

KAJIAN PENGGUNAAN POMPA *HYDRAM* UNTUK PENGAIRAN LAHAN MENGGUNAKAN SISTEM TEKANAN HIDROSTATIS

Christian Soolany^{1*}, Dhimas Oki Permata Aji¹, Sugeng Tri Marwanto¹

¹Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

ABSTRAK

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang menjadi faktor penting dalam kehidupan makhluk hidup. Salah satunya yaitu pada kegiatan di bidang pertanian. Air menjadi fungsi vital pada media tumbuh tanaman di lahan. Proses pengairan lahan untuk kegiatan pertanian umumnya menggunakan pompa air yang menggunakan motor bakar, khususnya di daerah yang berada cukup jauh dari sumber mata air. Cara ini kurang efisien karena biaya operasional tinggi untuk pembelian bahan bakar pompa selama 8 jam dioperasikan. Salah satu solusi yang dikaji pada penelitian ini yaitu menggunakan pompa *hydram* untuk proses pengangkatan air ke lahan yang jauh dari sumber mata air. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancang Bangun Konvensional yang dilanjutkan dengan uji kinerja dari pompa *hydram*. Hasil uji kinerja dari pompa *hydram* yang dirancang mampu mengangkat air hingga ketinggian 8 meter dari sumber air, dengan debit rata – rata air yang diangkat adalah 3,72 liter/menit, efisiensi kinerja pompa yaitu 52,69 %. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa pompa *hydram* dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan pompa khususnya untuk daerah – daerah lahan pertanian yang jauh dari sumber mata air.

Kata kunci : *air; bidang pertanian; pompa; pompa hydram.*

ABSTRACT

Water is one of the natural resources which is an essential factor in the life of living things. One of them is in activities in agriculture. Water is a vital function in the growing medium for plants in the field. Irrigating land for agricultural activities generally uses a water pump that uses an internal combustion engine, especially in areas that are pretty far from springs. This method is less efficient because of the high operational costs of purchasing pump fuel for 8 hours. One of the solutions studied in this study is to use a hydraulic ram pump to lift water to land far from springs. The research method used is a conventional design followed by performance testing of the hydram pump. The performance test results of the hydram pump are designed to lift water to a height of 8 meters from a water source. The average discharge of water lifted is 3.72 litres/minute, and the performance efficiency of the pump is 52.69%. Based on the results of this study, it was concluded that hydram pumps could be used as an alternative to pumps, especially for areas of agricultural land far from springs.

Keywords : *agricultural field; hydram pump; pump; water.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah (Widyawati, 2017). Dilihat dari kondisi geografis Indonesia, dimana setiap pulau memiliki bentuk dataran yang bervariasi; setiap daerahnya berbentuk dataran rendah dan dataran tinggi, yang berupa pegunungan dan pegunungan yang sering menjadi

suatu kendala dalam mendapatkan dan menyuplai air sehari – hari.

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki faktor penting dalam kehidupan makhluk hidup. Air memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia, salah satunya di bidang pertanian. Dimana fungsi air sebagai aerasi udara dan suplai oksigen dalam tanah dan membantu proses fotosintesis pada tanaman (Suarda Made, 2008).

* Penulis korespondensi

Email: christiansoolany@gmail.com

Lahan pertanian yang letaknya berada di bawah sumber air atau melewati aliran air tidak perlu bersusah payah menyediakan air untuk kebutuhan tanaman yang mereka tanam. Karena sesuai dengan hukum fisika, air akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Jadi bagi mereka yang memiliki lahan pertanian di daerah seperti itu, tinggal membuat jalur – jalur perpipaan atau membuat irigasi untuk mengalirkan air ke lahan pertanian mereka. Sedangkan bagi petani yang lahannya berada jauh dari sumber air atau berada pada daerah yang lebih tinggi dari pada sumber air, dapat menggunakan peralatan mekanis untuk membantu dalam penyediaan air. Pompa merupakan peralatan mekanis yang telah digunakan dari generasi ke generasi untuk membantu mentransportasikan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu (Bruce R. Munson, 2004).

Penggunaan pompa untuk pemenuhan kebutuhan air bagi lahan pertanian memang sebuah solusi tepat dan telah terbukti sukses digunakan dari generasi ke generasi. Namun jika dicermati lebih mendalam, ternyata masih ada kendala yang dihadapi ketika dihadapkan pada kebutuhan energi sebagai sumber tenaga penggerak utama (*prime mover*) pompa. Pada umumnya, penggerak utama pompa yang digunakan adalah motor listrik yang memerlukan konsumsi energi listrik sebagai tenaga penggerak. Masalahnya, lahan pertanian tidak memiliki aliran listrik. Sementara itu, jika kebutuhan energi untuk penggerak utama dipenuhi dengan menggunakan mesin diesel, akan dihadapkan pada masalah finansial dan daya beli masyarakat yang masih rendah (Siahaan, 2012).

Untuk mengatasi masalah yang ada, maka dibutuhkan solusi untuk pengairan lahan pertanian tersebut. Dengan cara menciptakan alat tepat guna yang ramah lingkungan dan ekonomis. Hal ini dipenuhi oleh pompa *Hydrolic Ram (Hydram)* sebagai pilihan yang tepat karena pompa jenis ini tidak menggunakan tenaga penggerak dari luar (Alfarizi, 2015).

Pompa *hydram* merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari suatu tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan energi potensial sumber air yang akan dialirkan. Pompa *hydram* hanya dapat digunakan pada sumber air yang memiliki kemiringan, sebab pompa ini membutuhkan energi terjunan air dengan ketinggian lebih besar atau sama dengan 1 meter yang masuk ke dalam pompa. Dalam penelitian ini, dilakukan penelitian mengenai rancang bangun pompa *hydram* dengan memanfaatkan tekanan

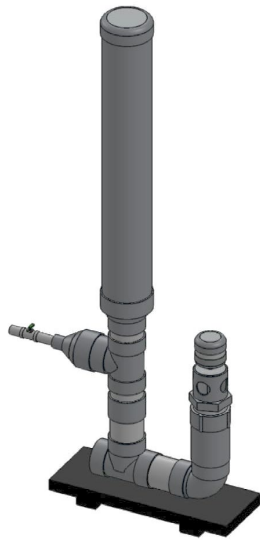
hidrostatik untuk perairan pertanian, serta perancangan ini menggunakan material pipa PVC (Purnomo, 2010). Penelitian mengenai berbagai macam rancangan dan performansi pompa *hydram* telah dilakukan, namun belum mengkaji pengaruh ketinggian dengan debit aliran dari pompa *hydram*. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun pompa *hydram* dengan sistem hidrostatik serta mengetahui debit air yang dihasilkan oleh pompa *hydram* yang dirancang.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu alat yang digunakan untuk membuat rancang bangun pompa *hydram* dan alat untuk uji kinerja pompa *hydram*. Dalam pembuatan rancang bangun pompa *hydram*, digunakan peralatan yang terdiri dari: gunting, gergaji besi, meteran, kunci pas, kunci ring, kunci pipa, amplas, bor, *hole saw*, gerinda tangan, *cutter*, dan obeng. Sementara alat untuk uji kinerja terdiri dari gelas ukur, ember, *stopwatch*, meteran, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan pada proses rancang bangun pompa *hydram* terdiri dari Pipa PVC 2 Inch, sambungan L 2 inch, sambungan T 2 inch, Ssambungan Shock, Shock drat luar dan dalam 2 inch, Over Shock 2 inch, over shock ½ inch, pipa PVC 3 inch, kran, dan tutup pipa 3 inch, lem pipa, Mur, Baut, Ring, Karet Ban dalam, Kaca Mika, Selang Karet, Seal tip, Klem, dan Drum. Bahan yang digunakan saat uji kinerja adalah Air.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ekperimental terhadap pengukuran kinerja dari pompa *hydram* hasil rancangan. Pada perancangan pompa *hydram* terlebih dahulu di gambar teknik dengan analisa perhitungan teknik terhadap kebutuhan dari rancangan. Gambar teknik disain dari gambar pompa *hydram* ditunjukkan pada Gambar 1. Sementara untuk badan pompa ditunjukkan pada Gambar 2. Badan pompa sebagai bagian awal untuk merangkai komponen-komponen utama pompa supaya menjadi satu kesatuan. Badan pompa dirancang dengan menggunakan T *junction* dan *knee* L diameter 2-inch yang disambungkan dengan pipa PVC dengan ukuran yang sama. Kemudian di atas T *junction* dirangkai katup hantar, dan di atas *knee* L terpasang katup limbah dengan ukuran diameter yang sama dengan ukuran diameter badan pompa. Katup hantar terbuat dari sambungan pipa, sedangkan katup limbah terbuat dari *drat shock* PVC dengan diameter 2 inches.



Gambar 1. Disain pompa hydram

Energi yang dibutuhkan pada pompa *hydram* berasal dari fluida itu sendiri. Air yang mengalir melalui pipa masuk pada ketinggian H mengalami percepatan (Dharma, 2013).

Analisis Teknik

Pompa *hydram* dihitung menggunakan analisis teknik pada setiap komponen – komponen rancangan. Ada variable tetap yang sudah ditentukan yang selanjutnya dilakukan perhitungan.

1. Tabung udara

$$V(\text{tabung udara}) = \pi r^2 t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

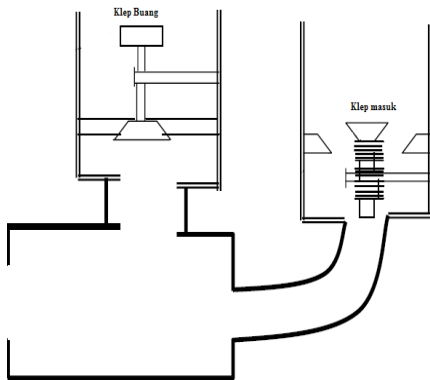
V = volume tabung udara (m^3)

π = phi

r = jari – jari (m)

t = tinggi (m)

2. Diameter tabung: 3 inch
3. Tinggi tabung: 0,5 m
4. *Head* masuk (H): 1., m
5. Panjang Pipa Masuk (L): 8 m
6. Diameter pipa masuk (d_{in}) 5,08 cm
7. Diameter pipa keluar (d_{out}): 1,27 cm



Gambar 2. Disain badan pompa

Untuk parameter yang diukur sebagai berikut :

1. Debit air masuk (Q_{in})
2. Debit air keluar (Q_{out})
3. Tinggi air yang dapat diangkat (h)
4. Tekanan hidrostatik (P_h)

$$P_h = \rho g h \dots (2)$$

dimana:

P_h = Tekanan hidrostatik (N/m)

ρ = 1000 kg/m^3

g = 9,8 m/s^2

h = 0,8 m

5. Efisiensi pompa *hydram* (η)

$$\eta = \frac{q h}{(Q+q)H} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

η_A = efisiensi *hydram* menurut D’Aubuisson

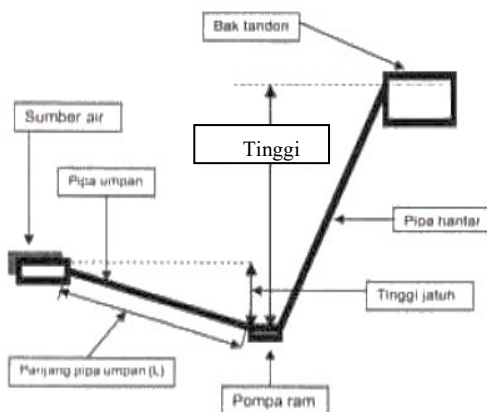
q = debit hasil, m^3/s

Q = debit limbah, m^3/s

h = *head* keluar, m

H = *head* masuk, m

Untuk skema yang digunakan pada pompa pompa *hydram* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema pengaliran pompa *hydram*

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Rancangan Pompa Hydrum

Pompa *hydrum* atau *hydrolic ram* berasal dari kata *hydro* yaitu (air), dan *ram* yaitu (hantaman, pukulan atau tekanan), sehingga terjemahan bebasnya menjadi tekanan air. Jadi pompa *hydrum* adalah sebuah pompa yang energi atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk kedalam pompa melalui pipa. Masuknya air yang berasal dari sumber air ke dalam pompa harus berjalan secara kontinyu atau terus menerus. Alat ini sederhana dan efektif digunakan pada kondisi yang sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan untuk operasinya. Dalam kerjanya alat ini, tekanan dinamik yang ditimbulkan memungkinkan air mengalir dari tinggi vertikal (*head*) yang rendah ke tempat yang lebih tinggi (Junahip, 2019).

Prinsip kerja pompa *hydrum* secara sederhana bentuk ideal dari tekanan dan kecepatan aliran pada ujung pipa pemasukan dan kedudukan katup limbah selama satu siklus kerja pompa *hydrum* terjadi dalam lima periode (Hanafie Jahja, 1979). Untuk pompa *hydrum* hasil rancangan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pompa *hydrum*

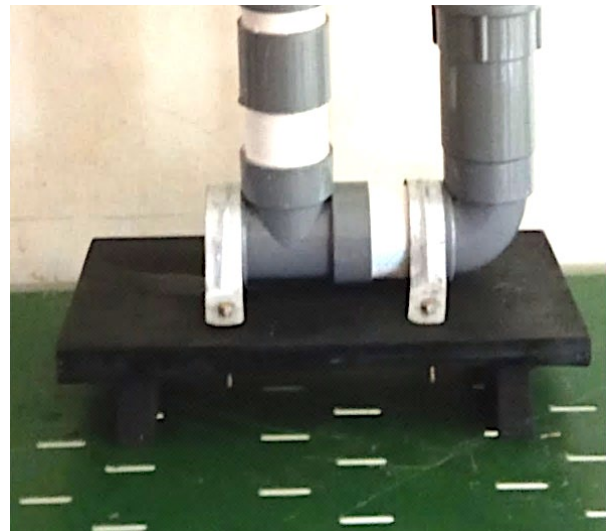
Untuk tabung udara hasil rancangan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tabung udara

Tabung udara dibuat dari bahan PVC, dengan ukuran tinggi 50 cm dan diameter 3 inch. Tabung udara diperlukan untuk mendorong air yang telah dipompa keluar melalui pipa keluaran dengan ukuran diameter ½ inch.

Untuk rancangan badan pompa ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Badan pompa *hydrum*

Untuk katup limbah buangan ditunjukkan pada Gambar 7. Katup limbah merupakan salah satu komponen terpenting pompa *hydram*, 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 pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.



Gambar 7. Katup Limbah

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 langkah lebih pendek, memungkinkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil.

Katup limbah berfungsi untuk membuang air yang masuk kedalam pompa *hydram* sebelum dinaikan ke titik yang ditentukan pada saat pengujian. Untuk pipa inlet ditunjukkan pada Gambar 8. Panjang pipa masuk ditentukan yaitu 8 m dengan asumsi besar *head* masuk yang telah kita tentukan 2,3 m dan besar *head* keluar 8 m, maka panjang pipa masuk yang diambil adalah 8 m, sesuai dengan perhitungan di atas, panjang pipa masuk 8 m dengan diameter 2 inch telah memenuhi persamaan Metode *Calvert*.



Gambar 8. Pipa Inlet

Setelah diketahui panjang pipa masuk, maka dari Tabel 1 bisa kita tentukan diameter pipa masuk (*drive pipe*) yang akan kita gunakan.

Tabel 1. Hubungan panjang pipa masuk (L)

Diameter (10 ⁻³ m)	Panjang pipa masuk L (m)	
	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

Setelah mendapatkan nilai yang diinginkan dari Tabel 1, kemudian dilakukan pengecekan nilai tersebut menggunakan metode *Calvert*, dimana:

$$150 < L/D < 1000$$

dengan memasukkan $L = 8$ m dan $D = 5,04 \times 10^{-2}$ m pada persamaan di atas. Didapatkan nilai $L/D = 158,73$. Nilai ini memenuhi persamaan dari metode *Calvert* di atas. Nilai tersebut juga sesuai jika dicek pada Tabel 1. Jadi asumsi penggunaan pipa dengan diameter 2 in dengan panjang 8 m adalah tepat.

2. Uji Kinerja

a. Pengujian 1

Hasil uji kinerja pada pengujian 1 dengan *head output* 8 m ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian 1

Data	Debit Hasil (Q)		Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η , %)
	L/Menit	m ³ /s ($\times 10^{-4}$)		
1	3,45	0,57	57	59,22
2	3,85	0,64	73	53
3	4	0,66	83	48,75

b. Pengujian 2

Hasil uji kinerja pada pengujian 2 dengan *head output* 8 m ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian 2

Data	Debit Hasil (Q)		Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η , %)
	L/Menit	m ³ /s (x10 ⁻⁴)		
1	3,65	0,60	76	72,61
2	3,75	0,62	68	54,74
3	4,1	0,68	87	48

c. Pengujian 3

Hasil uji kinerja pada pengujian 3 dengan Head Output 8 m ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian 3

Data	Debit Hasil (Q)		Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η , %)
	L/Menit	m ³ /s (x10 ⁻⁴)		
1	3,55	0,59	77	43,30
2	3,25	0,54	68	43,28
3	3,95	0,65	87	51,38

Data hasil pengujian dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih valid, dan media yang dibuat untuk mengukur debit air yang keluar menggunakan gelas ukur plastik berukuran 1000 ml. Pada pengujian tersebut menunjukkan hasil debit yang diambil dari ketinggian *head input* 2,3 m pada kondisi vertikal dan panjang pipa keluar 12 m.

Data dari hasil pengujian pertama, kedua, dan ketiga dengan tinggi head input tetap yaitu 2,3 m. Pada pengujian pertama menghasilkan debit air sebesar 3,45 liter/menit, 3,85 liter/menit, dan 4 liter/menit. Kemudian pada pengujian kedua menghasilkan debit air sebesar 3,65 liter/menit, 3,75 liter/menit, dan 4,1 liter/menit. Dan pada pengujian ketiga menghasilkan debit air 3,55 liter/menit, 3,25 liter/menit, dan 3,95 liter/menit.

Data efisiensi pompa *hydram* dari setiap pengujian menunjukkan bahwa efisiensi pada pengujian pertama yaitu 59,22%, 53%, 48,75%. Kemudian efisiensi pada pengujian kedua yaitu 72,61%, 54,74%, 48%, dan efisiensi pada pengujian ketiga yaitu 43,30%, 43,28%, serta 51,48%.

Hasil perhitungan rata-rata dari beberapa parameter yang telah dihitung ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan rata - rata

Parameter	Hasil
Ketukan per menit	74
Debit Limbah	22,31 L/menit
Debit Output	3,72 L/menit
Efisiensi	52,69 %

KESIMPULAN DAN SARAN

Pompa *hydram* dengan sistem hidrostatis yang dirancang sudah berjalan sesuai dengan mekanisme kerja dari pompa *hydram* dan debit air yang dihasilkan oleh pompa *hydram* yang dirancang berkisar 3,45 L/menit – 4 L/menit dengan efisiensi pompa sebesar 52,69%.

Saran untuk penelitian selanjutnya melakukan modifikasi pada lubang udara supaya debit limbah air yang keluar bisa ditekan menjadi lebih kecil.

REFERENSI

- Alfarizi, M. Y., & S. I. H. (2015). *Pengaruh Diameter Pipa Dan Panjang Pipa Inlet Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, 72–78.
- Bruce R. Munson, D. F. Y. (2004). *Mekanika Fluida*. PT Gelora Aksara Pratama.
- Dharma, S. (2013). *Rancang Bangun Pompa Hidraulik Ram (Hidram)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Hanafie Jahja. (1979). *Teknologi Pompa Hidraulik Ram*. Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung.
- Junahip. (2019). *Rancang Bangun Pompa Hydram Sistem Dua Katup Limbah Dengan Satu Tabung Udara Untuk Mengalirkan Air di Dusun Nangka Rempek, Desa Bayan* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram).
- Purnomo, S. A. F. A. (2010). *Pengaruh Ukuran Berat Katup Limbah Dan Panjang Kolom Limbah Terhadap Debit Pompa Hidram* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Siahaan, P., & Sitepu, T. (2013). *Rancang Bangun Dan Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Driven Pipe*

Dan Diameter Air Chamber Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. Jurnal Dinamis, (12).

Suarda Made. (2008). *Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head pompa Hidram.* Jurnal Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.

Widyawati, R. F. (2017). *Analisis Keterkaitan Sektor Pertanian Dan Pengaruhnya Terhadap Perekonomian Indonesia (Analisis Input Ouput).* Jurnal Economia, 13(1), 14–27.