

ANALISIS PENGARUH PANJANG PIPA INLET TERHADAP KINERJA DAN EFISIENSI POMPA HYDRAM BERBAHAN GALVANIS UNTUK APLIKASI IRIGASI

Analysis of the Effect of Inlet Pipe Length on the Performance and Efficiency of Galvanized Hydraulic Ram Pumps for Irrigation Applications

Agus Setiawan¹, Christian Soolany^{1*}, Frida Amriyati Azzizzah¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

Jl. Kemerdekaan Barat No.17, Gligir, Kesugihan Kidul, Kec. Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53274.

* Email: christiansoolany@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2024.5.2.15617>

Naskah ini diterima pada 3 Januari 2025; revisi pada 20 Januari 2025; disetujui untuk dipublikasikan pada 7 Februari 2025

ABSTRAK

Saat ini, sebagian besar sumber irigasi masih mengandalkan pompa diesel. Sebagai alternatif, pompa hidram menjadi solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Pompa hidram memanfaatkan energi kinetik air untuk mengangkat air tanpa memerlukan sumber energi eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang pipa inlet terhadap kinerja dan efisiensi pompa hidram berbahan galvanis. Dua variasi panjang pipa inlet yang diuji adalah 3 meter dan 5 meter. Pengukuran debit output dan perhitungan efisiensi dilakukan untuk menilai kinerja pompa. Hasil menunjukkan bahwa pipa inlet sepanjang 3 meter menghasilkan debit $2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan efisiensi 12,3%, sedangkan pada pipa 5 meter debit menurun menjadi $2,17 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan efisiensi 11,3%. Pipa inlet yang lebih pendek terbukti meningkatkan kinerja pompa hidram dalam hal debit dan efisiensi.

Kata kunci: Efisiensi Pompa, Kinerja Pompa Irigasi, Pompa Hydram, Pipa Inlet

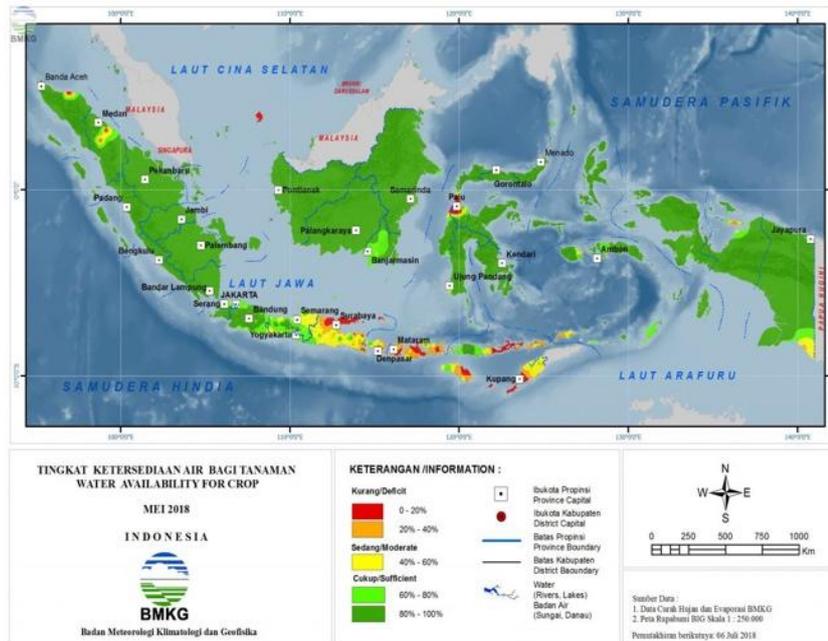
ABSTRACT

Currently, most irrigation sources still rely on diesel pumps. As an alternative, the hydraulic ram pump (hydram) offers a more efficient and environmentally friendly solution. The hydram pump utilizes the kinetic energy of water to lift water without requiring an external power source. This study aims to analyze the effect of inlet pipe length variation on the performance and efficiency of galvanized hydraulic ram pumps. Two inlet pipe lengths were tested: 3 meters and 5 meters. Output discharge measurements and efficiency calculations were conducted to assess the pump's performance. The results showed that a 3-meter inlet pipe produced a discharge of $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ with an efficiency of 12.3%, whereas the 5-meter pipe yielded a reduced discharge of $2.17 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ with an efficiency of 11.3%. A shorter inlet pipe was proven to enhance the performance of the hydraulic ram pump in terms of both discharge and efficiency.

Keywords: Pump Efficiency, Irrigation Pump Performance, Hydraulic Ram Pump, Inlet Pipe

PENDAHULUAN

Air, meskipun merupakan sumber daya alam yang melimpah, menghadirkan tantangan tersendiri terkait ketersediaan air bersih. Meskipun 2/3 permukaan bumi tertutup air, sebagian besar merupakan air asin yang berada di laut dan tidak dapat langsung dikonsumsi (Harahap, 2017). Hanya sekitar 3% dari total air di bumi yang berupa air tawar, dan sebagian besar terkunci dalam bentuk es di kutub serta gletser atau terletak jauh di bawah tanah. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketersediaan air bersih yang layak konsumsi bagi manusia sangat terbatas (Illahi, 2018). Gambar 1 menunjukkan ketersediaan air di Indonesia.



Gambar 1. Ketersediaan air di Indonesia

Di Indonesia, ketersediaan air bersih yang layak untuk dikonsumsi semakin menipis, khususnya di daerah perkotaan dan pedesaan dengan kepadatan penduduk tinggi. Faktor utama yang memicu krisis air ini meliputi peningkatan jumlah penduduk, perubahan iklim, dan degradasi lingkungan. Kondisi ini diperburuk oleh peningkatan kebutuhan air dalam berbagai sektor, seperti pertanian, industri, dan pariwisata (Mubarok, 2016). Gambar ketersediaan air di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1 (BMKG, 2018).

Kondisi geografis Indonesia, terutama di wilayah perbukitan, membuat banyak sumber air terletak lebih rendah dari pemukiman penduduk. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Sebagai solusi, pompa air menjadi pilihan yang umum digunakan. Pompa air konvensional biasanya digerakkan oleh motor listrik yang membutuhkan akses listrik atau motor berbahan bakar minyak. Namun, di daerah perbukitan, keterbatasan akses listrik serta fluktuasi harga bahan bakar menjadi kendala utama dalam penggunaannya. Proses instalasi kelistrikan yang rumit dan mahal, ditambah jarak sumber air yang jauh dari pemukiman, memperburuk keadaan. Selain itu, harga pembelian dan biaya operasional motor berbahan bakar minyak yang semakin mahal menjadi beban tambahan bagi masyarakat (Mubarok, 2016).

Sebagai alternatif teknologi tepat guna yang ramah lingkungan dan efisien, pompa hidram hadir untuk menjawab tantangan tersebut. Pompa ini bekerja tanpa memerlukan energi eksternal, baik dari listrik maupun bahan bakar fosil. Mekanismenya mengandalkan tekanan dinamis yang dihasilkan oleh aliran air dari perbedaan ketinggian, dikenal sebagai efek water hammer atau palu air (Suarda, 2008). Dalam proses ini, sebagian debit air dialirkan melalui katup buang, sementara

sisanya terdorong masuk ke dalam tabung udara, lalu naik ke pipa keluaran (Dinar & Nigatu, 2013).

Studi yang dilakukan oleh Soolany *et al.* (2023) membuktikan bahwa pompa hydram mampu mengangkat air hingga ketinggian 8 meter dengan debit rata-rata 3,72 liter/menit dan efisiensi kinerja mencapai 52,69%. Teknologi ini terbukti menjadi solusi tepat guna untuk daerah pertanian dan permukiman terpencil yang tidak memiliki akses listrik.

Di sisi lain, rekayasa energi terbarukan berbasis tenaga surya juga telah dikembangkan sebagai inovasi pompa air mandiri tanpa ketergantungan terhadap jaringan listrik PLN. Dalam penelitian terbarunya, Soolany (2022) merancang pompa air tenaga surya yang dilengkapi dengan wireless remote control switch. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu menghasilkan debit rata-rata hingga 1.411 liter/jam pada malam hari dengan tegangan 10,9 V, dan 1.404 liter/jam pada siang hari dengan tegangan 12,9 V. Dengan panel berkapasitas 200 WP dan penggunaan baterai cadangan, pompa ini dapat beroperasi sepanjang hari dan dikendalikan dari jarak hingga 100 meter. Teknologi ini sangat potensial diterapkan di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas penyinaran matahari tinggi sepanjang tahun.

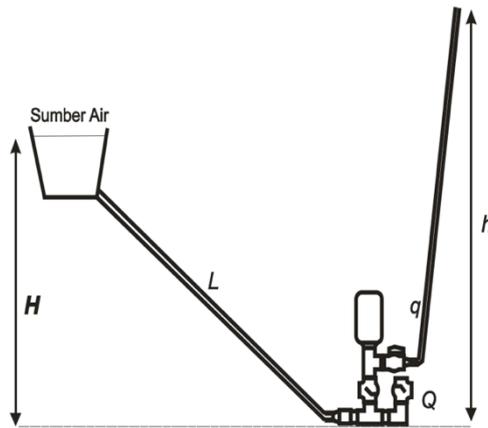
Kedua pendekatan tersebut—pompa hydram dan pompa tenaga surya—menawarkan solusi inovatif yang hemat energi dan berkelanjutan dalam menjawab tantangan distribusi air bersih, terutama di daerah terpencil atau sulit dijangkau oleh infrastruktur listrik. Perbedaan utama terletak pada sumber energi yang dimanfaatkan: pompa hydram menggunakan energi potensial air, sementara pompa surya mengandalkan energi radiasi matahari.

Pompa merupakan perangkat mekanis yang mengubah energi mekanik dari mesin penggerak menjadi energi tekanan pada fluida, sehingga fluida dapat dipindahkan ke lokasi yang lebih tinggi. Terdapat dua jenis pompa, yaitu pompa perpindahan positif dan pompa dinamis. Pompa hydram hadir sebagai alternatif untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar minyak, karena tidak memerlukan bahan bakar atau listrik dan dapat beroperasi selama 24 jam tanpa henti.

Menurut Direktorat Pengolahan Air (2009), pompa hydram adalah salah satu teknologi alternatif yang ekonomis dan efektif untuk kebutuhan irigasi. Meskipun penggunaan pompa hydram dinilai tepat untuk memenuhi kebutuhan air, tantangan tetap ada terkait kebutuhan energi sebagai penggerak pompa. Banyak pompa saat ini mengandalkan motor listrik, namun tidak semua wilayah, terutama daerah pedesaan, memiliki akses listrik yang memadai. Di perkotaan, masalah kelistrikan mungkin tidak menjadi kendala, namun di daerah pedesaan, keterbatasan pasokan listrik menjadi masalah utama. Oleh karena itu, diperlukan pompa yang menggunakan teknologi tepat guna, efisien, dan ekonomis yang tidak tergantung pada listrik atau bahan bakar, seperti pompa hydram (Indonesia, 2009).

Pompa hydram terdiri dari beberapa komponen utama seperti pipa penghubung, katup limbah, tabung kompresor, dan pipa keluaran. Air dari sumber mengalir melalui pipa penghubung dan keluar melalui katup limbah. Katup tersebut akan menutup dan menghentikan aliran dalam pipa penghubung akibat tekanan air yang masuk, sehingga air terdorong keluar melalui pipa keluaran dengan tekanan tinggi. Untuk merancang pompa hydram yang optimal, penelitian mendalam terhadap komponen-komponen utamanya sangat diperlukan. Efektivitas kinerja pompa hydram dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketinggian air terjun, diameter pipa, karakteristik katup limbah, serta panjang pipa inlet dan pipa yang terhubung dengan katup limbah.

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem pompa air yang efisien, dengan menitikberatkan pada pengaruh variasi panjang pipa inlet terhadap debit dan efisiensi kerja pompa hydram. Dua variasi panjang pipa, yaitu 3 meter dan 5 meter, diuji untuk mengetahui konfigurasi paling optimal dalam sistem pengangkatan air berbasis tekanan hidrostatis. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam perancangan pompa hydram yang lebih efektif, serta memperkaya literatur solusi pompa air tanpa energi eksternal di Indonesia.. Gambar 2 menunjukkan skema sistem pompa hydram.



Gambar 2. Skema sistem pompa hydram

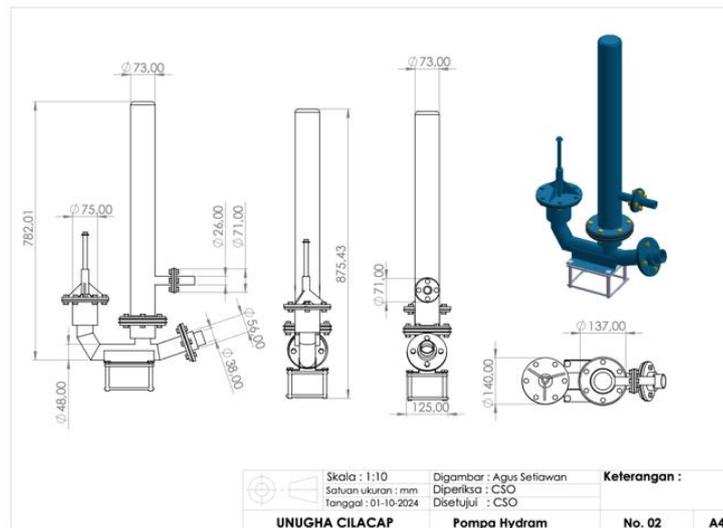
METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimental yang bertujuan untuk menganalisa pengaruh panjang pipa inlet terhadap debit (Q) dan efisiensi (η) pompa hydram berbahan galvanis. Seluruh proses penelitian dilakukan di Fakultas Teknologi Industri, UNUGHA Cilacap, dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia di Laboratorium Proses Manufaktur.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif yang dirancang untuk mengukur performa pompa hydram. Fokus utama penelitian ini adalah:

1. Pengaruh panjang pipa inlet terhadap debit air yang dihasilkan oleh pompa.
2. Dampak variasi panjang pipa inlet terhadap efisiensi kerja pompa.

Untuk mencapai tujuan ini, digunakan dua variasi panjang pipa inlet, yaitu 3 meter dan 5 meter, dengan ketinggian head tetap sebesar 5 meter. Hasil uji dianalisis dengan membandingkan debit air dan efisiensi yang dihasilkan. Gambar 3 menunjukkan Gambar Teknik dari pompa hydram berbahan galvanis yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. Gambar teknik pompa hydram berbahan galvanis

Pengaturan eksperimen melibatkan penggunaan pompa *hydram* yang dirancang dari bahan galvanis, dengan dimensi yang sesuai untuk tujuan uji coba. Pompa dihubungkan ke bak

penampungan air (reservoir) yang berfungsi sebagai sumber air. Komponen utama dari pompa *hydram* yang digunakan dalam pengujian meliputi:

- a. Pipa inlet (PVC)
Mengalirkan air dari bak penampungan ke pompa.
- b. Katup buang dan ruang udara
Berfungsi untuk menciptakan efek palu air (water hammer) yang memompa air ke tempat yang lebih tinggi.
- c. Pipa outlet (PVC)
Mengalirkan air dari pompa ke ketinggian yang diinginkan.

Sumber air yang digunakan berasal dari reservoir di lingkungan kampus UNUGHA yang mensimulasikan kondisi sumber air alami yang lebih rendah dari lokasi pompa. Spesifikasi Pompa yaitu :

- Bahan: Besi galvanis (dipilih karena tahan terhadap korosi)
- Diameter inlet: 1/5 inch
- Diameter outlet: 3/4 inch
- Dimensi:
 - Tinggi: 83 cm
 - Panjang: 38 cm
 - Lebar: 13 cm

• **Prosedur Pengujian**

- a. Langkah pertama
Tahapan awal yaitu perakitan pompa hal yang dilakukan adalah merakit pompa *hydram* sesuai dengan desain teknik yang telah ditentukan. Perakitan dilakukan di Laboratorium Proses Manufaktur, dengan komponen seperti pipa inlet, pipa outlet, katup, dan tabung kompresi dirangkai dengan teliti untuk memastikan kinerja yang optimal.
- b. Langkah kedua pengujian dilingkungan terkendali
Selanjutnya setelah pompa selesai dirakit, dilakukan pengujian dalam lingkungan terkendali menggunakan air dari reservoir di lingkungan UNUGHA. Pengujian dilakukan dengan dua konfigurasi panjang pipa inlet, yaitu 3 meter dan 5 meter, untuk mengukur pengaruhnya terhadap debit dan efisiensi pompa. Ketinggian head dipertahankan pada 5 meter untuk memastikan kondisi uji yang konsisten.
- c. Langkah ketiga pengumpulan data
pada setiap konfigurasi, parameter berikut diukur :
 - 1) Debit (Q)
 $Q = V \times A$ (m³/s)
 - 2) Luas penampang pipa inlet
 $A_1 = \frac{\pi}{4} \times d_1^2$ (m²)
 - 3) Kecepatan aliran masuk (v)
 $v_1 = \frac{Q_0}{A_1}$ (m/s)
 - 4) Daya input (N₁)
 $\rho \times g \times Q_0 \times h_{tor}$ (Watt)
 - 5) Efisiensi (η)
 $\eta = \frac{N_2}{N_1} \times 100$ %.....(%)
 - 6) Tekanan hidrostatik
 $P = \rho \times g \times h$ (kPa)
(Irfan, 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pompa hydram

Pompa hydram atau *Hydraulic Ram Pump* merupakan alat yang memanfaatkan energi kinetik dari aliran air untuk menghasilkan tekanan dinamis, yang kemudian digunakan untuk memompa air ke ketinggian tertentu tanpa memerlukan sumber energi eksternal seperti listrik atau bahan bakar fosil. Pada penelitian ini, pompa hydram yang digunakan terbuat dari bahan galvanis, dipilih karena keunggulannya dalam ketahanan terhadap korosi serta umur pakai yang lebih panjang saat dioperasikan di lingkungan yang basah. Gambar 4 menunjukkan Pompa hydram yang digunakan pada penelitian ini :



Gambar 4. Pompa hydram penelitian ini

Penggunaan bahan galvanis didasarkan pada sifat material tersebut yang tahan korosi, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi yang melibatkan kontak terus-menerus dengan air. Proses galvanisasi, yaitu pelapisan besi atau baja dengan lapisan seng, memberikan perlindungan terhadap proses oksidasi dan karat. Ketahanan terhadap korosi sangat penting dalam pompa hydram karena alat ini beroperasi secara terus-menerus di lingkungan yang basah, seperti wilayah pertanian di Indonesia, termasuk Desa Mentasan. Dengan demikian, diharapkan pompa hydram berbahan galvanis ini dapat berfungsi optimal dengan kebutuhan perawatan yang minimal. Pompa hydram terdiri dari beberapa komponen utama, masing-masing memiliki fungsi penting dalam siklus operasi pompa. Berikut penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut:

1) Katup Limbah

Katup limbah adalah salah satu komponen esensial dari pompa hydram yang harus dirancang dengan cermat agar berat dan gerakannya memungkinkan perubahan energi kinetik dari aliran fluida menjadi energi tekanan. Energi tekanan ini kemudian digunakan untuk memindahkan air menuju tabung udara. Keberhasilan siklus pemompaan sangat bergantung pada respon cepat dari katup limbah ini.

2) Katup Penghantar

Katup penghantar berfungsi sebagai katup satu arah yang mencegah air yang sudah masuk ke dalam tabung udara kembali ke badan pompa. Katup ini memastikan aliran air dari pompa dapat diarahkan menuju tabung udara dan selanjutnya ke pipa penghantar, untuk akhirnya dikirim ke tangki penampungan. Desain katup ini memastikan proses aliran air tetap berjalan secara efisien.

3) Ruang Udara

Ruang udara pada pompa hydram berfungsi untuk memampatkan udara yang ada di dalamnya. Proses ini membantu mempertahankan tekanan yang dihasilkan dari siklus pemompaan, sekaligus menjaga aliran air melalui pipa penghantar tetap stabil dan berkelanjutan. Ruang udara memungkinkan pompa untuk mengirimkan air secara terus-menerus dengan tekanan yang cukup, meskipun terjadi fluktuasi pada aliran air.

4) Katup Udara

Katup udara memungkinkan penambahan udara ke dalam ruang udara, karena udara di dalam tabung udara perlahan terserap oleh aliran air yang turbulen. Katup ini harus diatur dengan cermat untuk memastikan hanya semprotan air kecil yang keluar pada setiap siklus kompresi. Jika katup ini terbuka terlalu besar, ruang udara bisa terisi udara secara berlebihan, yang menyebabkan pompa memompa udara alih-alih air. Sebaliknya, jika katup terlalu kecil, udara yang masuk tidak mencukupi, menyebabkan ram bergetar berlebihan. Oleh karena itu, penyesuaian ukuran lubang udara menjadi sangat penting dalam menjaga stabilitas operasional pompa.

5) Pipa Penghantar

Pipa penghantar memiliki fungsi utama untuk mengalirkan air dari tabung udara menuju tangki penampungan atau lokasi tujuan akhir. Selain itu, pipa ini juga digunakan untuk mengukur debit air yang dihasilkan oleh pompa, yang berkaitan langsung dengan ketinggian head dan panjang pipa inlet. Desain pipa penghantar harus mempertimbangkan aspek gesekan dan panjang untuk menjaga efisiensi pompa.

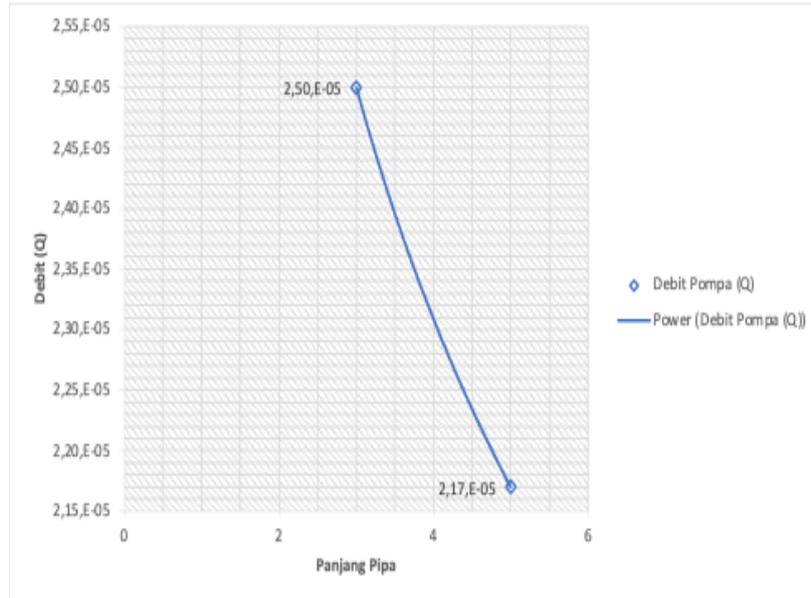
b. Analisis pengaruh panjang pipa inlet terhadap debit

Pompa *hydraulic ram* (hydrum) beroperasi dengan memanfaatkan energi kinetik aliran air untuk mengangkat sebagian air ke ketinggian tertentu. Salah satu aspek penting dalam memengaruhi kinerja pompa adalah panjang pipa inlet, yang berfungsi sebagai penghubung antara sumber air dengan pompa. Air mengalir melalui pipa dengan kecepatan tertentu dan menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk menggerakkan pompa. Oleh karena itu, panjang pipa inlet secara langsung berhubungan dengan besarnya debit air yang dihasilkan oleh pompa. Hasil pengukuran debit pompa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran debit pompa berdasarkan pipa inlet

No.	Panjang Pipa Inlet (L) [m]	Debit Pompa (Q) [m ³ /s]	Suhu Air (°C)	Tekanan Air (Bar)
1	3	2,5 x 10 ⁻⁵	28	0,16
2	3	2,5 x 10 ⁻⁵	28	0,16
3	3	2,5 x 10 ⁻⁵	28	0,16
4	5	2,17 x 10 ⁻⁵	28	0,16
5	5	2,17 x 10 ⁻⁵	28	0,16
6	5	2, 17 x 10 ⁻⁵	28	0,16

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan debit output pompa hydrum untuk dua panjang pipa inlet yang berbeda. Dari data tersebut, terlihat bahwa debit output yang dihasilkan pada panjang pipa 3 meter adalah 2,5 x 10⁻⁵ m³/s, sedangkan pada panjang pipa 5 meter debit output menurun menjadi 2, 17 x 10⁻⁵ m³/s. Perbandingan ini secara visual ditunjukkan pada Gambar 5, yang menggambarkan hubungan antara debit output dengan panjang pipa inlet.



Gambar 5. Hubungan debit output dengan panjang inlet

Penurunan debit output pada pipa dengan panjang 5 meter dapat dijelaskan melalui konsep kehilangan tekanan akibat gesekan. Semakin panjang pipa yang digunakan, semakin besar pula energi yang hilang akibat gesekan di sepanjang pipa. Fenomena ini mengurangi kecepatan aliran air dalam pipa, yang pada akhirnya mengurangi debit output pompa.

Tekanan hidrostatik (P) adalah salah satu faktor yang memberikan dorongan utama bagi air untuk mengalir melalui pipa inlet ke dalam sistem pompa. Tekanan hidrostatik ini dihasilkan oleh ketinggian head (h) yang ada pada sistem. Tekanan hidrostatik sebesar 49,05 kPa ini tetap konstan sepanjang pengujian. Namun, panjang pipa inlet yang berbeda menyebabkan variasi dalam kehilangan tekanan, yang pada akhirnya mempengaruhi debit output. Oleh karena itu, semakin panjang pipa, semakin besar kehilangan tekanan yang terjadi, sehingga debit yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Debit yang lebih tinggi pada pipa dengan panjang 3 meter menunjukkan efisiensi yang lebih baik dibandingkan pipa 5 meter, karena kehilangan tekanan akibat gesekan lebih kecil.

c. Analisis pengaruh panjang pipa inlet terhadap efisiensi pompa hydram

Efisiensi pompa hydram dianalisis berdasarkan variasi panjang pipa inlet, yaitu 3 meter dan 5 meter, untuk memahami pengaruh panjang pipa terhadap debit yang dihasilkan dan efisiensi keseluruhan pompa. Pompa hydram memanfaatkan energi kinetik air untuk mengangkat sebagian air ke ketinggian tertentu, dan panjang pipa inlet memengaruhi kinerja pompa, terutama dalam hal debit air dan efisiensinya.

Dari data pengukuran, debit air dan daya input untuk masing-masing panjang pipa dihitung menggunakan metode empiris. Untuk pipa dengan panjang 3 meter, debit Input (Q₀) 37 liter / menit = 0,00062 m³/s dan debit Output (Q₁) 1,5 Liter/menit = 0,000025 m³/s. Untuk pipa dengan panjang 5 meter, debit input (Q₀) 37 liter / menit = 0,00062 m³/s dan debit Output (Q₁) 1,3 Liter/menit = 0,0000217 m³/s.

Berdasarkan data yang diperoleh selanjutnya menghitung efisiensi pompa hydram yang digunakan pada penelitian ini masing – masing yaitu :

a) Pipa inlet 3 meter

$$\eta = \frac{N_1}{N_2} \times 100 = \frac{1,2}{9,7} \times 100 = 12,3 \%$$

b) Pipa inlet 5 meter

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \times 100 = \frac{1,1}{9,7} \times 100 = 11,3 \%$$

Dari hasil perhitungan ini, terlihat bahwa efisiensi pompa dengan pipa 3 meter adalah 12,3%, sedangkan dengan pipa 5 meter adalah 11,3%. Penurunan efisiensi ini disebabkan oleh meningkatnya kehilangan tekanan akibat gesekan yang lebih besar pada pipa yang lebih panjang. Gesekan ini menurunkan debit output dan kecepatan aliran air, sehingga mengurangi efisiensi pompa secara keseluruhan.

Dalam sistem pompa hydram, panjang pipa inlet harus diperhitungkan dengan cermat untuk mengoptimalkan efisiensi. Meskipun pipa yang lebih panjang memberikan fleksibilitas dalam instalasi, kehilangan tekanan yang lebih besar berpotensi menurunkan kinerja pompa. Oleh karena itu, pipa inlet yang lebih pendek cenderung lebih efisien karena meminimalkan kehilangan energi akibat gesekan.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian mengenai pengaruh panjang pipa inlet terhadap debit dan efisiensi pompa hydram, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Pengujian dengan dua variasi panjang pipa inlet, yakni 3 meter dan 5 meter, menunjukkan bahwa panjang pipa inlet secara signifikan memengaruhi debit pompa hydram. Debit output pada pipa 3 meter sebesar $2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ sedangkan pada pipa 5 meter debit menurun menjadi $2,17 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan kehilangan tekanan akibat gesekan pada pipa yang lebih panjang, sehingga mengurangi kecepatan aliran air. Pipa inlet yang lebih pendek menghasilkan debit yang lebih besar karena kehilangan tekanan yang lebih rendah.
2. Efisiensi pompa hydram untuk pipa inlet 3 meter adalah 12,3%, sementara efisiensi untuk pipa 5 meter adalah 11,3%. Peningkatan panjang pipa menyebabkan efisiensi pompa menurun, seiring dengan meningkatnya kehilangan tekanan akibat gesekan. Oleh karena itu, pipa inlet yang lebih pendek lebih efisien dibandingkan pipa yang lebih panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG), B. (2018, Juni 6). *Ketersediaan Air Tanah di Indonesia*. Retrieved from <https://www.bmkg.go.id/iklim/ketersediaan-air-tanah.bmkg?p=ketersediaan-air-tanah-di-indonesia-mei-2018&lang=ID>
- Dinar, A., & Nigatu, G. S. (2013). Distributional considerations of international water resources under externality: The case of Ethiopia, Sudan and Egypt on the Blue Nile. *Water Resources and Economics*, 2, 1-16.
- Harahap, P. (2017, Oktober 10). *"Persentase Lautan & Darat Menurut Al-Qur'an"*. Retrieved from <https://vandha.wordpress.com/tag/perbandingan-air-dan-darat/>.
- Illahi, R. A. (2018). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kijing Air Tawar (Pilsbryococha Exilis) Sebagai Alternatif Absorber Pada Destilator Air Laut Tenaga Surya Tipe Kolektor Plat Datar*. Universitas Andalas, Padang.
- Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2009). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22 Tahun 2009 tentang Pedoman Teknis*

dan Tata Cara Penyusunan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air. Jakarta: Kementerian PUPR.

- Irfan, A.M. 2010. *Analisis Performa Pompa Hidraulik Ram Hidram.* Jurnal Teknologi. Volume 12. No.4.
- Mubarok, A. (2016). *Pengaruh Panjang Pipa Inlet Terhadap Kinerja Pada Pompa Hidram.* Universitas Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Teknik. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin.
- Suarda, M. &. (2008). Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, 2(1), 10-14.
- Soolany, C. (2022). Rekayasa Energi Terbarukan Pompa Air Bertenaga Surya Menggunakan Switch Remote Control Wireless. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 3(2), 67–76. <https://doi.org/10.20884/1.jaber.2022.3.2.8410>
- Soolany, C., Permata Aji, D. O., & Marwanto, S. T. (2023). Kajian Penggunaan Pompa Hydram untuk Pengairan Lahan Menggunakan Sistem Tekanan Hidrostatik. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 17–23.