

Pengaruh Variasi Diameter Dan Tinggi Tabung Udara Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram

Sehat Abdi Saragih

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl Kaharudin Nasution km 11 No. 103 Pekanbaru, 28284
Email : abdi_saragih12@yahoo.com

Abstrak

Air merupakan sumber kehidupan bagi manusia. Dalam proses penyediaan air, biasanya membutuhkan sebuah peralatan seperti pompa. Pompa membutuhkan energi listrik untuk mengoperasikannya dan energi listrik ini terkadang menjadi sebuah kendala terutama di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik dari Perusahaan Listrik Negara. Pompa hidram adalah solusi dari permasalahan ini karena tidak menggunakan energi listrik dan dapat beroperasi secara kontiniu serta mudah dalam pembuatan. Tabung udara pompa hidram merupakan salah satu komponen yang penting pada pompa hidram. Diameter dan tinggi tabung udara perlu diteliti pengaruhnya terhadap unjuk kerja pompa hidram. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter dan tinggi tabung udara terhadap unjuk kerja pompa hidram. Selain itu untuk mengetahui ukuran diameter dan tinggi tabung udara yang memiliki unjuk kerja pompa hidram terbaik. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan mengalirkan air dari reservoir sebagai sumber air dengan kapasitas 500 liter dan ketinggian 3,5 m. Air dari reservoir tersebut dialirkan melalui pipa penggerak menuju pompa hidram. Pengujian dilakukan pada diameter tabung udara 1 inci, 2 inci, 3 inci, 4 inci dan pada tinggi tabung udara 50 cm, 75 cm dan 100 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter dan tinggi tabung udara memiliki pengaruh terhadap unjuk kerja pompa hidram. Semakin besar diameter tabung udara maka debit katup limbah dan jumlah ketukan katup limbah semakin kecil. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran pipa penghantar dan efisiennya semakin besar. Untuk tinggi tabung udara diketahui bahwa semakin tinggi tabung udara maka debit katup limbah dan jumlah ketukan katup limbah semakin kecil. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran pada pipa penghantar dan efisiensinya semakin meningkat. Ukuran tabung udara pompa hidram yang memiliki unjuk kerja terbaik adalah tabung udara dengan diameter 4 inci dan tinggi 100 cm. Pada ukuran tabung tersebut memiliki debit katup limbah dan jumlah ketukan katup limbah terendah. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran dan efisiensi tertinggi.

Kata kunci : Diameter tabung udara, tinggi tabung udara, unjuk kerja, Pompa hidram, energi.

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi manusia. Kebutuhan air yang kurang mencukupi sering kali menimbulkan permasalahan yang serius. Berbagai cara dilakukan untuk dapat memenuhi kebutuhan air. Terutama pada daerah yang mempunyai sumber air yang lebih rendah dari tempat pemukiman masyarakat, mereka harus mengeluarkan tenaga lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan akan air. Sebagai solusi untuk mempermudah dalam mentransportasikan air biasanya digunakan pompa. Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan air dari suatu tempat ke tempat yang lain atau dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Kebanyakan pompa dioperasikan dengan menggunakan motor penggerak yang sumber energinya berasal dari energi listrik. Hal ini

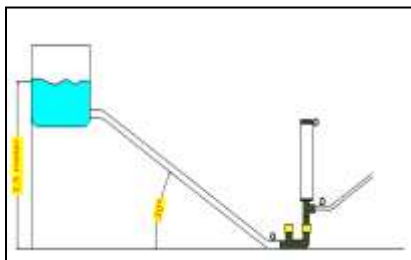
menjadi suatu permasalahan bagi masyarakat yang tinggal di daerah yang belum tersedia energi listrik. Dan pada daerah yang memiliki kondisi alam yang mendukung untuk mengoperasikan pompa hidram, maka Pompa Hidram (*Hydraulic Ram Pump*) dapat menjadi salah satu pilihan yang menarik. Pompa hidram adalah suatu alat untuk mengalirkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi secara kontiniu dengan menggunakan energi dari sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak tanpa menggunakan sumber energi dari luar. Salah satu komponen utama yang cukup penting pada pompa hidram adalah tabung udara. Tabung udara berfungsi untuk memompakan air agar lebih kontiniu dan mengurangi energi yang dibutuhkan pompa hidram untuk memompakan air. Menurut Made Suarda & IKG Wirawan, (2008), bahwa energi yang dibutuhkan oleh pompa hidram tanpa menggunakan tabung udara lebih besar di bandingkan dengan pompa hidram yang menggunakan tabung udara. Daniel Ortega

Panjaitan & Tekad Sitepu (2012), bahwa penambahan tinggi tabung udara yang juga merupakan penambahan volume udara menghasilkan efisiensi maksimum pada tinggi tabung udara yang lebih besar yaitu pada 60 cm, namun pada kondisi volume tabung udara hingga melewati titik optimum yang diijinkan justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram. Dengan demikian, adanya pengaruh tabung udara terhadap beberapa parameter unjuk kerja pompa hidram maka perlu dilakukan penelitian pengaruh variasi diameter dan tinggi tabung udara terhadap unjuk kerja pompa hidram. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter dan tinggi tabung udara terhadap unjuk kerja pompa hidram. Selain itu untuk mengetahui ukuran diameter dan tinggi tabung udara yang memiliki unjuk kerja pompa hidram terbaik.

Metodologi Penelitian & Fasilitas Yang Digunakan

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan mengalirkan air dari reservoir sebagai sumber air dengan kapasitas 500 liter dan ketinggian 3,5 m. Air dari reservoir tersebut dialirkan melalui pipa penggerak berdiameter 1 inci menuju pompa hidram dengan diameter badan pompa hidram sebesar 1 inci. Pengujian dilakukan pada diameter tabung udara 1 inci, 2 inci, 3 inci

dan 4 inci pada masing-masing tinggi tabung udara 50 cm, 75 cm dan 100 cm. Skema instalasi pompa hidram sebagai alat uji dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. skema instalasi pompa hidram

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pengujian ini diantaranya adalah tangki reservoir, pompa hidram, pressure gauge, gelas ukur, pompa sentrifugal, pipa dan perlengkapan pipa, stopwatch dan lain-lain. Setelah pengujian dilaksanakan diperoleh data dan dilakukan pengolahan data untuk menentukan parameter

unjuk kerja pompa hidram seperti debit limbah, jumlah ketukan, debit hasil, kecepatan aliran air pipa penghantar, tekanan palu air dan efisiensi pompa hidram. Untuk debit limbah ditentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$Q = \frac{V_{\text{out}}}{t}$$

Dimana Q adalah debit limbah, V_{out} adalah volume air yang keluar katup limbah dan t adalah waktu. Untuk debit hasil ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$q = \frac{V_{\text{hout}}}{t}$$

Dimana q adalah debit hasil, V_{hout} adalah volume air yang keluar pipa penghantar dan t adalah waktu. Untuk Tekanan palu air dapat ditentukan dengan persamaan berikut

$$\Delta p = \frac{(0,070)VL}{t} + P_{\text{in}}$$

Dimana Δp adalah kenaikan tekanan, P_{in} adalah tekanan inlet, V adalah kecepatan aliran, t adalah waktu yang diperlukan untuk penutupan katup secara tiba-tiba dan L adalah panjang pipa. Sedangkan untuk efisiensi pompa hidram ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini.

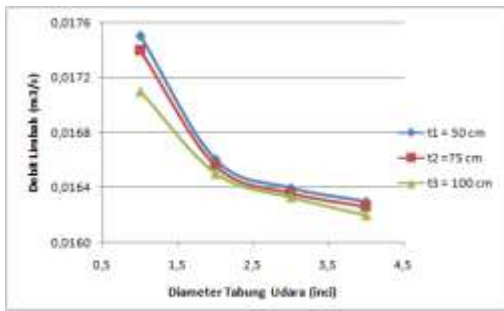
$$\eta_p = \frac{q(h - H)}{(Q + q)H}$$

Dimana η_p adalah efisiensi pompa hidram, q adalah debit hasil pemompaan, Q adalah debit limbah, h = head keluar dan H adalah head masuk.

Hasil Dan Pembahasan

Pengaruh Diameter Dan Tinggi Tabung Udara Terhadap Debit Limbah

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa diameter dan tinggi tabung udara memiliki pengaruh terhadap debit limbah. Seperti terlihat pada gambar 2, bahwa semakin besar diameter dan tinggi tabung udara maka debit limbah semakin kecil. Debit limbah tertinggi adalah $0,0175 \text{ m}^3/\text{s}$ terjadi pada tabung udara berdiameter 1 inci dan tinggi 50 cm. Sedangkan debit limbah terendah adalah $0,0162 \text{ m}^3/\text{s}$ terjadi pada tabung udara berdiameter 4 inci dan tinggi 100 cm.

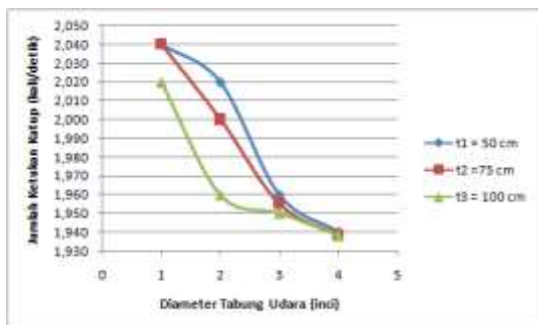


Gambar 2. Hubungan diameter dan tinggi tabung udara terhadap debit limbah

Hal tersebut terjadi akibat perbedaan ruang pada tabung udara, jika diameter dan tinggi tabung udara semakin besar maka jumlah udara yang masuk menempati ruang di dalam tabung udara lebih banyak. Sehingga dengan semakin banyaknya udara yang ada di dalam tabung udara, maka lonjakan tekanan yang disebabkan oleh proses palu air dapat diredam oleh udara tersebut. Jadi semakin besar diameter dan tinggi tabung udara selain dapat menurunkan debit limbah juga dapat menurunkan denyut aliran air yang terjadi pada pipa penghantar.

Pengaruh diameter dan tinggi tabung udara terhadap jumlah ketukan katup limbah

Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui bahwa diameter dan tinggi tabung udara memiliki pengaruh terhadap jumlah ketukan katup limbah. Seperti terlihat pada gambar 3, bahwa semakin besar diameter dan tinggi tabung udara maka jumlah ketukan katup limbah akan semakin kecil. Jumlah ketukan terbesar adalah 2,04 ketukan/s terjadi pada tabung udara berdiameter 1 inci dan tinggi 50 cm. Sedangkan jumlah ketukan terkecil adalah 1,938 kali/s terjadi pada tabung udara berdiameter 4 inci dan tinggi 100 cm.

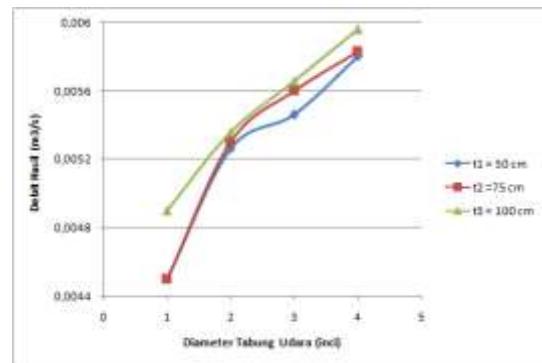


Gambar 3. Hubungan diameter dan tinggi tabung udara terhadap jumlah ketukan katup limbah

Penurunan jumlah ketukan katup limbah di karenakan pada saat terjadi penutupan katup limbah secara tiba-tiba, katup penghantar akan membuka lebih lama dan air akan didorong masuk ke dalam tabung udara. Dengan semakin besar ruang udara pada tabung udara maka waktu yang diperlukan katup limbah untuk membuka dan menutup juga lebih lama karena dengan semakin besar ukuran diameter dan tinggi tabung udara maka jumlah air yang di dorong masuk ke dalam tabung udara lebih banyak untuk mencapai tekanan tertentu hingga katup penghantar akhirnya tertutup kembali karena beban yang ada di atas katup penghantar dan katup limbah terbuka kembali. Karena adanya pembebanan di atas katup limbah dan perubahan tekanan di bawah katup limbah, itulah yang menyebabkan jumlah ketukannya semakin berkurang dalam setiap menitnya.

Pengaruh diameter dan tinggi tabung udara terhadap debit hasil pemompaan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh bahwa diameter dan tinggi tabung udara memiliki pengaruh terhadap debit hasil pemompaan. Seperti terlihat pada gambar 4, bahwa semakin besar diameter dan tinggi tabung udara maka debit hasil semakin besar. Debit hasil tertinggi adalah 0,00596 m³/s terjadi pada tabung udara berdiameter 4 inci dan tinggi 100 cm. Sedangkan debit limbah terendah adalah 0,0045 m³/s terjadi pada tabung udara berdiameter 1 inci dan tinggi 50 cm dan 75 cm



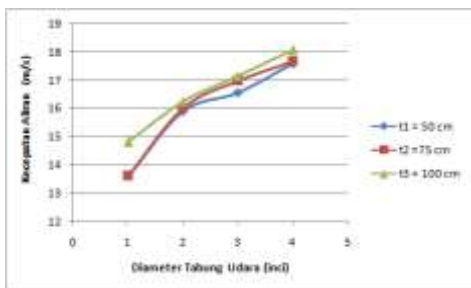
Gambar 4. Hubungan diameter dan tinggi tabung udara terhadap debit hasil

Hal ini terjadi karena perbedaan jumlah air yang masuk menempati ruang di dalam tabung udara. Dengan semakin besar ukuran diameter dan tinggi tabung udara maka jumlah air yang dapat masuk menempati ruang di dalam tabung udara lebih banyak. Selain itu jika semakin besar ruang tabung udara maka Jumlah udara yang ada di dalam tabung udara akan semakin banyak sehingga udara tersebut dapat menekan air yang ada di dalam tabung udara secara maksimal. Tetapi dengan demikian perubahan debit hasil pemompaan yang terjadi tidak terlalu terlihat signifikan. Ukuran tabung udara

memiliki batas tertentu, jika telah mencapai batas tertentu maka debit hasil pemompaan akan mengalami penurunan disebabkan oleh ruang tabung udara yang terlalu besar sehingga udara yang ada di dalam tabung udara tidak dapat menekan air yang ada di dalam tabung udara secara maksimal. Selain itu air yang masuk dalam tabung udara jumlahnya akan semakin banyak, sehingga akan menjadi beban bagi katup penghantar. Jadi beban yang menekan katup penghantar semakin besar tetapi energi yang dihasilkan akibat menutupnya katup limbah secara tiba-tiba selalu sama, sehingga energi yang dihasilkan akibat menutupnya katup limbah secara tiba-tiba tidak dapat membuka katup penghantar secara maksimal.

Pengaruh diameter dan tinggi tabung udara terhadap kecepatan aliran pipa penghantar

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa kecepatan aliran air pada pipa penghantar dipengaruhi oleh diameter dan tinggi tabung udara. Seperti terlihat pada gambar 5 bahwa semakin besar diameter dan tinggi tabung udara maka kecepatan aliran air semakin besar. Kecepatan aliran tertinggi adalah 18,06 m/s terjadi pada tabung udara berdiameter 4 inci dan tinggi 100 cm. Sedangkan kecepatan aliran terendah adalah 13,6 m/s terjadi pada tabung udara berdiameter 1 inci dan tinggi 50 cm dan 75 cm



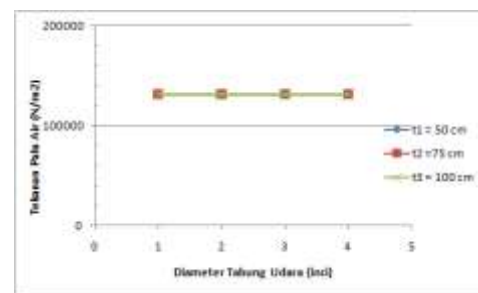
Gambar 5. Hubungan diameter dan tinggi tabung udara terhadap Kecepatan aliran air pada pipa penghantar

Perubahan kecepatan aliran air akan seiring dengan perubahan debit hasil pemompaan, jika debit hasil pemompaan mengalami peningkatan maka kecepatannya juga akan meningkat. Fenomena tersebut terjadi karena ruang pada tabung udara yang dapat di tempati oleh udara lebih banyak sehingga udara tersebut dapat memampatkan air lebih kontinu dan mengurangi denyutan yang disebabkan oleh siklus pompa hidram. Jadi penyebab kenaikan kecepatan aliran air pipa penghantar sesuai dengan yang sudah diterangkan di atas bahwa tabung udara dapat

mengurangi denyutan atau lonjakan aliran yang disebabkan oleh menutupnya katup limbah secara tiba-tiba. Karena dengan semakin besar denyutan air pada pipa penghantar maka kerugian aliran yang disebabkan oleh gesekan antara air dengan dinding pipa akan semakin tinggi. Tetapi jika air pada pipa penghantar mengalir secara kontinu dan tidak terjadi denyutan maka kerugian aliran pada pipa penghantar akan menurun sehingga debit hasil pemompaan dan kecepatan alirannya akan meningkat

Pengaruh diameter dan tinggi tabung udara terhadap tekanan palu air

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh bahwa diameter dan tinggi tabung udara tidak memiliki pengaruh terhadap tekanan palu air.

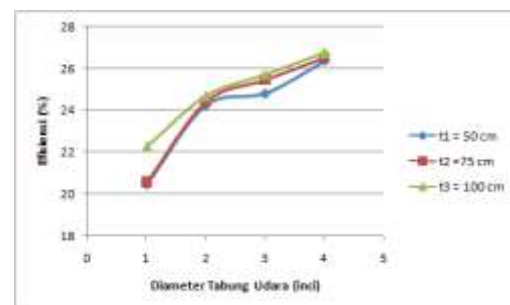


Gambar 6 hubungan antara diameter dan tinggi tabung udara terhadap tekanan palu air

Seperti terlihat pada gambar 6, bahwa variasi diameter dan tinggi tabung udara tidak menunjukkan adanya kenaikan atau penurunan tekanan palu air melainkan sama sebesar 131001.25 N/m². Perubahan tekanan tersebut hanya dapat berubah jika diameter pipa penggerak berubah, volume air di dalam tengki reservoir berubah, dan tinggi terjunan air berubah.

Pengaruh diameter dan tinggi tabung udara terhadap efisiensi pompa hidram

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa diameter dan tinggi tabung udara memiliki pengaruh terhadap efisiensi pompa hidram.



Gambar 7. Hubungan diameter dan tinggi tabung udara terhadap Efisiensi pompa hidram

Seperti terlihat pada gambar 7, bahwa semakin besar diameter dan tinggi tabung udara maka efisiensi pompa hidram semakin besar. Efisiensi pompa hidram tertinggi adalah 26,74 % terjadi pada tabung udara berdiameter 4 inci dan tinggi 100 cm. Sedangkan efisiensi pompa hidram terendah adalah 20,45% terjadi pada tabung udara berdiameter 1 inci dan tinggi 50 cm. Hal ini berkaitan dengan fungsi tabung udara yang dapat mengurangi denyutan pada pipa penghantar, sehingga kerugian aliaran yang di sebabkan oleh gesekan antara air dengan dinding pipa dapat di minimalkan. Sehingga dengan semakin kecil kerugian aliran pada pipa penghantar maka debit hasil pemompaan dapat semakin meningkat. Kemudian aliran air pada pipa penghantar dapat mengalir dengan lebih stabil. Pengaruh pada katup limbah dengan semakin besar ukuran diameter dan tinggi tabung udara maka jumlah ketukan pada katup limbah semakin menurun akibatnya air yang keluar melalui katup limbah lebih sedikit dan debit pemompaan akan semakin naik. Sehingga mempengaruhi efisiensi pompa hidram.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Diameter tabung udara dapat mempengaruhi unjuk kerja pompa hidram. Dimana Semakin besar diameter tabung udara maka debit katup limbah dan jumlah ketukan katup limbah semakin menurun. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran pipa penghantar dan efisien pompa hidram semakin meningkat.
2. Tinggi tabung udara dapat mempengaruhi unjuk kerja pompa hidram. Semakin tinggi tabung udara maka debit katup limbah dan jumlah ketukan katup limbah juga semakin menurun. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran pada pipa penghantar dan efisiensi pompa hidram semakin meningkat.
3. Ukuran tabung udara yang memiliki unjuk kerja terbaik adalah tabung udara dengan diameter 4 inci dan tinggi 100cm. Diman pada ukuran tabung tersebut memiliki debit limbah dan jumlah ketukan katup limbahyang terendah. Sedangkan debit hasil pemompaan, kecepatan aliran air dan efisiensi yang tertinggi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya persembahkan kepada Bapak Ir. M Natsir D, MT dan Bambang Agus Suswanto

Nomenklatur

Q	debit limbah (m^3s^{-1})
Vl	volume air katup limbah (m^3)
t	waktu (s)
q	debit hasil (m^3s^{-1})
Vh	volume air pipa penghantar (m^3)
h	head keluar (m)
H	head masuk (m)
p	tekanan (Nm^{-2})
v	kecepatan aliran (ms^{-1})
L	panjang pipa (m)

Greek letters

Δ	Perubahan
η_p	efisiensi pompa hidram

Subscripts

out	keluar
in	masuk

Referensi

1. Danil Ortega Panjaitan & Tekat Sitepu. Rancang Bangun Pompa Hidram Dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara Dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram, Jurnal *e-Dinamis* Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Volume II, (2012)
2. Didin S. Fane, Rudy Sutanto & I Made Mara. Pengaruh Konfigurasi Tabung Kompresor Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Vol 2, (2012)
3. Suarda M & Wirawan IKG. Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Vol. 2, No.1, (2008)
4. Ranald V. Giles & Herman Widodo Soemitro, Mekanika Fluida Dan Hidrolika Edisi Kedua, Erlangga.
5. San G.S & Santoso G. Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram, Jurnal Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra. Vol. 4, No.2, (2002)
6. Victor L. & E. Benjamin Wylie, Mekanika Fluida Edisi Delapan Jilid I, Erlangga.
7. Victor L. & E. Benjamin Wylie, Mekanika Fluida Edisi Delapan Jilid II, Erlangga.