

PENGARUH VARIASI PANJANG PIPA MASUK TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM

Mashuri Nasution

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

e-mail : mashurinst12@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi pipa masuk terhadap efisiensi pompa *hydram*. Penelitian ini dilakukan menggunakan pompa *hydram* dengan tinggi *head* masuk 1 m, panjang pipa keluaran 6 m, dan memvariasikan pipa masukan dengan panjang 10, 11, dan 12 meter. Adapun variasi debit air masuk yang digunakan yaitu $0,3\text{ m}^3/\text{s}$, $0,24\text{ m}^3/\text{s}$, dan $0,144\text{ m}^3/\text{s}$. Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dan *stopwatch*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa memvariasikan pipa masuk sangat berpengaruh terhadap efisiensi pompa *hydram* dimana pada penelitian diperoleh efisiensi tertinggi pada debit air masukan $0,144\text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai 44,7 % dan efisiensi terendah diperoleh pada debit air masukan $0,3\text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai 12,7%.

Kata Kunci: pompa *hydram*, debit air masuk, variasi pipa masuk, efisiensi

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak perbukitan. Sebagian daerah yang lokasi permukaan tanahnya berada dibawah mata air, kebutuhan air daerah tersebut tidak akan menjadikan masalah karena air dengan sendirinya akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Sedangkan daerah yang lokasi permukaannya tanah lebih tinggi dari sumber air akan mengalami kesulitan mendapatkan air untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Selain itu permukaan tanah juga tidak selalu rata, ada daerah yang berbukit dan relatif jauh dari sumber air.

Sebagai daerah yang lokasinya relatif tinggi dan jauh dari sumber air biasanya menggunakan pompa dengan penggerak utama motor listrik atau motor bakar untuk mendapatkan air. Namun, hal itu menjadikan kesulitan tersendiri bila memasang instalasi kelistrikan karena jangkauan sumber air dari pemukiman terlalu jauh. Begitu pula dengan motor bakar yang harga cukup mahal, memerlukan bahan bakar dan juga memerlukan perawatan khusus sehingga perlu biaya.

Oleh karena itu perlu alat alternatif yang opsionalnya tidak memerlukan biaya listrik dan bahan bakar, salah satunya alternatif menggunakan pompa *hydram*. Pompa *hydram* ini merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi secara otomatis dengan energi yang berasal dari air itu sendiri.

Namun demikian beberapa analisa ketinggian air naik dari pompa hidram, debit air dan efisiensi pompa hidram belum diketahui secara pasti untuk kinerja terbaik pompa *hydram*. Kinerja pompa *hydram* juga dipengaruhi oleh ukuran besaran (diamater) tabung udara, tinggi air masuk,

debit air masuk, debit air terbuang dan lain – lain (Subroto, 2013)

1.1 Rumusan Masalah

Dalam perencanaan pompa hidram ditemukan beberapa hal yang timbul untuk dianalisa yaitu bagaimana pengaruh variasi debit air masuk terhadap efisiensi pompa hidram?

1.2 Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai masalah yang dikaji maka perlu kiranya diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Fluida kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air
2. Menggunakan pipa masuk 2 inch
3. panjang pipa masuk 10, 11, dan 12 meter
4. panjang pipa keluar 6 meter
5. Menggunakan Tabung : berdiameter 4 inchi dengan tinggi tabung 100 cm
6. kerugian pada pipa diabaikan
7. pengambilan data dilaksanakan pada saat pompa beroperasi. Data-data lain yang Diperlukan dalam perencanaan dan analisa diambil sesuai dengan literatur yang relevan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi debit air masuk terhadap Efisiensi pompa *hydram*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun dari segi manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu usaha mensoalisasikan teknologi *Hydraulic rum* sebagai solusi dalam penyediaan air bersih bagi masyarakat.

2. Mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan tenaga listrik dengan menumbuhkan kesadaran untuk memanfaatkan potensi alam secara optimal
3. Dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dan ramah lingkungan.
4. Dapat mengetahui bagaimana sistem kerja pompa hidram dengan lebih baik dan komponen yang ada.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian PompaHydram

Pompa merupakan salah satu jenis alat yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli serta fluida lainnya yang tak mampumampat.

Pompa *hydram* atau singkatan dari *hydraulic ram* berasal dari kata *hydro* (air) dan *ram* (hantaman/ pukulan) sehingga dapat diartikan menjadi tekanan air. Berdasarkan definisi tersebut maka pompa *hydram* dapat diartikan sebagai sebuah pompa yang energi atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa. Untuk itu, masuknya air yang berasal dari sumber air ke dalam pompa harus berjalan secara kontinyu atau terus menerus agar pompa dapat terus bekerja. (Surya Dharma, 273)

Pompa *hydram* adalah pompa yang bekerja tanpa menggunakan energi listrik namun dengan memanfaatkan energi dari aliran air untuk mengangkat sebagian air dari suatu sumber ke tempat penampungan air yang tempatnya lebih tinggi (Jenning 1996).

Energi aliran air yang dimaksud adalah energi potensial dari ketinggian tertentu yang dikonversikan menjadi energi kinetik yang berupa kecepatan air kemudian dikuatkan dengan terjadinya efek palu air atau *water hammer*. (Made suarda : 9).

Menurut Hanafie dan De Longh, pompa *hydraulic ram* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi secara otomatis dengan energi yang berasal dari air itu sendiri.



Gambar 1. Operasi Pompa Hidram

2.2 Komponen Pompa Hydram

Pompa *hydram* terdiri dari beberapa komponen yang membentuk suatu sistem, yang meliputi klep buang, klep tekan, tabung udara, pipa

masuk/ penghantar, dan pipa keluar/penyalur.

1. Klep Buang

Klep buang merupakan salah satu komponen terpenting pompa *hydram*, oleh sebab itu klep buang harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Fungsi klep buang sendiri untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.

Klep buang dengan beban yang berat dan panjang langkah yang cukup jauh memungkinkan fluida mengalir lebih cepat sehingga saat klep buang menutup akan terjadi lonjakan tekanan yang cukup tinggi yang dapat mengakibatkan fluida kerja terangkat menuju tabung udara. Sedangkan klep buang dengan beban ringan dan panjang langkah lebih pendek memungkinkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil. (Surya Dharma, 2013)



Gambar 2. Rumah Katub Buang

2. Klep Tekan

Klep tekan adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk menghantarkan air dari badan *hydram* menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan. Klep tekan harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan *hydram*. Selain itu klep tekan juga harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran. (Surya Dharma, 2013)



Gambar 3. Katub Model "Plat"

3. Tabung Udara

Tabung udara harus dibuat dengan

perhitungan yang tepat karena tabung udara digunakan untuk memampatkan udara di dalamnya dan untuk menahan tekanan dari siklus ram, selain itu dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa pengantar secara kontinyu. Jika tabung udara penuh terisi air, tabung udara akan bergetar hebat dan dapat menyebabkan tabung udara pecah. Jika terjadi kasus demikian, maka ram harus segera dihentikan.

Untuk menghindari hal-hal tersebut para ahli berpendapat bahwa volume tabung udara harus dibuat sama dengan volume dari pipa penyalur. (Surya Dharma, 2013)



Gambar 4. Tabung Udara

4. Pipa Masuk/Penghantar

Pipa masuk atau biasa disebut pipa penghantar adalah bagian yang sangat penting dari sebuah pompa *hydram*. Dimensi pipa penghantar harus diperhitungkan dengan cermat karena sebuah pipa penghantar harus dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan oleh menutupnya klep buang secara tiba-tiba, selain itu pipa penghantar harus terbuat dari bahan yang tidak fleksibel. Untuk menghasilkan efisiensi yang maksimal biasanya pipa penghantar ini menggunakan pipa besi yang digalvanisir, tetapi bisa juga menggunakan bahan yang dibungkus dengan beton. Untuk mengurangi kerugian-kerugian akibat gesekan maka dalam penentuan panjang pipa penghantar harus berkisar antara 150-1000 kali dari ukuran diameternya. Untuk mengetahui ukuran-ukuran pipa penghantar yang sesuai dengan ketentuan tersebut maka dapat dilihat referensi pada tabel 2.1 yang menunjukkan panjang minimum dan maksimum pipa penghantar yang dianjurkan pada setiap ukuran diameter. (Surya Dharma, 2013)



Gambar 5. Bentuk Utuh Pompa Hydram

3. Metode Penelitian

3.1 Tempat dan Waktu

Proses penelitian dilakukan pada bulan Juni 2022 di Tj. Muda Hulu, Kecamatan Sinembah, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara

3.2 Kalibrasi Alat Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan terlebih dahulu kalibrasi alat penelitian. Kalibrasi dalam penelitian ini meliputi kalibrasi iperfor mapompa *hydram*, kalibrasi kesesuaian alat ukur dan simulasi metode pengambilan data.

3.3 Prosedur kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- Menyiapkan alat pompa *hydram* dan seluruh instalasinya pada tempat pengujian.
- Memasang pipa masuk dengan panjang yang sudah ditentukan.
- Memasang tabung udara dengan volume tabung yang sudah ditentukan
- Memastikan semua instalasi telah terpasang dengan baik dan memastikan tidak ada kebocoran.
- Menjalankan sistem dan melakukan pengujian yaitu dengan mencatat debit air masukan, debit limbah dan debit hasil dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Telah dilakukan penelitian terhadap pompa *hydram*. Pompa *hydram* merupakan pompa yang bekerja tanpa menggunakan energi listrik, namun dengan memanfaatkan energi dari aliran air itu sendiri untuk mengangkat sebagian air dari suatu sumber ke tempat penampungan air yang tempatnya lebih tinggi. Dalam penggunaan pompa *hydram* terdapat beberapa komponen yang sangat mempengaruhi kinerja dari pompa tersebut diantaranya tabung udara dan pipa masukan.

Pada penelitian ini dilakukan dengan melihat pengaruh variasi pipa masuk terhadap efisiensi pompa *hydram*. Adapun variabel tetap pada penelitian ini yaitu waktu selama 60 detik tiap kali pengambilan data dan pipa keluaran dengan ketinggian 6 meter. Adapun komposisi pada penelitian dengan menggunakan variasi pipa masukan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi penelitian pengaruh variasi pipa masuk terhadap Efisiensi Pompa *hydram*

Diameter pipa masukan	Panjang pipa (m)	Debit air pipa masukan (m^3/s)
2	10	0.3
	11	0.24
	12	0.144

Keterangan:

Debit air masuk yang di dapatkan pada panjang pipa masuk 9 m

$$= 300 \text{ liter/menit}$$

$$= 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Debit air masuk yang di dapatkan pada panjang pipa masuk 11 m

$$= 240 \text{ liter/menit}$$

$$= 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Debit air masuk yang di dapatkan pada panjang pipa masuk 12 m

$$= 144 \text{ liter/menit}$$

$$= 0,144 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2 Pembahasan

1. Pengaruh Variasi

Pipa

Masuk Terhadap Efisiensi Pompa Hydrum

Dalam penelitian ini menggunakan pipa masuk dengan ukuran 2 inci dengan panjang yang berbeda-beda. Tinggi pipa masuk beradaptasi pada posisi 1 meter dengan ketinggian debit hasil 6 meter. Parameter yang diamati adalah pengaruh variasi pipa masuk terhadap efisiensi pompa hydrum. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pompa hydrum diperoleh data seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Pengaruh variasi panjang pipa masuk terhadap efisiensi pompa hydrum

Panjang Pipa masuk (m)	Debit air Pipa masuk (m^3/s)	Head masuk (m)	Head keluar (m)	Debit hasil (m^3/s)	Debit Limbah (m^3/s)	Waktu (s)	Efisiensi (%)
10	0,3	1	6	0,006	0,294	60	12,2
11	0,24	1	6	0,009	0,231	60	23,3
12	0,144	1	6	0,01	0,134	60	44,7

Keterangan :

1. Panjang pipa masuk 10 m dan Debit air pipa masuk 300 liter/menit ($0,3 \text{ m}^3/\text{s}$)

Debit hasil yang di dapatkan pada tabung 4 inch dalam permenit
 $= 6 \text{ liter/menit}$
 $= 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Panjang pipa masuk 11 m dan Debit air pipa masuk 240 liter/menit ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Debit hasil yang di dapatkan pada tabung 4 inch dalam permenit
 $= 9 \text{ liter/menit}$
 $= 0,009 \text{ m}^3/\text{s}$

3. Panjang pipa masuk 12 m dan Debit air pipa masuk 144 liter/menit ($0,144 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Debit hasil yang di dapatkan pada tabung 4 inch dalam permenit
 $= 10 \text{ liter/menit}$
 $= 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$

Analisa data

Variable tetap :

Head masuk (H) : 1 meter

Head keluar (h) : 6 meter

Diameter tabung : 4 inch

Panjang pipa masuk (L) : 10, 11, dan 12 meter

Waktu (t) : 60 detik

Efisiensi pompa : $\eta = \frac{qh}{QH} \cdot 100\%$

Keterangan:

η = Efisiensi pompa (%)

q = Debit hasil (m^3/s)

Q = Debit limbah (m^3/s)

H = Head masuk (m)

h = Head keluar (m)

4. Panjang pipa masuk 10 m dan Debit air pipa masuk 300 liter/menit ($0,3 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Diameter tabung 4 inch

$$\eta = \frac{qh}{QH} \cdot 100\%$$

$$= \frac{0,006 \text{ m}^3/\text{s} \times 6 \text{ m}}{0,294 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 12,2\%$$

5. Panjang pipa masuk 11 m dan Debit air pipa masuk 240 liter/menit ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Diameter tabung 4 inch

$$\eta = \frac{qh}{QH} \cdot 100\%$$

$$= \frac{0,009 \text{ m}^3/\text{s} \times 6 \text{ m}}{0,231 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 23,3\%$$

6. Panjang pipa masuk 12 m dan Debit air pipa masuk 144 liter/menit ($0,144 \text{ m}^3/\text{s}$)

- Diameter tabung 4 inch

$$\eta = \frac{qh}{QH} \cdot 100\%$$

$$= \frac{0,01 \text{ m}^3/\text{s} \times 6 \text{ m}}{0,134 \text{ m}^3/\text{s} \times 1 \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 44,7\%$$

Berdasarkan data pada tabel 2. Di atas dapat diketahui bahwa debit air masuk sangat berpengaruh terhadap efisiensi pompa hydrum, semakin besar debit air pada pipa masukan maka tekanannya juga akan besar sehingga pada kondisi ini kinerja dari pompa hydrum juga lebih baik. Nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada debit air masukan $0,144 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai efisiensi yaitu 44,7%.

Hal ini dikarenakan debit air masuknya yang lebih besar dibandingkan dengan debit air masukan lainnya. Pada penelitian ini efisiensi terendah diperoleh pada debit air masukan $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai 12,2% dikarenakan tekanan airnya yang masuk ke badan pompa sangat kecil.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dibuat grafik hubungan antara variasi panjang pipa masuk dengan efisiensi pompa hydrum seperti pada Gambar 4.1



Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Panjang Pipa Masuk Terhadap Efisiensi

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai debit air masuk pompa *Hydrum* maka efisiensi pompa akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena besarnya jumlah volume air yang terdapat pada pipa masuk.

Pada penelitian ini banyak air limbah dari pada air hasil yang dikeluarkan karena disebabkan pada perancangan pompa *hydrum* beban katub limbahnya sangat ringan sehingga memungkinkan terjadinya pukulan air lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang kecil.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Variasi panjang pipa masuk sangat mempengaruhi efisiensi pompa *hydrum*, semakin panjang pipa masukan maka tekanannya juga akan besar sehingga pada kondisi ini kinerja dari pompa *hydrum* juga lebih baik. Nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada panjang pipa masuk 12 m dengan nilai 44,7% dan nilai efisiensi terendah diperoleh pada panjang pipa masuk 10 m dengan nilai 12,2%.

Daftar Pustaka

- [1]. Darma Surya, 2013. *Rancang Bangun Pompa Hidraulik Ram (Hydrum)*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- [2]. Ginting andrea Sebastian, 2014. *Analisa Pengaruh Variasi Volume Tabung Udara Dan Variasi Beban Katup Limbah Terhadap Performa Pompa Hydrum*. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- [3]. Nadya Yusri, Hasan Thalib.M, Subhan, Swary Wahyu Mahades, 2014. *Pengujian Karakteristik Pompa Hydraulic Ram (Hydrum) Menggunakan Tabung Udara 0,00455M³*. Program Studi Teknik Industri, Universitas Samudra.Meurandeh–Langsa, Aceh.
- [4]. Silla Charles, 2014. *Pengaruh Diameter Tabung Udara Dan Jarak Lubang Pipa Tekan Dengan Katup Penghantar Terhadap Efisiensi Pompa Hydrum*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains Dan Teknik Universitas NusaCendana.
- [5]. San Gan Shu, Santoso Gunawan, 2003. *Studi Karakteristik Volume Tabung Udara Dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
- [6]. Subroto, Shodikin, 2015. *Pengaruh Volume Tabung Tekan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta Jl. A. Yani Tramol Pos 1 Pabean, Kartasura.