

Rancang Bangun Pompa Hidram sebagai Solusi Sistem Pengairan di Daerah Perbukitan

Didik Firmana¹⁾, Iqrima Staddal²⁾, Mustofa³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

Jl Muchlis Rahim, Desa Panggulo Barat, Kec. Botupingge, Kab. Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia

e-mail: didikfirmana@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Tidak hanya untuk konsumsi manusia dan hewan, air juga diperlukan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan. Di daerah yang posisinya rendah (di bawah permukaan air laut), air sangat mudah dan banyak dijumpai. Namun, berbeda dengan daerah-daerah perbukitan dan pegunungan. Umumnya petani mengandalkan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Oleh karena itu, teknologi pompa hidram menjadi solusi untuk sistem pengairan di daerah perbukitan dan pegunungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pompa hidram dengan sistem dua katup. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu desain, penyediaan alat dan bahan, rancangan fungsional dan rancangan struktural, serta pengujian. Material utama pembuatan pompa hidram berasal dari pipa PVC dengan diameter yang berbeda, yakni $\frac{3}{4}$, 2, dan 3 inci. Perancangan struktural pompa hidram terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pipa input, pipa output, katup penghantar, katup limbah, dan tabung udara. Berdasarkan hasil pengujian pompa hidram tipe 2 katup memperoleh data debit yang dihasilkan adalah 8 liter/menit. Kecepatan aliran pada pipa input dan pipa output masing-masing 0,052 m/s dan 0,42 m/s. Perbedaan ini salah satunya dipengaruhi oleh diameter pipa, dimana kecepatan aliran berbanding terbalik dengan diameter pipa. Adapun debit aliran yang dihasilkan pada pipa input dan pipa output masing-masing adalah $1,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan $1,32 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Kata Kunci: debit aliran, kecepatan aliran, pompa hidram, sistem pengairan, daerah perbukitan

ABSTRACT

Water is one of the natural resources needed by all living things. Not only for human and animal consumption but water is also needed by plants for the process of growth and development. In areas where the position is low (below sea level), water is very easy and often found. However, in contrast to hilly and mountainous areas. Generally, farmers rely on rainwater to meet crop water needs. Therefore, hydram pump technology is a solution for irrigation systems in hilly and mountainous areas. This study aims to design a hydram pump system with a two-valve system. This research was conducted through several stages, namely design, provision of tools and materials, functional design and structural design, and testing. The main material for making hydram pumps comes from PVC pipes with different diameters, namely $\frac{3}{4}$, 2, and 3 inches. The design of the hydram pump consists of several main components, namely the input pipe, output pipe, delivery valve, waste valve, and air tube. Based on the results of the type 2 valve hydram pump test, the resulting discharge data is 8 liters/minute. The flow velocity in the input pipe and the output pipe are 0.052 m/s and 0.42 m/s respectively. One of these differences is influenced by the diameter of the pipe, where the flow velocity is inversely proportional to the diameter of the pipe. The flow rates generated in the input pipe and output pipes are $1.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ and $1.32 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ respectively.

Keywords: flow rate, flow rate, hydram pump, irrigation system, hilly areas

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki banyak keutamaan, bahkan bisa dikatakan memiliki peranan yang paling penting. Air sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan makhluk hidup, seperti manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Bagi manusia, air dapat dimanfaatkan untuk keperluan konsumsi dan lain-lain, sebagaimana hewan. Bagi tanaman, air diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan.

Air di daerah yang dataran rendah ketersediaannya sangat berlimpah dan mudah dijumpai. Tentu hal ini sangat menguntungkan, baik bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Penggunaan air oleh manusia sangat bervariasi dan berbagai bidang, termasuk pertanian. Di daerah yang rendah, air dapat dimanfaatkan untuk persawahan dan perkebunan. Akan tetapi, kondisinya akan berbeda jika tempat manusia untuk bercocok tanam di daerah perbukitan dan pegunungan. Kondisi ini banyak dijumpai di wilayah Gorontalo, dimana permukaan tanah Provinsi Gorontalo sebagian besar adalah perbukitan yang mempunyai banyak gunung dengan ketinggian yang berbeda (Anonim, 2022).

Kondisi di atas tentu menyulitkan para petani saat melakukan pengairan bagi tanaman. Umumnya mereka mengandalkan curah hujan untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Hal ini karena daerah perbukitan memiliki sumber air yang terbatas dan hampir semua perbukitan tidak memiliki sumber air. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang dapat membantu petani dalam memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Berbagai upaya telah dilakukan oleh para petani seperti penggunaan mesin diesel untuk menyedot air dan mengalirkannya ke daerah perbukitan. Hal ini sebagaimana yang terjadi di salah satu perbukitan Desa Kalimas.

Penggunaan mesin diesel untuk memompa air dilakukan karena keterbatasan dan sulitnya supply listrik ke daerah tersebut. Penggunaan mesin diesel semakin lama tentu akan menyulitkan para petani, berkaitan dengan kebutuhan bahan bakar dan perawatan yang memerlukan biaya cukup tinggi. Teknologi lain yang memungkinkan dapat diterapkan oleh petani di daerah perbukitan adalah pompa hidram. Pompa hidram merupakan salah satu jenis pompa yang tidak membutuhkan energi eksternal (seperti bahan bakar dan listrik) untuk

menggerakkan sistem. Selain tidak memerlukan bahan bakar dan energi listrik, pompa hidram juga tidak memerlukan pelumas (oli), biaya pembuatan dan perawatan yang relatif murah dan mudah (Safarudin, 2019).

Penerapan dan pengaplikasian pompa hidram telah banyak dilakukan. Namun, ada beberapa kendala yang membuat pompa hidram tidak bekerja secara maksimal. Faktor-faktor yang mempengaruhi tidak maksimalnya kinerja pompa hidram dapat berasal dari komponen-komponennya. Perancangan lubang yang besar pada katup limbah menyebabkan air yang keluar melewati lubang katup limbah lebih banyak dibandingkan keluar melewati pipa output. Kondisi ini juga mengakibatkan tekanan yang dihasilkan dari katup limbah lebih sedikit. Oleh karena itu, rekayasa pompa hidram perlu dilakukan untuk meminimalisir air yang terbuang. Upaya ini dapat dilakukan dengan membuat pompa hidram tipe 2 katup pada katup limbah. Katup limbah dirancang dengan diameter lubang yang lebih kecil sehingga tekanan yang dihasilkan cukup tinggi. Tekanan yang tinggi akan berpengaruh pada proses pemompaan air, sehingga air yang keluar pada pipa output lebih banyak dibandingkan pada katup limbah.

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian mencakup perancangan dan pengujian pompa hidram dilakukan selama 3 bulan terhitung mulai Maret hingga April. Adapun perancangan dan pengujian pompa hidram dilaksanakan di Laboratorium Prodi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo.

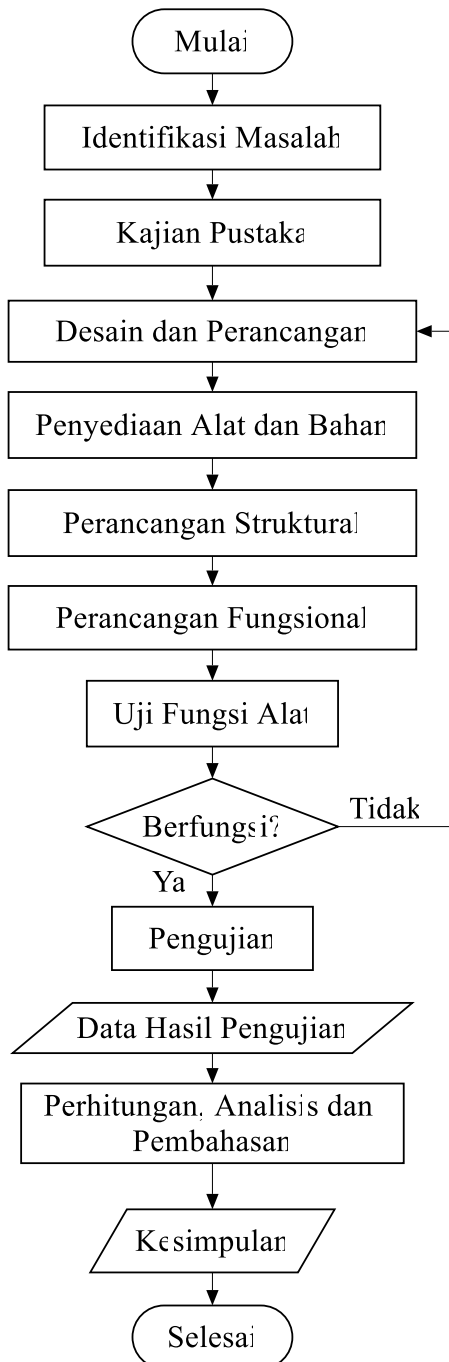
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan pompa hidram antara lain bor tangan, gurinda tangan, tang, alat ukur, manometer dan gelas ukur, pipa PVC (3/4, 2, dan 3 inchi), sambungan pipa L dan T (3/2 dan 2 inchi), sambungan pipa 2 inchi / 2 inchi dan 2 inchi / 3 inchi, baut dan mur 10 mm, pegas, karet ban, lem pipa dan tong air.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan dimulai dengan identifikasi masalah, kajian pustaka, perancangan

struktural, perancangan fungsional, dan pengujian pompa hidram.

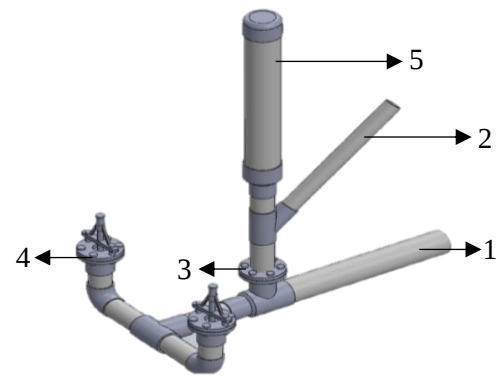


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Rancangan fungsional pompa hidram tipe dua katup dapat dilihat pada Gambar 2. Pompa hidram yang dirancang memiliki beberapa komponen utama berikut:

1. Pipa input. Pipa input dibuat dari pipa PVC 2 inchi dengan panjang pipa 7400 mm sehingga tekanan air yang dihasilkan lebih besar.

2. Pipa output. Pipa output merupakan tempat keluarnya air yang berfungsi sebagai stimulus terjadinya gerakan pada setiap katup.
3. Pipa penghantar. Katup pengantar merupakan katup yang menghisap air dari rumah pompa ke tabung udara, serta menahan air yang telah masuk agar tidak kembali masuk ke rumah pompa.
4. Katup limbah. Katup limbah berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi fluida.
5. Tabung udara. Tabung udara berfungsi untuk memperkuat tekanan dinamik.



Gambar 2. Rancangan Fungsional Pompa Hidram Dua Katup

Penentuan Debit dan Kecepatan Aliran Air

Penentuan debit air dan kecepatan aliran masing-masing dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2 (White, 1988):

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

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

dimana,

Q = debit air (m^3/s)

V = volume fluida (m^3)

t = waktu (s)

v = kecepatan aliran (m/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Pompa Hidram

Pompa hidram dirancang menggunakan bahan pipa PVC dengan diameter dan panjang yang berbeda. Tabung udara memiliki panjang 750 mm dan diameter 76,2 mm. Pipa input memiliki panjang 7400 mm dan diameter 57 mm. Adapun pipa output memiliki panjang dan diameter masing-masing sebesar 6400 mm dan 20 mm.

Hasil Pengujian Pompa Hidram

Pengujian dilaksanakan di dataran yang mempunyai ketinggian 2 m dari pompa hidram. Pengujian pada ketinggian ini sebagai dasar untuk mengetahui apakah pompa hidram dapat mengalirkan air melalui pipa output. Parameter pipa input dan pipa output dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Pipa Input dan Pipa Output

Pipa	P (mm)	D (mm)	A (mm ²)
Input	7400	57	2550,5
Output	6400	20	314

Berdasarkan parameter pada Tabel 1 dan persamaan 1 dan 2, kecepatan aliran fluida (air) dan debit yang dihasilkan pada masing-masing pipa disajikan pada Tabel 2. Pada pengujian awal aliran air yang akan masuk melalui pipa input diketahui bahwa dalam waktu 1 menit menghasilkan volume 8 liter, sehingga debit awal diketahui sebesar $1,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabel 2. Kecepatan Aliran dan Debit pada Pipa Input dan Pipa Output

Pipa	v (m/s)	Q (m ³ /s)
Input	0,052	$1,33 \times 10^{-4}$
Output	0,42	$1,32 \times 10^{-4}$

Tabel 2 menunjukkan bahwa kecepatan aliran berbanding terbalik diameter pipa, dimana semakin kecil diameter pipa maka kecepatan aliran fluida semakin tinggi. Hal ini sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahayu, dkk (2021), dimana laju aliran pada pipa dengan diameter $\frac{1}{2}$ inchi lebih besar dibandingkan pipa dengan diameter $\frac{3}{4}$ inchi. Debit air yang dihasilkan dari pipa input dan output tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Debit air yang diperoleh pada pipa output $1,32 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ sama dengan 7,92 liter/menit. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sutanto, dkk (2017), dimana debit output hasil pengujian pompa hidram sebesar 7,5 liter/menit dengan efisiensi sebesar 52,6%. Diameter pipa input sangat mempengaruhi debit air yang dihasilkan, dimana diameter pipa input berbanding terbalik dengan debit air. Konsekuensinya akan memperbanyak terjadi pulse dan air yang terbuang jika diameter pipa input semakin besar (Jafri, et. Al., 2006). Debit air yang dihasilkan

sangat menentukan efisiensi pompa hidram, dimana semakin besar debit air maka efisiensinya semakin tinggi (Adeo, et. al., 2021).

Banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi dan debit air yang dihasilkan pada pipa output, seperti volume tabung udara, panjang pipa input, ketinggian, suplay air, air yang terbuang, (Setiawan, 2018; Dhaiban, 2019; Chatterjee, et. al., 2020). Diameter pipa input dan ketinggian tangka supply air cenderung meningkatkan efisiensi pompa hidram (Dhaiban, 2019). Lebih lanjut lagi, posisi peletakan katup limbah juga berpengaruh pada efisiensi pompa hidram, dimana posisi katup 10 cm memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan posisi katup 20 cm (Safaruddin, 2019). Oleh karena itu, dalam perancangan sistem pompa hidram harus memperhatikan indikator-indikator di atas sehingga hasil yang diperoleh lebih maksimal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan pompa hidram menggunakan pipa PVC dibuat dengan tipe dua katup limbah. Pipa input pada sistem ini memiliki panjang dan diameter masing-masing 7400 mm dan 57 mm. Sedangkan pipa output memiliki panjang dan diameter 6400 mm dan 20 mm.
2. Debit air pada pipa output sebesar $1,32 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ setara dengan 7,92 liter/menit. Besarnya nilai debit air sangat dipengaruhi oleh diameter pipa, laju aliran, dan ketinggian suplay air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeo, D. G., Riwu, D. B., & Penu, M. M. (2021). Pengaruh Ukuran Katup Limbah terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 6(1), 62-67.
- Anonim. (2022). *Kondisi Geografis dan Kependudukan*. Dipetik October 10, 2022, dari <https://ppid.gorontaloprov.go.id/>
- Asvapoositkul, W., Juruta, J., Tabtimhin, N., & Limpongsa, Y. (2019). Determination of Hydraulic Ram Pump Performance:

- Experimental Results. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1-11.
- Chatterje, S., Saha, T., & Banerjee, S. (2020). Efficiency of a Working Hydraulic Ram Pump System. *World Academics Journal of Engineering Sciences*, 7(4), 40-46.
- Dhaiban, H. T. (2019). *Experimental Study the Performance of Ram Water Pump*. Baghdad: EUREKA: Physics and Engineering.
- Jafri, M., Gusnawati, & Banamtuan, A. (2016). Analisa Beda Tinggi Katup dan Variasi Diameter Pipa Inlet terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram Ukuran Dua Inchi. *LJTMU*, 3(1), 75-80.
- Rahayu, P., Putri, D. K., Rosalina, & Indriani, N. (2021). Pengaruh Diameter Pipa Pada Aliran Fliuda Terhadap Nilai *Head Loss*. *JURNAL AGITASI*. 2 (1), 23-32.
- Safarudin, A. M. (2019). Pengaruh Posisi Peletakan Katup Buang terhadap Kinerja Pompa Hidram. *JTM*, 7(1), 1-8.
- Setiawan, T. (2018). Uji Coba dan Perhitungan Variasi Tabung Udara untuk Pompa Hidram. *Jurnal Media Teknologi*, 5(1), 15-22.
- Sutanto, R., Mulyanto, A., & Wardani, K. (2017). Pengembangan Pompa Hydram (Hydraulic Ram Pump) sebagai Alternatif Penyedia Air Irigasi. *Jurnal Abdi Insani Unram*, 4(2), 103-107.
- White, W. B., 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karts Terrains*. 1st penyunt. New York: Oxford University Press.

