

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Pompa hidram 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 (Hanafie dan De Longh,1979:2). Beragam penelitian pernah dilakukan untuk mungkaji performa dari pompa hidram. Pada tahun 2008, S. Imam Wahyudi dan Fauzi Fachrudin melakukan penelitian untuk mencari korelasi tekanan dan debit air pompa hidram.

Hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh peneliti lain yang dapat digunakan sebagai bahan kajian yang berkaitan dengan penelitian pompa hidram pada pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Matriks penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian Dan Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1	Gan Shu San dan Gunawan Santoso april th.2002	Judul : Studi Karakteristik Volume Tabung Udara Dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram Variabel : Tabung Udara Pompa Hidram Dan Beban Limbah <i>Sumber : Jurnal ilmiah Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra</i>	Dari hasil percobaan dan analisa varians serta regresi response surface diperoleh hasil bahwa faktor volume tabung udara dan beban katup limbah berpengaruh pada efisiensi pompa, begitu pula interaksi antara kedua faktor. Pengaturan optimal untuk mendapatkan efisiensi terbaik adalah saat volume tabung 1300 ml dan beban 400 gram untuk mendapatkan efisiensi 42,9209%.
2	Made Suarda dan IKG Wirawan Juni th.2008	Judul : Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hidram Variabel : Tabung Udara Pompa Hidram <i>Sumber : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 2 No. 1, Juni 2008 Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali</i>	Dengan pemakaian tabung udara, terjadi penurunan perubahan head tekanan dalam pipa penghantar pada instalasi pompa hidram. Head tekanan balik berkurang dari 103,87 m tanpa menggunakan tabung udara menjadi 37,85 m dengan tabung udara. Namun, dalam pipa penyalur head tekanan meningkat dari 0,29 m tanpa menggunakan tabung udara menjadi 2,9 m. Hal



No	Nama Peneliti	Judul Penelitian Dan Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>ini mengakibatkan peningkatan debit air dalam pipa penyalur dengan menggunakan tabung udara. Sehingga pemasangan tabung udara dapat meningkatkan efisiensi pompa hidram secara signifikan dari 0,72% tanpa tabung udara menjadi 19,45% dengan tabung udara. Jadi tabung udara mempunyai pengaruh yang besar terhadap peningkatan unjuk kerja pompa hidram.</p>
3	<p>Ahmad Nur Arianta April th.2010</p>	<p>Judul : Pengaruh Variasi Ukuran Tabung Udara Terhadap Unjuk Kerja Sebuah Pompa Hidram Variabel : Tabung Udara Pompa Hidram <i>Sumber : Skripsi Nomor Tkn 4403t / 1 . 2010 / 2011 / Hmw / 10 / 04 / 19.04 / 2010 Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,2010.</i></p>	<p>Penggunaan tabung udara dapat memperbesar head output pompa hidram, Selain itu, penggunaan tabung udara juga mampu memperbesar efisiensi pompa hidram dan tabung udara pada pompa hidram berfungsi untuk meningkatkan tekanan output pompa hidram dan mengurangi denyutan aliran pada <i>delivery pipe</i></p>
4	<p>Yeni Herawati, Kuswartomo, dan Gurawan Djati W. Mei th.2011</p>	<p>Judul : Panjang Pipa Inlet Terhadap Efisiensi Pompa Hidram Variabel : Panjang Pipa Inlet <i>Sumber : Dinamika TEKNIK SIPIL/Vol. 11/No. 2/Mei 2011/Yeni H, Kuswartomo, Gurawan JW. Akreditasi BAN DIKTI No : 110/DIKTI/Kep/2009. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.</i></p>	<p>Panjang pipa inlet pada pompa hidram sangat berpengaruh terhadap debit pompa. Semakin panjang ukuran pipa inlet maka semakin besar nilai debit pompa hidram yang dihasilkan. debit yang paling besar pada panjang pipa inlet 2,5m dengan nilai $q = 142,126 \text{ cm}^3/\text{dt}$, pada beban 0,46 kg. Panjang pipa inlet pada pompa hidram juga sangat berpengaruh terhadap nilai efisiensi pompa, Semakin panjang pipa inlet maka semakin besar nilai efisiensi pompa yang dihasilkan. Hasil dari 4 variasi panjang pipa inlet yang digunakan, yang paling efektif untuk memompa hidram adalah pada panjang pipa inlet 2,5 m.</p>

(sumber : berbagai jurnal dan skripsi mengenai penelitian pompa hidram)

Made Suarda dan IKG Wirawan mencoba untuk melakukan kajian eksperimental tabung udara pada *head* tekanan pompa hidram (Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:10-14). Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui besarnya kenaikan *head* keluar pompa hidram akibat fenomena palu air.

Variabel – variabel yang di amati dalam penelitian kali ini adalah perubahan tekanan yang terjadi pada pipa penghantar (Pd), pada tabung udara (Pt), tekanan pada katup buang setelah katup buang tanpa tabung udara (Ptt) , serta pada badan pompa (Pb). Pengambilan data dilakukan berulang-ulang sampai sebanyak 10 kali.

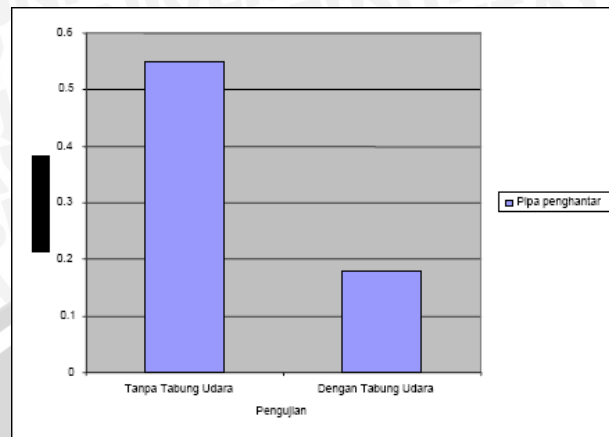


Gambar 2.1. Instalasi Pompa Hidram Tanpa Tabung Udara
(Sumber : Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:12)

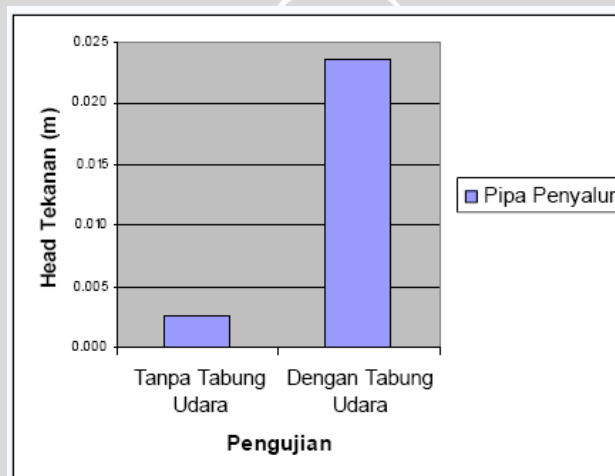


Gambar 2.2. Instalasi Pompa Hidram Dengan Menggunakan Tabung Udara
(Sumber : Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:12)

Hasil pengamatan yang dilakukan kemudian disajikan dalam bentuk diagram seperti di bawah ini.



Gambar 2.3. Grafik *Head* Tekanan Pada Pipa Penghantar pompa hidram (*Pipa Inlet*)
(Sumber : Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:13)



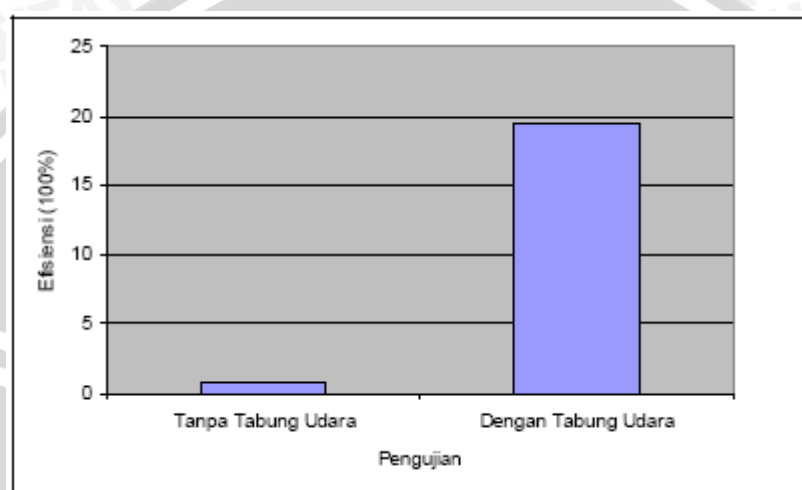
Gambar 2.4. Grafik *Head* Tekanan Pada Pipa Penyalur pompa hidram (*Pipa Outlet*)
(Sumber : Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:13)

Dari diagram di atas terlihat bahwa pada pipa penghantar, *head* tekanan yang lebih besar terjadi ketika instalasi pompa hidram tanpa menggunakan tabung udara, hal itu terjadi karena tidak ada udara yang terkompresi sebelum pipa penyalur, tekanan yang melalui pipa penyalur lebih besar, sehingga untuk memompa air sampai ke bak penampungan, katup limbah memompa lebih cepat. Hal itu terbukti dengan banyaknya denyutan yang terjadi (Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:13).

Sedangkan pada pipa penyalur berlaku sebaliknya, pada pompa hidram dengan tabung udara, perubahan *head* tekanan akan menjadi lebih besar. Hal itu terjadi karena adanya udara yang terkompresi dalam tabung udara yang menyebabkan kecepatan

fluida menjadi lebih stabil sehingga kerugian *head* akibat kecepatan dan gesekan menjadi lebih kecil. Di samping itu, tabung udara juga membantu menaikkan air ke dalam bak penampung secara lebih stabil dan dengan debit yang lebih besar.

Berdasarkan hasil pengolahan data hasil pengujian, dibuatlah sebuah grafik yang menunjukkan perbandingan efisiensi pompa hidram yang menggunakan tabung udara dan tanpa menggunakan tabung udara, sebagai berikut:



Gambar 2.5. Perbandingan Efisiensi Pompa Hidram Hasil Pengujian
(Sumber : Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:14)

Dari gambar 2.5 dapat terlihat bahwa pompa hidram dengan tabung udara memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pada pompa hidram tanpa tabung udara. Sesuai dengan hukum kontinuitas dimana debit berbanding lurus dengan kecepatan fluida, pada pompa hidram dengan tabung udara, fluida yang mengalir di dalam pipa penyalur mempunyai kecepatan yang lebih tinggi dari pada saat pompa hidram tanpa tabung udara. (Made Suarda dan IKG Wirawan,2008:14)

Karena kecepatan juga berbanding lurus dengan perubahan *head* tekanan, sehingga pada instalasi pompa hidram dengan tabung udara perubahan *head* tekanan menjadi lebih besar dari pada pompa hidram tanpa tabung udara.

Sesuai dengan rumus efisiensi pompa hidram dimana nilai efisiensi pompa hidram berbanding lurus dengan besarnya *head* tekanan pada pipa penyalur dan berbanding lurus dengan besarnya debit pada pipa penyalur, maka dapat di ketahui bahwa efisiensi pompa hidram dengan tabung udara jauh lebih besar dari pada efisiensi pompa hidram tanpa tabung udara.

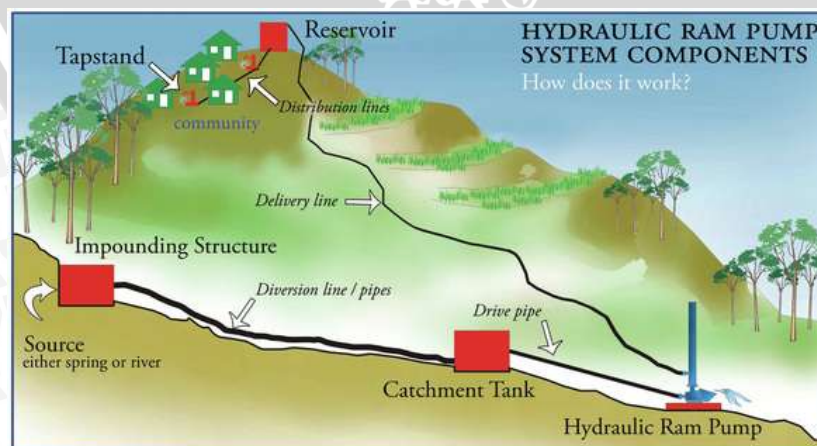
2.2 Pengertian Pompa Hidram dan Komponen Pada Pompa Hidram

Menurut buku petunjuk teknis "Pemanfaatan Pompa Hidram Dalam Penyediaan Air Bersih" yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada Oktober 2002, pengertian pompa hidram adalah 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 dan tidak membutuhkan bahan bakar atau tenaga lain. (petunjuk teknis PU nomor:Pt-T-11-2002-C,2002:1)



Gambar 2.6. Berbagai Jenis Dan Ukuran Pompa Hidram Pabrikasi (sumber : [www.google.com/pompa hidram](http://www.google.com/pompa%20hidram) diunduh November 2014)

Tenaga penggerak pompa hidram berasal dari tekanan air dari pipa *inlet* yang menghantam katup limbah dan katup hisap yang kemudian mendorong air secara kontinu melalui pipa *output* menuju area yang dituju. Tekanan air tersebut berasal dari beda tinggi pipa *inlet* menuju pompa hidram.



Gambar 2.7. Skema Pemasangan Pompa Hidram di Lapangan (sumber : [www.google.com/pompa hidram](http://www.google.com/pompa%20hidram) diunduh November 2014)

Prinsip kerja pompa hidram otomatis merupakan suatu proses perubahan energi kinetik aliran air menjadi tekanan yang dinamik, sebagai akibatnya menimbulkan palu air (*water hammer*) sehingga terjadi air bertekanan tinggi di dalam pompa, dari tekanan dinamik tersebut diteruskan sehingga tekanan enersia yang terjadi dalam tabung udara memakasa air mengalir menuju pipa *output* (petunjuk teknis PU nomor:Pt-T-11-2002-C,2002:6)

Pompa hidram tersusun dari berbagai komponen utama yang saling berpengaruh satu sama lain. Beberapa komponen utama sebuah pompa hidram dijelaskan pada uraian di bawah ini:

1. Katup Limbah (*Waste Valve*)

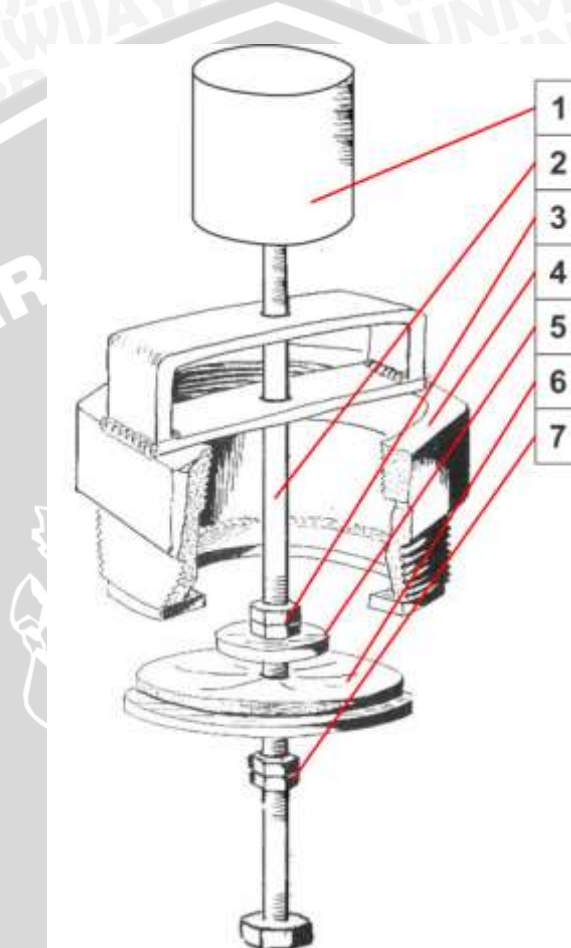
Katup limbah merupakan salah satu komponen terpenting pompa hidram, oleh sebab itu katup limbah harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Katup limbah sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa penghantar menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.



Gambar 2.8. Katup Limbah Pada Pompa Hidram Untuk Penelitian
(sumber : dokumentasi)

Katup limbah dengan beban yang berat dan panjang langkah yang cukup jauh memungkinkan fluida mengalir lebih cepat, sehingga saat katup limbah menutup, akan terjadi lonjakan tekanan yang cukup tinggi, yang dapat mengakibatkan fluida kerja terangkat menuju tabung udara.

Sedangkan katup limbah dengan beban ringan dan panjang langka lebih pendek, memungkinkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil (Hanafie dan De Longh, 1979). Adapun bagian – bagian sebuah katup limbah dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



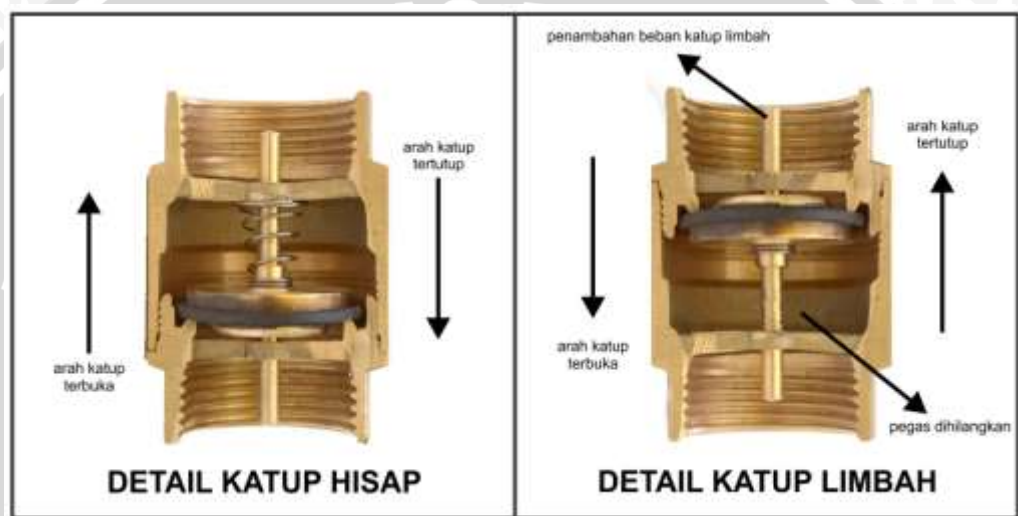
Gambar 2.9. Bagian – Bagian Katup Limbah.
(sumber : ilustrasi dengan software *Adobe Photosop* 20/11/2014)

Keterangan gambar :

- 1) Beban Katup Limbah
- 2) Tangkai Katup Berupa Baut Berulir
- 3) Mur Penjepit Atas
- 4) Badan Katup
- 5) Ring Besi Penjepit Karet Katup
- 6) Karet Katup
- 7) Mur Penjepit Bawah

2. Katup Hisap (*Delivery Valve*)

Katup hisap adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk menghantarkan air dari badan hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan. Katup hisap harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan hidram dan harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran (Hanafie dan De Longh, 1979:13).



Gambar 2.10. Katup Limbah dan Katup Hisap Pada Pompa Hidram
(sumber : dokumentasi)

3. Tabung Udara (*Air Chamber*)

Tabung udara harus dibuat dengan perhitungan yang tepat, karena tabung udara digunakan untuk memampatkan udara di dalamnya dan untuk menahan tekanan dari siklus hantaman palu air. Selain itu, dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa penghantar secara kontinyu. Jika tabung udara penuh terisi air, tabung udara akan bergetar hebat, dapat menyebabkan tabung udara pecah. Jika terjadi kasus demikian, hidram harus segera dihentikan. Pendapat dari beberapa ahli, untuk menghindari hal – hal di atas, volume tabung udara harus dibuat sama dengan volume dari pipa penghantar.



Gambar 2.11. Contoh Varian Tabung Udara Pada Pompa Hidram Pabrikasi (sumber : www.africantechologyforum.org diunduh 11 November 2014)

4. Pipa Inlet/Penghantar (*Driven Pipe*)

Pipa penghantar adalah bagian yang sangat penting dari sebuah pompa hidram. Dimensi pipa penghantar harus diperhitungkan dengan cermat, karena sebuah pipa penghantar harus dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan oleh menutupnya katup limbah secara tiba – tiba.



Gambar 2.12. Contoh Pemasangan Pipa Inlet Pada Pompa Hidram di Sleman (sumber : [www.google.com/pompa hidram](http://www.google.com/pompa%20hidram) diunduh November 2014)

Untuk menentukan panjang sebuah pipa penghantar, bisa digunakan referensi yang telah tersedia seperti di bawah ini: (Arianta,2010:20)

- $6H < L < 12H$ (Eropa dan Amerika Utara)
- $L = h + 0.3 (h/H)$ (Eytelwein)
- $L = 900 H/(N_2 \cdot D)$ (Rusia)
- $L = 150 < L/D < 1000$ (Calvert)

Dengan :

L = Panjang pipa penghantar

H = *Head* supply

h = *Head* output

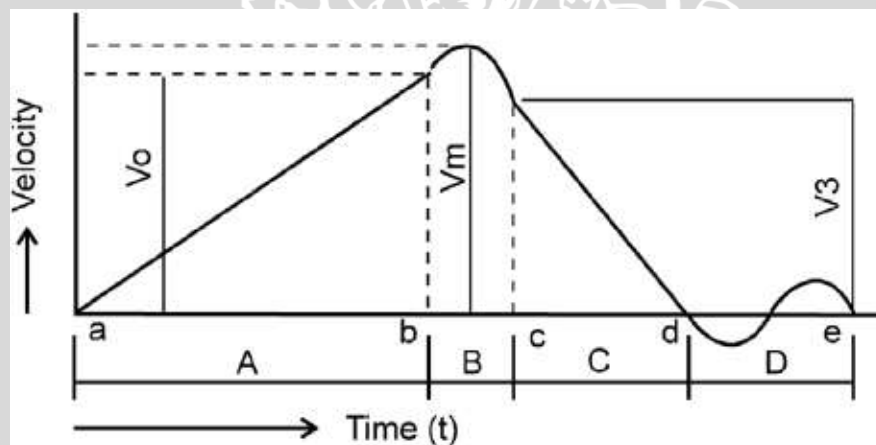
D = Diameter pipa penghantar

N = Jumlah ketukan katup limbah per menit

Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan, referensi perhitungan panjang pipa penghantar oleh Calvert memberikan hasil yang lebih baik.

2.3 Sistem Operasi Pompa Hidram

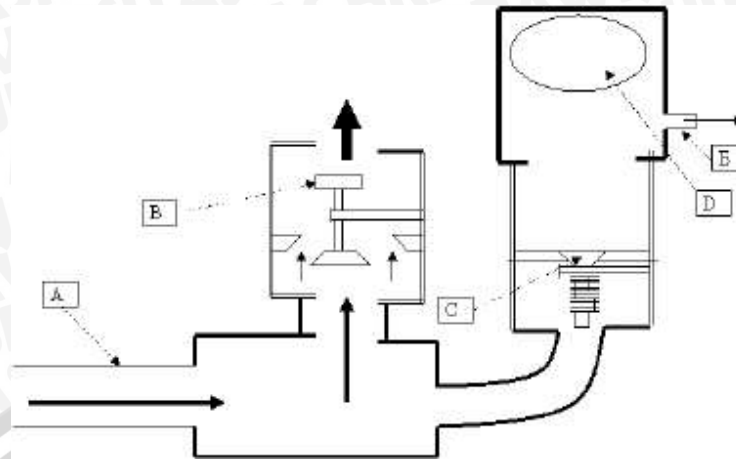
Berdasarkan posisi katup limbah dan variasi kecepatan fluida terhadap waktu, sistem operasi sebuah pompa hidram dapat dibagi menjadi 4 periode, seperti yang digambarkan pada diagram di bawah ini:



Gambar 2.13. Perubahan Kecepatan Terhadap Waktu Pada Pipa Penghantar (sumber : Tefery Taye, Journal of the ESME, Vol II, No. 1, July 1998)

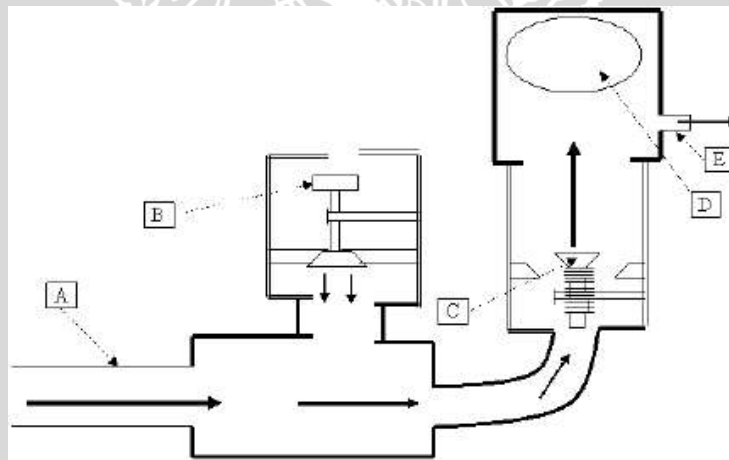
Penjelasan gambar 2.15 :

- A. Katup limbah terbuka dan air mulai mengalir melalui pipa penghantar, memenuhi badan hidram dan keluar melalui katup limbah. Karena pengaruh ketinggian tandon, air yang mengalir tersebut mengalami percepatan sampai kecepatannya mencapai V_0 . Posisi katup hisap masih tertutup. Pada kondisi awal seperti ini, tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar melalui pipa penghantar.



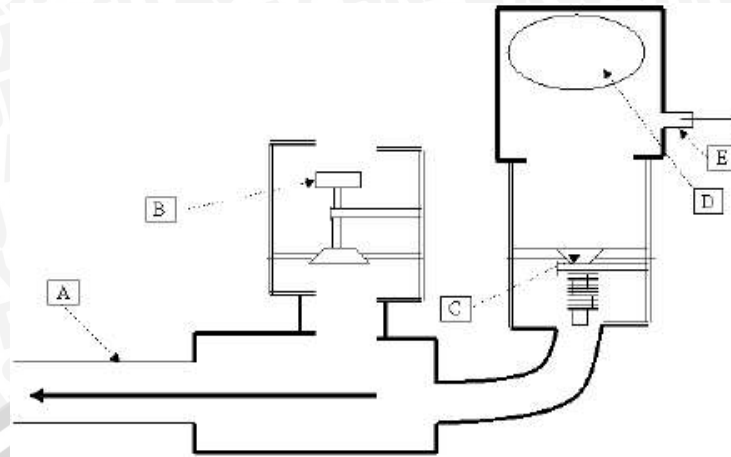
Gambar 2.14. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi A.
(sumber : N. Muhammad,2007:65)

- B. Air telah memenuhi badan hidram, ketika tekanan air telah mencapai nilai tertentu, katup limbah mulai menutup. Pada pompa hidram yang baik, proses menutupnya katup limbah terjadi sangat cepat.



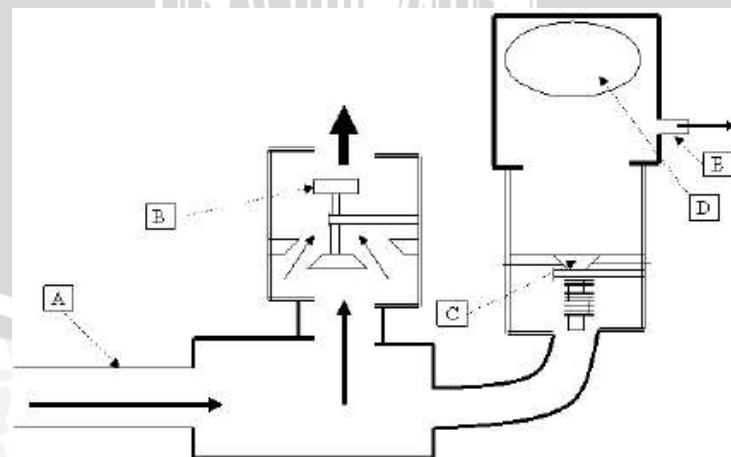
Gambar 2.15. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi B.
(sumber : N. Muhammad,2007:66)

- C. Katup limbah masih tertutup. Penutupan katup yang dengan tiba-tiba tersebut menciptakan tekanan yang sangat besar dan melebihi tekanan statis pipa penghantar. Kemudian dengan cepat katup hisap terbuka, sebagian air terpompa masuk ke tabung udara. Udara pada tabung udara mulai mengembang untuk menyeimbangkan tekanan, dan mendorong air keluar melalui pipa penghantar.



Gambar 2.16. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi C.
(sumber : N. Muhammad,2007:67)

- D. Katup hisap tertutup. Tekanan di dekat katup hisap masih lebih besar dari pada tekanan statis pipa penghantar, sehingga aliran berbalik arah dari badan hidram menuju tandon. Peristiwa inilah yang disebut dengan *recoil*. *Recoil* menyebabkan terjadinya kevakuman pada bodi hidram, yang mengakibatkan masuknya sejumlah udara dari luar masuk ke bodi hidram melalui katup limbah. Tekanan di sisi bawah katup limbah juga berkurang, dan juga karena berat katup limbah itu sendiri, maka katup limbah kembali terbuka. Tekanan air pada pipa penghantar kembali ke tekanan statis sebelum siklus berikutnya terjadi lagi.



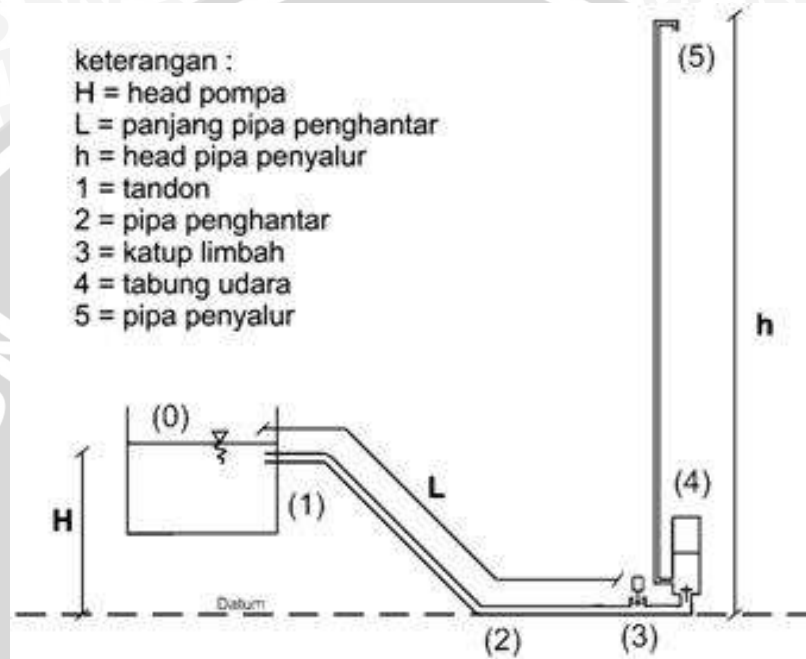
Gambar 2.17. Skema Pompa Hidram Pada Kondisi D.
(sumber : N. Muhammad,2007:67)

2.4 Persamaan Energi Pada Pompa Hidram

2.4.1 Energi Yang Dibangkitkan Pada Pompa Hidram

Energi yang dibangkitkan (bisa juga disebut energi yang dibutuhkan) pada pompa hidram berasal dari energi fluida itu sendiri. Air yang mengalir melalui pipa penghantar dari ketinggian H , mengalami percepatan.

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat dari gambar di bawah ini:



Gambar 2.18. Skema Instalasi Pompa Hidram

Berdasarkan gambar di atas, dapat dituliskan persamaan Bernoulli sebagai berikut: (Arianta,2010:26)

$$\frac{P_0}{\rho_g} + \frac{v_0^2}{2g} + Z_0 - H_L = \frac{P_3}{\rho_g} + \frac{v_3^2}{2g} + Z_3 \quad (2.1)$$

dengan :

P_0 = tekanan pada titik 0 yaitu tekanan atmosfer [= 0], (N/m²)

P_3 = tekanan pada titik 3, (N/m²)

v_0 = kecepatan aliran air pada titik 0 [= 0] karena debit konstan (m/s)

v_3 = kecepatan aliran air pada titik 3 [= 0] karena aliran air terhenti seiring menutupnya katub limbah (m/s)

Z_0 = ketinggian titik 0 dari datum (m)

Z_3 = ketinggian titik 3 [= 0] karena diasumsikan segaris datum (m)

H_L = head losses (m)

ρ = massa jenis fluida, untuk air = 1000 (kg/m³)

g = percepatan gravitasi = 9,81 (m/s²)

Jika dimasukkan harga – harga yang telah ditentukan, maka persamaan Bernoulli di atas menjadi: (Arianta,2010:26)

$$H - H_L = \frac{P_3}{\rho g} \quad (2.2)$$

Dengan H_L atau Head Loss terdiri dari Major Head Loss dan Minor Head Loss. Karena air mengalir dari supply tank yang memiliki ketinggian tertentu, maka akan timbul gaya yang disebabkan percepatan yang dialami air, yang besarnya sama dengan hasil kali massa fluida yang mengalir dan percepatan yang dialami fluida (Hukum Newton). Seperti di bawah ini: (Arianta,2010:26)

$$F = ma \quad (2.3)$$

dengan:

F = gaya fluida yang mengalir (N)

m = massa fluida yang mengalir (kg)

$a = \frac{dv}{dt}$ = percepatan fluida yang mengalir (m/s²)

Tekanan di titik 3 dapat dicari dengan cara membagi gaya pada titik 3 (gaya akibat percepatan air) dengan luas penampang pipa penghantar (A) : (Arianta,2010:26)

$$P_3 = \frac{F}{A} = \rho L \frac{dv}{dt} \quad (2.4)$$

dengan:

F = gaya fluida yang mengalir (N)

P_3 = tekanan pada titik 3

ρ = massa jenis fluida, untuk air = 1000 (kg/m³)

A = luas penampang pipa penghantar (m²)

L = panjang pipa penghantar (m)

Karena,

$$\frac{P_3}{\rho g} = \frac{L}{g} \cdot \frac{dv}{dt} \quad (2.5)$$

Maka persamaan 2.2 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H - H_L = \frac{L}{g} \cdot \frac{dv}{dt} \quad (2.6)$$

Dengan H_L adalah head losses pada pipa, yang besarnya ditentukan dengan persamaan di bawah ini: (Arianta,2010:27)

$$H_L = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} + \sum \left(K \frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.7)$$

dengan:

H_L = head losses (m)

f = faktor gesekan bahan pipa penghantar

L = panjang pipa penghantar (m)

g = percepatan gravitasi = 9,81 (m/s²)

D = diameter pipa penghantar (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

K = faktor kontraksi

Untuk menghitung besarnya energi yang dibangkitkan pada pompa hidram, kita tinjau kondisi di masing – masing titik saat awal pengoperasian pompa hidram, dimana pada kondisi demikian air yang masuk ke badan hidram langsung keluar melalui katup limbah dengan kecepatan tertentu (V_3), dan tekanan di titik 3, p_3 , akan sama dengan atmosfer (= 0) karena katup limbah dalam keadaan terbuka penuh. Sehingga persamaan Bernoulli akan menjadi: (Arianta,2010:28)

$$H - H_L = \frac{v_3^2}{2g} \quad (2.8)$$

Kecepatan v_3 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kontinuitas, dimana harga debit (Q) bernilai konstan (kondisi awal semua fluida yang masuk langsung keluar melalui katup limbah).

Sehingga:

$$Q = v_3 \times A_{waste} \quad (2.9)$$

dengan:

Q = debit air yang keluar melalui katup limbah (m³/s)

v_3 = kecepatan air di titik 3 (yang melalui katup limbah) (m/s)

A_{waste} = luas penampang lubang katup limbah (m²)

Setelah nilai v_3 didapatkan, maka kita dapat menghitung energi yang dibangkitkan hidram, dengan rumus: (Arianta,2010:28)

$$E = \frac{1}{2} m v_3^2 \quad (2.10)$$

dengan:

E = energi hidram (J)

m = massa fluida yang mengalir (kg)

= massa fluida yang mengalir melalui pipa penghantar = $L.A. \rho$

v_3 = kecepatan massa fluida yang mengalir (m/s)

2.4.2 Peningkatan Tekanan Pada Pompa Hidram Akibat Peristiwa Palu Air

Prinsip kerja pompa hidram adalah membuat air yang mengalir melalui pipa penghantar berhenti secara tiba – tiba, yang akan mengakibatkan terjadinya kenaikan *head* tekanan pada air. Untuk peningkatan tekanan akibat penutupan katup secara gradual, dapat dihitung menggunakan: (Arianta,2010:30)

$$\Delta h = \frac{L \cdot v}{g \cdot t} \quad (2.11)$$

dengan:

Δh = kenaikan tekanan akibat palu air (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

L = panjang pipa (m)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

t = waktu penutupan katup (s)

2.4.3 Efisiensi Pompa Hidram.

Ada dua metode yang digunakan dalam perhitungan efisiensi pompa hidram (Arianta,2010:30), yaitu :

Menurut D' Aubuisson :

$$\eta_A = \frac{q \cdot h}{(Q + q) H} \quad (2.12)$$

dengan :

η_A = efisiensi hidram menurut D'Aubuisson

q = debit hasil (m^3/s) h = head keluar (m)

Q = debit limbah (m^3/s) H = head masuk (m)

Menurut Rankine :

$$\eta_R = \frac{q \cdot (h - H)}{(Q + q) H} \quad (2.13)$$

dengan :

η_R = efisiensi hidram menurut Rankine

q = debit hasil (m^3/s) h = head keluar (m)

Q = debit limbah (m^3/s) H = head masuk (m)

