



RANCANG BANGUN POMPA HYDRAM DI DESA KARANGTALUN PURBALINGGA

Carolus Borromeus Krishna Sampurno¹, Adhi Tri Setiono², Ika Maulita³, Yonathan Ito⁴, Aldean Obiyasi⁵

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Perwira Purbalingga, Purbalingga, Indonesia

Penulis Korespondensi : Carolus Borromeus Krishna Sampurno (e-mail: krishnasampurno@gmail.com)

ABSTRAK

Desa Karangtalun merupakan sebuah desa pertanian yang berada di Kecamatan Bobotsari, kabupaten Purbalingga. Kondisi geografis Desa Karangtalun sangat mendukung sebagai lahan pertanian sayur organik terutama sayur kara. Kondisi lahan pertanian tanaman kara organik di Desa Karangtalun sangat didukung oleh letak kawasan Desa yang berada di kaki Gunung Slamet. Kawasan ini mempunyai beberapa mata air yang mengalir di sekitar lahan pertanian sayur kara organik. Akan tetapi terdapat lahan pertanian sayur kara yang berada di atas aliran air sehingga menyulitkan petani untuk mengalirkan air menuju ke lahan pertanian. Kesulitan yang dialami adalah untuk mengangkat air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Kondisi ini dapat diatasi dengan penggunaan pompa air. Pompa air yang digunakan untuk pengairan lahan pertanian tanaman kara di Desa Karangtalun adalah Pompa Hydrum. Pada penelitian dilakukan rancang bangun Pompa Hydrum dengan tujuan membantu pengairan pada pertanian sayur kara di Desa Karangtalun Purbalingga sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat. Pemasangan pompa Hydrum dapat bekerja dengan baik dan dapat memompa air 900 ml dalam 1 menit. Jika dihitung dalam satuan debit air, Pompa Hydrum dapat memompa air 0,00015 m³/detik menuju ke lahan pertanian sehingga kebutuhan pengairan pada lahan pertanian dapat terpenuhi.

Kata Kunci : Pompa Hydrum; pengairan; pertanian; rancang bangun; tanaman kara.

1. PENDAHULUAN

Sayur kara merupakan salah satu jenis sayuran hijau yang unik dan jarang dijumpai di pasaran, sebab jenis sayuran ini jarang diminati oleh masyarakat. Meskipun jarang diminati masyarakat, sayuran ini kaya akan manfaat dan kandungan gizi terutama sebagai alternatif sumber protein nabati pengganti kedelai [1].

Di Indonesia, tanaman kara dapat dibudidayakan di dataran rendah dan dataran tinggi hingga ketinggian 1.000 mdpl. Tanaman kara tidak tahan terhadap kekeringan yang disebabkan karena sistem perakarannya yang dangkal, namun tahan terhadap curah hujan tahunan yang luas dari 400-3000 mm [1]. Tanaman ini juga dapat tumbuh subur di tanah liat, tanah berpasir, dan juga yang memiliki sistem drainase yang baik.

Desa Karangtalun merupakan sebuah desa pertanian yang berada di Kecamatan Bobotsari, kabupaten Purbalingga. Desa ini menghasilkan hasil pertanian berupa sayuran segar dan hasilnya dipasarkan ke berbagai wilayah lain. Para petani di Desa Karangtalun memanfaatkan lahan kosong di pekarangan rumah

warga sebagai lahan pertanian. Sebagai contoh, salah satu petani di Desa Karangtalun yang juga warga RT 02 RW 05 memanfaatkan lahan kosong di belakang rumahnya sebagai lahan pertanian. Lahan yang memiliki ukuran 15 x 50 meter tersebut digunakan sebagai lahan pertanian sayuran kara organik.

Kondisi geografis Desa Karangtalun sangat mendukung sebagai lahan pertanian sayur organik terutama tanaman kara. Kondisi lahan pertanian kara organik di Desa Karangtalun sangat didukung oleh letak kawasan Desa yang berada di kaki Gunung Slamet. Desa Karangtalun mempunyai beberapa mata air yang mengalir di sekitar lahan pertanian sayur kara organik. Aliran air ini menjadi kebutuhan penting bagi petani untuk keberlangsungan tanaman sayur kara.

Aliran air di Desa Karangtalun akan selalu mengalir di sekitar lahan pertanian walaupun pada kondisi musim kemarau. Akan tetapi kondisi geografis yang memiliki banyak perbukitan kecil menyebabkan lahan pertanian sayur kara berada di atas aliran air sehingga menyulitkan petani untuk mengalirkan air menuju ke lahan. Kondisi ini dapat diatasi dengan penggunaan pompa sebagai

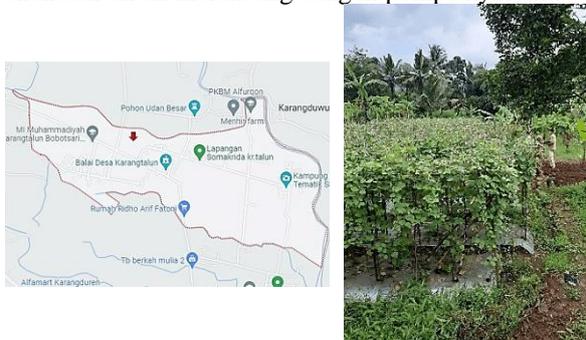
sarana pengairan dari tempat rendah ke tempat lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan suatu pompa yang didesain, dirancang dan dibuat mampu mengangkat air dari permukaan yang lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi tanpa energi listrik dan bahan bakar karena lokasi pemasangan pompa yang jauh dari pemukiman penduduk.

Pompa air yang cocok digunakan untuk pengairan lahan pertanian kara dengan kondisi tersebut adalah Pompa Hydrum. Pompa Hydrum adalah sebuah pompa yang memanfaatkan energi kinetik dari air yang mengalir masuk melalui pipa penggerak untuk memompa sebagian dari air itu ke ketinggian yang lebih tinggi dari asalnya [2]. Jenis pompa ini juga memiliki kelebihan yaitu perawatannya yang mudah dan biaya operasional yang kecil.

Rancang bangun pompa hydrum ini dilakukan untuk mempertahankan pengairan pada tanaman kara yang membutuhkan drainase yang baik pada proses penanaman. Tujuan dari pengabdian masyarakat ini tentang pengenalan penggunaan pompa hydrum sebagai pompa yang dilakukan untuk irigasi pertanian, namun tanpa listrik dan bahan bakar. Sehingga pompa ini dapat digunakan di daerah yang jauh dari pemukiman penduduk seperti pada pertanian tanaman kara di Desa Karangtalun Purbalingga.

2. METODE

Rancangan kegiatan dalam pengabdian masyarakat ini, yaitu dengan melihat secara langsung dan mengidentifikasi masalah yang ada di pertanian kara di desa Karangtalun, purbalingga. Hasil observasi pada lahan pertanian dan saluran irigasi yang ada menjadi penentuan untuk merancang bangun pompa hydrum.



Gambar 1. Lokasi pertanian sayur kara di Desa Karangtalun, Purbalingga.

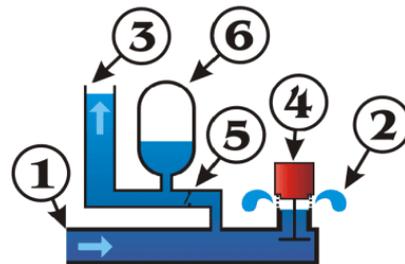
Saluran irigasi yang ada di area pertanian tanaman kara berada sekitar 1,5 meter dibawah permukaan tanah pertanian. Sedangkan ketinggian permukaan air dari tepi saluran sekitar 0,5 meter. Sehingga total ketinggian yang harus dicapai menjadi sekitar 2 meter.



Gambar 2. Saluran irigasi

Pompa Hydrum merupakan perangkat sederhana yang terdiri dari 2 pipa (pipa penggerak dan penyalur), badan pompa, katup limbah dan katup tekan, juga tabung udara. Momentum aliran air pada head penggerak yang relatif rendah digunakan untuk memompa sebagian kecil dari aliran air menuju head penyaluran yang lebih tinggi. Momentum inilah yang sering disebut sebagai fenomena hantaman air (*waterhammer*). *Waterhammer* adalah lonjakan tekanan yang disebabkan oleh inersia pipa air yang bergerak [3]. Pompa Hydrum pertama dibangun oleh Whitehurst pada tahun 1775, yang dioperasikan secara manual [4]. Pompa Hydrum otomatis pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan Perancis bernama Joseph Michel Montgolfier pada tahun 1797 [5].

Komponen utama terpenting pada Pompa Hydrum adalah *waste/impulse valve* dan *delivery valve*. Kedua komponen utama tersebut merupakan komponen bergerak yang dapat menimbulkan sebuah mekanisme sehingga mengakibatkan terjadinya fenomena *waterhammer* [3]. Komponen utama Pompa Hydrum seluruhnya terdiri dari 6 komponen. Keenam komponen tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 3. Komponen utama Pompa Hydrum

Komponen-komponen utama Pompa Hydrum yang ditunjukkan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

1. *Inlet – drive pipe*
2. Aliran bebas pada *waste valve*
3. *Outlet – delivery pipe*
4. *Waste valve*
5. *Delivery check valve*
6. *Pressure vessel*

Prinsip kerja Pompa Hydrum dalam kondisi normal yaitu aliran bebas pada *waste valve* (2) terbuka, dan *outlet – delivery pipe* (3) tertutup. Air pada *inlet – drive pipe* (1) mulai mengalir dipengaruhi oleh gaya gravitasi dengan kecepatan aliran semakin naik dan menghasilkan energi kinetik dengan menimbulkan gaya *drag* yang meningkat menutup *waste valve*. Momentum aliran air pada *inlet – drive pipe* terhadap aliran bebas pada *waste valve* yang sekarang tertutup menyebabkan fenomena *waterhammer* yang menaikkan tekanan di pompa, membuka *delivery check valve* (5), dan memaksa air mengalir ke *outlet – delivery pipe*. Karena air ini dipaksa menanjak melalui *delivery pipe* lebih jauh dari air tersebut jatuh dari sumbernya, alirannya akan melambat. Saat arus berbalik arah, *delivery check valve* menutup. Sementara itu, *waterhammer* dari penutupan *waste valve* juga menghasilkan *pulse* tekanan yang merambat kembali ke atas *delivery pipe* masuk ke sumber di mana aliran air diubah kembali menjadi *pulse* isap yang merambat kembali ke bawah pipa *inlet pipe*. Denyut

hisap ini, dengan beban atau pegas pada katup, menarik *waste valve* terbuka kembali dan memungkinkan proses dimulai lagi [3].



Gambar 4. Desain pompa hydam.

Proses perancangan pompa hydam sebagai berikut.

Persamaan kontinuitas aliran untuk fluida tak termampatkan dari titik 1 ke titik 2 adalah [6] :

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1)$$

Dimana :

Q adalah debit aliran (m^3/s)

$A_{1,2}$ = luas penampang aliran di titik 1,2 (m^2)

$v_{1,2}$ = kecepatan aliran di titik 1,2 (m/s)

Daya output pompa (*Water Horse Power* = WHP) adalah daya efektif yang merupakan fungsi dari kapasitas dan head pompa, yang dihitung berdasarkan persamaan :

$$WHP = \gamma \cdot Q \cdot H \quad (2)$$

Dimana :

γ = berat jenis fluida (N/m^3)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

H = head pompa (m)

Daya yang dibutuhkan untuk menaikkan air adalah berbanding lurus dengan laju alir *volumetric* (kapasitas) air yang dipompa dikalikan dengan ketinggian pemompaannya. Demikian juga daya yang tersedia pada aliran air yang disuplai untuk mengoperasikan pompa hidram berbanding lurus dengan besarnya laju *volumetric* air yang disuplai dikalikan dengan ketinggian suplainya. Pompa hidram bekerja dengan memanfaatkan daya yang tersedia tersebut untuk membawa aliran ke tempat yang lebih tinggi. Sehingga efisiensi total pompa hydam dinyatakan sebagai persamaan D – Aubuission, adalah sebagai berikut :

$$\eta_t = \frac{Q_d H_d}{(Q_d + Q_w) H_s} 100\% \quad (3)$$

Dimana :

Q_d = kapasitas air hasil pemompaan (m^3/s)

Q_w = kapasitas air yang keluar dari katup limbah (m^3/s)

H_d = tinggi pemompaan (m)

H_s = ketinggian sumber air (m)

Perancangan pompa Hydam dibuat menggunakan material yang mudah didapatkan dan mudah dibeli di sekitar kawasan dengan tujuan agar apabila ada kerusakan dikemudian hari, bahan untuk memperbaiki mudah didapat. Material komponen didominasi dengan material pipa air PVC. Seluruh komponen dirakit menggunakan perekat khusus untuk material pipa PVC.

Debit air yang dapat dipompa kemudian diukur secara manual dengan cara menampung air yang keluar dari *outlet* selama satu menit. Hasil tumpungan air diukur menggunakan gelas ukur dan dikonversikan dalam satuan debit air yaitu $m^3/detik$.

3. HASIL

Kegiatan pengabdian ini mendapatkan respon yang baik dari masyarakat sekitar. Adapun indikator keberhasilan yang digunakan yaitu pompa hydam yang telah dibuat, bagian – bagian pompa dibuat dengan menggunakan material pipa bahan PVC sehingga mudah didapatkan dan pompa dapat memenuhi kebutuhan pengairan di daerah pertanian. Air dapat terpompa menuju lahan pertanian sayur kara yang kemudian diteruskan untuk pengairan lahan.

Pompa Hydam dapat bekerja secara terus menerus. Ketika pengujian terjadi kendala yang diakibatkan kotoran dan daun kering yang ikut masuk kedalam pipa *inlet* yang kemudian ikut terpompa sehingga hal ini menyebabkan Pompa Hydam tidak bekerja dengan baik dan perlu pembersihan ketika kotoran dan daun kering sudah menyumbat.



Gambar 5. instalasi pompa hydam

Dalam kondisi normal pompa hydam ini dapat memompa air sekitar 900 ml dalam 1 menit. Jika dihitung dalam satuan debit air, Pompa Hydam dapat memompa air $0,00015 m^3/detik$.



Gambar 6. Pengecekan *output* pompa hydrum

Kekuatan pemompaan Pompa Hydrum masih belum maksimal. Hal ini dapat diketahui dari jumlah kapasitas air yang dapat dipompa. 900 ml air dalam 1 menit. Jika dibandingkan dengan pompa elektrik pada umumnya yang memiliki rata-rata kapasitas air 30 liter dalam 1 menit, Pompa Hydrum masih memiliki *gap* yang sangat jauh. Akan tetapi, Pompa Hydrum tetap dapat mengalirkan air ke lahan pertanian tanaman kara yang mempunyai tinggi 2 meter di atas pompa dan memenuhi kebutuhan pengairan di lahan pertanian. Hal ini dapat menjadi pertimbangan bahwa Pompa Hydrum juga dapat menjadi alternatif pompa apabila di lokasi terdapat sumber air mengalir namun jauh dari sumber listrik dan bahan bakar.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu:

- a. Pompa Hydrum sudah diujicoba dan dapat bekerja dengan baik.
- b. Pompa Hydrum pada kondisi normal dapat memompa air 900 ml dalam 1 menit atau 0,00015 m³/detik. Kondisi ini cukup untuk mengairi lahan

pertanian.

Penerapan pompa hydrum untuk pengairan menjadi jaminan bahwa pengairan menggunakan pompa masih tetap dapat dilakukan walaupun di daerah yang jauh dari sumber listrik namun dekat dengan sumber air yang mengalir.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Mulyani, E. Kartadarma, and S. P. Fitrianiingsih, "Manfaat dan kandungan kacang kara benguk (*Mucuna pruriens* L.) sebagai obat," *Pros. Farm.*, pp. 351–357, 2016.
- [2] M. Inthachot, S. Saehaeng, J. F. J. Max, J. Müller, and W. Spreer, "Hydraulic Ram Pumps for Irrigation in Northern Thailand," *Agric. Agric. Sci. Procedia*, vol. 5, pp. 107–114, 2015.
- [3] S. S. Mondol and K. S. Racking, "Design , Manufacture and Test a Hydraulic Ram Department of Mechanical Engineering Heritage Institute of Technology Department of Mechanical Engineering Heritage Institute of Technology," no. May, 2017.
- [4] G. and Charter, "The Vulcan Hydraulic Ram Pump," 2004, [Online]. Available: www.greenandcarter.com
- [5] Z. Yussupov, A. Yakovlev, Y. Sarkynov, B. Zulpykharov, and A. Nietalieva, "Results of the study of the hydraulic ram technology of water lifting from watercourses," *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 177, no. May, p. 103713, 2022.
- [6] V. L. Streeter and E. B. Wylie, *Fluid Mechanics*, 6th ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1975.