

## Design of Hydraulic Ram Pump To Help The Community Agricultural Irrigation System In Sumberrejo, Kemiling District, Bandar Lampung

Jorfri Boike Sinaga<sup>1,\*</sup>, Harnowo Supriadi<sup>2</sup>, Ahmad Suudi<sup>3</sup>, Raja Aman Simarmata<sup>4</sup>, dan Sugiman<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

\*Corresponding author: jorfri6@yahoo.com

**Abstract.** Province of Lampung is one of the provinces in Indonesia whose agricultural land is quite extensive. One of the problems that occurs in the agricultural land of Lampung Province is the need for water that has not been fulfilled. Although in some areas there are irrigation systems, not all of them can be distributed properly, as can be seen in Sumberrejo Village. In this Village some of the farm is higher than the surface of the water flow which causes water not flow to the farm. One solution that can be used to overcome this problem is using a hydram pump (hydraulic ram pump). The hydram pump does not use fuel or electricity as a source of power but the hydram pump uses the potential energy of the water itself to raise some of the water to a much greater height. In this paper the design and testing of a hydram pump for the model of agricultural irrigation system in Sumberrejo Village is presented.

**Abstrak.** Provinsi Lampung adalah salah satu provinsi di Indonesia yang lahan pertaniannya cukup luas. Salah satu permasalahan yang terjadi di lahan pertanian Provinsi Lampung yaitu kubutuhan air yang belum tercukupi. Walaupun di beberapa daerah telah terdapat sistem irigasi, namun tidak semua air tersebut dapat terdistribusi dengan baik seperti yang dapat dilihat pada Kelurahan Sumberrejo. Di Kelurahan ini sebagian tempat lahan pertaniannya lebih tinggi dari pada permukaan aliran air sehingga menyebabkan air tidak dapat mengalir ke lahan pertanian tersebut. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan pompa hydram (hydraulic ram pump). Pompa hydram tidak menggunakan bahan bakar sebagai sumber suplai namun pompa hydram menggunakan energi potensial air itu sendiri untuk menaikkan sebagian air tersebut hingga ke ketinggian yang diinginkan. Pada makalah ini diberikan perancangan dan pengujian pompa hydram untuk model sistem irigasi persawahan Kelurahan Sumberrejo.

**Keywords:** pompa hydram, pompa tanpa motor, perancangan, irigasi

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Propinsi Lampung merupakan salah satu propinsi yang memiliki potensi lahan pertanian yang cukup luas. Namun lahan pertanian yang dijadikan sawah di Propinsi Lampung umumnya masih banyak belum memiliki sistem irigasi seperti areal persawahan yang terdapat di, Kelurahan Sumberrejo, Kecamatan Kemiling. Masyarakat desa ini mengolah sekitar 5 hektar sawah, dan di dalam pengelolaan pengairan untuk daerah pertanian tersebut, masyarakat hanya bergantung pada curah hujan yang turun.

Di sekitar areal persawahan ini terdapat aliran Way Limus, namun aliran ini tidak dapat dialirkan langsung ke areal persawahan karena aliran Way Limus ini terdapat dibagian bawah permukaan sawah sehingga diperlukan pembuatan bendungan untuk irigasi atau menggunakan pompa untuk megalirkan air Way Limus tersebut ke areal persawahan petani. Namun hal ini cukup memberatkan para petani karena tidak memiliki

dana yang cukup untuk membangun irigasi, atau untuk membeli pompa listrik atau diesel dan juga biaya energi listrik atau bahan bakar untuk pengoperasian pompa. Masyarakat petani akan mengeluarkan sekitar Rp 120.000 untuk biaya penyewaan dan bahan bakar untuk pengoperasian pompa selama satu hari dan ini jelas memberatkan.

Hal inilah yang mendorong tim peneliti untuk melakukan penerapan teknologi bagi masyarakat petani di Kelurahan Sumberrejo dengan pembuatan sistem irigasi menggunakan pompa tanpa motor (*hydraulic ram pump*) ini, sehingga akan membantu meningkatkan produksi dan produktivitas padi sawah mereka. Petani juga tidak perlu mengeluarkan biaya listrik maupun bahan bakar, karena pompa *hydram* ini dapat bekerja secara otomatis dan hanya membutuhkan sedikit perawatan, karena tidak ada bagian yang bergesekan sehingga penggunaan minyak secara rutin untuk perawatan tidak diperlukan. Pada makalah ini diberikan perancangan parameter-parameter pompa tanpa motor (*hydram pump*)

untuk membantu sistem irigasi persawahan di Kelurahan Sumberrejo, Kecamatan Kemiling dengan memanfaatkan sumber energi aliran Way Limus.

Gambar 1. Areal persawahan petani masyarakat di Sumberrejo.

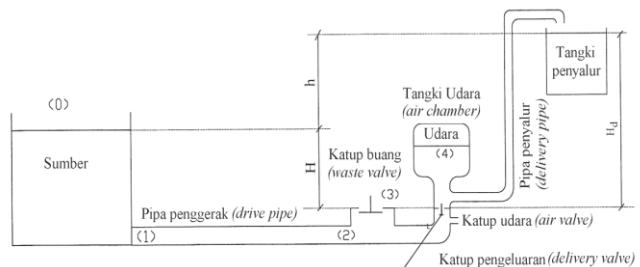


Gambar 2. Potensi aliran air Way Limus di sekitar areal persawahan petani.

**Sistem Pompa Hydram.** Gambar 3 menunjukkan diagram seluruh komponen sistem pompa *hydraulic ram pump*. Pompa *hydraulic ram pump* adalah suatu peralatan yang unik dimana peralatan ini menggunakan energi dari aliran air yang memiliki ketinggian jatuh rendah ( $H$ ) sebagai energi suplai untuk memompa sebagian air ke tempat yang jauh lebih tinggi dari head sumber air ( $h$ ). Aliran air yang kontinu mengakibatkan pengeoperasian pompa ini juga kontinu dengan tidak menggunakan sumber energi lain [1].

Pompa *hydraulic ram pump* adalah suatu alat yang sederhana secara struktur, dan terdiri atas dua bagian yang bergerak yaitu: katup buang (*waste valve*), dan katup pengeluaran (*delivery valve*). Unit ini juga terdiri atas tangki penyimpan udara (*air chamber*) dan katup udara (*air valve*) masuk. Pengoperasian pompa *hydraulic ram pump* adalah intermitent akibat siklus pembukaan dan penutupan katup buang dan pengeluaran. Penutup katup buang akan mengakibatkan peningkatan tekanan yang tinggi di dalam pipa suplai (*drive pipe*). Tangki penyimpan udara dibutuhkan untuk mencegah tekanan yang tinggi ini dan digunakan untuk memompakan air yang mengalir secara intermitent menjadi suatu aliran yang kontinu. Katup udara memberikan udara masuk ke *hydraulic ram pump* mengantikan udara yang diabsorb oleh air akibat

tekanan yang tinggi dan percampuran di dalam tabung udara (*air chamber*). Dengan prinsip tersebut membuat *hydraulic ram pump* dapat bekerja selama 24 jam tanpa henti dengan tidak membutuhkan biaya operasional dan hanya membutuhkan sedikit biaya perawatan. Dan juga penggunaan *hydraulic ram pump* ini tentunya sangat baik untuk mendukung pengembangan energi terbarukan (*renewable energy*) yang bebas polusi.



Gambar 3. Instalasi pompa *hydraulic ram pump*.

**Parameter-parameter dalam Perancangan *Hydraulic Ram Pump*** Ada beberapa parameter yang berhubungan dengan pengeporesain *hydraulic ram pump*. Parameter-parameter yang akan ditentukan adalah [2]: Panjang pipa suplai ( $L$ ), dan diameter pipa suplai ( $D$ ), Berat katup ( $W$ ), Luas penampang katup ( $A_v$ ), dan Ukuran tangki udara. Parameter-paramater ini ditentukan berdasarkan *head* sumber ( $H$ ), *head* pemompaan ( $h$ ), dan kondisi pemasangan pompa *hydraulic ram pump* di lapangan.

Diameter pipa suplai ( $D_{drv}$ ) dapat kita tentukan dengan metode *Calvert*, dimana perbandingan antara panjang pipa suplai dan diameternya

$$50 \leq \frac{L}{D} \leq 1000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode *Calvert* karena banyak peneliti yang menyimpulkan bahwa metode *Calvert* menghasilkan nilai output yang paling memuaskan [1].

Berat dari katup buang dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2 berikut ini [3].

$$W_{wv} = \frac{2 \cdot A_s \cdot H \cdot \gamma \cdot C_d}{M} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana:  $W_{wv}$  adalah berat katup buang ( $N$ ), dan  $A_s$  adalah luas katup buang ( $m^2$ ),  $\gamma$  adalah berat jenis air ( $N/m^3$ ),  $C_d$  adalah *drag coefficient* katup buang, dan  $M$  adalah *head loss coefficient*. Diameter katup buang minimum yang sebaiknya dipakai yaitu sebesar diameter pipa suplai [4].

Dimensi volume tabung udara berada diantara kisaran 20 sampai 50 kali volume air yang dipompakan per tiap siklus. Volume air yang tersalurkan dalam satu siklus dapat ditentukan dengan Persamaan 3

$$Vol_d = \left( \frac{L_{des} \cdot A_{des}}{N} \right) \ln(1 + \beta) \quad \dots\dots (3)$$

Besarnya  $\beta$ , masing-masing adalah

$$\beta = \frac{N \cdot V_{dry}^2}{2 \cdot g \cdot H} \quad \dots\dots (4)$$

dimana, N adalah *head loss coefficient* untuk pipa penyaluran

Metode yang digunakan untuk menghitung effisiensi pompa *hydraulic ram pump*, yaitu metode *Rankine* (Taye, 1998).

$$\eta_{Rankine} = \frac{Q(H_d - H)}{(Q + Q_w)H} \quad (4)$$

Dimana:  $\eta_{Rankine}$  adalah effisiensi pompa (%),  $Q$  adalah debit air yang dipompakan (liter/menit),  $Q_w$  adalah debit air yang terbuang (liter/menit),  $H_d$  adalah *head* penyaluran di atas pembukaan katup buang (m), dan  $H$  adalah *head* sumber di atas pembukaan katup buang (m)

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Prosedur dalam perancangan pompa tanpa motor (*hydram pump*) ini adalah:

### 1. Pengambilan data

Data-data mengenai potensi ketinggian jatuh air dan ketinggian pemompaan air diukur untuk mengetahui potensi energi aliran sebagai sumber energi untuk menggerakkan *hydram pump*.

2. Penentuan parameter-parameter *hydram pump*  
Berdasarkan potensi energi aliran air Way Limus dan acuan pustaka maka ditentukan parameter-parameter *hydram pump*, seperti: panjang pipa suplai (L), dan diameter pipa suplai (D), berat katup buang (W), luas penampang katup buang (Av), dan ukuran tangki udara yang akan digunakan.

## Hasil dan Pembahasan

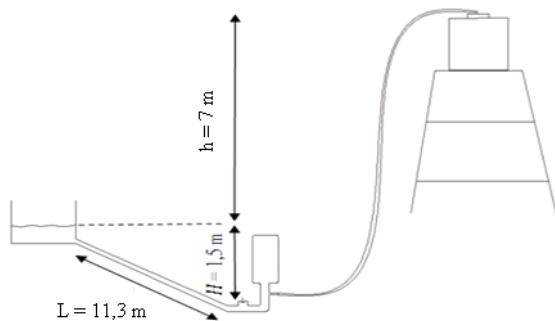
**Potensi Sumber Air.** Hasil survei yang dilakukan diperoleh ketinggian jatuh air 1,5 m, ketinggian air yang dipompakan 7 m. Data-data ini digunakan untuk perancangan komponen-komponen pompa *hydraulic ram pump*. Untuk menggunakan debit air yang tersedia, pipa yang digunakan berdiameter 2 inci dan panjang pipa

suplai (*drive pipe*) 11,3 m. Skema rancangan dapat dilihat pada Gambar 5.



2.16)

Gambar 4. Tim peneliti melakukan survei.



Gambar 5. Skema pemasangan pompa di lapangan

**Pipa suplai.** Dimensi pipa suplai yang ditentukan yaitu panjang dari pipa suplai dan diameter dari pipa suplai. Panjang pipa suplai yaitu sebesar 11,3 m. Diameter pipa suplai yang digunakan yaitu 2 inci. Pipa suplai dengan diameter 2 inci digunakan karena dengan diameter tersebut sumber air dapat digunakan secara maksimal tanpa mengganggu untuk ketersediaan dari sumber air. Perbandingan panjang dan diameter pipa suplai yang didapat 208,56. Nilai ini Sesuai dengan Persamaan 1 sehingga dimensi pipa suplai yang direncanakan dapat digunakan.

**Katup buang.** Menurut Taye [1], diameter katup buang dan saluran air keluar rumah katup buang minimum yang sebaiknya dipakai yaitu mendekati dari diameter pipa suplai. Sedangkan untuk *body* pompa dibuat dengan sambungan Tee pipa besi dan sambungan L pipa besi yang berukuran 2,5 inci. Diameter saluran air keluar rumah katup buang dibuat sebesar 4,1 cm dan

diameter katup buang dibuat sebesar 5,4 cm. Setelah diameter dari katup buang diketahui, berat dari katup buang dapat diketahui. Berat dari katup buang yang disarankan kurang lebih 0,320 kg setelah dilakukan perhitungan.

**Tabung udara.** Media yang digunakan untuk menyalurkan air dari pompa *hydraulic ram pump* menuju reservoir menggunakan selang berdiameter 5/8 inci dengan panjang 9 m dan tingkat kekasaran ( $e/D$ ) sebesar 0,00005 [5]. Data-data tersebut digunakan untuk mencari volume air yang terpompakan dalam satu siklus. Dari hasil perhitungan, volume air yang terpompakan tiap siklus sebesar 0,2 liter. Menurut Than [3] volume tabung udara berada diantara 20 - 50 kali volume air yang terpompakan tiap siklus. Volume tabung udara yang dipilih yaitu sebesar 35 kali dari volume air yang terpompakan, sehingga volume tabung udara yang dibutuhkan kurang lebih 4,2 liter.

**Pembuatan Hydraulic Ram Pump.** Sebelum melakukan perakitan pompa *hydraulic ram pump*, terlebih dahulu dilakukan pembuatan komponen-komponen pompa *hydraulic ram pump*. Berikut adalah hasil dari pembuatan komponen-komponen pompa *hydraulic ram pump* serta perakitan pompa *Hydraulic ram pump*.

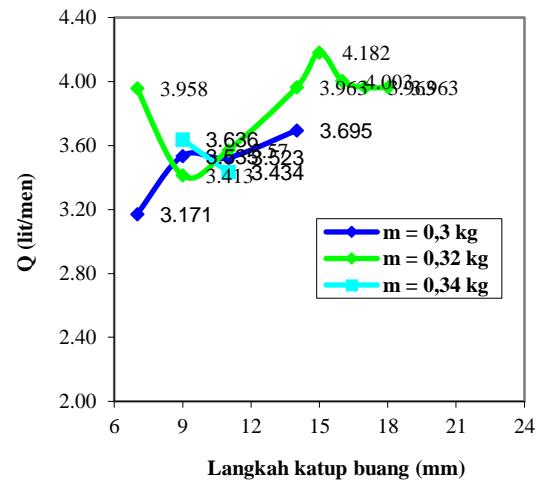


Gambar 6. Hasil pembuatan dan perakitan pompa *hydraulic ram pump*

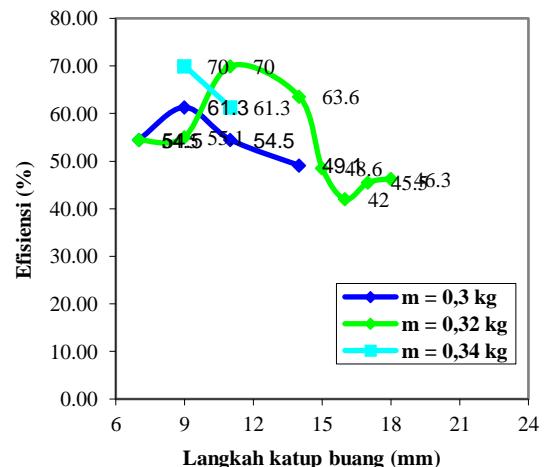
**Hasil Pengujian Pompa Hydraulic ram pump.** Pada proses pengujian divariasikan tinggi langkah katup buang, berat katub buang, volume tabung udara. Ketinggian langkah katup buang

divariasikan mulai dari 7 mm, sampai 18 mm. Berat katup buang divariasikan untuk tanpa beban, penambahan 1 beban, penambahan 2 beban, penambahan, dan 3 beban dimana untuk setiap beban mempunyai berat 27 gram.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik hubungan antara laju aliran volume air yang dipompakan terhadap panjang langkah.



Gambar 8. Grafik hubungan antara efisiensi terhadap panjang langkah katup buang.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa pemompaan maksimum terdapat pada panjang langkah 15 mm pada beban 320 gram dengan debit pemompaan yaitu 4,182 lit/menit dan pemompaan paling kecil terdapat pada panjang langkah 7 mm pada beban 300 gram dengan debit pemompaan yaitu 3,171 lit/menit. Hal tersebut dapat terjadi karena dengan beban 320 gram pada panjang langkah 15 mm yang paling tepat untuk menaikkan tekanan air didalam *body* pompa sehingga dapat

menekan udara yang ada didalam tabung udara yang akhirnya mampu untuk memompakan air.

Dari Gambar 8. dapat dilihat bahwa effisiensi maksimum terdapat pada panjang langkah 12 mm pada beban 320 gram dengan effisiensi 70 % sedangkan effisiensi paling kecil terdapat pada panjang langkah 15 mm pada beban 320 gram dengan effisiensi 42 %. Untuk beban 320 gram terjadi penurunan effisiensi dari panjang langkah dari 12 mm ke 18 mm dan mengalami kenaikan effisiensi pada panjang langkah dari 7 mm ke 12 mm. Hal tersebut dapat terjadi karena debit air yang terbuang pada kombinasi tersebut adalah debit air terbuang yang paling kecil.

## Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian pompa *hydraulic ram pump* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada makalah ini diberikan metode perancangan pompa *hydraulic ram pump* dimana potensi *head* sumber sebesar yang digunakan 1,5 m, dengan jarak antara sumber air dengan pompa sebesar 11,3 m, dan ketinggian pemompaan 7 m.
2. Dari hasil perancangan digunakan pipa suplai sebesar 2 inch dan panjang 11,3 m dengan berat katup buang sebesar 0,32 kg dan volume tabung udara 4,2 liter.
3. Setelah dilakukan pengujian debit pemompaan yang paling besar untuk tinggi pemompaan 7 m yaitu 4,182 lit/menit yang apabila dikonversikan, pompa dapat memopakan air sebesar 6022 liter/hari yang tentunya dapat digunakan untuk membantu mengairi persawahan masyarakat.
4. Pembuatan dan perawatan pompa *hydraulic ram pump* relatif mudah dan biaya pembuatannya terjangkau karena bahan-bahan yang dibutuhkan dapat dengan mudah ditemukan di toko-toko material.

## Referensi

- [1] Taye, T. 1998. *Hydraulic Ram Pump*. Journal of the ASME, Vol II, No.1, Addis Ababa, Ethiopia.
- [2] Tessema, A. A., 2000. Hydraulic Ram Pump System Design And Application. ESME 5th Annual Conference on Manufacturing and Process Industry, held at Addis Ababa, Ethiopia , September 2000.
- [3] Than, P.M. 2008. *Construction and Performance Testing of the Hydraulic Ram Pump*. GMSARN International Conference on Sustainable Development: Issues and Prospects for the GMS., Mandalay, Myanmar.

- [4] Thomas, T. H., 1994. Algebraic Modelling of the Behaviour of Hydraulic Ram Pumps, Working Paper No. 41 Deparment of Engineering, University of Warwick.
- [5] Fox, R. W., McDonald, A.T. dan Pritchard, P.J. 2003. *Introduction to Fluid Mechanics 6<sup>th</sup> Edition*. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, AS.