

PEMBUATAN POMPA HIDRAM UNTUK SOLUSI MASALAH PERAIRAN DI WILAYAH PERKEBUNAN

Ibrahim Hasan¹⁾, Dr.Ir.Edi Septe ST.,MT²

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, ²⁾Universitas Bung Hatta (UBH)
Jl.Gajah Mada No.19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143
Email : Emaikubaim@gmail.com¹⁾ Email : edysepte@yahoo.com²⁾

Abstrak

Pompa hidram ini diambil dari singkatan kata Hidraulic Ram yaitu Hidro=air(cairan), dan Ram=hantaman,pukulan atau tekanan (Water hammer).Sehingga dapat diterjemah bebaskan menjadi tekanan air.Jadi pompa hidram ini adalah sebuah pompa yang tenaga penggeraknya bersal dari tekanan atau hantaman air yang masuk kedalam madan pompa melalu pipa.Tujan penelitian ini yaitu untuk merancang dan membuat sebuah pompa hidram untuk membantu pekerjaan manusia memindahkan air dan hanya memanfaatkan energy air itu sendiri tanpa menggunakan bahan bakar atau energy listrik.Rancang bangun pompa hidram ini dilakukan dengan perancangan Katup In,Katup Out, Tabung Kompresi Diameter 4 Inch, Badan Pompa 3 Inch, Socket 3/2, Pipa in, Pipa Out, L 45°.spesifikasi pompa 3 Inch,Tabung Kompresi 4 Inch panjang 1 meter, Dudukan Katup 45°, Panjang pipa Input 9 meter, menggunakan posisi Pompa Input-Kompresi-Limbah (IKL).Dimana Debit minimal yang dibutuhkan pompa untuk beroperasi adalah min 94,6 Liter/menit-Max 265 Liter/Menit.dengan spesifikasi diameter 3 inchi dan denjutan katup setiap menit(n) 110 sehingga pompa mampu memindahkan air ke tempat yang lebih tinggi, Berdasarkan asumsi rancangan panjang pipa input 9 meter, denjutan katup 110 setiap menit sebesar 6,26 kg/menit dan jari jari pipa input 0,0381 m, maka diperoleh hasil perancangan komponen pompa yakni : Debit aliran fluida 0,0043 m³/s, massa jenis fluida 997,1 kg/m³ , Kecepatan aliran input 0,348 m/s, Daya Pemompaan 1095,6 Watt, Kecepatan air pada pompa 0,19 m/s, Tekanan Pompa 71791 Pa.Dengan data tersebut dapat diartikan pompa hidram ini dapat berfungsi dengan normal.

Kata kunci : Pompa Hydran,Pompa Hydran 3 inch,denyutan katup pompa 100/menit sebesar 6,26 kg/menit.

1. Pendahuluan

Tanjung Balik merupakan salah satu daerah dikecamatan pangkalan dengan kondisi topografi perbukitan dengan aliran sungai yang berpotensi untuk mengerjakan usaha pertanian maupun perkebunan. Dari data statistic /BPPS kabupaten 50 kota terlihat bahwa banyak daerah perkebunan yang kekuarangan air sementara sumber air yang dilalui daerah tersebut mempunyai potensi yang melimpah.

Menurut Ubedilah (2016), pada dasarnya air didunia ini merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia,tumbuhan dan hewan.Namun seringkali timbul permasalahan bagi manusia untuk mendapatkan air,khususnya bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau bagi masyarakat yang berada di atas sumber air khususnya daerah Tanjung Balik.

Agar mengoptimal potensi air biasanya

dibutuhkan sebuah sistim pompa lengkap dengan sistim pemipaannya. Menurut Ubeidilah didunia ini Biasanya masyarakat menggunakan pompa air untuk memindahkan air dari sumber yang jauh untuk bisa sampai ke rumah mereka.Beberapa jenis pompa yang digunakan untuk transport tersebut terdiri dari jenis Pompa Sentrifugal dan pompa Aksial.

Menurut beberapa penelitian pompa hidram (hydraulic ram) digunakan sebagai alternative mengatasi permasalahan keterbatasan bahan bakar minyak dan sumber energy listrik,maka pompa ini dirancang untuk tidak memakai sumber daya tersebut dan pompa ini dapat bekerja 24 jam tanpa henti.Pompa hidram ini bekerja berdasarkan gaya air atau tekanan dinamik akibat perbedaan ketinggian pompa dan sumber air.

Menurut dinar,dkk.(2013) palu air (water hammer) yang terjadi berdasarkan air yang mengalir dari terjunan sumber air secara gravitasi menghantam

arus balik dengan sebagian debit keluar dari katup buang dan sebagiannya lagi mendorong ke katup hisap mengalir ketabung udara sekaligus mendorong air ke output pompa.

Dari uraian diatas maka peneliti ingin melakukan kajian tentang bagaimana merancang dan membuat sebuah pompa hydram untuk membantu pekerjaan manusia memindahkan air dan hanya memanfaatkan energy air itu sendiri tanpa menggunakan bahan bakar atau energy listrik.

1. Dapat merencanakan sistem pompa hydram untuk membantu kerja warga pada bidang yang membutuhkan pasokan air untuk perkebunan dan peternakan.
2. Dapat membantu warga menghemat energy listrik untuk menjalankan pompa.
3. Sebagai alat atau masukan pembaruan atau penyempurnaan dari rancangan pompa hydram sebelumnya.

2. Teori Dasar

Hidraulick Ram adalah pompa untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi,dan dimana pompa ini bekerja secara kontinyu dengan menggunakan energy potensial dari sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak tanpa adanya daya dari luar seperti listrik, motor bakar dan baterai.

Pompa ini hanya menggunakan terjunan air, dimana ada terjunan air maka pompa ini bisa dipergunakan untuk memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi.Dalam kata kunci terjunan air dapat disesuaikan dengan kebutuhan pompa pada saat pompa beroperasi.

Dalam operasinya, Alat ini mempunyai keuntungan dibandingkan dengan jenis pompa lainnya, antara lain tidak memerlukan sumber tenaga tambahan, biaya operasional murah, tidak memerlukan pelumasan, hanya mempunyai dua

bagian yang bergerak sehingga memperkecil terjadinya keausan, perawatannya sederhana dan dapat bekerja dengan efisien pada kondisi yang sesuai.

Menurut (Widarto,2000).ada 2 sayarat utama yang harus diketahui untuk membuat pompa hydram.syarat utama yaitu harus ada terjunan air yang dialiri melalui pipa dengan beda tingi elevasi dengan pompa hydram.

Pada tahun 1820 saat inilah pompa hydram pertama kali diproduksi dalam skala besar untuk tujuan komersial.(Bambang Erbata Kalingga, Juli-September 2018).

a) Komponen Utama Pompa Hydram

1. Waste Valve (Klep Buang/katup limbah)

Klep buang merupakan salah satu bagian penting dari hidraulik ram, dan harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan berfungsi sebagai pengaturan fluida yang akan keluar dari pompa.

2. Delivery Valve (Klep Hantar)

Klep hantar berfungsi sebagai penerus aliran air dari badan pompa menuju tabung udara,serta menahan air yang telah masuk ke tabung udara agar tidak kembali lagi ke badan pompa.katup hantar ini bekerja karena adanya perbedaan tekanan antara tabung kompresi dengan badan pompa

3. Air Chamber (Ruang Udara)

Ruang udara atau tabung kompresi harus dibuat sebesar mungkin untuk memampatkan udara dan menahan tegangan tekanan (pressure pulse) dari siklus ram yang akan terjadi sangat cepat.

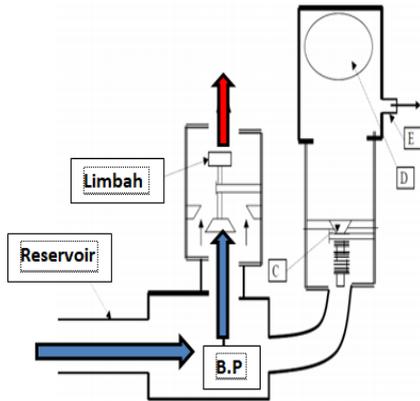
4. Delivery Pipe (Pipa penghantar)

Pipa masuk adalah bagian yang sangat penting dari sebuah pompa hydram. Dimensi pipa masuk juga harus diperhitungkan dengan teliti dan terbuat dari bahan yang kuat agar dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan menutupnya katup limbah secara tiba-tiba.

b) Cara kerja & Siklus Pompa Hydran

Siklus Pompa hydran ada 4 tahap yaitu: reservoir-badan pompa, penutupan katup limbah dan pembukaan katup hantar, kompresi, Out, proses ini akan terjadi berulang-ulang seperti:

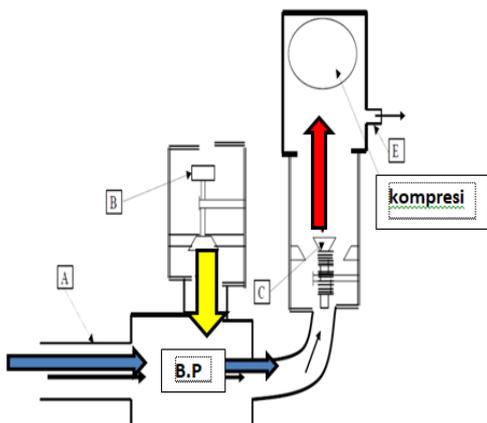
Siklus I (Reservoir-Badan pompa)



Keterangan:

Pada siklus pertama ini Klep buang (B) terbuka dan air dari reservoir mengalir melalui pipa masukan (A) ke badan pompa (BP), maka air akan mengisi seluruh badan pompa tersebut dan sebagian akan keluar melalui klep buang (B). Posisi klep hantar (C) masih tertutup. Pada kondisi awal seperti ini tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar dari pipa outlet(E).

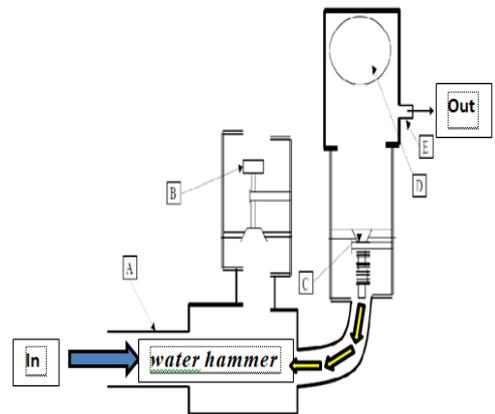
Siklus II (penutupan katup limbah dan pembukaan katup hantar)



Keterangan :

Pada siklus 2 ini Air telah memenuhi badan pompa hydran (BP) dan seketika air mendorong katup hantar (B) untuk membuka, selanjutnya ketika air telah mencapai nilai yang sesuai pada badan pompa dan tekanan dalam badan pompa sudah memenuhi yang dibutuhkan.

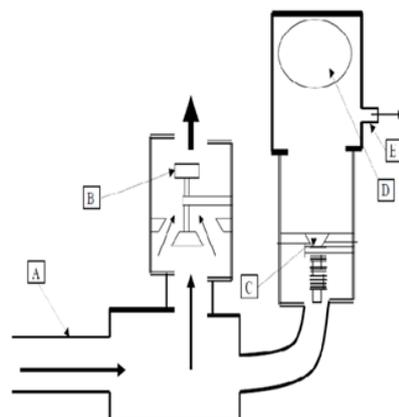
Siklus III (kompresi)



Keterangan:

Air akan berhenti mengalir secara mendadak sebagai gelombang kejut akibat adanya water hammer, water hammer inilah yang membuat aliran balik ke reservoir melalui pipa hantar (A). Klep buang (B) tertutup, Pada saat inilah katup masuk seketika terbuka dan air mulai masuk ke tabung udara maka Volume udara dalam tabung kompresi berfungsi meratakan perubahan tekanan yang drastic dalam hydraulic ram melalui katup penghantar.

Siklus IV (out)



Keterangan :

Gaya kejut tersebut akan menjadi arus balik ke arah reservoir dan ini berarti terjadi penurunan tekanan pada sistem pompa sehingga klep masuk (C) tertutup kembali sedangkan klep buang (B) terbuka.

Akibat berkurangnya gelombang tekanan tersebut, arus air dari reservoir mengalir menuju pompa melalui pipa hantar A. Klep masuk C tertutup sampai volume udara dalam tangki udara stabil dan air berhenti mengalir keluar dari pipa hantar E. Pada titik ini siklus I dimulai lagi dan begitu seterusnya.

c) Persamaan Energi Pada Pompa Hydrum

1) Energi yang dibangkitkan pada pompa hydrum

Energi yang dibutuhkan pada pompa hydrum berasal dari fluida itu sendiri. Air yang mengalir melalui pipa masuk pada ketinggian H mengalami percepatan

dimana pada kondisi demikian air yang masuk ke badan hydrum langsung keluar melalui klep buang dengan kecepatan tertentu (V_3), dan tekanan di titik 3, P_3 akan sama dengan atmosfer ($= 0$) karena klep buang dalam keadaan terbuka penuh

Kecepatan V_3 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kontinuitas dimana harga debit Q bernilai konstan, sehingga:

$$Q = V_3 \times A_{waste} \quad (2.4)$$

Dengan:

Q = debit air Out katup limbah, m^3/s

v_3 = kecepatan air di titik 3 (limbah), m/s

A_{waste} = luas penampang lubang katup limbah, m^2

Setelah nilai v_3 didapatkan, maka kita dapat menghitung energy yang dibangkitkan hydrum, dengan rumus :

$$E = \frac{1}{2} m v_3^2 \quad (2.5)$$

Dengan:

E = Energy kinetik hydrum (J)

M = Massa fluida yang mengalir (kg)
 $= \rho AL$

V_3 = kecepatan massa fluida yang mengalir, m/s

L = panjang pipa masuk, m

A = luas penampang pipa masuk, m^2

P = massa jenis air ($= 1000$), kg/m^3

2) Efisiensi Pompa Hydrum

➤ Menurut D'Aubuisson perhitungan efisiensi pompa hydrum berpatokan pada katup limbah, dan dapat dipakai persamaan berikut:

$$\eta = \frac{q(H+h)}{(Q+q)H} \quad (2.6)$$

Dimana : η = efisiensi hydrum (%)

q = debit hasil, (m^3/s)

Q = debit limbah, (m^3/s)

h = head keluar, (m)

H = head masuk, (m)

➤ Menurut Rankine perhitungan efisiensi pompa hydrum berpatokan perbandingan antara selisih tinggi tekan isap dan sisi buang yang akan dikali dengan kapasitas tekanan isap dan buang dikalikan dengan kapasitas air yang dipindahkan, dapat dipakai persamaan berikut:

$$\eta = \frac{q \cdot h}{Q \cdot H} \quad (2.7)$$

Dimana : η = efisiensi hydrum (%)

q = debit hasil, (m^3/s)

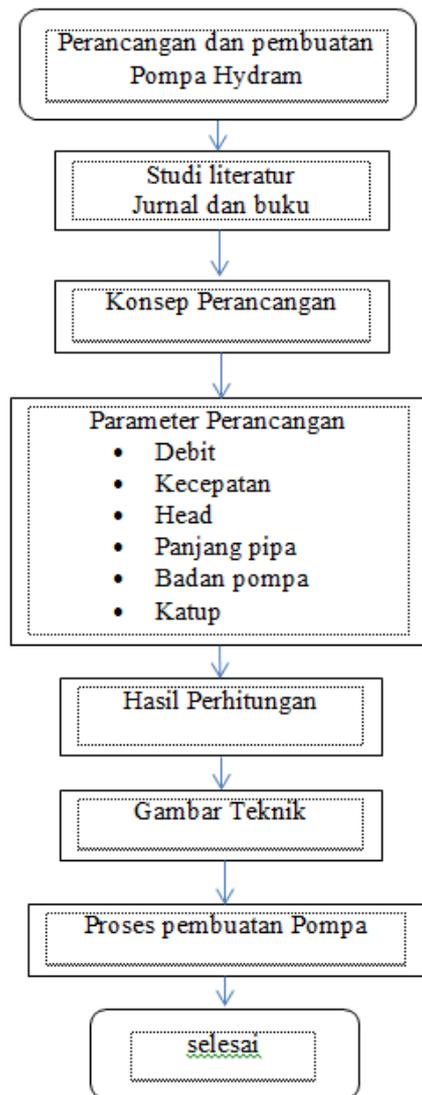
Q = debit limbah, (m^3/s)

h = head keluar, (m)

H = head masuk, (m)

3. Metodologi Perancangan

Diagram Alir Perancangan



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan

a) Konsep Desain Perancangan Pompa Hydran

- Reservoir
Reservoir ini berfungsi sebagai bak penenang air sebelum di distribusikan ke badan pompa.
- Pipa Input
pipa input ini harus terbuat dari material yang tebal karena akan menerima tekan yang besar dari water hammer maka digunakanlah bahan dengan standar PVC AW Rucika type s-6, karena dapat menahan tekanan hingga 10 bar.
- Tabung udara

Tabung udara ini berfungsi untuk memampatkan tekanan pada pompa hydran.

- Katup Buang dan Katup Hisap
Katup pembuang sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida.
- Dudukan katup/Klep
berfungsi untuk landasan katup pada saat katup membuka atau menutup. Dudukan katup ini dibuat dengan ketebalan 7 mm.

b) Parameter Dasar Perancangan

Debit

$$Q = \pi r^2 L \frac{n}{60} \quad (3.1)$$

Dimana:

- Q : Debit aliran pipa (L/menit)
 L : Panjang pipa (m)
 n : Denyutan katup aau ketukan katub setiap menit
 r : Jari jari pipa input

Menurut addison 1964, Nilai koefisien n berhubungan dengan penyetulan katub limbah terhadap kerja hydran yakni seperti pada table 3.3

Tabel 3.3 Performance hydran dengan katup limbah (menurut addison, 1964).

Jumlah denyutan Tiap menit (n)	Air yang terbuang (W) (kg/menit)	Laju masa pemompaan (kg/menit)	Efisiensi rangkine	Efisiensi D'Aubusson
92	32	7,36	0,44	0,54
110	23,6	6,28	0,51	0,61
157	13	4,09	0,59	0,69

Kecepatan aliran (V) pipa input

$$V_d = \frac{Q}{A_d} \quad (3.2)$$

Dimana:

- Q : Debit aliran pipa
 Ad : Luas penampang pipa
 d : diameter pipa

Penentuan head masuk dan keluar

Head masuk diasumsikan 9 meter sementara head keluar yang diinginkan direncanakan 100 meter.

Penentuan diameter badan pompa

Dimana kebutuhan air minimum 94,6 liter/menit hingga 265 liter/menit pada diameter 3 inci. Table Jumlah maksimum dan minimum kebutuhan air pada Badan Pompa (Silver,1977) dibawah ini;

Tabel 3.4 Standar Badan Pompa

Badan Pompa		Pemasukan air minimum		Pemasukan air maximum	
(Inchi)	(millimeter)	(Liter/menit)	(m ³ /dt)	(Liter/menit)	(m ³ /dt)
1	25,4	7,6	0,0001	37,9	0,0006
1,5	37	17,1	0,0003	56,8	0,0009
2	51	30,3	0,0005	94,6	0,016
2,5	63,5	56,8	0,0009	151,4	0,025
3	76	94,6	0,016	265	0,0044
4	102	151,4	0,025	378,5	0,0063

Penentuan Panjang pipa masuk

Panjang pipa masuk tergantung dari diameter pipa masuk yakni pada tabel dibawah ini; Dimana diameter badan pompa 0,076 meter terletak antara diameter 50 mm dengan 80 mm dengan panjang minimum pipa 7,5 m hingga 12 meter.

Tabel 3.5 Relasi panjang pipa dengan diameter pipa (sumber Usaid,1998)

Diameter pipa (x. 0,001m)	Panjang pipa masuk (L)	
	Minimum	Maksimum
13	2	13
20	3	20
25	4	25
30	4,5	30
40	6	40
50	7,5	50
80	12	80
100	15	100

Validasi ukuran panjang pipa menggunakan pendekatan sebagai berikut:

- 6H < L < 12H (Eropa dan Amerika Utara)
- L = h + 0.3 (h/H) (Eytelwein)
- L = 900 H/(N²*D) (Rusia)
- L = 150 < L/D < 1000 (Calvert)

Penentuan bahan badan Pompa

Bahan pipa yang dipilih yakni PVC AW S-6, Pipa PVC tersebut berdiameter 3 inci.

Penentuan Bahan Tabung Kompresi

Bahan pipa untuk tabung kompresi dipilih

material non logam yakni terbuat dari material PVC, Pipa PVC tersebut berdiameter 4 inci karena tabung udara besar tekanan semakin tinggi.

Perhitungan Bilangan Reynold

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} = \frac{V \cdot d}{\nu} \tag{3.3}$$

Dimana;

- D : Diamater pipa
- V : Kecepatan aliran
- M : Viskositas aliran
- P : masa jenis

Perhitungan Faktor Gesek (f)

$$f = \frac{0,316}{Re^{\frac{1}{4}}} = 0,316 \times Re^{-\frac{1}{4}} \tag{3.4}$$

Persamaan Bernauli Pompa Hydran

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g z_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g z_2$$

Dimana:

- P1= Tekanan pada ujung pipa 1 (Pascal)
- P2= Tekanan pada ujung pipa 2 (Pascal) ρ1= Massa Jenis Fluida 1 Kg/m3
- ρ2= Massa Jenis Fluida 2 Kg/m3
- v1 = Kecepatan aliran fluida pada pipa 1 (m/s)
- v2 = Kecepatan aliran fluida pada pipa 2 (m/s)
- g = Percepatan gravitasi (m/s2)
- z1 = Ketinggian penampang pipa 1 (m)
- z2 = Ketinggian penampang pipa 2 (m)

Energi Pompa Hydran

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \tag{3.6}$$

Dengan:

- E = energi hydran, J
- m= massa fluida yang mengalir, kg
- = ρAL
- v3= kecepatan massa fluida yang mengalir, m/s

L= panjang pipa masuk, m
 A= luas penampang pipa masuk, m²
 ρ= massa jenis air = 1000) , kg/m³

Variabel Katup Limbah

$$Q = V3 \times A_{waste} \quad (3.7)$$

Dengan:

Q = debit air yang keluar melalui katup limbah, L/menit
 V3 = kecepatan air di titik 3 (yang melalui katup limbah), m/s
 Awaste = luas penampang lubang katup limbah, m².

Parameter Water Hammer

$$F = m \times a = m \times \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3.8a)$$

Kecepatan menjadi 0 maka:

$$F = m \times \frac{0 - V_1}{\Delta t} = m \times \frac{(-V_1)}{\Delta t} \quad (3.8b)$$

4. Analisa Data Perancangan

Debit

$$Q = \pi r^2 L \frac{n}{60}$$

$$Q = 3,14 \times 0,0381^2 \times 9 \times \frac{6,28}{60} = 0,0043 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kecepatan aliran (V) pipa input

$$V_d = \frac{0,0016 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00456 \text{ m}} = 0,35 \text{ m/s}$$

Penentuan Head masuk dan Keluar

Head masuk diasumsikan 9 meter sementara head keluar yang diinginkan direncanakan 100 meter.

Penentuan dimensi badan pompa

diameter badan pompa 3 inchi diperoleh pemasukan debit air minimum 94,6 liter setiap detik atau 0,016 m³/detik dan maksimum debit yang bisa dimanfaatkan dengan diameter 3 inchi (0,076 meter) sebesar 265 liter setiap detik atau 0,0044 m³/detik.

Kecepatan aliran (V_b);

$$V_b = \frac{0,0016 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0081 \text{ m}} = 0,19 \text{ m/s}$$

Tekanan yang bekerja pada badan pompa :

$$P = \frac{\rho \cdot L \cdot Vol}{Ad}$$

$$P = \frac{997,1 \times 0,45 \times 9 \times 0,081}{0,0045 \text{ m}^2} = \frac{32723 \text{ N}}{0,0045 \text{ m}^2}$$

$$= 71791 \text{ Pa}$$

Penentuan Panjang pipa masuk

Dimana diameter badan pompa 0,076 meter terletak antara diameter 50 mm dengan 80 mm dengan panjang minimum pipa 7,5 m hingga 12 meter.

Dari data diameter pipa 0,076 meter tersedia panjang range pipa panjang antara 7,5 hingga 12 meter , pada perencanaan ini panjang pipa yang direncanakan 9 meter , artinya terpenuhi standar panjang pipa.

Maka setelah disubstitusikan maka didapatkan

$$\frac{L}{D} = \frac{9}{0,056} = 160$$

$$L = 150 < \left| \frac{L}{D} = \frac{9}{0,056} \right| = 160 < 1000$$

Penentuan Bahan Pompa

Bahan pipa yang dipilih yakni PVC, Pipa PVC tersebut berdiameter 3 inchi.

Penentuan Bahan Tabung Kompresi

Bahan pipa untuk tabung kompresi dipilih material non logam yakni terbuat dari material PVC, sifat sifat teknologis yang mudah dibentuk dan tahan juga dari beban mekanik yang diterimanya

Perhitungan Bilangan Reynold

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

$$Re = \frac{997,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,076 \text{ m}}{0,008 \text{ Nm/s}}$$

$$Re = 32.852 \dots (\text{aliran turbulen})$$

Faktor Gesek (f)

$$f = \frac{0,316}{Re^{\frac{1}{4}}} = 0,316 \times Re^{-\frac{1}{4}}$$

Dimana ; Re adalah bilangan reynold dan f

adalah factor gesek.

Pada $Re = 32.852$ diperoleh factor gesek ;

$$f = 0,316 \times (32852)^{-\frac{1}{4}} = 0,02424$$

Loses mayor

$$\text{head loses} = f \frac{L}{d} \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (4.14)$$

Maka :

$$\text{head loses} = f \frac{L}{d} \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$\text{head loses} = 0,02424 \times \frac{9\text{m}}{0,076\text{m}} \left(\frac{0,97^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,8 \text{ m/s}} \right)$$

$$\text{head loses mayor} = 0,107$$

Loses minor

$$H_{LM} = K_T \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (4.15)$$

Maka :

$$H_{LM} = K_T \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

$$H_{LM} = 2,8 \times \left(\frac{(0,97 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$H_{LM} = 0,135\text{m}$$

Kecepatan aliran (V) pipa input

$$V_d = \frac{0,0044 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00456 \text{ m}} = 0,24 \text{ m/s}$$

Debit limbah

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \text{konstan} = 265,8 \text{ L/m} \quad (4.18)$$

Tabung Udara

Untuk menentukan dimensi tabung udara dengan mengasumsikan diameter tabung udara dan tinggi tabung 1,5 meter. Bahan tabung udara dipilih material pipa pvc.

Faktor yang mempengaruhi kinerja katup buang pada pompa hidram diantaranya:

➤ Berat katup

katup limbah dengan beban ringan dan panjang langkah lebih pendek, memungkinkan denyutan yang lebih ringan dan panjang langkah lebih pendek, memungkinkan denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan yang lebih kecil.

➤ Diameter katup

Katup limbah dengan diameter yang lebih besar memungkinkan aliran air yang di peroleh menjadi lebih banyak yang di mana hal ini dapat di manfaatkan sebagai pemancing tekanan yang terjadi pada badan pompa , hal ini di sebabkan semakin besar aliran yang keluar melalui katup maka laju aliran yang terjadi pada badan pompa meningkat.

➤ Panjang langkah

panjang langkah yang panjang dapat memperlambat durasi penutupan yang terjadi pada katup, hal ini disebabkan karena jarak yang di butuhkan untuk menutup aliran yang terjadi pada katup, hal ini akan berakibat terhadap percepatan yang terjadi pada badan pompa.

Sementara untuk pemenuhan kebutuhan air debit aliran minimum menurut silver , 1977 pada pipa 3 inchi adalah $Q=94,6 \text{ liter/menit} = 0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kesimpulan

Berdasarkan asumsi rancangan panjang pipa input 9 meter, denjutan katup 110 setiap menit sebesar 6,26 kg/menit dan jari jari pipa input 0,0381 m, maka diperoleh hasil perancangan komponen pompa yakni;

- a. Debit aliran fluida : 0,0043 m³/s
- b. Masa jenis fluida : 997,1 kg/m³
- c. Kecepatan aliran input : 0,348 m/s
- d. Head total : 25,31
- e. Daya Pemompaan : 1095,6 Watt
- f. Kecepatan air pada pompa: 0,19 m/s
- g. Tekanan Pompa : 71791 Pa
- h. Diameter pompa : 0,152 m
- i. Bahan pompa : PVC AW
- j. Tee : D;88,5mm,T;152,2 cm,W; 4,5 mm
- k. Payung Katup : D;62,5 mm,T; 110 mm,W; 7 mm
- l. Elbow : D;88,5mm,T;148,5mm,W;4,5mm
- m. Housing Katup

:D;183,4mm,T133mm,W;5mm

n. Socket

:D:88,5mm,T;168mm,W;4,5mm

o. Flange

:D183,4mm,T;96mm.W;5mm

p. Dudukan Katup out (PP)

:D;183,4mm,T;7mm,W;7mm

q. Dudukan Katup in (PP)

:D;183,4mm,T;7mm,W;7mm

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi S., 2013, Pengaruh variasi tinggi keluaran tabung kompresor (air chamber) terhadap efisiensi pompa hydram (hydraulic ram Pump), Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Mataram.
- Atharva, P., Aniruddha, D., Santosh, K., Sagar, M., Mamta, P. (2016). Design of Hydraulic Ram Pump. *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2 (10), 290–293.
- David, J.P., dan Edward, H.W., 1985, *Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Diamer P., Ma Chi, 2002, *Hydraulic ram handbook*, Zhejiang University of Technology, China.
- Dinar M. F., Hari A. C. W., Latifah N. Q., Enjang, J. M., 2013, Uji efisiensi pompa hydram dengan variasi volume tabung udara, *Prosiding Seminar Nasional Kontribusi Fisika*, Bandung, 2-3 Desember.
- Direktorat Pengelolaan Air, 2009, *Pedoman teknis pengembangan irigasi pompa hydram*, Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- I Gede Bawa Susana, Rudy Sutanto, Peningkatan kinerja pompa hydram berdasarkan posisi tabung kompresor dengan saluran keluar di bawah tabung kompresor *Teknik Mesin F.T. Universitas Mataram*, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia.
- Inthachot, M., Saehaeng, S., Max, J. F. J., Müller, J., Spreer, W. (2015). *Hydraulic Ram Pumps for Irrigation in Northern Thailand*.
- Jayady, Arman, 2018, *Teknologi Konstruksi*, Sebuah Analisis, *Jurnal Karkasa*, Vol.4, No.1 (2018). Sorong.
- Kalingga Erbata, Bambang 2018, *Menaikkan Air Tanpa Listrik*, *Teknologi*, Juli-September 2018.
- Mbiu, R. N., Maranga, S. M., Mwai, M. (2015). Performance Testing of Hydraulic Ram Pump. *Proceedings of the Sustainable Research and Innovation (SRI) Conference*, 6–8.
- Mohammed, S.N., 2007. *Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump*, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Minna, Nigeria.
- Munson, B.R., Young, D.F, and Okiishi, T.H., 2005. *Mekanika Fluida*. Erlangga, Jakarta.
- Nasir, N. F. M. (2017). Design and analysis of hydraulic ram water pumping system. *Journal of Physics: Conference Series*, 908, 012052.
- Rajput R. K., 2002, *A textbook of fluid mechanics and hydraulic machines*, S1 Version, S. Chad and Company Ltd, New Delhi.
- Suarda M., Sukadana IKG, 2010, *Penerapan Teknologi Pompa Hydram Untuk Meningkatkan Produktivitas Usaha Tani Sari Murni Banjar Kebon Jero*, Laporan

Pengabdian Masyarakat program Iptek bagi Masyarakat (IbM).

Suarda M., Wirawan I K. G., 2008, Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hydram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Universitas Udayana, vol. 2, no. 1, 10-14.

Suryawan A.A. A., Wirawan I K. G., Suarda M., 2008, Kajian Ekperimen Pengaruh Tabung Udara Terhadap Head Akselerasi Dan Head Gesekan Pada Pompa Hydram, Proseding: Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM - VII), Manado, ISBN: 978-979-18839-0-0, Tgl.4 - 6 November 2008.

Wahyudi, S. I. dan Fachrudin, F. (2008). "Korelasi Tekanan dan Debit Air Pompa Hidram Sebagai Teknologi Pompa Tanpa Bahan BakarMinyak". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Sultan Agung, Semarang.

Zulfiar, M.H., dkk., 2017, Penerapan Pompa Hydram Tanpa Listrik Berbasis Pengembangan Energi Terbaharukan Untuk Masyarakat Pedesaan, Laporan Pengabdian Masyarakat, Univeristas Muhammadiyah Yogyakarta.

Zulfiar, M.H., Jayady, A., dan Saputra, N.R.J., 2018, Kerentanan Bangunan Rumah Cagar budaya terhadap Gempa di Yogyakarta, Jurnal Karkasa, Vol.4, No.1 (2018). Sorong.

