelitian mengenai pompa hidram telah banyak dilakukan, akan tetapi masih banyak pula yang perlu dikaji sehingga pengetahuan tentang perencanaan pompa hidram lebih baik. Efektifitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi beberapa parameter, antara lain tinggi jatuh, diameter pipa, jenis pipa, karakteristik katup limbah, panjang pipa Inlet dan panjang pipa pada katup limbah. Sumber air berasal dari aliran sungai bendungan Unand, dengan variasi ketinggian sumber air yaitu 0,7m, 1,3m, dan 1,9m. dengan air dialirkan menggunakan pipa saluran air masuk yang berdiameter pipa 2 inchi dengan panjang pipa 8 meter, dan pada saluran air keluar yang berdiameter 1inchi dengan ketinggian 8 meter. Pengujian pertama dengan ketinggian sumber air 0,7m didapat tekanan air masuk 1,1 bar dan tekanan air keluar 1bar, dengan tinggi pipa air keluar 8 meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,037 (L/detik). Pada pengujian kedua dengan ketinggian sumber air 1,3m didapat tekanan air masuk 1,3 bar dan tekanan air keluar 1,2 bar, dengan tinggi pipa air keluar 8 meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,071 (L/detik). Dan pada pengujian ketiga dengan ketinggian sumber air 1,9m di dapat tekanan air masuk 1,4 bar dan tekanan air keluar 1,3 bar, dengan tinggi pipa air keluar 8 meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,091 (L/detik).

Kata Kunci: Pompa Hidram, Efektifitas Kinerja, Diameter Pipa

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sarana yang penting dalam kehidupan manusia dan hewan maupun tumbuh – tumbuhan. Di samping itu juga merupakan sumber tenaga yang disediakan oleh alam sebagai pembangkit tenaga mekanis. Kenyataan menunjukkan bahwa ada banyak daerah di pedesaan yang mengalami kesulitan penyediaan air, baik yang digerakkan oleh tenaga listrik maupun tenaga diesel

telah lama dikenal oleh masyarakat, tetapi pada kenyataannya masih banyak masyarakat yang belum memilikinya. (Prijo Utomo & Santoso, 2015). Hal ini disebabkan oleh kemampuan daya beli masyarakat masih terbatas, dan pada penggunaan suatu unit pompa – pompa bermesin dibutuhkan tenaga operator yang terampil. Di samping itu, alat tersebut harus mempunyai kualitas yang baik dan tersedianya suku cadang yang mudah diperoleh dipasaran bebas (Sutanto & Wirawan, 2011). Oleh karena itu, perlu dicari dan dikembangkan suatu model teknologi irigasi yang memadai, menggunakan teknologi tepat guna, efisien, dan ekonomis sehingga dalam pengelolaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahan bakar lainnya, sebuah teknologi yang membutuhkan biaya operasional yang murah dan tidak membebani petani dalam melakukan kegiatan usaha taninya. Salah satu teknologi irigasi yang mulai dikembangkan adalah pompa *Hydraulic ram pump* atau lazim disebut pompa hidram. (Mandala et al., 2022).

Pompa hidram merupakan salah satu pompa air yang hemat energi dan ramah lingkungan. Pompa hidram merupakan teknologi tepat guna dalam bidang pemompaan dengan menggunakan tenaga momentum air (*water hammer*) untuk menaikkan air, sehingga pompa hidram salah satu pompa air yang tidak menggunakan BBM dan listrik. (Zulhendri et al., 2019). Penelitian mengenai pompa hidram telah banyak dilakukan, akan tetapi masih banyak pula yang perlu dikaji sehingga pengetahuan tentang perencanaan pompa hidram lebih baik. Efektifitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi beberapa parameter, antara lain head masuk/tinggi jatuh/ketinggian sumber air, diameter pipa, tabung penghantar, karakteristik katup buang (*waste valve*), panjang pipa masuk (*drive pipe*), volume tabung hantar dan ketinggian pipa output. (Muhaimin et al., 2016).

Pada umumnya masyarakat tidak memperhatikan pengaruh ketinggian sumber air masuk ketinggian air dan debit yang dihasilkan. Pompa *hydraulic ram* adalah pompa yang dapat mengangkat air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan menggunakan energi yang berasal dari aliran air itu sendiri. Untuk mengetahui kinerja pompa *hydraulic ram* dilakukan uji efisiensi pompa dengan perlakuan ketinggian sumber aliran air yang berbeda, ketinggian air angkat yang berbeda dan beban katup buang yang berbeda. Hasil pengujian efisiensi didapatkan bahwa semakin tinggi sumber aliran air semakin besar efisiensinya, semakin rendah lift air semakin besar efisiensinya dan beban yang paling ringan pada katup buang memiliki efisiensi yang paling besar. (Kurniawan et al., 2023).

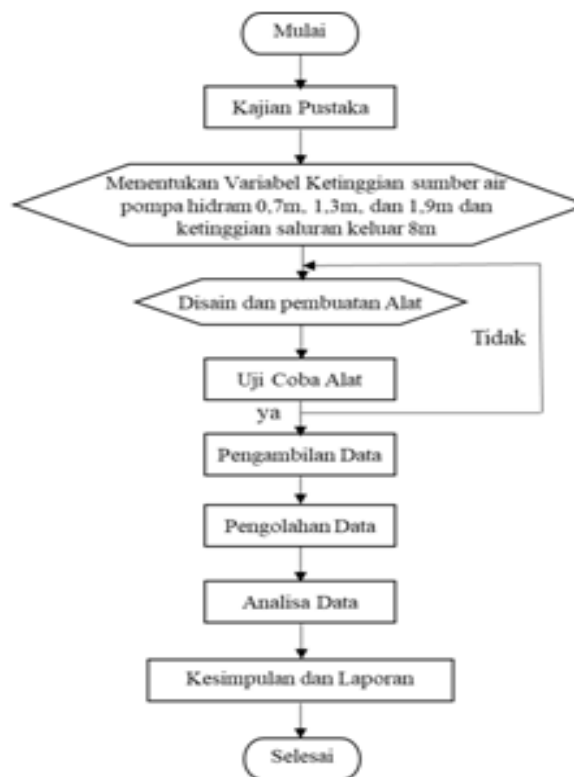
Pompa merupakan suatu alat yang dapat mengangkat air dari ketinggian yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi, namun karena pompa yang ada di pasaran banyak yang menggunakan energi listrik sebagai pembangkit daya serta harga jual yang cukup tinggi bagi masyarakat pedesaan, maka dibutuhkan suatu pompa yang tepat guna dan murah. Pompa Hidram adalah salah satu alternatif, dimana cara kerja alat ini dapat menaikkan air ke tempat yang lebih tinggi dengan energi atau daya yang berasal dari air itu sendiri. Pembuatan pompa Hidram itu sendiri relative murah, sederhana dan tahan lama. Pompa Hidram sangat populer karena bekerja tanpa menggunakan energi, sehingga sangat cocok digunakan di desa-desa yang tidak mempunyai sumber listrik. (Zulhendri et al., 2019).

Pompa Hidram bekerja berdasar prinsip *water hammer*. Penutupan katup limbah menyebabkan aliran air seperti dihentikan secara tiba-tiba, sehingga terjadi perubahan bentuk energi menjadi energi tekanan. Besarnya perubahan energi tersebut ditentukan oleh kecepatan menutupnya katup buang. Penutupan katup buang yang secara tiba-tiba akan mengakibatkan peningkatan tekanan yang tinggi di dalam *drive pipe*. Peristiwa ini dikenal sebagai *water hammer* (Wahjono, 2006). Ketika air dihentikan secara tiba-tiba, maka perubahan momentum massa fluida tersebut akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan fluida ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi (Ucok, 2020). Untuk memanfaatkan energi potensial dari hantaman air dibutuhkan hal-hal sebagai berikut :

- a) Adanya terjunan air yang dialirkan melalui pipa dengan beda tinggi elevasi dengan pompa hidram minimal 1 meter.
- b) Sumber air harus kontinyu dengan debit minimal 7 liter/menit. Terdapat hubungan antara diameter pompa dengan debit air yang keluar. Diameter pompa berbanding lurus dengan debit air yang keluar, artinya semakin besar diameter pompa, maka semakin besar pula debit air yang keluar.

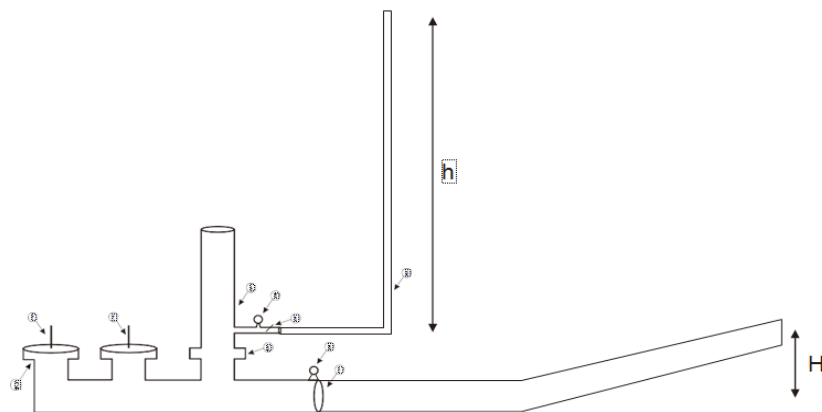
2. METODOLOGI

2.1 Flowchart



Gambar 1. Diagram Alir Metoda Penelitian

2.2 Skema perancangan pompa hidram



Gambar 2. Skema Perancangan Pompa Hidram

Keterangan :

1. Pipa input dibuat dari pipa PVC 3 inchi sehingga tekanan air yang dihasilkan lebih besar.
2. Katup buang berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi fluida dibuat dari pipa PVC 3 inchi.

3. Katup hisap berfungsi untuk mengalirkan air dari badan hydram ke selang udara dan selanjutnya naik ke tangki penyimpanan dibuat dari pipa PVC 3 inchi.
4. Tabung udara berfungsi untuk memperkuat tekanan dinamik dengan diameter 4 inchi dan tinggi 1m.
5. Pipa output merupakan tempat keluarnya air yang berfungsi sebagai stimulus terjadinya gerakan pada setiap katup dibuat dari pipa 1 inchi..
6. *Pressure gauge* yang berfungsi sebagai alat ukur tekanan keluar pada pompa.
7. Klep katup buang yang bermuatan berat dengan langkah yang cukup panjang akan menyebabkan fluida mengalir lebih cepat, dibuat dengan pipa PVC 1 inchi dengan panjang 1m.
8. *Pressure gauge* yang berfungsi sebagai alat ukur tekanan masuk pada pompa
9. Selang berfungsi sebagai jalur air yang akan di pompakan
 h = tinggi air keluar
 H = tinggi air masuk

2.3 Prosesur Pengujian

a) Tahap Persiapan

Tahap pertama adalah mempersiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus dipersiapkan adalah *tee*, *elbow*, katup buang, katup hantar, pipa dan fluida yang akan di gunakan untuk menguji pompa adalah air.

Tahap perancangan Setelah alat dan bahan selesai, langkah selanjutnya adalah merancang pompa hidram. Langkah-langkah untuk merancang pompa hidram adalah sebagai berikut:

- Menentukan ketinggian terjunan. Ketinggian sumber air yang akan di variasikan yaitu 0,7m, 1,3m, dan 1,9m.
- Diameter pipa saluran air masuk, pipa yang akan digunakan yaitu pipa PVC dengan diameter tabung 2 inchi. Pipa ini nantinya akan mengalirkan air dari sumber air menuju badan pompa.
- Tentukan panjang pipa saluran air keluar Pada penelitian ini panjang pipamasing- masing 8 meter dan material pipa adalah PVC.
- Tentukan dimensi katup buang. Pada penelitian ini, katup buang terdiri dari dua buah katup.
- Perancangan Prototype. Perancangan pompa hidram terdiri dari empat bagian utama dari pompa hidram, yaitu: rumah pompa (*Body Pump*), katup buang (*Waste Valve*), katup penghantar (*Deliver Valve*), dan tabung udara (*airchamber*).

2. Prosedur Pengujian

Berikut beberapa langkah prosedur penelitian yang akan dilakukan untuk melakukan analisa data:

- Sumber air berasal dari aliran sungai bendungan Uiversitas Andalas, dengan variasi ketinggian sumber air yaitu 0,7m, 1,3m, dan 1,9m.
- Menghitung tekanan pada saluran air masuk dan saluran air keluar dengan menggunakan alat ukur *pressure gauge*, dengan air dialirkan menggunakan pipa saluran air masuk yang berdiameter pipa 2 inchi dengan panjang pipa 8 meter, dan pada saluran air keluar yang berdiameter 1inchi dengan ketinggian 8 meter.
- Saluran air keluar menggunakan selang dengan ketinggian 8 meter.
- Menampung air menggunakan gelas ukur untuk mengetahui kapasitas debit air yang keluar dan mengukur waktu dengan *Stopwatch*.

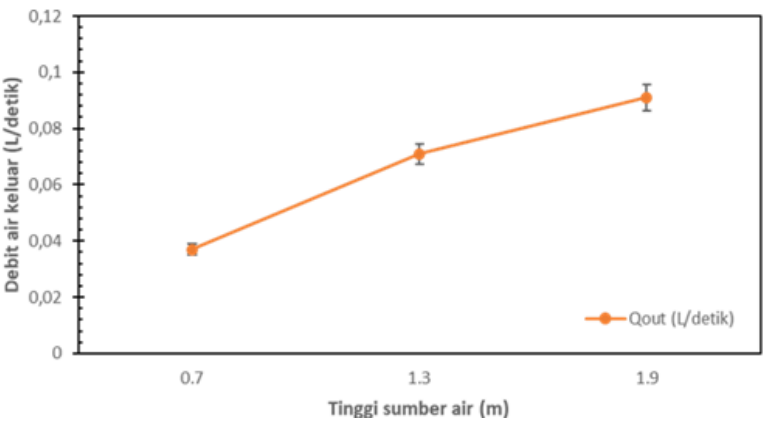
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Pengujian Perbandingan Pengaruh Tinggi Sumber Air Terhadap Debit Air Keluar

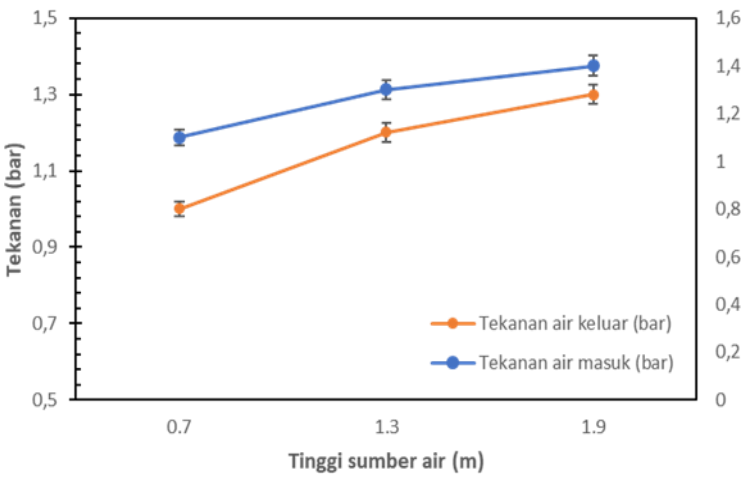
Tabel 1. Pengaruh tinggi sumber air terhadap debit air yang keluar

No	ketinggian sumber air (m)	Tekanan air masuk (bar)	Tekanan air keluar (bar)	Tinggi air keluar (m)	Debit air keluar (Q) (L/detik)	ukuran saluran masuk (in)	ukuran saluran keluar (in)
1	0.7	1,1	1	8	0,037	2	1
2	1.3	1,3	1,2	8	0,071	2	1
3	1.9	1,4	1,3	8	0,091	2	1

Tabel 1 merupakan tabel data hasil pengujian pompa hidram dengan ukuran saluran masuk 2in dan saluran keluar 1in. Pengujian pertama dengan ketinggian sumber air 0,7m didapat tekanan air masuk 1,1 bar dan tekanan air keluar 1bar, dengan tinggi pipa air keluar 8-meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,037 (L/detik). Pada pengujian kedua dengan ketinggian sumber air 1,3m didapat tekanan air masuk 1,3 bar dan tekanan air keluar 1,2 bar, dengan tinggi pipa air keluar 8-meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,071 (L/detik). dan pada pengujian ketiga dengan ketinggian sumber air 1,9m di dapat tekanan air masuk 1,4 bar dan tekanan air keluar 1,3 bar, dengan tinggi pipa air keluar 8 meter yang menghasilkan debit air keluar sebesar 0,091 (L/detik).



Gambar 1. Perbandingan Pengaruh Tinggi Sumber Air Terhadap Debit Air Keluar



Gambar 2. Perbandingan Pengaruh Tinggi Sumber Air Terhadap Tekanan Air Masuk Dan Tekanan Air Keluar

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, bahwa semakin tinggi terjunan air, tekanan input dan output naik, sehingga debit air yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi sumber air akan semakin tinggi juga tekanan air yang masuk ke pompa yang akan melalui proses perubahan energi kinetik air menjadi energi potensial air dengan dipengaruhi nilai gravitasi bumi, masa jenis air, dan ketinggian. Pada dasarnya proses naiknya air diakibatkan perubahan energi kinetis aliran air menjadi tekanan dinamik dan sebagai akibatnya menimbulkan efek palu air (*water hammer*) sehingga terjadi tekanan tinggi dalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katup limbah (*waste valve*) dan katup air keluar (*delivery valve*) terbuka dan tertutup secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan inersia yang terjadi dalam pipa pemasukan memaksa air naik ke pipa pengantar. Dari penelitian sebelumnya berpendapat bahwa semakin tinggi terjunan yang digunakan akan memperoleh hasil debit *output* yang lebih besar. Kenaikan tinggi terjunan setiap 1 meter akan diperoleh kenaikan debit *output* rata-rata sebesar 2 ½ kali lipat (Sutanto & Sutrisno, 2018). Pada penelitian lain juga menjelaskan bahwa semakin tinggi jatuhnya air pada pompa hidram, maka tekan pada pompa hidram yang dihasilkan akan semakin tinggi (Prijo Utomo & Santoso, 2015).

Dengan ketinggian sumber air 1.9m dapat menghasilkan tekanan dan debit air yang lebih maksimal dibandingkan pengujian lainnya dan dapat menghasilkan debit 0,091 (L/detik) pada kondisi vertikal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian serta pembahasan yang telah dilakukan, ketinggian sumber air mempengaruhi tekanan dan debit air yang keluar. Semakin tinggi sumber air maka semakin tinggi tekanan pada pipa keluar dan semakin banyak debit (L/detik) air yang di hasilkan pada ketinggian saluran air keluar yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, I., Wardianto, D., & Afdal. (2023). Pompa Hidram (Pompa Air Tanpa Penggerak Energi Mekanik). *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 1(1), 81–85. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.12>
- [2] F, J. M., F, W. G., Likadja, & J., F. (2022). Pemanfaatan pompa hidram dengan aliran air dari kali dendeng untuk budidaya sayuran di pekarangan rumah di kelurahan fontein. *Jurnal TEKMAS*, 2(1), 35–39.
- [3] Firmana, D., Staddal, I., & Mustofa, M. (2022). Rancang Bangun Pompa Hidram sebagai Solusi Sistem Pengairan di Daerah Perbukitan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(2), 80–84. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v7i2.946>
- [4] Hartono, B. (2014). Pengaruh Variasi Tabung Udara Terhadap Debit Pemompaan Pompa Hidram. *Sintek*, 8, 25–28.
- [5] Herawati, Y., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2009). Length Inlet to Hidram Efficiency. *Dinamika Teknik Sipil*, 11(2), 128–134.
- [6] Iskandar, Y., & Saepudin, A. (2020). Penerapan Pompa Air Free Energi Menggunakan Kincir Air Dan Pompa Sistem Hidrolik Untuk Pengairan Sawah. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(11), 1484. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i11.1733>
- [7] Kurniawan, Y. B., Triyono, S., Amien, E. R., & Tusi, A. (2023). Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Uji Pengaruh Beban Klep Buang Serta Ketinggian Input Dan Output Terhadap Efisiensi Pompa Hidram Effect of Exhaust Valve Load, Input , and Output Level on Hydrum Pump Efficiency. *Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 2016–2221. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ABE/index>
- [8] Mandala, J. F., Galla, W. F., & Likadja, F. J. (2022). Penggunaan Pompa Hidram 3 Katup Buang Dengan Tinggi Aliran Air (Head) 50 Cm Use of Hydrum Pump 3 Exhaust Valve with Head Water Flow (Head) 50 Cm. *Jurnal TEKMAS*, 2(2), 2022.
- [9] Muhaimin, Ismail, N. R., & Sahbana, M. A. (2016). Pengaruh Ketinggian Sumber Air Terhadap Efisiennsi Pompa Hidram. *Widya Teknika*, 24(2), 38–44.

- [10] Prijo Utomo, G., & Santoso, E. (2015). Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap Head Pompa Hidram. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember*, 01(02), 211–224.
- [11] Sutanto, R., & Sutrisno, D. A. (2018). *Dinamika Teknik Mesin Pengaruh tinggi terjunan dan panjang langkah katup limbah terhadap unjuk kerja pompa hidram*. 6, 1–8.
- [12] Sutanto, R., & Wirawan, M. (2011). Analisa Pengaruh Variasi Susunan Terhadap Kemampuan Unjuk Kerja Pompa Hydram Ditinjau Dari Aspek Tinggi Terjunan Air. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(1). <https://doi.org/10.29303/d.v1i1.126>
- [13] Tua, A., Ismail, N. R., & Sahbana, M. A. (2014). Pengaruh Tinggi Pipa Buang Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Widya Teknika*, 22(2), 66–71.
- [14] Ucock, U. S. (2020). A Perancangan Pompa Hidram Pada Tabung Udara Dengan Metode VDI 2221. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 7(1), 36–42. <https://doi.org/10.37373/tekno.v7i1.7>
- [15] Umar, A., Harisyansyach, M. Y., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Air, K. (2020). *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin PENGARUH KETINGGIAN TERJUNAN SUMBER AIR PADA POMPA HIDRAM*. 3(2).
- [16] Wahjono, H. D. (2006). Rancang Bangun Pompa Hidram untuk Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Akutansi Indonesia*, 2(2), 178–186.
- [17] Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). Uji kinerja pompa hidram dengan 2 (dua) klep buang diameter 0,5 (setengah) inci dan 1 (satu) klep hisap diameter 0,5 (setengah) inci. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 3, Issue 1). <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [18] Zulhendri, Z., Yuliarman, Y., Menhendry, M., Effiandi, N., & Adeliza, P. (2019). Pengaruh Tinggi Air Masuk Dan Diameter Pipa Outlet Terhadap Tinggi Air Keluar Pompa Hidram. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), 61–68. <https://doi.org/10.30630/jtm.12.2.219>