

UJI COBA DAN PERHITUNGAN VARIASI TABUNG UDARA UNTUK POMPA HIDRAM

Oleh :
Tia Setiawan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh 46251

Abstrak

Pompa Hidram merupakan alat alternatif untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi tanpa menggunakan listrik ataupun bahan bakar. Pada penelitian ini pompa hidram yang digunakan adalah pompa buatan dan rancangan sendiri. Untuk mengetahui karakteristik pompa digunakan volume tabung udara yang bervariasi. Tabung pertama dengan volume 0,00469 m³, panjang pipa masuk 7 m, *head* masuk 1 m menghasilkan efisiensi sebesar 1.122% . Tabung kedua dengan volume 0,00344 m³, panjang pipa masuk 4 m, *head* masuk 1 m menghasilkan efisiensi sebesar 1.136%. Tabung ketiga dengan volume 0,002534 m³, panjang pipa masuk 4 m, *head* masuk 0.5 m menghasilkan efisiensi sebesar 1.36%.

Kata Kunci : Air, Tabung udara, Pompa Hidram.

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai geografi yang beraneka ragam misalnya pegunungan, dataran rendah, dan daerah pesisir. Untuk daerah pegunungan yang dijadikan areal pertanian sebagian besar lokasi permukaan tanahnya lebih tinggi dari sumber air tentunya akan mengalami kesulitan mendapatkan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari salah satunya pesawahan. Selain itu permukaan tanah juga tidak selalu rata, ada daerah yang berbukit dan relatif jauh dari permukaan air.

Untuk mendapatkan air, daerah yang lokasinya tinggi dan jauh dari sumber air biasanya menggunakan pompa dengan penggerak utama motor listrik atau motor

diesel. Namun hal itu menjadi kesulitan tersendiri jika memasang instalasi kelistrikan karena jangkauan sumber air dari pemukiman terlalu jauh.

Oleh karena itu diperlukan alat alternatif yang tidak perlu menggunakan listrik ataupun bahan bakar salah satunya dengan menggunakan Pompa Hidram. Pompa hidram (*Hydraulic Ram Pump*) berasal dari kata hidro = air (cairan), dan *ram* = hantaman merupakan salah satu pompa air yang hemat energi dan ramah lingkungan. Pompa hidram merupakan teknologi tepat guna dalam bidang pemompaan dengan menggunakan tenaga momentum air (*water hammer*) untuk menaikkan air dari suatu tempat yang lebih

rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan energi potensial sumber air yang akan dialirkan. Pompa hidram mengalirkan air secara kontinyu dengan menggunakan energi potensial sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak tanpa menggunakan sumber energi luar baik itu energi listrik ataupun BBM.

Pada kecepatan aliran air yang mencukupi, katup yang terdapat pada pompa akan menutup dengan sangat cepat. Akibatnya, tekanan yang tinggi akan terjadi didalam badan pompa, selanjutnya air hanya dapat keluar lewat katup tekan kedalam tabung udara serta mengkompresi udara yang ada didalam tabung sampai kecepatan aliran menjadi nol. Udara yang telah dikompresi tadi akan menekan air dalam tabung udara kedalam pipa penyalur. Akan tetapi, pompa hidram tidak dapat memompa semua air yang masuk, namun sebagian air terpompa dan sebagian lagi terbuang melalui katup limbah.

Melihat dari kajian yang sudah ada, banyak faktor yang mempengaruhi pompa hidram akibat tabung udara juga berfungsi meningkatkan tekanan untuk mendorong air keluar melewati lubang pipa tekan, namun dalam pengoperasian dilapangan dapat dijumpai air tidak sampai pada tempat tujuan dan jumlah air pun sedikit akibat ukuran tabung udara yang tidak sesuai

sehingga pompa bekerja lebih keras lagi. Karena itu, diperlukan juga penelitian tentang pengaruh penggunaan diameter tabung udara yang secara teoritis dimaksudkan untuk mendapatkan aliran yang kontinyu dan untuk mengurangi konsumsi daya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pompa hidram pertama kali dibuat oleh John Whitehurst seorang peneliti asal Inggris pada tahun 1772. Pompa hidram buatan Whitehurst masih berupa hidram manual, dimana katup limbah masih digerakkan secara manual. Pompa ini pertama kali digunakan untuk menaikkan air sampai ketinggian 4,9 m (16 kaki). Pada tahun 1783, Whitehurst memasang pompa sejenis ini di Irlandia untuk keperluan air bersih sehari-hari.

Pompa hidram otomatis pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan Prancis bernama Joseph Michel Montgolfier pada tahun 1796. Desain pompa buatan Montgolfier sudah menggunakan 2 buah katup (*waste valve* dan *delivery valve*) yang bergerak secara bergantian. Pompa ini kemudian digunakan untuk menaikkan air untuk sebuah pabrik kertas di daerah Voiron. Satu tahun kemudian, Matus Boulton, memperoleh hak paten atas pompa tersebut di Inggris.

Pada tahun 1820, melalui Easton's Firma yang mengkhususkan usahanya di bidang air dan sistem drainase, Josiah Easton mengembangkan hidram hingga menjadi usaha ram terbaik dalam penyediaan air bersih untuk keperluan rumah tangga, peternakan dan masyarakat desa. Pada tahun 1929, usaha Eastons ini dibeli oleh Green and Carter, yang kemudian meneruskan manufaktur ram tersebut.

Di Benua Amerika, hak paten hidram pertama kali dipegang oleh J. Cernau dan SS Hallet, di New York. Pompa tersebut sebagian besar digunakan di daerah pertanian dan peternakan. Memasuki periode berikutnya, kepopuleran hidram mulai berkurang, seiring berkembangnya pompa elektrik.

Di kawasan Asia, pompa hidram mulai dioperasikan di Taj Mahal, Agra, India pada tahun 1900. Pompa hidram yang dipasang di daerah tersebut adalah *Black's Hydram* yang dibuat oleh John Black Ltd., sebuah perusahaan asal Inggris. Selain di Agra, *Black's Hydram* juga dipasang di daerah Risalpur, Pakistan, pada tahun 1925. Ditempat itu, *Black's Hydram* berhasil memompa air hingga ketinggian 18,3 m dengan debit mencapai 56,5 liter/detik.

Pada akhir abad 20, penggunaan pompa hidram kembali digalakkan lagi, karena

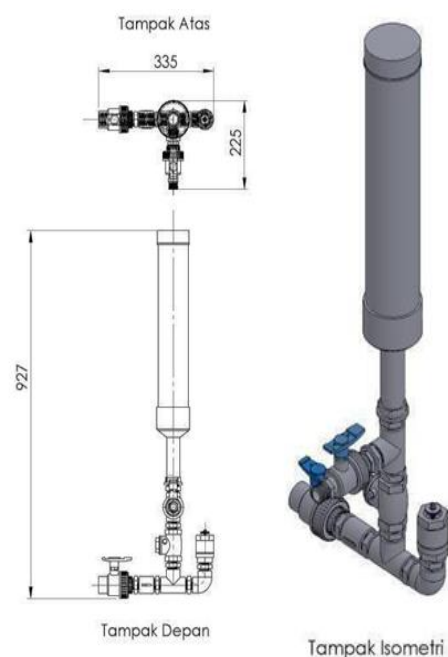
kebutuhan pembangunan teknologi di negara-negara berkembang, dan juga karena isu konservasi energi dalam mengembangkan perlindungan ozon. Contoh pengembangan pompa hidram yang baik adalah AID Foundation di Filipina. Mereka mengembangkan pompa hidram untuk digunakan di desa-desa terpencil. Oleh sebab itu mereka meraih penghargaan Ashden.

METODE PENELITIAN

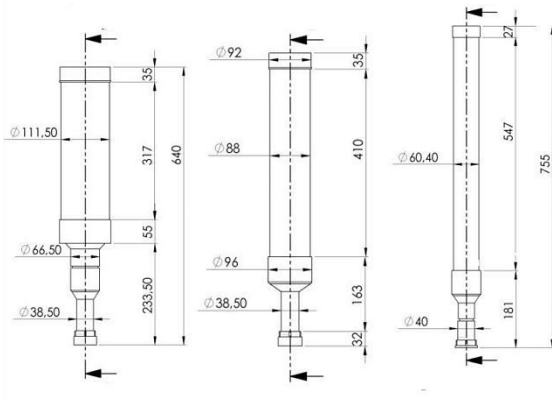
Untuk menyelesaikan Perhitungan Variasi Tabung Udara Untuk Pompa Hidram ini, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Spesimen Penelitian

Penelitian ini tabung dibuat dengan tiga variasi alternatif dalam bentuk model dengan dimensi seperti gambar berikut:



Gambar Pompa Hidram



Gambar 3.2 Gambar Uji Coba Tabung

2. Spesifikasi Volume tabung udara yang digunakan

Tabel Spesifikasi Volume

Variasi Tabung	Volume Tabung
Tabung Udara 1	0,00469 m ³
Tabung Udara 2	0,00344 m ³
Tabung Udara 3	0,002534 m ³

Tabel Spesifikasi

Diameter dan tinggi tabung

Diameter Tabung	Tinggi Tabung
101.6 mm	640 mm
76.2 mm	640 mm
50.8 mm	755 mm

3. Berdasarkan hasil pengukuran, data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan menggunakan persamaan berikut menurut

a. D'Aubuisson :

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

dengan:

η_A = efisiensi hidram

q = debit hasil, m³/s

Q = debit limbah, m³/s

h = head keluar, m

H = head masuk, m

b. Rankine

$$\eta_R = \frac{q(h-H)}{(Q+q)H}$$

dengan:

η_R = efisiensi hidram

q = debit hasil, m³/s

Q = debit limbah, m³/s

h = head keluar, m

H = head masuk, m

HASIL PENELITIAN DAN

PEMBAHASAN

1. Hasil Perhitungan Tabung

Alternatif 1 dengan dimensi volume sebesar 0.00469 m³

Percobaan 1

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

$$\eta_A = \frac{0.62 \times 5.5}{(4.60+0.62)1}$$

$$\eta_A = \frac{3.41}{5.22}$$

$$\eta_A = 0.653 \%$$

• Percobaan 2

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

$$\eta_A = \frac{0.70 \times 5,5}{(4.50+0.70)1}$$

$$\eta_A = \frac{3.85}{5.2}$$

$$\eta_A = 0.74 \%$$

- Percobaan 3

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

$$\eta_A = \frac{0.72 \times 5.5}{(4.40+0.72)1}$$

$$\eta_A = \frac{3.96}{5.12}$$

$$\eta_A = 0.77 \%$$

Alternatif 2 dengan dimensi volume sebesar
0.00344 m³

- Percobaan 1

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

$$\eta_A = \frac{1 \times 3.5}{(5.3+1) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{3.5}{3.15}$$

$$\eta_A = 1.11 \%$$

- Percobaan 2

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

$$\eta_A = \frac{1.2 \times 3.5}{(5.4+1.2) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{4.2}{3.3}$$

$$\eta_A = 1.27 \%$$

- Percobaan 3

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

$$\eta_A = \frac{1 \times 3.5}{(5+1) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{3.5}{3}$$

$$\eta_A = 1.17 \%$$

Alternatif 3 dengan dimensi volume sebesar
0.002534 m³

- Percobaan 1

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

$$\eta_A = \frac{1 \times 3.5}{(5.8+1) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{3.5}{3.4}$$

$$\eta_A = 1.03 \%$$

- Percobaan 2

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

$$\eta_A = \frac{1.2 \times 3.5}{(5.6+1.2) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{4.2}{3.4}$$

$$\eta_A = 1.23 \%$$

- Percobaan 3

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

$$\eta_A = \frac{1.4 \times 3.5}{(5.8+1.4) 0.5}$$

$$\eta_A = \frac{4.9}{3.6}$$

$$\eta_A = 1.36 \%$$

2. Hasil Uji Coba Tabung

1. Pengukuran ke-1

Tabel 4.10 Hasil Analisis ke-1

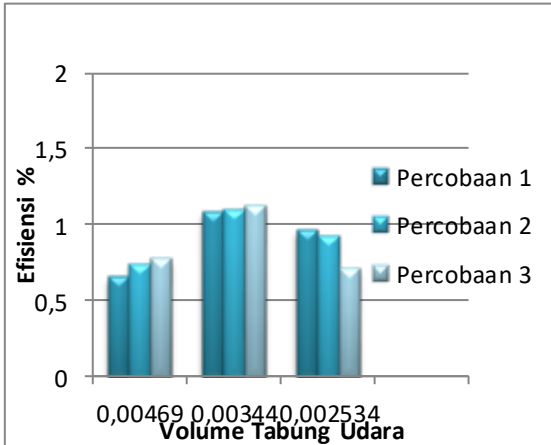
V_{TU} (m ³)	Percobaan ke	Efisiensi / η_A (%)
0.00469	1	0.653 %
	2	0.74 %
	3	0.77 %
0.00344	1	1.076 %
	2	1.1 %
	3	1.122 %
0.002534	1	0.96 %
	2	0.92 %
	3	0.71 %

Gambar 4.4 Diagram Hasil Penelitian ke-2

3. Pengukuran ke-3

Tabel 4.12 Hasil Analisis ke-3

V_{TU} (m ³)	Percobaan ke	Efisiensi / η_A (%)
0.00469	1	0.89 %
	2	0.95 %
	3	0.89 %
0.00344	1	1.11 %
	2	1.27 %
	3	1.17 %
0.002534	1	1.03 %
	2	1.23 %
	3	1.36 %

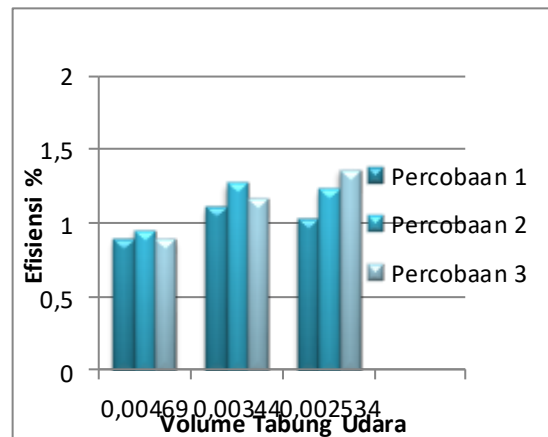


Gambar 4.3 Diagram Hasil Penelitian ke-1

2. Pengukuran ke-2

Tabel 4.11 Hasil Analisis ke-2

V_{TU} (m ³)	Percobaan ke	Efisiensi / η_A (%)
0.00469	1	1.136 %
	2	1.12 %
	3	1.085 %
0.00344	1	0.83 %
	2	0.92 %
	3	0.74 %
0.002534	1	1 %
	2	1.1 %
	3	1.08 %

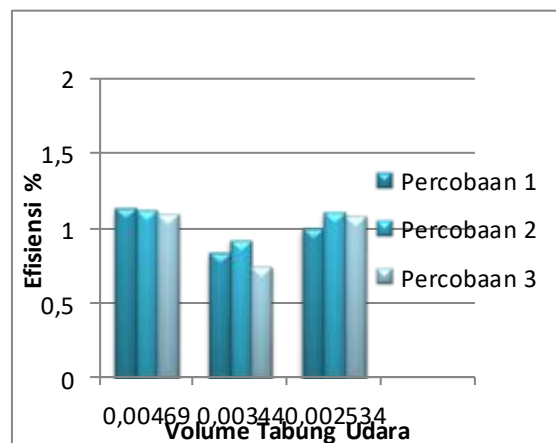


Gambar 4.5 Diagram Hasil Penelitian ke-3

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk variasi tabung udara dapat disimpulkan bahwa variasi volume tabung sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa hidram. Hal ini terbukti dari tiga variasi tabung udara dengan volume 0.00469 m³, 0.00344 m³, 0.002534 m³ yaitu :

1. Efisiensi maksimum yang didapat dari pompa hidram dengan panjang pipa



- masuk 7 m, *head* masuk 1 m adalah pada alternatif dua dengan volume 0.00344 m³ menghasilkan efisiensi sebesar 1.122%.
2. Efisiensi maksimum yang didapat dari pompa hidram dengan panjang pipa masuk 4 m, *head* masuk 1 m adalah pada alternatif satu dengan volume 0.00469 m³ menghasilkan efisiensi sebesar 1.136%.
 3. Efisiensi maksimum yang didapat dari pompa hidram dengan panjang pipa masuk 4 m, *head* masuk 0.5 m adalah pada alternatif tiga dengan volume 0.002534 m³ menghasilkan efisiensi sebesar 1.36%.

- Jurnal Pengabdian LPPM Untag. Vol. 01, No. 02:211-224.
4. Suarda, M., Wirawan, IKG., 2008, *Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara pada Head Tekanan Pompa Hidram*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No.1:10-14
 5. Daryanto. 2003. *Fisika Teknik*. Jakarta: PT.BINA ADIAKSARA dan PT.RINEKA CIPTA.
 6. Streeter, Victor L. dan Wylie, E. Benjamin. 1985. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hartono, B. (2016). "*Pengaruh Variasi Tabung Udara terhadap Debit Pemompaan Pompa Hidram*". Banten: Jurnal SINTEK. Vol. 8.NO.1:25-xviii.
2. Andrea Sebastian Ginting dan M. Syahril Gultom. (2014). "*Analisa Pengaruh Variasi Volume Tabung Udara dan Variasi Beban Katup Limbah terhadap Performa Pompa Hidram*". Sumatera Utara: Jurnal e-Dinamis. Vol.9 No.1:47-56
3. Gatut Prijo Utomo, et al. 2015. *Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap Head Pompa Hidram*". Surabaya:

