

## Desain Kontruksi *Hydraulic Ram Pump Systems* Dengan *Head Input* 3 Meter di Daerah Pedesaan Gondosuli - Probolinggo

Muhammad Helmi Kurniawan<sup>1</sup>, Khusnul Khotimah Ayuningtiyas<sup>2</sup>, Ridho Dwi Syahrial<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran Malang, 65145.

<sup>2</sup>Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Rungkut Madya No.1 Surabaya, 60294.

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Pontianak, Jalan jenderal Ahmad Yani, Kota Pontianak, 78124.

\*E-mail mr.helmi.kurniawan@gmail.com

Diterima: 03 01 2023

Direvisi: 04 01 2023

Disetujui: 25 01 2023

### ABSTRAK

Ketersediaan air merupakan permasalahan utama pada sebagian wilayah di Indonesia. Terdapat beberapa daerah khususnya di pedesaan Gondosuli - Probolinggo yang hanya dapat memaksimalkan penggunaan air secara maksimal saat musim hujan. Disamping itu, air memiliki peran penting dalam masyarakat yang sebagian besar berprofesi sebagai petani. Air adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi jumlah produksi lahan pertanian dan perikanan. Pada permasalahan tersebut dibutuhkan ketersediaan air yang berkelanjutan, sehingga dapat mencukupi kebutuhan produksi sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan *hydraulic ram pump* yang dapat bekerja dengan bantuan tenaga surya tanpa memakai energi listrik. Prinsip pengoperasian pompa *hydram* dengan mengubah energi kinetik aliran air menjadi tekanan dinamis, dan sebagai hasilnya palu air dibuat untuk menciptakan tekanan tinggi di pipa udara. Dengan adanya desain kontruksi *hydraulic ram pump system* diharapkan dapat mengatasi ketersediaan air secara berkelanjutan, sehingga produksi di bidang pertanian serta perikanan dapat stabil bahkan meningkat.

**Kata kunci:** Probolinggo, Pompa *hydram*, Air, Pertanian, Kontruksi.

### ABSTRACT

Availability of water is a major problem in several regions in Indonesia. There are several areas, especially in Gondosuli Village, Probolinggo, which can only maximize water use during the rainy season. In addition, water has an important role for the people, most of whom work as farmers. Water is one of the main factors affecting the amount of production of agricultural land and fisheries. This problem requires the availability of sustainable water, so that it can meet daily production needs. Therefore it is necessary to use a hydram pump that can work with the help of solar power without using electricity. The working principle of the hydram pump is to convert the kinetic energy of the water flow into dynamic pressure, and as a result a water hammer is created to create high pressure in the air pipe. With the design and construction of the Hydraulic Ram Pump System, it is hoped that it can address the availability of water in a sustainable manner, so that production in agriculture and fisheries can be stable and even increase.

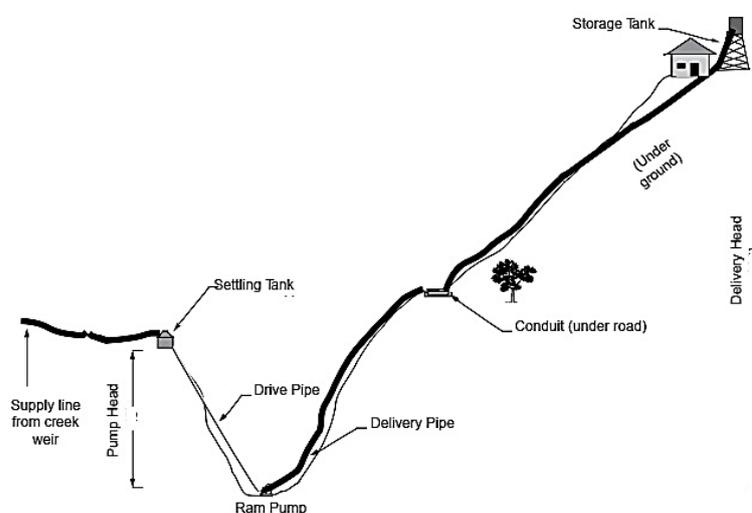
**Keywords:** Probolinggo, Hydraulic ram pumps, Water, Agriculture, Construction.

## PENDAHULUAN

Masyarakat mengatakan bahwa air adalah masalah utama dalam budidaya lahan pertanian dan industri perikanan mereka. Jika mereka mendapatkan pasokan air sepanjang tahun, mereka akan dapat mengolah lahan yang tersedia sepanjang tahun. Selama ini mereka hanya bisa mengolah lahan saat musim hujan. Air yang mengalir ke daerah sekitar tanah dianggap sebagai sumber irigasi tanah. Kelestarian ketersediaan air dalam jumlah yang cukup merupakan salah satu faktor utama peningkatan produksi lahan pertanian dan perikanan. Namun, memenuhi permintaan air ini akan menimbulkan tantangan, terutama di daerah dengan sumber air yang tidak mencukupi dan daerah dengan akses terbatas ke sistem listrik, membuat motor pompa menjadi tidak praktis. Berbagai cara, antara lain penggunaan pompa tenaga dengan menggunakan lampu tenaga surya [1][2][3] atau penggunaan pompa piston hidrolik (*Hydrum*) [4]. Untuk itu, diperlukan pompa air yang tidak banyak membutuhkan energi listrik atau bahkan tidak memakai sekalipun. Pompa hidrolik (*hydrum*) adalah alat yang digunakan untuk mengangkat air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan menggunakan energi potensial [5]. Pompa ini menggunakan tenaga aliran air yang jatuh dari sumber air dan sebagian airnya dipompa ke tempat yang lebih tinggi. Pompa *hydrum* mengalirkan air secara terus menerus dengan menggunakan energi potensial dari sumber air yang mengalir untuk penggerak tanpa menggunakan sumber energi dari luar. Pompa *hydrum* menjadi pilihan yang tepat untuk pasokan air keran karena pengoperasiannya tidak bergantung pada listrik [5]. Menggunakan pompa hidrolik memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis pompa hidrolik lainnya. Keunggulannya antara lain geometri yang sangat sederhana yang tidak memerlukan bahan bakar atau tenaga tambahan dari sumber lain, tidak memerlukan pelumasan. Pompa *hydrum* memiliki biaya pembuatan dan perawatan yang sangat rendah dan tidak memerlukan keahlian teknis yang tinggi untuk pembuatannya. Selain itu, pompa dapat bekerja 24 jam sehari, yang membuat pompa *Hydrum* sangat cocok untuk daerah pedesaan yang penduduknya memiliki keterampilan teknis yang terbatas atau yang tidak terjangkau oleh listrik. Tepatnya salah satu desa di kawasan pedesaan Gondosuli – Probolinggo juga memiliki air terjun. Berangkat dari permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk merancang pompa hidrolik, sehingga penelitian ini diberi judul desain konstruksi hydrolic ram pump systems dengan head input 3 meter di daerah pedesaan gondosuli - probolinggo. Melalui penelitian ini diharapkan petani dengan sawah yang lebih tinggi dapat mengairi lebih mudah tanpa harus menimba air dari anak sungai yang lebih jauh.

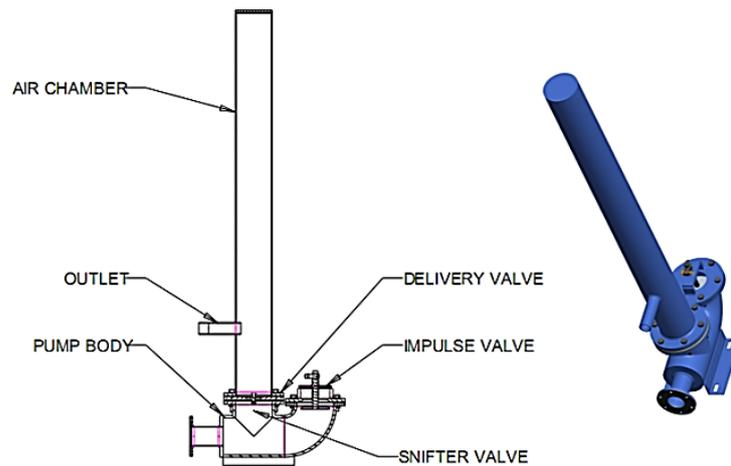
## METODE PENELITIAN

Dalam pengoperasiannya, pompa *hydrum* mengungguli jenis pompa lainnya. Pengoperasiannya ekonomis, tidak memerlukan listrik atau pelumasan, hanya memiliki dua bagian bergerak untuk meminimalkan keausan, mudah dirawat, dan dapat beroperasi secara efisien dalam kondisi yang tepat. Itu bisa dicapai dengan peralatan bengkel sederhana [6]. Selama beroperasi, pompa *hydrum* membutuhkan sumber air bertekanan. Skema menggunakan pompa hidrolik ditunjukkan pada Gambar. 1.



**Gambar 1.** Skematik Penggunaan Pompa *Hydrum*.

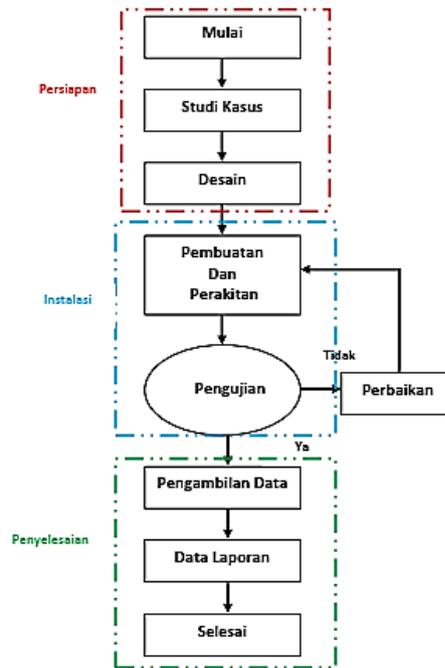
Bagian utama pompa piston hidrolik terdiri dari tabung penggerak, tabung pengiriman, katup pembuangan, katup pengiriman, katup udara, dan ruang udara. Bagian-bagian ini ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2.** Bagian-Bagian Utama Pompa *Hydrum*

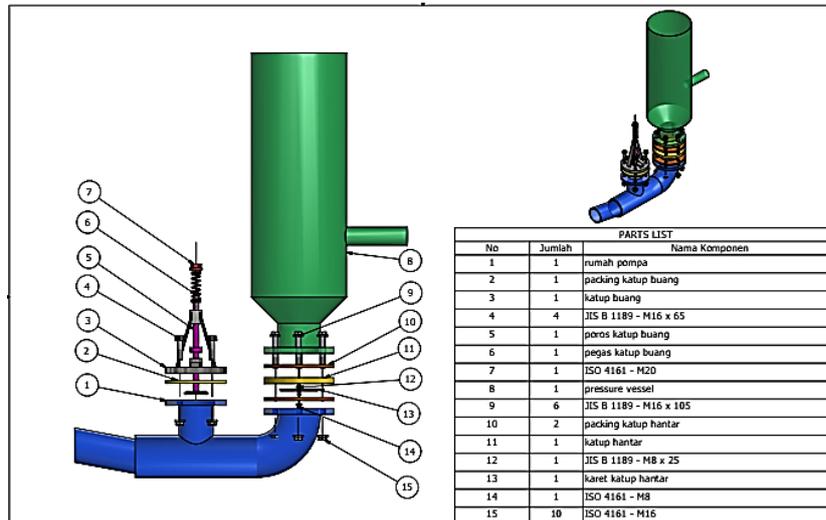
Prinsip pengoperasian pompa *hydrum* adalah mengubah energi kinetik aliran air menjadi tekanan dinamis, dan sebagai hasilnya, palu air dibuat, yang menciptakan tekanan tinggi di pipa udara. Dengan membuka dan menutup katup pelepasan dan katup suplai secara bergantian, tekanan dinamis dipertahankan sehingga tekanan inersia yang dikembangkan di saluran hisap memaksa air naik di saluran suplai. Tekanan dan kondisi aliran dijelaskan di bawah ini. di ujung tabung. posisi katup masuk dan keluar selama siklus kerja hidram. Tahap 1: Pada akhir siklus sebelumnya, kecepatan air melalui ram mulai meningkat, air mengalir melalui katup pembuangan terbuka, dan *vacum* kecil tercipta di ram hidrolik. Tahap 2: Karena katup limbah terbuka, aliran meningkat hingga maksimum dan tekanan di pipa saluran masuk juga meningkat secara bertahap. Tahap 3: Katup pembuangan mulai menutup, menyebabkan tekanan naik di dalam silinder hidrolik. Kecepatan aliran di pipa saluran masuk telah mencapai maksimum. Tahap 4: Katup pembuangan menutup, menyebabkan palu air memaksa air melalui katup pembuangan. Laju aliran pipa saluran masuk menurun dengan cepat. Tahap 5: Pulsa tekanan dipompa ke *intake manifold*, menciptakan hisapan kecil di silinder hidrolik. Katup limbah terbuka karena hisapan dan juga karena beratnya sendiri. Air mulai mengalir melalui katup pembuangan lagi dan siklus silinder hidrolik berulang.

Air mengalir dari sumber atau tangki melalui pipa saluran masuk dan keluar melalui katup pembuangan. Aliran air melalui katup pembuangan cukup cepat sehingga tekanan dinamis, yang merupakan gaya ke atas, memaksa katup pembuangan menutup sementara aliran air di pipa saluran masuk berhenti. Aliran air yang terhenti akan menyebabkan tekanan tinggi secara tiba-tiba pada ram, bila tekanan cukup besar akan mengatasi tekanan pada ruang udara pada katup *outlet*, sehingga air akan mengalir ke ruang udara dan masuk ke reservoir. Dengan tidak adanya daya eksternal tambahan, hidraulik yang dirancang dengan baik akan memompa sebagian air yang masuk antara sekitar dua kali head dan berkali-kali *head*, dengan efisiensi lebih dari 65 persen atau bahkan 70 persen pada rentang kapasitas yang diberikan tekanan [7]. Penelitian ini terdiri dari perancangan, pembuatan dan pengujian karakteristik pompa dalam kaitannya dengan fungsi ketinggian dengan ketinggian sumber 3 meter dari badan pompa. Pengembangan dan pembuatan pompa hidrolik berlangsung di desa Gondosuli – Probolinggo. *Flowchart* untuk alat ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pompa hidraulik. Sistem ini digunakan untuk menguji sifat-sifat pompa hidraulik berdasarkan debit air yang dihasilkan sampai ke *delivery head*. Desain ini terkait dengan studi literatur yang diperoleh. Skema desain dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Skema Perancangan Hydraulic Ram Pump Systems

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan Daya Air

Debit aliran (Q) = 360 liter/menit

Head inputan (H) 3 meter

1. Kecepatan Aliran Teoritis ( $C_t$ ) :

$$c_t = \sqrt{2 * g * H} \quad [8] \quad (1)$$

Maka :

$$c_t = \sqrt{2 * 9.81 * 3}$$

$$= 7.67 \text{ m/s}$$

2. Perencanaan *Debit Output*

$$q = \frac{(Q \times H \times \eta)}{h} \quad (2)$$

Maka :

$$q = \frac{(360 \times 3 \times 0.66)}{10}$$

$$= 71.28 \text{ l/menit}$$

**Perhitungan Dimensi Pipa Masuk Dan Pipa Keluar.**

1. Diameter Pipa Masuk

Bahan pipa yang direncanakan adalah PVC (*Polyvinyl Chloride*) maka diameter pipa dicari dengan persamaan 3 dan koefisien *manning* (n) dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

$$D = 2,69 \left[ \frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot L}{H} \right]^{0,1875} \quad [9] \quad (3)$$

**Tabel 1. Koefisien Manning (n)**

Material	Young's modulus of elasticity E (N/m <sup>2</sup> ) E9	Coefficient of Linear expansion a (m/m C) E6	Ultimate tensile strength (m/m <sup>2</sup> ) E6	n
Welded steel	206	12	400	0.012
Polyethytene	0.55	140	5	0.009
Polyvinyl chloride (PVC)	2.75	54	13	0.009
Asbebls cement	n.a	8.1	n.a	0.011
Cast iron	78.5	10	140	0.014
Ductile iron	16.7	11	340	0.015

Sumber : [9]

Maka :

$$D = 2,69 \left[ \frac{0,009^2 \cdot 0,006^2 \cdot 16}{3} \right]^{0,1875}$$

$$D = 0.0924086 \text{ m}$$

$$D = 92.4086 \text{ mm}$$

$$= 3.638 \text{ inch}$$

Sehingga di bulatkan 4 *inch*. Diameter pipa minimum untuk ketebalan dinding minimum (mm) yang dihitung menggunakan rekomendasi ASME adalah 2,5 kali diameter pipa (m) ditambah 1,2 mm. Berdasarkan katalog produk wavin pipa yang memenuhi persyaratan diatas adalah produk dengan seri D. Katalog produk wavin dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2. Katalog Produk Wavin.**

Diameter		Tebal Dinding(mm)	Panjangg (m)
inch	mm		
1 1/4	42	1,30	4
1 1/2	48	1,30	4
2	60	1,30	4
2 1/2	76	1,40	4
3	89	1,60	4

4	114	2,00	4
5	140	2,60	4
6	165	3,00	4
8	216	4,20	4
10	267	5,20	4
12	318	6,20	4

### Analisa Kecepatan Pada Rumah Pompa.

#### 1. Kecepatan Pada Pipa Masuk (VA).

Diameter pipa masuk yang direncanakan adalah 4 *inch* = 0,1016 m dan debit masuk ( $Q_{in}$ ) = 0.006 m<sup>3</sup>/s dan Rumah pompa dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

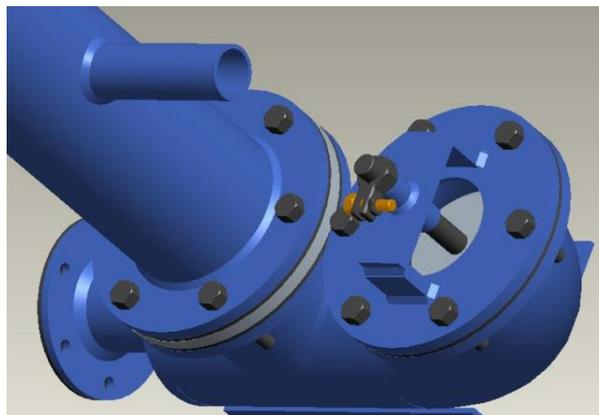
$$V_A = \frac{Q_{in}}{A_A} \quad (4)$$

Maka :

$$A_A = \frac{\pi}{4} \cdot D_A^2$$

$$A_A = \frac{\pi}{4} \cdot 0,1016^2$$

$$= 0.00810731 \text{ m}^2$$



Gambar 5. Rumah Pompa

#### 2. Kecepatan Pada Rumah Pompa (Vb)

Diameter di dalam rumah pompa yang direncanakan adalah 5 *inch* = 0,127m dan debit masuk ( $Q_{in}$ ) = 0.006 m<sup>3</sup>/s.

$$V_B = \frac{Q_{in}}{A_B} \quad (5)$$

Maka :

$$A_B = \frac{\pi}{4} \cdot D_B^2$$

$$A_B = \frac{\pi}{4} \cdot 0,127^2$$

$$= 0.0126677 \text{ m}^2$$

Sehingga nilai kecepatan pada rumah pompa adalah :

$$V_B = \frac{0.006}{0,0126677}$$

$$= 0.4737 \text{ m/s}$$

#### 3. Analisa Tekanan Pada Rumah Pompa

Variabel yang diketahui:

$$Z_A = 0 \text{ dan } Z_B = 0$$

$$\text{Kerugian besar } (H_b) = 4,787 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (6)$$

$$\text{Kerugian kecil } \sum H_k = 2,68 \frac{v^2}{2.g} \quad (7)$$

4. Tekanan Pada Pipa Masuk ( $P_A$ )

$$\frac{p_1}{\rho.g} + \frac{v_1^2}{2.g} + Z_1 = \frac{p_A}{\rho.g} + \frac{v_A^2}{2.g} + Z_A + H_b + \sum H_k \quad (8)$$

Maka :

$$0 + 0 + 3 = \frac{p_A}{9810} + \frac{0,7401^2}{19,62} + 0 + 4,787 \cdot \frac{0,7401^2}{19,62} + 2,68 \frac{0,7401^2}{19,62}$$

$$p_A = (3 - 0,23638) \cdot 9810$$

$$= 27111,106 \text{ N/m}^2$$

5. Tekanan Pada Rumah Pompa ( $P_B$ )

$$\frac{p_1}{\rho.g} + \frac{v_1^2}{2.g} + Z_1 = \frac{p_B}{\rho.g} + \frac{v_B^2}{2.g} + Z_B + H_b + \sum H_k \quad (9)$$

Maka :

$$0 + 0 + 3 = \frac{p_B}{9810} + \frac{0,4737^2}{19,62} + 0 + 4,787 \cdot \frac{0,4737^2}{19,62} + 2,68 \frac{0,4737^2}{19,62}$$

$$p_B = (3 - 0,096836) \cdot 9810$$

$$= 28480,037 \text{ N/m}^2$$

**Perubahan Tekanan Akibat Terjadinya *Water Hammer*.**

1. Tekanan Hidrostatik Pada Rumah Pompa

$$P = \rho.g.H \quad (10)$$

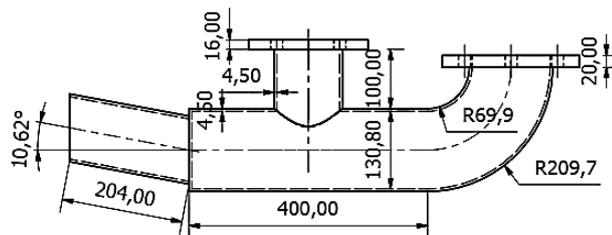
Maka :

$$P = 1000 \cdot 9,81 \cdot 3$$

$$= 29430 \text{ N/m}^2$$

2. Menentukan Dimensi Rumah Pompa.

Dimensi rumah pompa ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah ini.



**Gambar 6** Dimensi rumah pompa.

Berdasarkan diameter saluran pengantaran, hal ini biasanya disesuaikan dengan ukuran pompa hidram, sebagaimana ditentukan dalam tabel untuk diameter saluran pengantaran yang ditentukan oleh produsen pompa hidram. Penentuan diameter rumah pompa berdasarkan diameter pipa saluran masuk ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3** Penentuan Diameter Rumah Pompa Berdasarkan Diameter Pipa Masuk.

Hydrum Size	1	2	3	3,5	4	5	6
Pipe Size (mm)	32	38	51	63,5	76	101	127

Berdasarkan tabel di atas maka dimensi badan pompa yang direncanakan adalah 5 inch dikarenakan diameter dari pipa penghantar yang digunakan adalah 101 mm (4 inch). Setelah didapatkan diameter dari pompa perlu dilakukan pengecekan terhadap debit aliran yang dipakai sudah memenuhi syarat atau belum. Pengecekan itu menggunakan data

dari tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4** Penentuan Ukuran *Pompa Hydram* Dan Ketinggian Pengangkatan.

	Ukuran Pompa Hidram						
	1	2	3	3,5	4	5	6
Debit Pipa Penghantar (l/m)	16- Jul	25- Dec	27- 55	45- 96	68- 137	136- 270	180- 410
Ketinggian pengangkatan Maksimum (m)	150	150	120	120	120	105	105

Dari Pembacaan data tabel diatas didapatkan bahwa untuk  $Q=0.006 \text{ m}^3/\text{s} = 360 \text{ l/menit}$  telah memenuhi syarat untuk menggunakan diameter pompa hydram 5 *inc* dan ketinggian pengangkatan maksimum dari pompa sebesar 105 m dari badan pompa.

### 3. Menentukan Tebal Dinding

Penentuan tebal dinding menggunakan rumus:

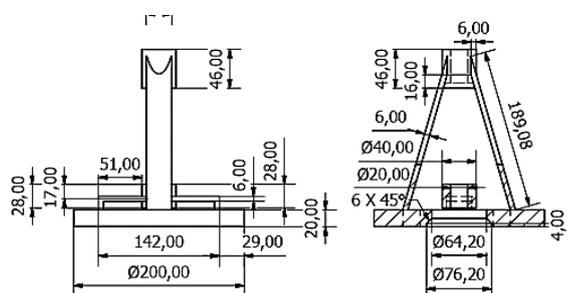
$$T = \frac{P \cdot R}{S_v \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (11)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} T &= \frac{29.822,472 \cdot 0,0635}{(294000 \cdot 0,4) - (0,6 \cdot 29.822,472)} \\ &= 0,001899 \text{ m} \\ &= 1,89 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Perancangan Katup Limbah.

Agar pompa dapat aktif bergerak dengan tenaganya sendiri, diperlukan mekanisme buka tutup aliran otomatis yaitu dengan katup keluaran. Ketika katup outlet ditutup karena tekanan air, air berbalik arah dan terjadi water hammer. Saat air mengalir kembali ke dalam katup, tekanan pada tutupnya berkurang dan tekanan pegas menggerakkan katup ke bawah dan terbuka. Setelah water hammer terjadi dan katup keluar terbuka, air mengalir kembali melalui katup keluar. Katup outlet dinaikkan untuk menutup aliran lagi. Air mengalir kembali dan palu air terjadi. Sedangkan gerakan menutup check valve membantu aliran tekanan air tambahan ke dalam outlet valve. Desain katup limbah dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



**Gambar 7.** Desain Katup Pembuangan

### 1. Kecepatan Aliran Di Dalam Pipa Saluran Limbah

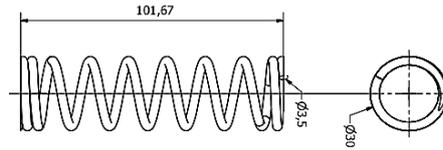
Di ketahui :

Diameter katup limbah ( $d_2$ ) = 3 inch = 0,0762 m

Diameter dinding saluran limbah ( $d_3$ ) = 4 inch = 0,1016 m

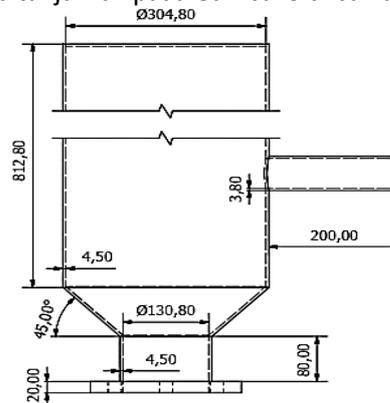
$$V_3 = \frac{Q_{in}}{A_3} \quad (12)$$

2. Merencanakan Pegas Ulir.



**Gambar 8.** Desain Pegas Koil

Konstruksi pegas koil dapat dilihat pada Gambar 8 di atas. Rancang sebuah pegas koil tekan yang mampu menahan beban maksimum  $W = 129,88 \text{ N}$  pada defleksi  $\delta = 70 \text{ mm}$ . Diameter belitan rata-rata  $D = 30 \text{ mm}$  dan diameter kawat  $d = 3,5 \text{ mm}$ , bahan yang digunakan adalah baja pegas kelas C dengan tegangan maksimum  $\tau_d = 2270 \text{ N/mm}^2$ , untuk faktor keamanan bahannya adalah baja paduan  $S_f = 6$  dan modulus geser  $G = 82000 \text{ N/mm}^2$ . Pressure vessel (bejana tekan) didefinisikan sebagai wadah tertutup yang mampu menahan tekanan internal dan eksternal ketika tekanan lebih besar dari 1 atmosfer. Bagian pertama adalah unit tangki udara (air chamber) dan Tusenventil (non-return valve). Katup Tusen dirancang untuk memungkinkan air melewati dari bawah dan mencegah air mengalir kembali ke tangki. Setiap pergerakan air ke dalam tangki akan memampatkan udara di dalam tangki. Udara terkompresi akhirnya mendorong air ke atas pipa pengiriman dan juga mendorong air ke bawah, menyebabkan (katup satu arah) menutup. Dan air dari bawah tidak bisa naik lagi karena sekarang tekanan dari tangki udara sama atau lebih besar dari tekanan air dari bawah. Tekanan tambahan diperlukan untuk memungkinkan air di bawah naik lagi. Tekanan tambahan ini dicapai melalui aksi air (serangan udara). Palu air diciptakan dengan menghentikan air yang mengalir. Sehingga air mengalir ke arah sebaliknya dan bertabrakan. Misalnya dengan membuka dan menutup keran. Mungkin inilah yang disebut pompa ram non-self-acting. Konstruksi bejana tekan ditunjukkan pada Gambar 9 di bawah ini.



**Gambar 9** Perancangan *Pressure Vessel*.

Perancangan *pressure vessel* didapatkan berdasarkan penelitian dari *Clemson.edu* dan tabel ini menggunakan dasar 60 siklus per menit

**Tabel 5.** Penentuan Ukuran *Pressure Vessel*

D (pipa masuk)	q per siklus (galon)	V Pressure vessel (galon)	Panjang Pipa Untuk <i>Pressure Vessel</i>						
			2 in	3 in	4 in	6 in	8 in	10 in	12 in
4-Mar	0.0042	0.21	15	7	-	-	-	-	-
1	0.0125	0.63	45	21	-	-	-	-	-
1/1/2004	0.02	1	72	33	19	-	-	-	-
1/1/2002	0.03	1.5	105	48	27	-	-	-	-
2	0.067	3.4	-	110	62	27	16	-	-
2/1/2002	0.09	4.5	-	148	85	37	22	14	-

3	0.15	7.5	-	245	140	61	36	23	16
4	0.3	15	-	-	280	122	72	45	32
6	0.8	40	-	-	-	325	190	122	85
8	1.6	80	-	-	-	-	380	242	170

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan perancangan ini antara lain:

Kinerja optimal pompa hydram diperoleh dari pembangkit listrik tenaga air dengan mempertimbangkan kecepatan, tekanan dan ketinggian pipa saluran masuk air yang masuk ke dalam pompa. Energi air ini (*water hammer*) menggerakkan mekanisme di dalam pompa. Saat mengoptimalkan pompa *hydram*, energi potensial diperoleh dari aksi air, dan syarat utamanya adalah air terjun dengan perbedaan ketinggian minimal 3 meter harus mengalir melalui pipa dengan pompa hydram. Hasil pengujian pompa hydram dengan kinerja optimal mampu mengeluarkan air (*outlet discharge/Q<sub>out</sub>*) setinggi kurang lebih 10 meter. Debit musim kemarau pada saluran *outlet* di tambak penampung air minum kota adalah debit teoritis (ct) sebesar 7,67 m/s dan debit pada garis kebun masyarakat adalah 71,28 liter/menit. Pada musim kemarau, pompa hydram dapat diaktifkan untuk mencari sumber air ketika sungai dan sumur kekurangan air (limbah yang masuk). Perlunya konservasi lahan (tanah, hutan dan air) untuk menjaga sumber air sepanjang tahun.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan penulisan jurnal ini, penulisan banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik berupa masukan maupun saran. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dalam penulisan jurnal ini, Jurnal ini masih terdapat beberapa kekurangan di dalamnya, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan, harapan penulis semoga jurnal tentang desain konstruksi *hydrolic ram pump systems* dengan *head input* 3 meter di daerah pedesaan Gondosuli – Probolinggo dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H, Suresh. R, S, Kumar. V, Umasankar. and V, Thulasi., 2014. Solar Powered Smart Irrigation System. *Int. J. Adv. Agric. Sci. Technol.*, 8 (3), pp. 341–346.
- [2] R, Dott. A, Genkinger. and T, Afjei., 2012. System evaluation of combined solar & heat pump systems. *Energy Procedia*. 30, pp. 562–570.
- [3] V, S, Korpale. D, H, Kokate. and S, P, Deshmukh., 2016. Performance Assessment of Solar Agricultural Water Pumping System. *Energy Procedia.*, 90 (1), pp. 518–524.
- [4] D, F, Maratos., 2003. Technical feasibility of wavepower for seawater desalination using the hydro-ram (Hydram). *Desalination.*, 153 (3), pp. 287–293.
- [5] D, O, Panjaitan and T, Sitepu., 2012. Rancang Bangun Pompa Hidram Dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara Dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram. *e-Dinamis.*, 2, (2).
- [6] F, Huda. I, H, Rosma. and A, Jamaan., 2018. Penerapan Hydraulic Ram Pump (Hydram) Untuk Pertanian Dan Perikanan Di Batu Bersurat. *Din. J. Pengabdian. Kpd. Masy.*, 2 (2), pp. 220–228.
- [7] G, P, Utomo. E, Santoso. F, Teknik. and F, Teknik., 2015. Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap. *JPM17 : Jurnal Pengabdian Masyarakat.*, 1 (2), pp. 211–224.
- [8] F, Dietzel., 1993. *Turbin, Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- [9] MD, Allen Frances and First, Michael, B., 1999. *Your Mental Health: A Layman's Guide to the Psychiatrist's Bible*. 1<sup>st</sup> ed. America : Scribner.