

# Pengaruh Panjang Pipa Keluaran Terhadap Kinerja Pompa Hydraulic Ram (Hydrum)

M. Thaib Hasan<sup>1</sup>, Yusri Nadya<sup>2</sup>, Wahyu Mahedas Swary<sup>3</sup>

1,2,3) Program studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Samudra

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Dikirim 10 Oktober 2014

Direvisi dari 20 Oktober 2014

Diterima 30 Oktober 2014

### Kata Kunci:

Pompa hidram,  
efisiensi,  
pipa pemasukan,  
pipa keluaran,  
tabung udara,  
debit air

## ABSTRAK

Pompa hidram adalah sebuah solusi bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau berada pada daerah yang lebih tinggi dari pada sumber air, Hydraulic ram atau Hydrum 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. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi panjang pipa keluaran terhadap Tekanan pada Tabung Udara, Tekanan pada Pipa Air Pemasukan (Pdrive), Jumlah Ketukan pada Klep Air Pembuangan (N) dan efisiensi pompa hidram. Pada penelitian ini, pompa hidram menggunakan tabung udara dengan tinggi 1 m dan panjang pipa keluaran divariasikan 8 m, 10 m, dan 12 m. Dari hasil penelitian diperoleh debit air tertinggi dihasilkan oleh pipa keluaran 8 m dengan debit air sebesar 2,5 liter/ menit dengan efisiensi pompa sebesar 71 %, dan tekanan pada tabung udara sebesar 0,82 bar dan tekanan pada pipa air masuk sebesar 0.98 bar.

© 2014 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

## 1. Pendahuluan

Masyarakat yang berdomisili pada daerah di bawah sumber air tidak perlu bersusah payah menyediakan air untuk kehidupan mereka sehari-hari. Karena sesuai dengan hukum fisika, air akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Jadi bagi mereka yang tinggal di daerah seperti itu, tinggal membuat jalur-jalur perpipaan untuk mengalirkan air ke rumah-rumah mereka. Sedangkan bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau berada pada daerah yang lebih tinggi dari pada sumber air, dapat menggunakan peralatan mekanis untuk membantu dalam penyediaan air. [1, 2]

Pompa adalah peralatan mekanis yang telah digunakan dari generasi ke generasi untuk membantu transport air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu [10]. Hydraulic ram atau Hydrum 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 [2]. Pompa hidram hanya dapat digunakan pada aliran sumber air yang memiliki kemiringan, sebab pompa ini memerlukan energi terjunan air dengan ketinggian lebih besar atau sama dengan 1 meter yang masuk ke dalam pompa. Air mengalir melalui pipa penggerak ke dalam badan pompa dan keluar melalui katup limbah yang terbuka [5]

Beberapa penelitian mengenai performa dari pompa hidram telah banyak dilakukan, diantaranya Arianta, 2010 melakukan penelitian yang menggunakan 3 tabung udara, yaitu ukuran volume 0,0008 m<sup>3</sup>, 0,0016 m<sup>3</sup>, 0,0024 m<sup>3</sup>. Menggunakan tabung udara dapat memperbesar head output pompa hidram, Suarda dkk. 2008 melakukan kajian eksperimental tabung udara pada head tekanan pompa hidram. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui besarnya kenaikan head keluar pompa hidram akibat fenomena palu air

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Rancangan Pompa Hidram

Head masuk (H) = 2 m, head keluar (h) = 12 m, diameter pipa masuk (D) = 1,5 in, diameter pipa keluar (d) = 0,5 in, volume tabung udara ( $V_{tu}$ ) = 4,5 liter, massa tambahan katup air terbuang (mw) = 20 gram. panjang pipa keluar yaitu 8 m, 10 m, 12 m.

Penelitian ini dilakukan secara bertahap dan langkah-langkah dalam penelitian perancangan pompa hidram ini akan dijelaskan secara berurut.

#### 1. Pompa Listrik

Menyiapkan pompa listrik yang digunakan sebagai media pengganti sungai yang akan mensuplay air yang masuk ke bak penampungan sebagai sumber air. Digunakan media pengganti sebagai sumber dikarenakan untuk memudahkan pengambilan data angka yang akan dicatat dan dimasukkan dalam tabel yang dibuat oleh peneliti.

#### 2. Bak Penampungan (Water Source Tank)

Bak penampungan air sebagai sumber air yang digunakan yang telah dimodifikasi dan diberi keran (*valve*) untuk mengatur jalannya air masuk. Bak penampungan memiliki kapasitas sebesar 200 liter.

#### 3. Pipa Masuk (Drive Pipe)

Setelah mendapatkan harga dari tabel 2.1, kemudian kita cek harga tersebut menggunakan metode Calvert, dimana :

$$150 < \frac{L}{D} < 1000 \quad (1)$$

Keterangan :

L = Panjang pipa keluaran

D = Diameter pipa keluaran

Dengan memasukkan L = 12 m dan D = 3,81 x 10<sup>-2</sup> m pada persamaan diatas maka didapatkan  $L/D = 314,96$ . Nilai tersebut memenuhi persamaan dari metode Calvert di atas.

#### 4. Pressure gauge 1

*Pressure gauge 1* dipasang pada badan pompa hidram, diletakkan tepat di awal masuknya air ke badan pompa hidram. Alat ini akan mengukur besar tekanan yang ada pada pompa hidram.

#### 5. Katup Air Pembuangan

Untuk menaikkan air pada pompa hidram, dibutuhkan katub air pembuangan yang akan

menimbulkan efek pukulan air (*water hammer*) sehingga air akan mengalami tekanan yang akan mampu naik ke atas tabung dan keluar melalui pipa keluar. Katup air pembuangan dibuat dengan batang besi dan dibawahnya ditambahkan pemberat (mw = 20 gram) yang dirakit sedemikian rupa. Untuk mendapatkan pantulan dari katup ini, dibagian atas ditambahkan per besi yang lentur, sehingga kerja katup menjadi maksimal.

#### 6. Bak Penampung Air Pembuangan

Air yang keluar melalui katup air pembuangan akan ditampung dan akan dihitung jumlah airnya. Air yang terbuang dihitung menggunakan gelas ukur.

#### 7. Katup Pemasukan

Ada dua katup dalam pembuatan pompa hidram, setelah yang pertama katub air pembuangan dan yang kedua adalah katup pemasukan yang bekerja satu arah. Katup ini dibuat dari plat besi tebal dengan diameter 1,5 inci dan katup ini akan terbuka jika air terdesak kearah tabung, kemudian menutup kembali karna air mendapat desakan dari tabung udara, sehingga air terdorong masuk ke pipa keluaran.

#### 8. Tabung Udara

Tabung udara dibuat dengan menggunakan pipa paralon dengan diameter 3,00 in dan panjang 100 cm. Pompa akan dihitung tekanannya menggunakan *pressure gauge* untuk mengetahui unjuk kerja dari sebuah pompa hidram yang dirancang ini. Volume tabung udara ini dapat ditentukan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$D = 3,00 \text{ in} \rightarrow r = 1/2 \times 3,00 = 1,5 \text{ in} \rightarrow 0,0381 \text{ m}$$

$$t = 100 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$\pi = 3,14$$

Maka :

$$V_{tu} = \pi \times r^2 \times t$$

$$V_{tu} = 3,14 \times 0,0381^2 \times 1$$

$$V_{tu} = 0,00455 \text{ m}^3$$

Keterangan:

D = Diameter tabung udara

r = Jari-jari tabung udara

t = Tinggi tabung udara

$V_{tu}$  = Volume tabung udara

#### 9. Pressure gauge 2

*Pressure gauge 2* dipasang pada tabung udara pompa hidram, diletakkan di atas tabung udara. Alat ini akan

mengukur besar tekanan yang ada pada tabung udara pompa hidram sehingga tekanan dalam tabung udara dapat diketahui.

10. Pipa Keluaran / Head Keluar (h)

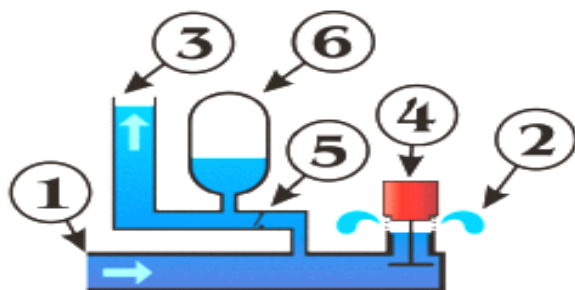
Panjang pipa keluaran divariasikan yaitu 6 m, 8 m, 10 m, dan 12 meter dengan diameter pipa 0,5 inci. Harga ini mengacu pada hasil penelitian Dr. Jagdish Lal (1975), yang menyatakan bahwa panjang pipa keluar atau head keluar berhubungan dengan efisiensi, yang juga berarti berhubungan dengan panjang pipa masuk dan head masuk.

11. Storage Tank

Storage Tank atau bak penampung digunakan untuk menampung air yang berhasil terangkut setelah mengalami proses di pompa hidram.

2.2. Cara kerja pompa hidram

Air dari bak penampung sumber air akan di alirkan menuju badan pompa hidram, kemudian air terdorong menuju katup pembuangan dan terjadi pukulan air (water hammer) yang mengakibatkan terjadi tekanan pada pompa hidram yang membuat air terdorong kembali menuju katup satu arah dan katup terbuka sehingga air masuk memenuhi sebagian tabung udara. Setelah air masuk ketabung udara maka katup satu arah akan tertutup kembali dan udara ditabung akan mendesak air untuk masuk melalui pipa keluaran dan mampu mengangkut air ke atas sesuai dengan ketinggian yang akan diteliti.



Gambar 1. Skema Kerja Hydraulic Ram, (1) masukan dari sumber air, (2) katup buangan air, (3) keluaran ke tempat yang kita inginkan, (4) katup buangan, (5) katup satu arah, (6) tabung bertekanan (Sumber : Prakoso, 2010)

Efisiensi pompa hidram ( $\eta$ ) menggunakan rumus D'Abiusson yaitu :

$$\eta_A = \frac{q h}{(Q+q) H} \tag{1}$$

dengan :

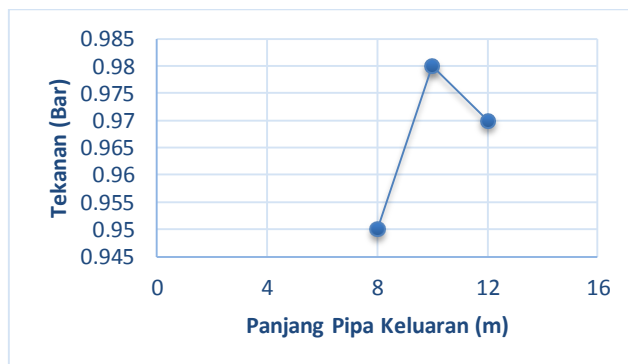
- $\eta_A$  = Efisiensi hidram
- $q$  = Debit hasil, m<sup>3</sup>/s
- $Q$  = Debit limbah, m<sup>3</sup>/s
- $h$  = Head keluar, m
- $H$  = Head masuk, m

Percobaan untuk setiap variasi panjang pipa keluaran diulang sebanyak lima kali pengulangan dan setiap percobaan dilakukan selama 1 (satu) menit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tekanan pada Pipa Air Pemasukan ( $P_{drive}$ )

Pada penelitian ini panjang pipa pemasukan yang digunakan adalah 12 m dengan diameter 1,5 inci. Tekanan pada pipa air pemasukan yang diukur dengan pressure gauge menunjukkan nilai yang bervariasi namun nilainya tidak jauh berbeda untuk setiap variasi pipa keluarannya. Seperti terlihat pada Gambar 2 berikut.

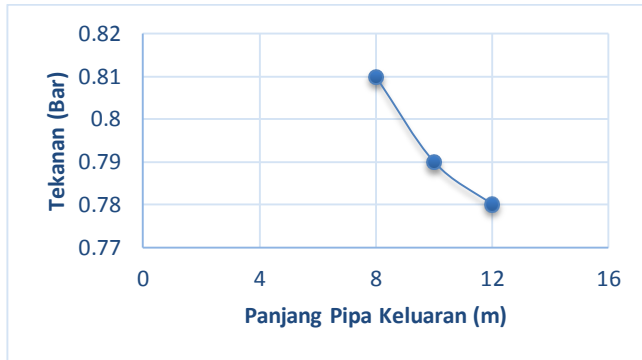


Gambar 2. Hubungan Panjang Pipa Keluaran terhadap Tekanan pada Pipa Air Pemasukan

Grafik diatas menunjukkan tekanan tertinggi dihasilkan pada panjang pipa keluaran 10 m yaitu sebesar 0,98 bar. yang ada dalam pipa pemasukan untuk semua variasi panjang pipa keluaran setelah pompa hidram mampu bekerja dengan baik.

3.2. Tekanan pada Tabung Udara ( $P_{tu}$ )

Tinggi Tabung udara yang digunakan adalah 1 m dengan volume 4,5 liter. Tekanan yang dihasilkan untuk setiap panjang pipa keluaran juga bervariasi, namun sama seperti tekanan pada pipa pemasukan, nilai tekanannya tidak jauh berbeda antara panjang pipa keluaran yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 3 Grafik Hubungan Panjang Pipa Keluaran terhadap Tekanan pada Tabung Udara ( $P_m$ )

Tekanan pada tabung udara yang dihasilkan pada tabung udara ini akan mempengaruhi mempengaruhi jumlah air yang terangkut pada pipa keluaran. Dari grafik terlihat bahwa semakin panjang pompa pipa maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil. Ini dikarenakan semakin panjang pipa maka akan semakin banyak kehilangan tekanan (Panjaitan)

### 3.3. Jumlah Ketukan pada Klep Air Pembuangan ( $N$ )

Grafik dibawah ini menunjukkan jumlah ketukan dihitung mengikuti kerja dari klep air pembuangan. Tingkat jumlah ketukan pada klep air pembuangan juga bervariasi.

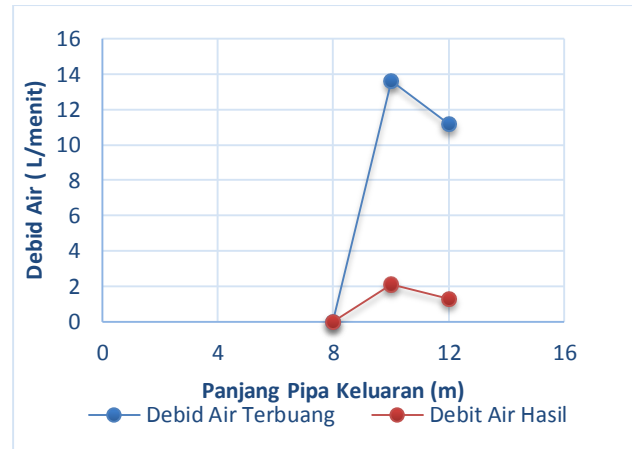


Gambar 4. Grafik Hubungan Panjang Pipa terhadap Jumlah Ketukan pada Klep Air Pembuangan ( $N$ ).

Untuk jumlah ketukan paling banyak terjadi pada pipa keluaran 8 m yaitu mencapai 180 kali. Untuk pipa keluaran 10 m jumlah ketukannya mampu mencapai sampai dengan 150 kali, kemudian untuk pipa keluaran 12 m jumlah ketukannya mencapai 145 kali. Jumlah ketukan mempengaruhi jumlah air yang terbangun pada klep pembuangan, dan juga mempengaruhi jumlah air yang akan

mampu diangkat oleh pipa keluaran melalui klep pemasukan. Semakin sering terjadi ketukan disetiap menitnya, maka jumlah tekanan semakin besar dan dorongan air yang akan masuk ke pipa keluaran juga semakin besar.

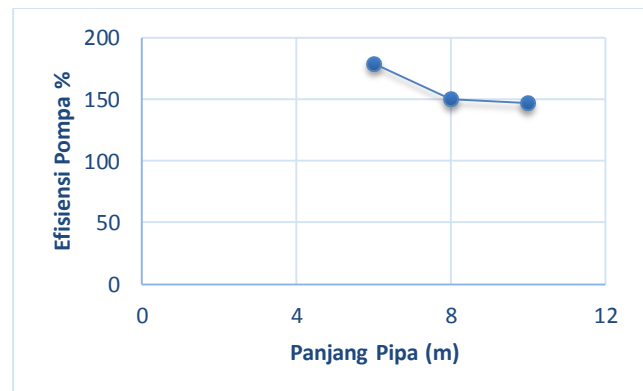
### 3.4. Debid Air



Gambar 5 Hubungan Panjang Pipa Keluaran Terhadap Debid air

Dari gambar 5 terlihat bahwa debit air hasil berbanding lurus dengan debit air yang terbangun pada klep air terbangun. Panjang pipa yang paling banyak mampu mengangkat air ke bak penampungan adalah panjang pipa 8 m yaitu mampu mengangkat air dengan jumlah 2,5 liter/menit. Sedangkan yang paling sedikit mampu mengangkut air adalah panjang pipa 12 meter yaitu hanya mampu mengangkut air dengan jumlah 1,5 liter/menit. Ini dikarenakan semakin panjang pipa maka semakin banyak kehilangan tekanan akibat losis yang terjadi pada pipa dan berkurangnya kecepatan sehingga aliran semakin lambat.

### 3.5. Efisiensi Pompa Hidram



#### Gambar 6 Hubungan Panjang Pipa Terhadap Efisiensi

Dari gambar terlihat bahwa semakin panjang pipa keluaran maka efisiensi pompa akan semakin kecil. Ini terlihat pada panjang pipa keluaran 12 meter efisiensi pompa panjang pipa 8 hanya sebesar 60%. Dan efisiensi tertinggi dihasilkan sebesar 71% yaitu pada panjang pipa keluaran 8 m

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pompa hidram yang dirancang dengan menggunakan tabung udara setinggi 1 m dengan debit air keluaran yang dihasil 2,5 liter/ menit dengan tekanan pompa sebesar 0,82 bar.

#### DAFTAR BACAAN

Arianta, Ahmad Nur, 2010. Pengaruh Variasi Ukuran Tabung Udara Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram. Jurusan Teknik Mesin Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

#### Daftar Pustaka

Farfash, M., Listyadi, D., Sutjahjono, H., 2014. Analisa Pengaruh Panjang Badan Pompa Terhadap Prestasi Pompa

Hidram, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Jawa Timur.

Hanafie, J., de Longh, H., 1979, Teknologi Pompa Hidraulik Ram, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Lal, Jagdish (1975). *Hydraulic Machines (Including fluidics, Metropolitan Book*, New Delhi.

Kinsky, R., 1982, Applied Fluid Mechanic, Mc Graw-Hill, Sidney.

Kahangire, Patrick, 1990, The Hidroulic Ram Pump Project, Water Development Departement, Uganda, Canada.

Mohammed, S.N., 2007, *Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump*, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Minna, Nigeria

Nouwen, A. 1994. Pompa. Penerbit Bhratara. Jakarta.

Pratomo, 2009. Hidram, Pompa Air tanpa Listrik dan BBM, Program Magister Teknologi Pangan Unika Sugijapranata, Jawa Tengah.

Suarda, M., Wirawan, IKG., 2008, Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hidram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No.1., Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali.

Taye, T, 1998. Hidraulic Ram Pump, Journal Of The ESME, Vol.II, Addis Ababa, Ethiopia.

□TAR