



Rancang bangun sistem hydraulic ram pump untuk pengadaan air bersih

Agus Setiawan¹, Aam Hamdani², Nisaudzakiah Utami³, Nana Wartana⁴
^{1,2,3,4}Universitas Pendidikan Indonesia, Kota Bandung, Indonesia.
agus_setiawan@upi.edu¹

ABSTRACT

Water is the source of life for living things, especially humans. Humans cannot live without water. Parakan Wayang Hamlet, Sirnajaya Village, Gunung Halu Subdistrict, West Bandung Regency, is one area with difficulty getting clean water. Based on a survey, the area's economic, geographical, and remote aspects make it difficult for residents of the hamlet to get clean water. The hamlet's residents use the mountain valley river water for survival. They walk down the mountain carrying jerry cans to meet their daily clean water needs. River water that continues to flow in the area can potentially be used for energy. Based on these conditions, this community service program aims to design a hydraulic ram pump system to pump water from the river to residential areas at a height of 100 meters using two reservoirs installed every 50 meters. This system utilizes the potential energy of water that continues to flow to pump and distribute it to residents. This water pump system is expected to fulfill the need for clean water.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 16 Dec 2023
Revised: 19 May 2024
Accepted: 25 May 2024
Available online: 3 Jun 2024
Publish: 21 Jun 2024

Keywords:

clean water; hydram pump; water pump

Open access

Jurnal Abmas
is a peer-reviewed open-access journal

ABSTRAK

Air sebagai sumber bagi kehidupan bagi makhluk hidup khususnya manusia. Manusia tidak dapat hidup tanpa air. Dusun Parakan Wayang Desa Sirnajaya Kecamatan Gunung Halu Kabupaten Bandung Barat merupakan salah satu daerah yang mengalami kesulitan mendapatkan air bersih. Berdasarkan survey yang dilakukan, aspek ekonomi, geografis, dan terpencilnya daerah tersebut membuat warga dusun sulit mendapatkan air bersih. Pemanfaatan air sungai yang berada di lembah gunung oleh warga dusun digunakan untuk bertahan hidup, mereka berjalan menuruni dan menaiki gunung dengan membawa jerigen untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap harinya. Air sungai yang terus mengalir di daerah tersebut dapat berpotensi untuk dapat digunakan energinya. Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengadakan rancang bangun sistem hydraulic ram pump untuk memompa air dari sungai ke pemukiman warga dengan ketinggian 100 meter dengan menggunakan dua bak penampungan yang dipasang pada setiap 50 meter. Sistem ini menggunakan sistem pemanfaatan energi potensial air yang terus mengalir untuk memompa dan menyalurkan ke warga. Sistem pompa air ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air bersih.

Kata Kunci: air bersih; pompa air; pompa hidram

How to cite (APA Style)

Setiawan, A., Hamdani, A., Utami, N., & Wartana, N. (2024). Rancang bangun sistem hydraulic ram pump untuk pengadaan air bersih. *Jurnal Abmas*, 24(1), 27-36.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.

Copyright

2024, Agus Setiawan, Aam Hamdani, Nisaudzakiah Utami, Nana Wartana. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author: agus_setiawan@upi.edu

INTRODUCTION

Air menjadi sumber kehidupan bagi makhluk hidup terutama manusia. Air sering kali dianggap sebagai sumber daya yang akan tersedia setiap saat (Nurfauzan et al., 2022). Padahal air sebagai sumber daya alam yang terbatas jumlahnya karena mempunyai siklus tata air yang relatif tetap. Pada dasarnya ketersediaan air di bumi tidak pernah bertambah dan tidak tersebar secara merata. Air sebagai kebutuhan dasar yang paling utama bagi keberlangsungan aktivitas ekonomi sehari-hari (Arsyad et al., 2014). Lebih dari dua miliar orang atau sekitar 30 persen penduduk dunia yang tersebar di 40 negara mengalami permasalahan kekurangan air. Hal ini berdasarkan dalam catatan World Water Forum, hingga tahun 2025 sekitar 2,7 miliar atau lebih dari sepertiga penduduk dunia akan kekurangan air bersih. Dari data tersebut, ancaman kekurangan dan krisis air menjadi salah satu isu global dari kebutuhan akan air bersih.

Indonesia mengalami krisis air bersih, khususnya di Kabupaten Bandung Barat yang dialami oleh lebih dari 100.000 jiwa. Asumsi kebutuhan air bersih bagi satu orang sebanyak 20 liter per hari, maka diperlukan sekitar dua juta liter air setiap hari. Kebutuhan air itu belum termasuk untuk mengairi lahan pertanian yang kekeringan. Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) kabupaten Bandung Barat, Duddy mengatakan "*Kekeringan terjadi di tujuh Kecamatan di Bandung Barat, yaitu Cipeundeuy, Parongpong, Cipongkor, Cikalongwetan, Gununghalu, Cipatat, dan Batujajar. Total 41 Desa dari tujuh Kecamatan tersebut mengalami kesulitan air bersih, dengan jumlah warga terdampak lebih dari 100.000 jiwa*" (<https://www.pikiran-rakyat.com/bandung-raya/pr-01301016/100-ribu-jiwa-alami-krisis-air-bandung-barat-tetapkan-darurat-kekeringan#>).

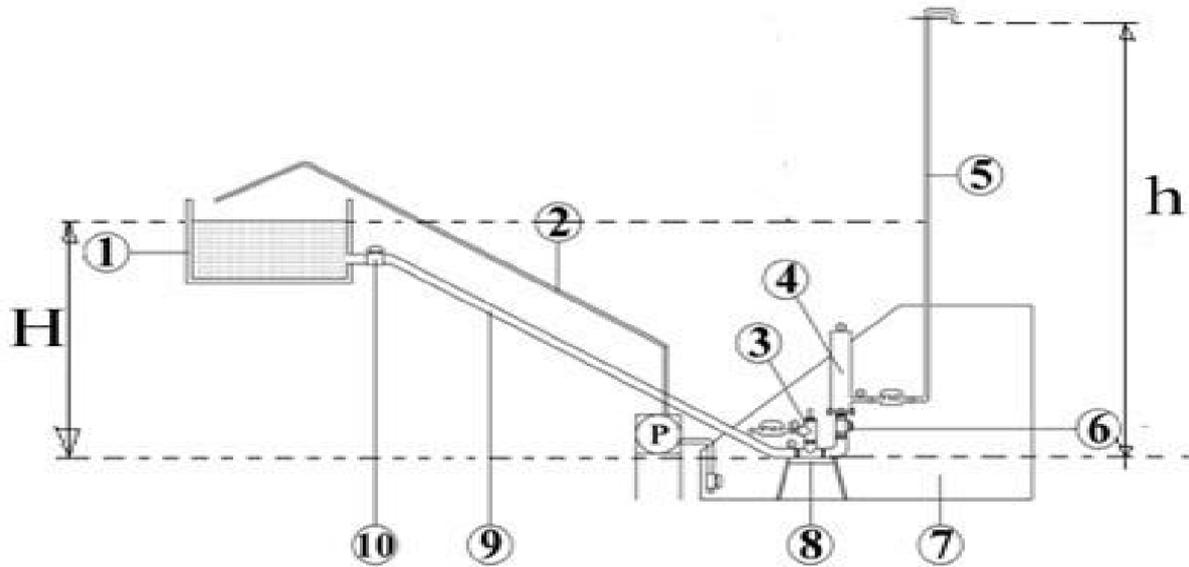
Berdasarkan observasi, Kampung Parakan Wayang yang terletak di Desa Sirnajaya Kecamatan Gunung Halu Kabupaten Bandung Barat mengalami krisis air bersih sepanjang tahun. Sebanyak 45 kepala keluarga terlantar akan air bersih. Hal ini disebabkan kondisi geografis daerah yang berada di dataran tinggi dan rendahnya penghasilan warga sehingga menyebabkan seluruh warga tidak mempunyai sumber air bersih sendiri. Mereka harus mengambil air bersih di sumber sungai yang terletak di kaki gunung dengan jarak tempuh sekitar 100 meter. Sebagian warga Kampung Parakan Wayang, berpenghasilan rendah sehingga masih banyak warga Kampung yang belum mempunyai listrik mandiri. Mereka mengambil listrik dari rumah tetangga yang mempunyai kwh meter. Rata-rata kwh meter di Kampung parakan wayang adalah 450 watt. Di Kampung ini terdapat dua mushola yang belum mempunyai listrik mandiri dan tempat wudhu sendiri. Bagus Hari Abriyanto, Manager PLN daerah Cimahi, mengatakan bahwa sekitar 92.000 keluarga di Bandung Barat belum mempunyai sambungan listriknya sendiri, padahal pelanggan terbanyak berada di Bandung Barat (<https://www.pikiran-rakyat.com/bandung-raya/pr-01261592/92000-keluarga-di-bandung-barat-belum-berlistrik-376542?page=all>).

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan solusi yang dapat membantu warga untuk mendapatkan air bersih tanpa memerlukan energi listrik. Penelitian terdahulu menunjukkan penerapan *hydraulic ram pump* dapat membantu membawa air ke tempat tinggi (Ucok & Mukhtar, 2020). *Hydraulic ram pump* menggunakan energi potensial yang dimiliki oleh air sehingga menyebabkan air dapat naik ke tempat yang lebih tinggi (Anwar et al., 2023). *Hydraulic ram pump* dianggap tepat sebagai sarana penyedia air bersih untuk masyarakat tanpa memerlukan listrik. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini membuat rancang bangun sistem hidram (*hydraulic ram pump*) untuk pengadaan air bersih Desa Sirnajaya secara swadaya dengan masyarakat sekitar. Diharapkan program ini dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui penyediaan air bersih tanpa memerlukan energi listrik bagi fasilitas umum masyarakat.

Literature Review

Hydraulic Ram Pump

Hydraulic Ram Pump atau pompa hidram adalah pompa air yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi secara otomatis dengan menggunakan air sebagai energinya tanpa menggunakan energi listrik. Dalam kerjanya alat ini, tekanan dinamik air yang ditimbulkan memungkinkan air mengalir dari tinggi vertikal yang rendah, ke tempat yang lebih tinggi (Herlambang & Wahjono, 2006). Pompa hidram mempunyai keuntungan dibandingkan dengan jenis pompa lainnya, yaitu tidak membutuhkan sumber tenaga tambahan, biaya operasinya murah, perawatan yang sederhana dan dapat bekerja secara efisien.

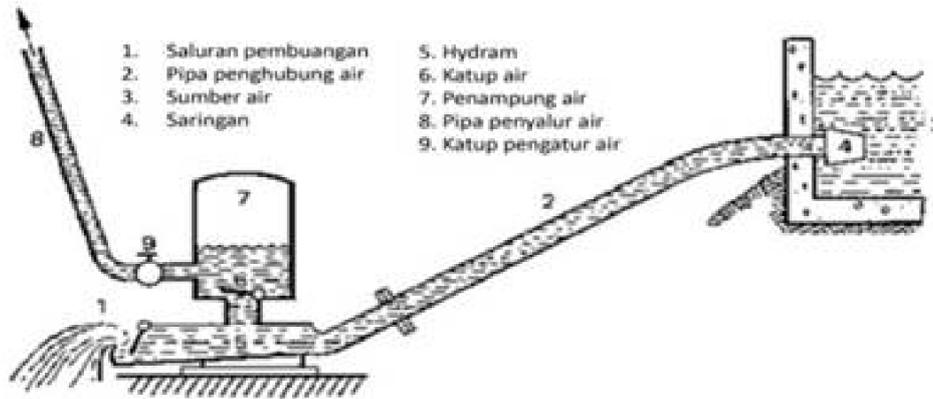


Gambar 1. *Hydraulic Ram Pump*
Sumber: Dokumentasi Penulis 2024

Gambar 1 menunjukkan komponen yang terdapat dalam *Hydraulic Ram Pump* yang terdiri dari:

1. Tangki air (*reservoir*)
2. Pipa sirkulasi
3. Katup buang / katup limbah
4. Tabung udara
5. Pipa penghantar
6. Katup penghantar
7. Tangki penampung
8. Dudukan pompa
9. Pipa inlet
10. Katup pemasukan
11. H = tinggi permukaan *reservoir*
12. h = tinggi pipa penghantar

Prinsip kerja hidram otomatis merupakan proses perubahan energi kinetik aliran air menjadi tekanan dinamik dan sebagai akibatnya menimbulkan efek palu air (*water hammer*) sehingga terjadi tekanan tinggi dalam pipa. Usahakan 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 penghantar (Herlambang & Wahjono, 2006).

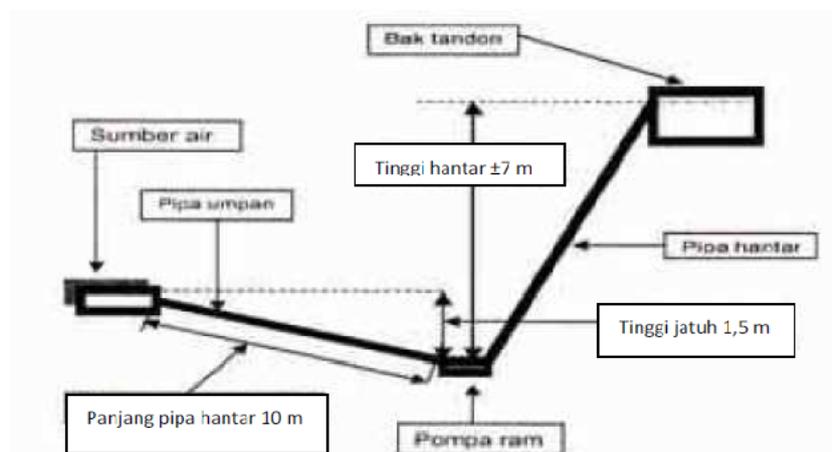


Gambar 2. Prinsip Kerja *Hydraulic Ram Pump*
Sumber: Dokumentasi Penulis 2024

Gambar 2 menunjukkan prinsip kerja *hydraulic ram pump* secara sederhana, bentuk ideal dari tekanan dan kecepatan aliran pada ujung pipa pemasukan dan kedudukan katup limbah, selama satu siklus kerja pompa hidram terjadi dalam lima periode (Zulfiar, 2020). Lima periode tersebut yaitu:

1. Periode 1. Air siklus yang sebelumnya, kecepatan air melalui ram mulai bertambah, air melalui katup limbah yang sedang terbuka timbul tekanan negatif yang kecil dalam ram.
2. Periode 2. Aliran bertambah sampai maksimum melalui katup limbah yang terbuka dan tekanan dalam pipa-pipa masuk juga bertambah secara bertahap.
3. Periode 3. Katup limbah mulai menutup dengan demikian menyebabkan naiknya tekanan dalam ram. Kecepatan aliran dalam pipa pemasukan telah mencapai maksimum.
4. Periode 4. Katup limbah tertutup, menyebabkan terjadinya *water hammer* yang mendorong air melalui katup penghantar. Kecepatan dalam pipa pemasukan berkurang dengan cepat.
5. Periode 5. Denyut tekanan terpukul ke dalam pipa pemasukan, menyebabkan timbulnya hisapan kecil dalam ram. Katup limbah terbuka karena hisapan dan beban dari katup limbah. Air mulai mengalir lagi melalui katup limbah dan siklus hidraulik ram terulang lagi.

Persamaan Energi Pada *Hydraulic Ram Pump*



Gambar 3. Skema Instalasi *Hydraulic Ram Pump*
Sumber: Dokumentasi Pengabdian 2024

Gambar 3 menunjukkan skema instalasi *hydraulic ram pump* yang menyebabkan air yang mengalir melalui pipa masuk pada ketinggian H mengalami percepatan dengan energi yang dibutuhkan pada pompa hidram berasal dari fluida itu sendiri. Dalam menghitung besarnya energi yang dibangkitkan pada pompa hidram, ditinjau kondisi di masing-masing titik saat awal pengoperasian pompa hidram, dimana pada kondisi demikian air yang masuk ke badan hidram langsung keluar melalui klep buang dengan kecepatan tertentu (V_3), dan tekanan di titik 3, P3 akan sama dengan atmosfer ($= 0$) karena klep buang dalam keadaan terbuka penuh. Kecepatan V_3 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kontinuitas di mana harga debit Q bernilai konstan, sehingga:

$$Q = V_3 \times A_{waste}$$

Keterangan:

Q = debit air yang keluar melalui katup limbah (m^3/s)

V_3 = kecepatan air di titik 3 (melalui katup limbah) (m/s)

A_{waste} = luas penampang lubang katup limbah (m^2)

Setelah nilai V_3 didapatkan, maka kita dapat menghitung energi yang dibangkitkan hidram, dengan rumus:

$$E = \frac{1}{2} m V_3^2$$

Keterangan:

E = energy hidram (J)

m = massa fluida yang mengalir (Kg) = ρAL

V_3 = kecepatan massa fluida yang mengalir (m/s)

L = panjang pipa masuk (m)

A = luas penampang pipa masuk (m^2)

P = massa jenis air ($1000 \text{ Kg}/m^3$)

1. Tekanan kejut pada palu air (pressure shock)

$$P_s = v \cdot v_s \cdot \rho$$

Keterangan:

P_s : pressure shock (N/m^2)

v : kecepatan aliran masuk (m/s)

v_s : kecepatan aliran balik (m/s)

ρ : massa jenis air (kg/m^3)

2. Kecepatan aliran balik

$$V_s = \sqrt{\frac{k}{\rho}}$$

Keterangan:

V_s : kecepatan aliran balik (m/s)

k : modulus bulk air (GN/m^2)

ρ : massa jenis air (kg/m^3)

3. Efisiensi Hydraulic Ram Pump. Efisiensi pompa hidram dihitung dengan persamaan dari D'Aubuisson, yaitu:

$$\eta = \frac{Q_s \cdot H_s}{(Q_s + Q_w) H_d}$$

Keterangan:

η = efisiensi D'Aubuisson (%)

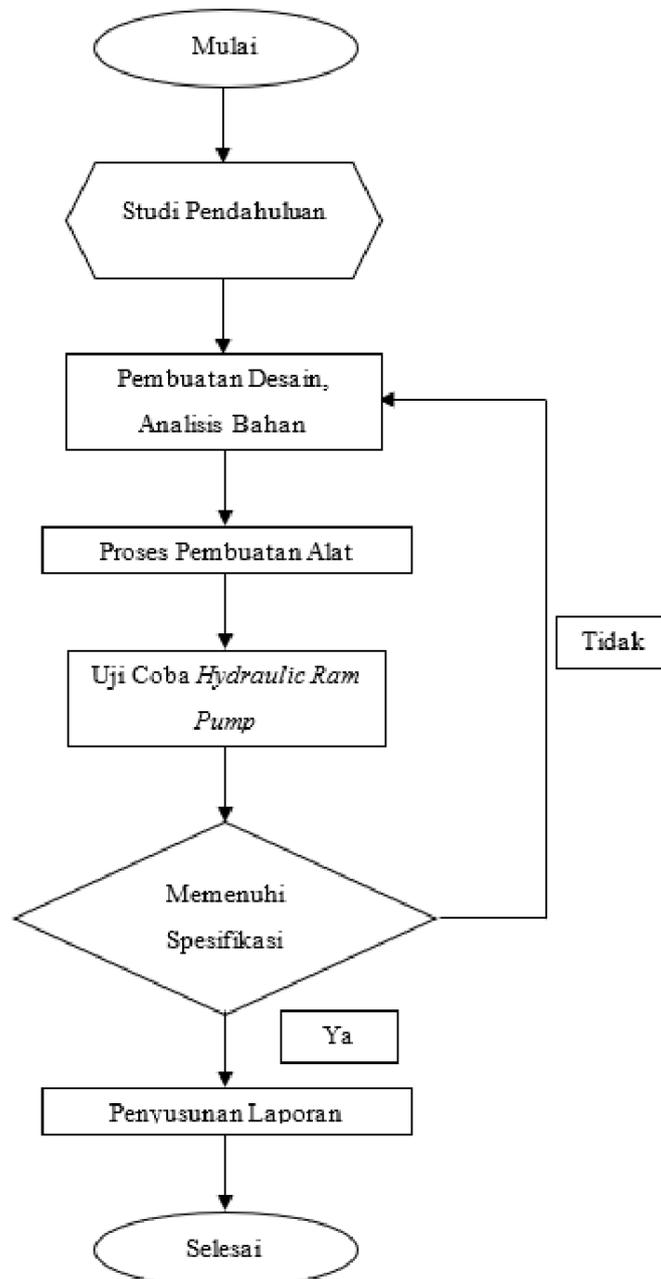
Q_s = debit hasil (m^3/s)

Q_w = debit buang (m^3/s)

H_s = head keluar (m)

H_d = head masuk (m)

METHODS



Gambar 4. Flowchart Penelitian
Sumber: Dokumentasi Pengabdian 2024

Flowchart pada **Gambar 4** merupakan sebuah alur dari penelitian yang dikerjakan. Deskripsi dari *flowchart* dijelaskan dalam penjelasan berikut:

Studi Pendahuluan

Pada tahap ini peneliti melakukan pencarian referensi dari beberapa sumber informasi yang terkait dengan pembahasan yang akan diteliti yaitu observasi, wawancara, studi literatur, dan survei lapangan.

Pembuatan Desain dan Analisis

Pada tahap ini peneliti mulai melakukan pemilihan bahan yang akan digunakan untuk rancang bangun *hydraulic ram pump*. Pembuatan desain akan disesuaikan dengan bahan yang dipilih.

Pembuatan Alat

Pada tahap ini peneliti mulai membuat *hydraulic ram pump* yang sesuai dengan desain dan bahan yang akan digunakan. Pembuatan alat harus sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, serta prosedur yang ditetapkan supaya produk dapat terselesaikan dengan cepat.

Uji Coba Alat

Pada tahap ini dilaksanakan uji coba alat yang telah dibuat, dilakukan analisa mengenai kesesuaian alat. Analisa dilakukan pada keseluruhan komponen alat yang telah dibuat, mulai dari katup buang, katup hantar, pipa input, pipa output, serta debit air yang dihasilkan. Uji coba dilakukan untuk memastikan kesesuaian perencanaan yang telah dibuat pada alat, jika masih terjadi ketidaksesuaian alat, maka harus kembali ke tahap pembuatan alat dan analisis bahan. Tahap ini dilakukan evaluasi dan uji coba terhadap alat hingga terciptanya alat yang sesuai dengan perencanaan dan berfungsi dengan baik.

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel dan disajikan dengan variabel antara lain, debit limbah (Q), debit hasil (q), head input (H), head output (h), jumlah ketukan (N), dan efisiensi (η). Efisiensi pompa hidram dihitung dengan menggunakan persamaan (2.5), yaitu:

$$\eta = \frac{Q_s \cdot H_s}{(Q_s + Q_w) H_d}$$

Keterangan :

- η = efisiensi D'Aubuisson (%)
- Q_s = debit hasil (m³/s)
- Q_w = debit buang (m³/s)
- H_s = head keluar (m)
- H_d = head masuk (m)

Pengujian 1

Pengujian 1 dilakukan dengan kondisi pompa hidram sebagai berikut.

1. Volume tabung udara: 0, 0,00968 m³
2. Panjang langkah klep buang: 1,5 cm
3. Panjang pipa input: 30 m
4. Diameter pipa input: 50,8 mm
5. Panjang pipa output: 92 m
6. Diameter pipa output: 12,7 mm
7. Head input: 4 m
8. Head output: 30 m

Tabel 1. Hasil Pengamatan Pengujian 1

Debit Limbah (Q) (liter/menit)	Debit Hasil (q) (liter/menit)	Head Output (h)(m)	Head Input (H) (m)	Jumlah Ketukan (N) (ketukan/menit)	Efisiensi (η) (%)
54	3,75	30	4	69	51,19

Sumber: Pengabdian 2024

Berdasarkan **Tabel 1** diketahui bahwa debit limbah mencapai 54 liter/menit dengan debit hasil 3,75 liter/menit dan efisiensi mencapai 51,19%.

Data Uji 1:

$$\eta = \frac{Q_s.H_s}{(Q_s+Q_w)H_d} = \frac{6,25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \times 30 \text{ m}}{(6,25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} + 9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})}$$

Pengujian 2

Pengujian 2 dilakukan dengan kondisi pompa hidram sebagai berikut.

1. Volume tabung udara: 0,0968 m³
2. Panjang langkah klep buang: 2 cm
3. Panjang pipa input: 30 m
4. Diameter pipa input: 50,8 mm
5. Diameter pipa output: 12,7 mm
6. Head input: 4 m
7. Head output: 30 m

Tabel 2. Hasil Pengamatan Pengujian 2

Debit Limbah (Q) (liter/menit)	Debit Hasil (q) (liter/menit)	Head Output (h)(m)	Head Input (H) (m)	Jumlah Ketukan (N) (ketukan/menit)	Efisiensi (η) (%)
60	4,8	30	4	58	55,5

Sumber: Pengabdian 2024

Berdasarkan **Tabel 2** diketahui bahwa debit limbah mencapai 60 liter/menit dengan debit hasil 4,8 liter/menit dan efisiensi mencapai 55,5%.

Data Uji 2:

$$\eta = \frac{Q_s.H_s}{(Q_s+Q_w)H_d} = \frac{8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \times 30 \text{ m}}{(8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} + 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})}$$

Perhitungan dari variabel yang didapat berdasarkan data hasil uji coba hidram dengan efisiensi tertinggi, ditunjukkan dalam **Tabel 3** sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan dari beberapa parameter

Parameter	Nilai
Diameter pipa input	50,8 mm
Panjang pipa input	30 m
Jumlah Ketukan	58
Debit hasil	4,8 l/menit
Debit limbah	60 l/menit
Head output	30 m
Panjang pipa output	92 m
Tekanan pipa output	3 kg/cm ²
Efisiensi pompa hidram	55,5 %

Sumber: Pengabdian 2024

Berdasarkan **Tabel 3** diketahui bahwa debit limbah mencapai 60 liter/menit dengan debit hasil 4,8 liter/menit dan efisiensi mencapai 55,5%. Gaya angkat pipa output dihitung dengan menggunakan persamaan, $F = P \cdot A$, P didapat dari hasil pengukuran dengan manometer sebesar $3 \text{ kg/cm}^2 = 2,942 \text{ bar} (294,2 \text{ kN/m}^2)$.

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,0508)^2 \\
 &= 0,00202 \text{ m}^2 \\
 F &= 294,2 \cdot 10^3 \cdot 0,00202 \\
 &= 594,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Tekanan pada pipa input dihitung dengan persamaan Bernoulli:

$$\begin{aligned}
 P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 &= P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \\
 294200 + 1000 \cdot 10 \cdot 30 &= P_2 + 1000 \cdot 10 \cdot 4 + 0 \\
 P_2 &= (294200 + 300000) - 40000 \\
 &= 554200 \text{ N} \\
 &= 554,2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengamatan dan uji coba yang dilakukan pompa hidram mampu menaikkan air hingga ketinggian 30 meter, klep buang berfungsi dengan normal dan menghasilkan debit air hingga 4,8 l per menit.

Discussion

Berdasarkan hasil kegiatan pompa hidram terbukti efektif dalam menaikkan air dengan ketinggian 30 meter dengan sistem kerja menggunakan energi potensial sebagai pendorong utama untuk mengalirkan air secara terus menerus tanpa menggunakan bahan bakar lainnya (Nurfauzan et al., 2022). Besarnya energi potensial disebabkan oleh kecepatan menutupnya katup buang, penutupan katup yang tiba-tiba tersebut yang menyebabkan air naik pada ketinggian (Putra et al., 2024). Persyaratan utama sistem kerja pompa hidram harus terdapat terjunan air dengan panjang pipa minimal 1 meter dan debit air minimal 7 liter/menit (Kurniawan et al., 2023). Penggunaan pompa hidram ini merupakan solusi yang efektif dalam mengalirkan air di pedesaan dengan pembuatan dan perawatan yang

seederhana, tidak akan menyulitkan warga (Ridwan et al., 2022). Air pada dataran rendah dapat dimanfaatkan secara merata pada dataran tinggi sehingga tidak menyulitkan warga dalam bertani di dataran tinggi. Selain itu, pompa hidram lebih hemat dikarenakan tidak memerlukan listrik dalam mengalirkan air, seperti mesin diesel (Firmana et al., 2022).

CONCLUSION

Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu dengan *head* masuk setinggi 4 m dan panjang lintasan 30 m pompa hidram dapat mengangkat air hingga ketinggian 30 meter dari sumber air. Dari data uji coba pompa hidram ini dapat bekerja dengan baik dengan debit yang dihasilkan 4,8 l/menit dan debit buang 60 l/menit, efisiensi pompa hidram mencapai 55,5 %. Pompa hidram dapat bekerja dengan baik, dan menghasilkan debit terbaik sesuai dengan penelitian yaitu 4,8 liter/menit, serta mampu mengisi toren kapasitas 1000 liter selama $1000/4,8 = 208,3$ menit = $\pm 3,5$ jam. Saran dari hasil penelitian ini yaitu penelitian dan pengembangan pompa hidram untuk masa yang akan datang sangat diperlukan, mengingat banyak faktor yang dapat meningkatkan performa sebuah pompa hidram, serta mengatasi masalah kebutuhan air di desa terpencil yang masih minim menggunakan listrik dengan daya yang cukup untuk menyalakan pompa listrik. Perlu adanya dukungan dari beberapa pihak supaya teknologi pompa hidram ini tidak terhenti, dan bantuan dari beberapa pihak untuk menyebarluaskan penggunaan teknologi pompa hidram ini. Dalam penelitian ini ukuran pompa hidram dapat dijadikan referensi untuk membuat pompa hidram, namun pada penelitian selanjutnya dapat diubah ukuran pompa hidram sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

AUTHOR'S NOTE

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Penulis menegaskan bahwa data dan isi artikel bebas dari plagiarisme.

REFERENCES

- Anwar, I., Wardianto, D., & Afdal, A. (2023). Pompa hidram (pompa air tanpa penggerak energi mekanik). *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 1(1), 81-85.
- Arsyad, M., Pawitan, P., Sidauruk, P., & Putri, E. I. K. (2014). Analisis ketersediaan air sungai bawah tanah dan pemanfaatan berkelanjutan di kawasan Karst Maros Sulawesi Selatan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(1), 8-14.
- Firmana, D., Staddal, I., & Mustofa, M. (2022). Rancang bangun pompa hidram sebagai solusi sistem pengairan di daerah perbukitan. *JTPG (Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo)*, 7(2), 80-84.
- Herlambang, A., & Wahjono, H. D. (2006). Rancang bangun pompa hidram untuk masyarakat pedesaan. *Jurnal Air Indonesia*, 2(2), 178-186.
- Kurniawan, Y. B., Triyono, S., Amien, E. R., & Tusi, A. (2023). Uji pengaruh beban klep buang serta ketinggian input dan output terhadap efisiensi pompa hidram. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 216-221.
- Nurfauzan, M., Zulkarnain, I., Ridwan, R., & Suharyatun, S. (2022). Uji kinerja pompa hidram. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(4), 616-622.
- Putra, I. E., Wardianto, D., & Pratama, A. (2024). Variasi ketinggian sumber air terhadap tekanan dan debit air pompa hidram. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*, 2(2), 77-83.
- Ridwan, R., Amien, E. R., & Asmara, S. (2022). Uji kinerja pompa hidram dengan 1 klep buang dan 1 klep hisap diameter 1 inci. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(1), 102-107.
- Ucok, U. S., & Mukhtar, I. Y. (2020). Perancangan pompa hidram pada tabung udara dengan Metode VDI 2221. *Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 7(1), 36-42.
- Zulfiar, M. H. (2020). Penerapan teknologi pompa hidram bagi masyarakat pedesaan. *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 8(1), 1-12.