

PURWARUPA DAN ANALISIS EFISIENSI POMPA HIDRAM BERDASARKAN PERBEDAAN DIAMETER PIPA MASUKAN DAN VOLUME TABUNG

Tiara Amanda¹, Fitria², Arridina Susan Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D.³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

tiaraamanda@students.polmed.ac.id¹, fitriafitria@students.polmed.ac.id², arridina@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup, selain untuk perkembangan *fisiologis*, air juga merupakan bahan masukan berbagai usaha atau aktivitas makhluk untuk kelangsungan hidupnya. Kenyataannya masih banyak daerah pedesaan yang mengalami kesulitan dalam penyediaan air, salah satu penyebabnya yaitu karena kondisi geografis tanah, jadi daerah yang letaknya diatas sumber air akan mengalami kesulitan dalam pemyediaan air. Sebenarnya untuk mengatasi masalah tersebut penggunaan pompa air dengan tenaga listrik dan mesin diesel sudah lama dikenal oleh masyarakat, namun pada kenyataannya masih banyak masyarakat pedesaan yang belum memilikinya, karena terkendala pada biaya pengoperasiannya yaitu penggunaan *suplay* listrik yang banyak serta bahan bakar minyak yang harganya relatif mahal. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dikembangkan suatu teknologi pengganti yang sepadan, menggunakan teknologi tepat guna, efisien dan murah sehingga dalam penggunaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahah bakar lainnya, teknologi tersebut adalah Pompa Hidram. Pompa hidram bergerak dengan kekuatan air itu sendiri dan tidak memerlukan energi lain. Pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran badan pompa 1 ½ inci dan diameter pipa penghantar ¾ inci. Penelitian ini dibuat untuk mengetahui efisiensi pompa hidram berdasarkan perbedaan diameter pipa masukan dan volume tabung.

Kata Kunci : Air, Listrik, Bahan Bakar, Pompa Hidram, Efisiensi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang besar, dengan wilayah perairan yang besar juga, serta penduduk yang sangat banyak. Di Indonesia terdapat banyak sekali daerah, sebagian daerah yang berbatasan dengan sumber air atau sungai yang airnya mengalir secara terus – menerus, sehingga kebutuhan air didaerah tersebut terpenuhi. Lalu bagaimana dengan daerah yang relatif jauh dari sumber air atau sungai, maka akan kesulitan untuk memenuhi pasokan dan kebutuhan air sehari-hari. Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup, selain untuk perkembangan *fisiologis*, air juga merupakan bahan masukan berbagai usaha atau aktivitas makhluk untuk kelangsungan hidupnya. Kenyataannya masih banyak daerah pedesaan yang mengalami kesulitan dalam penyediaan air, baik untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri dan lainnya. Timbulnya permasalahan yang berkaitan dengan air adalah karena adanya peningkatan kebutuhan dan kepentingan organisme yang berbeda, seperti pembangunan lahan untuk industri, dan fasilitas sosial ekonomi lainnya yang mendorong permintaan air semakin banyak, yang akan berdampak pada terganggunya kondisi penyediaan dan permintaan air, pertumbuhan penduduk harus diimbangi dengan peningkatan kebutuhan akan perumahan dan pangan.

Masalah peningkatan bahan bakar minyak juga sangat mempengaruhi penggunaan pompa oleh masyarakat pedesaan. Di perkotaan, permintaan bahan bakar minyak tidak terlalu bermasalah, namun di pedesaan atau bahkan di daerah terpencil, keberadaan minyak bumi sangatlah jarang, bahkan jika itu ada pasti harganya cukup mahal. Selain itu, masyarakat pedesaan juga tidak menggunakan pompa listrik, karena jauhnya letak lahan pertanian atau bahkan tempat tinggal mereka sendiri, sehingga biaya operasional pasokan listrik menjadi lebih tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dicari dan dikembangkan suatu teknologi pengganti yang sepadan, menggunakan teknologi tepat guna, efisien dan murah sehingga dalam penggunaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahah bakar lainnya, sebuah teknologi yang membutuhkan biaya operasional yang rendah dan tidak memberatkan masyarakat dalam penggunaannya. salah satu teknologi tersebut yang mulai dikembangkan adalah *hydraulic ram pump* atau yang lebih dikenal dengan pompa hidram. pompa

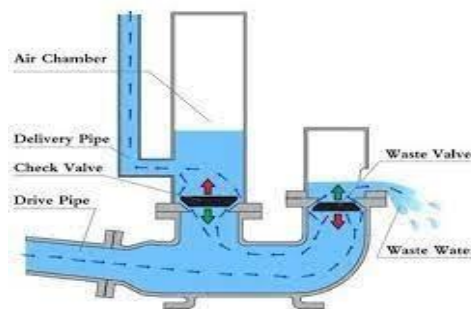
hidram bekerja dengan memanfaatkan gravitasi dan menciptakan tekanan yang akan digunakan untuk menaikkan air ketempat yang lebih tinggi dari sumber air. (Agus Prasetyo, 2019)

TINJAUAN PUSTAKA

Pompa Hidram

Pompa hidram, juga dikenal sebagai pompa hidrolik, adalah alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan energi dari air itu sendiri. Secara khusus Pompa Hidram bergerak dengan kekuatan air itu sendiri dan tidak memerlukan bahan bakar atau energi lain. Sumber airnya bisa bermacam-macam, dari aliran sungai hingga air kolam. cara membuat pompa air non listrik dengan pompa hidrolik hanya bisa digunakan jika pompa berada di sumber air yang terus mengalir (Surya, 2013)

Hydraulic Ram Pump juga dikenal sebagai pompa Hidram yang berasal dari kata *hidro* yaitu air (cair) dan *ram* yang berarti pukulan, hantaman atau tekanan, jadi pompa hidram adalah sebuah pompa dimana energi atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk kedalam pompa melalui pipa. karena pompa ini bekerja tanpa bahan bakar atau listrik, ada juga yang menyebutnya "Pompa Air Tanpa Motor" atau disingkat PTAM. Pompa hidram mampu memindahkan air dari sumber air, sungai, danau maupun kolam ke posisi yang lebih tinggi dari sumber air aslinya secara otomatis dengan enegi yang berasal dari air itu sendiri seperti pada gambar 1 berikut ini (Surya, 2013; (Fernando Limbong, 2019).



Gambar 1. Pompa Hidram
Sumber: Surya, 2013

Sejarah Singkat Pompa Hidram

Pompa Hidram yang pertama dibuat oleh John Whitehurst, ia merupakan seorang peneliti yang berasal dari Inggris. Pompa Hidram buatannya masih manual dimana katup pembuangan masih digerakkan secara manual. Pompa ini digunakan pertama kali untuk menaikkan air sampai ketinggian 4,9 meter (16 kaki). Whitehurst memasang pompa semacam itu di Irlandia untuk keperluan air bersih sehari-hari. Seiring berjalannya waktu teknologi semakin berkembang, Pompa Hidram otomatis yang pertama dibuat oleh seorang ilmuwan yang berasal dari Prancis bernama Joseph Michel Montgolfier. Desain pompa buatannya menggunakan 2 buah katup yaitu (*waste valve dan delivery valve*) yang bergerak secara bergantian. Pompa ini kemudian dioperasikan untuk menaikkan air untuk sebuah pabrik kertas di daerah Voiron. Lalu Matus Boulton memperoleh hak paten atas pompa tersebut di Inggris. (Maryono, 2015)

Kemudian melalui Easton's Firma yang mengkhususkan usahanya dalam sistem air dan sistem drainase atau saluran pembuangan, Josiah Easton mengembangkan hidram untuk menjadi usaha ram terbaik dalam memasok air bersih untuk keperluan sehari-hari di peternakan, pertanian, perindustrian dan masyarakat desa. Usaha Eastons ini dibeli oleh Green and Carter yang kemudian meneruskan *manufaktur ram* tersebut. Di Benua Amerika hak paten Hidram pertama kali di pegang oleh J.Cernau dan SS Hallet di New York. Pompa tersebut digunakan di bidang pertanian dan peternakan. Kemudian popularitas hidram mulai menurun dengan berkembangnya pompa listrik. Di kawasan Asia, Pompa Hidram mulai dioperasikan di Taj Mahal, Agra dan India. Pompa hidram yang di pasang

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

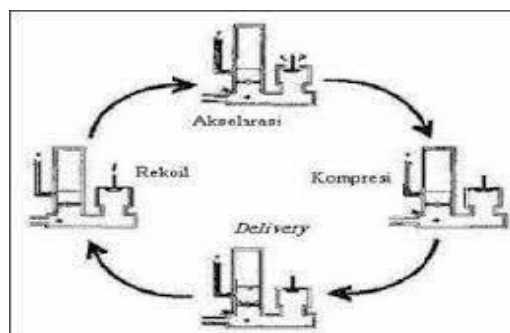
di daerah tersebut adalah *Black's hidram* yang dibuat oleh John Black Ltd. sebuah perusahaan yang berasal dari Inggris. *Black's Hidram* digunakan untuk memompa air dengan debit 31,5 liter/detik. (Herawati Yeni, 2019)

Penggunaan pompa hidram digalakkan kembali, karena kebutuhan perkembangan pembangunan teknologi di negara-negara berkembang dan juga karena masalah penghematan energi dalam pengembangan perlindungan lapisan ozon. Contoh pengembang pompa Hidram yang baik adalah *AID Foundation* di Filipina. Pompa hidram dikembangkan disana dan digunakan untuk desa-desa terpencil. (Heru 2016)

Cara Kerja Pompa Hidram

Cara kerja Pompa Hidram adalah air dari tangki atau sumber air akan dialirkan menuju badan pompa. Kemudian air terdorong menuju katup pembuangan dan terjadi pukulan air atau palu air (*water hammer*) yang menyebabkan terjadi tekanan pada Pompa Hidram yang mengakibatkan air terdorong kembali menuju katup satu arah dan katup terbuka sehingga air masuk dan mengisi sebagian tabung udara. Setelah air memasuki tabung udara maka katup satu arah akan menutup kembali dan udara ditabung akan mendesak air untuk masuk melalui pipa keluaran dan dapat menaikkan air sesuai dengan ketinggian yang diperoleh (Juanda saroha, 2017)

Mekanisme pengoperasian pompa hidram adalah dengan melipat gandakan kekuatan pukulan sumber air yang merupakan input ke dalam tabung Pompa Hidram dan menghasilkan output air dengan volume tertentu sesuai dengan lokasi yang diperlukan. Pada mekanisme ini terjadi proses perubahan energi kinetis berupa aliran air menjadi tekanan dinamis yang menciptakan palu air atau *water hammer* yang mengakibatkan tekanan yang tinggi di dalam pipa. Dengan perlengkapan klep buang dan klep tekan yang membuka dan menutup secara bergantian, tekanan dinamik diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai kompresor yang mampu mengangkat air dalam pipa penghantar. Seperti pada gambar 2 berikut ini (Sularso, 2015)

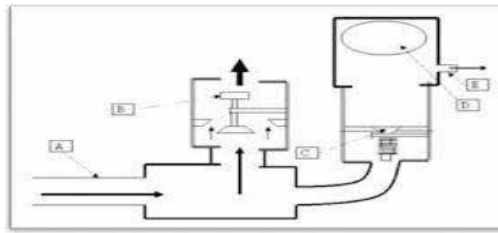


Gambar 2. Siklus Kerja Pompa Hidram
Sumber: Surya, 2013

Cara kerja Pompa hidram berdasarkan posisi klep buang dan variasi kecepatan fluida terhadap waktu dapat dibagi menjadi 4 periode yang sudah dijelaskan pada gambar diatas diantaranya yaitu:

1. Akselerasi

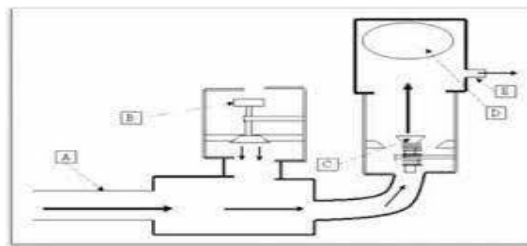
Pada tahap awal ini, klep buang terbuka dan air mulai mengalir dari sumber air melalui pipa masuk memenuhi badan Pompa Hidram dan keluar melalui klep buang. Karena pengaruh ketinggian sumber air, maka air yang mengalir tersebut mengalami percepatan hingga mencapai kecepatan nol, posisi klep tekan masih tertutup. Pada kondisi awal seperti ini tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar melalui pipa penyalur. Pada saat tahap akselerasi, air dalam pipa suplai mulai mengalir dengan sangat cepat. Dan sebagian lagi air keluar melalui katup buang. Semakin lama tekanan air terus meningkat, sampai pada titik dimana tekanan air mulai melebihi berat katup buang, sehingga katup buang mulai terangkat karena adanya gaya dorong air. Seperti pada gambar 3 berikut ini (Surya, 2013)



Gambar 3. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi Akselerasi
Sumber: Surya, 2013

2. Kompresi

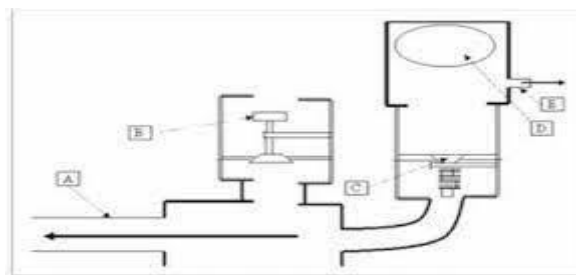
Pada tahapan yang kedua yaitu kompresi, tekanan air membuat katup buang menutup sepenuhnya, yang menyebabkan air tidak dapat mengalir melalui katup buang, jadi air hanya bisa mengalir ke arah tabung udara. Air secara terus menerus mengalir menekan udara yang berada di dalam tabung, hingga pada saat dimana daya dorong air tidak bisa lagi menekan udara di dalam tabung. Pada saat itu, air yang berada disekitaran pompa tiba-tiba berhenti. Air tidak mampu lagi mengalir, baik melalui katup impuls, atau melalui tabung udara. Pada saat yang sama, partikel air dalam pipa suplai masih terus menerus mengalir dengan sangat cepat, sehingga terjadilah proses tumbukan atau tabrakan antara air yang tiba-tiba berhenti dengan air yang berada di dalam pipa suplai. Proses tumbukan tersebut menyebabkan hentakan yang menekan udara sehingga udara dalam tabung menjadi terkompresi seperti pada gambar 4 berikut ini (Surya, 2013)



Gambar 4. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi Kompresi
Sumber: Surya, 2013

3. Penghantar (*delivery*)

Pada tahapan ini katup limbah masih pada posisi tertutup. Penutupan katup secara tiba-tiba mengakibatkan tekanan yang lebih besar dari tekanan statis terhadap pipa pemasukan. Katup penghantar pada akhirnya akan terbuka dengan cepat sehingga sebagian air akan memompa masuk menuju tabung udara. Udara yang berada di dalam tabung akan memuai dengan tujuan memberikan keseimbangan pada tekanan lalu kemudian mendorong air keluar melewati pipa penghantar. Seperti pada gambar 5 berikut ini (Surya, 2013)

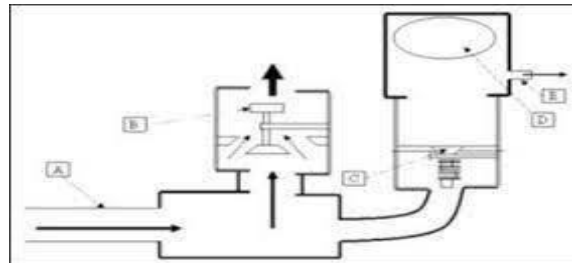


Gambar 5. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi Penghantar
Sumber: Surya, 2013

4. Rekoil

Tahapan terakhir yaitu dimana katup penghantar telah menutup, lalu tekanan yang berhampiran pada katup penghantar berada pada keadaan yang lebih besar daripada tekanan statis di pipa

pemasukan, sehingga mengakibatkan aliran air akan berbalik arah dari badan pompa hidram ke sumber air. Pada tahap rekoil ini sebagian udara dari luar masuk ke pompa maka terjadinya kevakuman pada hidram yang mengakibatkan beratnya katup limbah itu sendiri sehingga katup limbah kembali terbuka, maka tekanan di sisi bawah katup limbah sedikit demi sedikit berkurang. Sebelum siklus yang selanjutnya terjadi, tekanan air pada pipa akan kembali ke tekanan statis. Seperti pada gambar 6 berikut ini (Surya, 2013)



Gambar 6. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi Rekoil
Sumber: Surya, 2013

Bagian-Bagian Pompa Hidram

Pompa Hidram terdiri dari beberapa bagian yang membentuk suatu sistem diantaranya sebagai berikut:

1. Klep Buang (*Waste Valve*)

Klep buang atau katup limbah adalah suatu komponen yang sangat penting dari pompa hidram, oleh karena itu klep buang harus didesain dengan benar agar berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Fungsi dari klep buang itu sendiri adalah untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa masukan menjadi energi tekanan dinamis yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara. Klep buang dengan panjang langkah yang lumayan jauh dan beban yang lumayan berat membuat fluida mengalir lebih cepat, akibatnya saat klep buang menutup akan terjadi lonjakan tekanan yang lumayan tinggi, lalu menyebabkan fluida kerja terangkat menuju tabung udara. Sementara klep buang dengan beban sedikit lebih ringan dan panjang langkah yang lebih pendek menyebabkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil (Sitepu, 2013).

2. Pipa Masukan (*Drive Pipe*)

Pipa masukan merupakan komponen yang sangat penting dari sebuah Pompa Hidram. Ukuran pipa masuk juga perlu diperhitungkan dengan cermat serta terbuat dari bahan yang kokoh sehingga dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan oleh penutupan katup limbah secara tiba-tiba (Panjaitan, 2012).

3. Sumber Air (*Water Source*)

Air yang masuk ke saluran pipa masukan harus bebas dari kotoran maupun sampah baik itu pasir, kerikil ataupun kotoran yang lain, karena kotoran dan sampah tersebut dapat menyumbat atau menahan klep. Jika sumber air terlalu jauh dari badan Pompa Hidram maka saluran air harus dirancang sedemikian rupa agar bisa mencapai pipa penghantarnya (Zainuddin, 2012).

4. Badan Pompa Hidram (*Body Hydram*)

Badan pompa hidram atau bisa juga disebut *hydram body* yang digunakan sebagai tempat dudukan *delivery pipe*, *waste valve* dan *delivery valve* (Suryo, 2016).

5. Klep Penghantar (*Delivery Valve*)

Klep penghantar atau klep tekan merupakan sebuah katup satu arah yang digunakan untuk mengalirkan air dari badan Pompa Hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menjangkau penampungan. Klep tekan harus dibuat satu arah agar air yang sudah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali ke badan Pompa Hidram, selain itu klep tekan juga harus mempunyai lubang yang cukup besar agar air yang terpompa ke ruang udara tidak terhalang (Sutanto, 2012).

6. Tabung Udara (*Air Chamber*)

Tabung udara harus dibuat dengan perhitungan yang benar dan tepat, karena tabung udara digunakan untuk memampatkan udara yang berada didalamnya serta untuk menahan tekanan dari siklus ram, selain itu dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa pengantar secara terus menerus. Jika tabung udara sudah terisi penuh dengan air, tabung udara akan bergetar dengan sangat hebat sehingga menyebabkan tabung udara pecah. Jika itu benar terjadi, maka ram harus segera dihentikan. Untuk menghindari sesuatu yang tidak diinginkan beberapa para ahli berpendapat volume dari pipa penyalur harus dibuat sama dengan volume tabung udara (Tia Setiawan, 2018).

7. Pipa Penghantar (*Delivery Pipe*)

Delivery pipe atau pipa penghantar yang harus memiliki lubang yang besar, sehingga memungkinkan air yang dipompa masuk kedalam ruang udara tanpa ada yang menghalangi dan selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan (Sukanto, 2012).

Mekanisme Terjadinya Palu Air (*Water Hammer*)

Gejala palu air terjadi karena adanya air dari penampungan atau sumber air yang mengalir melalui pipa secara tiba-tiba dihentikan oleh suatu penutupan katup, jadi energi potensial akan diubah menjadi energi kinetik sehingga menciptakan serangkaian gelombang tekanan negatif dan positif yang akan bergerak maju mundur di dalam pipa sampai berhenti karena gesekan. Pompa Hidram bekerja berdasarkan palu air atau *water hammer*, ketika suatu aliran fluida dalam pipa tiba-tiba berhenti dengan cara menutup katup secara tiba-tiba maka air akan bertabrakan dengan katup akibatnya tekanan akan melonjak disertai dengan fluktuasi tekanan di sepanjang pipa untuk beberapa waktu (Fernando Limbong, 2019)

Pada pipa yang terhubung dengan pompa, peristiwa benturan air yang mengakibatkan lonjakan tekanan ini juga dapat terjadi, seperti peristiwa penutupan katup secara mendadak. peristiwa lonjakan tekanan juga dapat terjadi apabila pompa dihidupkan secara tiba-tiba atau katup dibuka dengan cepat. Besarnya kenaikan atau penurunan tekanan karena benturan air, tergantung pada laju perubahan kecepatan aliran. Apabila pada katup, tergantung pada seberapa cepat pembukaan atau penutupan, dan apabila pada pompa, tergantung pada cara menghidupkan atau mematikan pompa. selain itu panjang pipa, laju aliran dan karakteristik pompa merupakan faktor yang sangat menentukan besarnya kenaikan atau turunnya tekanan akibat benturan air (Ferdinan, 2019)

Persamaan Yang Digunakan

Persamaan yang digunakan dalam penulisan Laporan Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Debit air

Debit air merupakan banyaknya jumlah air yang dihasilkan pompa hidram dalam waktu tertentu. Untuk menghitung debit air dilakukan dengan cara menampung air yang terdapat pada sumber air dan pipa penghantar dalam jangka waktu tertentu. Untuk menghitung debit air menggunakan persamaan 1 berikut:

Dimana :

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Q = Debit air (L/S) V = Volume (L)

T = Waktu (S)

2. Volume Tabung

Untuk menghitung volume tabung tergantung pada diameter tabung dan tinggi tabung yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan diameter tabung 3 inci dan 4 inci. Untuk menghitung volume tabung menggunakan persamaan 2 berikut:

$$\pi r^2 T \quad (2)$$

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Dimana :

$\Pi = 3,14$

r = Jari-jari tabung (cm) T = Tinggi tabung (cm)

3. Efisiensi

Dalam menentukan efisiensi pompa hidram, terlebih dahulu kita harus mengetahui beberapa hal yang sangat penting yaitu:

- a. Berapa debit air sumber
- b. Berapa debit air hasil pemompaan
- c. Beda ketinggian antara sumber air dengan pompa
- d. Berapa ketinggian air yang berhasil dipompakan

Kemudian untuk menghitung efisiensi pompa hidram menggunakan persamaan 3 berikut:

$$\eta = \frac{Q_{out} \times H_2}{Q_{in} \times H_1} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

η = Efisiensi

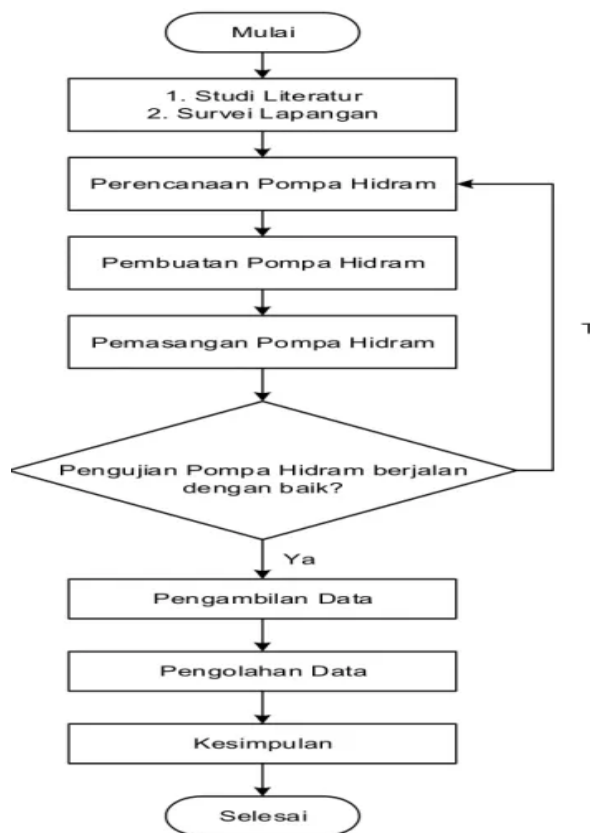
Q_{out} = Debit air hasil pemompaan Q_{in} = Debit air sumber

H_1 = Beda ketinggian antara sumber air dengan pompa H_2 = ketinggian air hasil pemompaan

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat dalam gambar 7 berikut:



Gambar 7. Diagram Rancangan Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data penelitian ini berada di Kampus Politeknik Negeri Medan.

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada saat proses pengambilan data yaitu debit sumber, debit limbah, debit hasil, ketinggian air hasil pemompaan, tekanan dalam tabung udara dan efisiensi pompa.

Model Penelitian

Model penelitian yang dilakukan adalah analisis unjuk kerja pompa hidram untuk mengetahui efisiensi pompa berdasarkan diameter pipa masukan dan volume tabung pompa.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk penelitian yang menggunakan metode kualitatif perlu dijelaskan pendekatan yang digunakan, proses pengumpulan dan analisis informasi, serta penafsiran dan penarikan kesimpulan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur untuk mencari informasi berupa jurnal, dan beberapa buku-buku yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan menghitung debit sumber, debit limbah, debit hasil pemompaan, ketinggian air hasil pemompaan, tekanan dalam tabung udara dan efisiensi pada pompa hidram.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil**

Hasil pengujian pompa hidram yaitu, pompa hidram dapat beroperasi dengan baik dan lancar. Pengamatan yang dilakukan pada pengujian pompa hidram dengan menggunakan pipa masukan yang diameternya berbeda serta menggunakan tabung udara yang volumenya juga berbeda. Dibawah ini merupakan hasil pengamatan debit hasil berdasarkan variasi pipa masukan dan volume tabung:

1. Pengujian dengan diameter pipa masukan $\frac{3}{4}$ inci dan volume tabung $2279,0277 \text{ cm}^3$ terdapat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian 1

No.	Debit Hasil (Qout) Waktu (Detik)	Volume (Liter)
1.	30	0,35
2.	30	0,3
3.	30	0,3

2. Pengujian dengan diameter pipa masukan $\frac{3}{4}$ inci dan volume tabung $4051,6048 \text{ cm}^3$ terdapat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian 2

No.	Debit Hasil (Qout) Waktu (Detik)	Volume (Liter)
1.	30	0,37
2.	30	0,38
3.	30	0,4

3. Pengujian dengan diameter pipa masukan $1 \frac{1}{2}$ inci dan volume tabung $2279,0277 \text{ cm}^3$ terdapat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian 3

No.	Debit Hasil (Qout)	
	Waktu (Detik)	Volume (Liter)
1.	30	1,1
2.	30	1,15
3.	30	1,12

4. Pengujian dengan diameter pipa masukan 1 ½ inci dan volume tabung 4051,6048 cm³ terdapat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian 4

No.	Debit Hasil (Qout)	
	Waktu (Detik)	Volume (Liter)
1.	30	1,19
2.	30	1,24
3.	30	1,21

Pembahasan

1. Volume Tabung

a. Tabung 1

Diketahui : D = 3 inci

r = 1,5 inci = 3,81 cm T = 50 cm

penyelesaian = $\pi r^2 T$

= $3,14 \times 3,81 \text{ cm} \times 3,81 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$

= 2279,0277 c m³

b. Tabung 2

Diketahui : D = 4 inci

r = 2 inci = 5,08 cm T = 50 cm

Penyelesaian = $\pi r^2 T$

= $3,14 \times 5,08 \text{ cm} \times 5,08 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$

= 4051, 6048 cm³

2. Debit Sumber (Qin)

a. Pipa ¾ inci

Diketahui : Volume = 10 L

Waktu = 30 detik

Penyelesaian = $\frac{V}{T} = \frac{10}{30} = 0,33 \text{ L/S}$

b. Pipa 1 ½ inci

Diketahui : Volume = 20 L

Waktu = 30

Penyelesaian = $\frac{V}{T} = \frac{20}{30} = 0,667 \text{ L/S}$

3. Debit Hasil (Qout)

a. Pengujian 1

• $Q_{out 1} = \frac{volume}{waktu} = \frac{0,35}{30} = 0,01167 \text{ L/S}$

• $Q_{out 2} = \frac{volume}{waktu} = \frac{0,3}{30} = 0,01 \text{ L/S}$

• $Q_{out 3} = \frac{volume}{waktu} = \frac{0,3}{30} = 0,01 \text{ L/S}$

Jadi pompa hidram dengan diameter pipa masukan ¾ inci dan volume tabung 2279,0277 cm³ memiliki rata-rata debit hasil sebesar :

$$Q_{out \text{ rata-rata}} = \frac{Q_{out 1} + Q_{out 2} + Q_{out 3}}{n} = \frac{0,01167 + 0,01 + 0,01}{3} = 0,0105 \text{ L/S}$$

b. Pengujian 2

- $Q_{out 1} = \frac{volume}{waktu} = 0,37 = \frac{0,0123 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 2} = \frac{volume}{waktu} = 0,38 = \frac{0,01267 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 3} = \frac{volume}{waktu} = 0,4 = \frac{0,0133 \text{ L/S}}{30}$

Jadi pompa hidram dengan diameter pipa masukan $\frac{3}{4}$ inci dan volume tabung $4051,6048 \text{ cm}^3$ memiliki rata-rata debit hasil sebesar :

$$Q_{out \text{ rata-rata}} = \frac{Q_{out 1} + Q_{out 2} + Q_{out 3}}{n} = \frac{0,0123 + 0,01267 + 0,0133}{3} = 0,01275 \text{ L/S}$$

c. Pengujian 3

- $Q_{out 1} = \frac{volume}{waktu} = 1,1 = \frac{0,0367 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 2} = \frac{volume}{waktu} = 1,15 = \frac{0,0383 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 3} = \frac{volume}{waktu} = 1,12 = \frac{0,0373 \text{ L/S}}{30}$

Jadi pompa hidram dengan diameter pipa masukan $1 \frac{1}{2}$ inci dan volume tabung $2279,0277 \text{ cm}^3$ memiliki rata-rata debit hasil sebesar :

$$Q_{out \text{ rata-rata}} = \frac{Q_{out 1} + Q_{out 2} + Q_{out 3}}{n} = \frac{0,0367 + 0,0383 + 0,0373}{3} = 0,03743 \text{ L/S}$$

d. Pengujian 4

- $Q_{out 1} = \frac{volume}{waktu} = 1,19 = \frac{0,03967 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 2} = \frac{volume}{waktu} = 1,24 = \frac{0,04133 \text{ L/S}}{30}$
- $Q_{out 3} = \frac{volume}{waktu} = 1,21 = \frac{0,04033 \text{ L/S}}{30}$

Jadi pompa hidram dengan diameter pipa masukan $1 \frac{1}{2}$ inci dan volume tabung $4051,6048 \text{ cm}^3$ memiliki rata-rata debit hasil sebesar :

$$Q_{out \text{ rata-rata}} = \frac{Q_{out 1} + Q_{out 2} + Q_{out 3}}{n} = \frac{0,03967 + 0,04133 + 0,04033}{3} = 0,040443 \text{ L/S}$$

4. Efisiensi Pompa Hidram (%)

a. Pengujian 1

Diketahui : Diameter pipa masukan = $\frac{3}{4}$ inci Volume tabung = $2279,0277 \text{ cm}^3$

Debit $Q_{out} = 0,0105 \text{ L} = 0,0000105 \text{ m}^3$ Debit $Q_{in} = 0,33 \text{ L} = 0,00033 \text{ m}^3$

$H_1 = 0,7 \text{ m}$ $H_2 = 3,1 \text{ m}$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{out} \times H_2}{Q_{in} \times H_1} \times 100\% \\ &= \frac{0,0000105 \times 3,1}{0,00033 \times 0,7} \times 100\% \\ &= \frac{0,0003255}{0,000231} \times 100\% \\ &= 0,1409 \times 100\% \\ &= 14,09\% \end{aligned}$$

b. Pengujian 2

Diketahui : Diameter pipa masukan = $\frac{3}{4}$ inci Volume tabung = $4051,6048 \text{ cm}^3$

Debit $Q_{out} = 0,01275 \text{ L} = 0,00001275 \text{ m}^3$

Debit $Q_{in} = 0,33 \text{ L} = 0,00033 \text{ m}^3$ $H_1 = 0,7 \text{ m}$

$H_2 = 4,2 \text{ m}$

Penyelesaian:

$$\eta = \frac{Q_{out} \times H_2}{Q_{in} \times H_1} \times 100\%$$

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$\begin{aligned} & \frac{Q_{in} \times H_1}{0,00001275 \times 4,2} \times 100 \% \\ & = \frac{0,00033 \times 0,7}{0,00005355} \times 100 \% \\ & = \frac{0,000231}{0,000231} \times 100 \% \\ & = 0,2318 \times 100 \% \\ & = 23,18 \% \end{aligned}$$

c. Pengujian 3

Diketahui : Diameter pipa masukan = 1 ½ inci Volume tabung = 2279,0277 cm³

Debit Qout = 0,03743 L = 0,00003743 m³ Debit Qin = 0,667 L = 0,000667 m³

H1 = 0,7 m H2 = 5,4 m

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \eta & = \frac{Q_{out} \times H_2}{Q_{in} \times H_1} \times 100 \% \\ & = \frac{0,00003743 \times 5,4}{0,000667 \times 0,7} \times 100 \% \\ & = \frac{0,000202122}{0,0004669} \times 100 \% \\ & = 0,4329 \times 100 \% \\ & = 43,29 \% \end{aligned}$$

d. Pengujian 4

Diketahui : Diameter pipa masukan = 1 ½ inci Volume tabung = 4051,6048 cm³

Debit Qout = 0,040443 L = 0,000040443 m³ Debit Qin = 0,667 L = 0,000667 m³

H1 = 0,7 m H2 = 6,3 m

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \eta & = \frac{Q_{out} \times H_2}{Q_{in} \times H_1} \times 100 \% \\ & = \frac{0,000040443 \times 6,3}{0,000667 \times 0,7} \times 100 \% \\ & = \frac{0,0002547909}{0,0004669} \times 100 \% \\ & = 0,5457 \times 100 \% \\ & = 54,57 \% \end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan , dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar ukuran diameter pipa masukan dan volume tabung maka efisiensi pompa hidram semakin besar, semakin besar ukuran diameter pipa masukan dan volume tabung maka semakin besar debit air hasil pemompaan dan semakin tinggi air yang berhasil dipompakan, semakin besar ukuran diameter pipa masukan maka semakin besar juga debit sumber, semakin besar volume tabung maka semakin besar juga tekanan yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

A. Supriyanto. 2017 “Pengaruh Variasi Jarak Sumbu Katup Limbah Dengan Sumbu Tabung Udara Terhadap Efisiensi Pompa Hidram,” Ojs.Ummetro.Ac.Id.

Agus Prasetyo. 2019. *Analisis Pengaruh Dimensi Tabung Udara Terhadap Prestasi Pompa Hidram*. Politeknik Negeri Bandung.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- Agusto & Willy.M. 2018. "*Instalasi Pompa Hidram*" Lembaga Fisika Nasional Bandung, 12 PP
- Ahmad Johardi. 2015. "*Analisa Tinggi Datum Terhadap Tekanan Water Hammer*" Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Arianta & Ahmad Nur. 2012. "*Pengaruh Variasi Ukuran Tabung Udara Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*" Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- D. Panjaitan & T. Sitepu. 2012 "*Rancang Bangun Pompa Hidram Dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara Dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram,*" *J. E-Dinamis*, Vol. II, No. 2.
- Ferdinan Silalahi. 2019. "*Rancang Bangun Dan Pengujian Pompa Hidram Dengan Kapasitas 1,75 l/s Untuk Irigasi Persawahan*". Jurusan Teknik Mesin.
- Fernando Limbong. 2019. "*Pompa Hidram Dengan Variasi Pipa Input*". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- G. Prijo Utomo & E. Santoso. 2015. *Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap Head Pompa Hidram,*" . Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Herawati & Yeni. 2019. "*Length Inlet to Hidram Efficiency*" Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Heru, Herlambang, Dwi Wahjono. 2016. "*Rancang Bangun Pompa Hidram untuk Masyarakat Pedesaan*" JAI.Vol.2,No.2.
- Juanda Saroha. 2017. "*Karakteristik Tekanan Pada Badan Pompa Hidram*"Universitas Sanata Dharma.
- Kamsir. 2016. "*Studi Pengaruh Tinggi Datum Terhadap Tekanan Water Hammer Pada Pompa Hidram*".Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Maryono, Agus. 2015. "*Hidrolika Terapan*". PT Pradyana Paramita. Jakarta.
- Mohammed & Shuaibu Ndache. 2017. "*Analisis Pompa Hidram Dengan Variasi tabung Udara*". Yogyakarta : Graha Ilmu.
- R. Sutanto, S. Fane, I. Made Mara. 2012, "*Pengaruh Konfigurasi Tabung Kompresor Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram,*" *J. E-Dinamis*, Vol. II, No. 2.
- Rofit & Waroni 2019. "*Perancangan dan Pembuatan Pompa Hidram Untuk Desa Kluwih Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan (Pengujian terhadap Variasi Volume Tabung)*" Fakultas Teknik, Institut Teknologi Surabaya.
- Santoso. 2013. "*Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*" Universitas Kristen Petra, Surabaya.