

PENERAPAN TEKNOLOGI POMPA TANPA MOTOR (*HYDRAULIC RAM PUMP*) UNTUK MEMBANTU IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT DI SUMBERREJO KECAMATAN KEMILING BANDAR LAMPUNG

Jorfri Boike Sinaga, Harnowo Supriadi, Novri Tanti

Fakultas Teknik, Universitas Lampung

email: jorfri6@yahoo.com, harnowo1969@gmail.com, rianti_dc@yahoo.com

Abstract

Province of Lampung is one of the rice producer region, but rice planting in this region often experiences harvest failure caused of water deficit. This problem is caused by many agriculture area still have not irrigation system as found in the village of Sumberrejo, distric of Pringsewu. To suply amount of water needed by plants such as rice, farmers at this village usually expect rain or use pump moved by engine to pump water from Way Limus river that found around agriculture area. One of the solution that can be used to fulfill the water availability is using technology of hydram pump. By using technology of hydram pump, small falling water energy of Way Limus can be used to help farmers to irrigate their agriculture area without using engine or electrical motor. In this paper is presented the activities to build irrigation system using hydram pump. This irrigation system is developed by team together with local society. Based on testing result of performance of the hydram pump model made before, with supply head of 1,5 m and delivery head of 7 m, so diameter and length of supply pipe of hydram pump were chosen 2 in. and 11,3 m. Weight and diameter of waste valve used were 0.32 kg and 4,6 cm respectively, and volume of air chamber was 4.771 cm³. The testing results shown this pump can delivery 4,182 lit/men (6 m³ per day) of water to the height of 7 m. And if 2 pumps were used over 24 hours, total water was pumped 12 m³ per day. So this water can be used to irrigate rice field area about 300 m², and in application the farmers by turns use this water to irrigate their rice field.

Keywords: *hydram pump, rice field, irrigation*

1. PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan salah satu Provinsi yang memiliki potensi lahan pertanian yang cukup luas. Namun belakangan ini sering kita lihat terjadi kekurangan bahan pangan yang menimpa masyarakat pedesaan di daerah ini. Hal ini disebabkan banyak sawah-sawah yang gagal panen diakibatkan oleh kondisi kekeringan sehingga kebutuhan bahan makanan terutama padi sebagai bahan makanan pokok tidak tercukupi seperti yang terjadi pada sejumlah desa di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung (Lebih Cepat.Com, 2009).

Lahan pertanian yang dijadikan sawah di Provinsi Lampung umumnya masih banyak belum dapat diari dengan sistem irigasi seperti areal persawahan yang terdapat di Kelurahan Sumberrejo, Kecamatan Kemiling Bandar Lampung. Daerah ini dihuni kurang lebih 200 kepala keluarga dengan sumber pencaharian utama adalah sebagai petani. Masyarakat di daerah ini dalam mengolah area persawahan atau area pertanian mereka

sebagian masih hanya bergantung pada curah hujan yang turun. Sehingga areal persawahan di tempat ini tidak dapat ditanami pada musim kemarau karena sawah atau areal pertanian mengalami kekeringan yang mengakibatkan penurunan produksi tanaman padi.

Di sekitar areal persawahan di Sumberrejo ini terdapat aliran sungai Way Limus, namun aliran sungai ini tidak dapat dialirkan langsung ke areal persawahan karena aliran sungai Way Limus ini terdapat dibagian bawah permukaan sawah sehingga diperlukan pompa untuk mengalirkan air sungai Way Limus ke areal persawahan tersebut. Kondisi ini ini cukup memberatkan para petani karena tidak memiliki dana yang cukup untuk membangun bendungan, atau biaya untuk membeli pompa motor dan bahan bakar untuk pengoperasian pompa. Petani akan mengeluarkan sekitar Rp 120.000 untuk biaya pengoperasian pompa selama delapan jam dan tentu hal ini sangat memberatkan bagi para petani.



Gambar 1. Areal persawahan petani masyarakat di Sumberrejo.

Hal inilah yang mendorong tim pelaksana untuk melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat petani di Kelurahan Sumberrejo dengan penerapan teknologi pompa tanpa motor (*hydraulic ram pump*) (Taye, 1999) untuk membantu mengairi areal persawahan petani dengan memanfaatkan energi tinggi jatuh aliran air Way Limus itu sendiri. Jadi dengan penggunaan pompa tanpa motor ini petani tidak perlu mengeluarkan biaya bahan bakar untuk pengoperasiannya, karena pompa tanpa motor ini bekerja secara otomatis dengan menggunakan energi aliran sungai Way Limus itu sendiri. Pengoperasian pompa tanpa motor ini juga hanya membutuhkan sedikit perawatan, karena tidak ada bagian yang bergesekan sehingga penggunaan oli secara rutin untuk perawatan tidak diperlukan seperti penggunaan pompa motor bensin atau diesel.

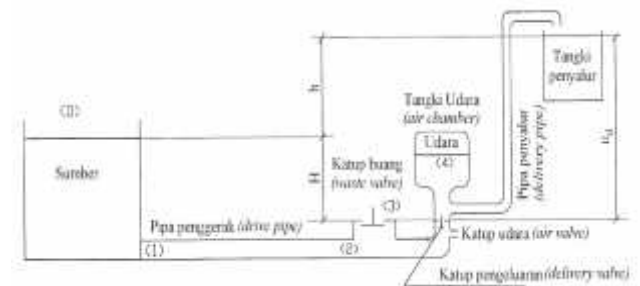
Hasil yang diharapkan dari kegiatan ini adalah: terbangunnya jaringan sistem irigasi dengan menerapkan teknologi pompa tanpa motor (*hydram pump*) di Sumberrejo untuk penyediaan air irigasi sebagian areal persawahan di desa ini, meningkatnya pemahaman dan pengetahuan masyarakat petani Desa Sumberrejo dalam pemanfaatan teknologi pompa tanpa motor (*hydram pump*) untuk irigasi pertanian, publikasi hasil dari kegiatan penerapan teknologi ini secara nasional agar dapat dimanfaatkan sebagai literatur untuk membangun sistem irigasi pertanian dengan menggunakan pompa tanpa motor (*hydram pump*) di daerah lain.



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

1. 1. Sistem *Hydraulic Ram Pump*

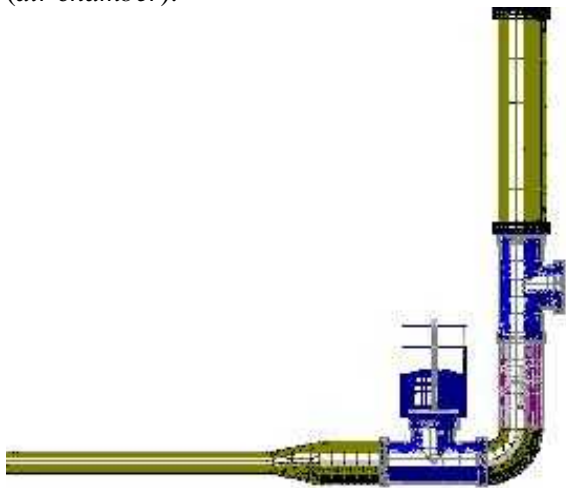
Gambar 3 menunjukkan diagram seluruh komponen sistem pompa *hydraulic ram pump*. Pompa *hydraulic ram pump* adalah suatu peralatan yang unik dimana peralatan ini menggunakan energi dari aliran air yang memiliki ketinggian jatuh rendah (H) sebagai energi suplai untuk memompa sebagian air ke tempat yang jauh lebih tinggi dari head sumber air (h). Aliran air yang kontinu mengakibatkan pengeoperasian pompa ini juga kontinu dengan tidak menggunakan sumber energi lain (Taye, 1999).



Gambar 3. Instalasi pompa *hydraulic ram pump*

Pompa *hydraulic ram pump* adalah satuan yang sederhana secara struktur, terdiri atas dua bagian yang bergerak yaitu: katup pembuangan (*waste valve*), dan katup pengeluaran (*delivery valve*) seperti dapat dilihat dalam Gambar 3. Unit ini juga terdiri atas tangki penyimpan udara (*air chamber*) dan katup udara masuk (*snifter valve*). 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* menggantikan udara yang diabsorb oleh air akibat tekanan yang tinggi dan percampuran di dalam tangki udara (*air chamber*).



Gambar 4. Hasil rancangan model pompa tanpa motor (*hydrum pump*) (Saragih dan Sinaga, 2007; Sinaga dkk. 2010).

1.2. Kenaikan Tekanan di Dalam *Hydraulic Ram Pump*

Sebagaimana ditunjukkan sebelumnya, suatu hydrum memanfaatkan penutupan aliran yang tiba-tiba di dalam pipa untuk menghasilkan tekanan surge yang tinggi yang dikenal sebagai *water hammer* (David dan Edward, 1988). Jika aliran di dalam pipa yang tidak elastis diberhentikan tiba-tiba, kenaikan tekanan secara teoritik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$H = \frac{V \times C}{g} \quad (1)$$

Dimana: ΔH adalah kenaikan tekanan (m), V adalah kecepatan fluida di dalam pipa (m/det), C adalah kecepatan gelombang suara di dalam fluida (m/det), dan g adalah percepatan akibat gravitasi bumi (m/det²).

Kecepatan gelombang suara di dalam fluida dihitung dengan menggunakan

persamaan yang diusulkan David dan Edward (1988),

$$C = \left(\frac{Ev}{\rho} \right)^{1/2} \quad (2)$$

Dimana: Ev adalah modulus elastisitas yang menggambarkan kompresibilitas fluida. Bilangan ini adalah perbandingan perubahan tekanan terhadap perubahan volume per satuan volume. Nilai modulus elastisitas ini $2.07 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ untuk air, sehingga nilai kecepatan suara di dalam air adalah $C = 1440 \text{ m/s}$, dan ρ adalah massa jenis fluida (kg/m^3).

Persamaan 1 memberikan tekanan maksimum yang mungkin dapat ditimbulkan. Kenaikan tekanan sebenarnya akan lebih rendah dari nilai yang diberikan Persamaan 1, karena semua pipa memiliki nilai elastisitas dan tidak mungkin untuk menutup aliran di dalam pipa dengan seketika.

Karena head (H) yang dihasilkan seperti pada Gambar 3, air mengalami percepatan di dalam pipa suplai (*drive pipe*) dan keluar melalui katup buang (*waste valve*). Percepatan ini diberikan oleh Persamaan 3 (Fox dan McDonald, 1995).

$$H - f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} - \sum k \frac{V^2}{2g} = \frac{L}{g} \frac{dV}{dt} \quad (3)$$

Dimana: H adalah head sumber (m), $f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$

adalah kerugian head di dalam pipa akibat gesekan (m), f adalah faktor gesekan (rumus

Darcy-Weibach), $\sum k \frac{V^2}{2g}$ adalah jumlah

seluruh kerugian head minor (m), k adalah suatu faktor untuk pengecilan atau pembesaran saluran, L adalah panjang pipa suplai (m), D adalah diameter pipa suplai (m), V adalah kecepatan aliran di dalam pipa (m/det), dan t adalah waktu (det).

Nilai-nilai untuk k dan f dapat diketahui dari buku teks mekanika fluida. Akhirnya aliran ini akan memiliki kecepatan yang cukup untuk memulai menutup katup buang (*waste valve*). Hal ini terjadi bila gaya geseran dan tekanan di dalam air sama dengan berat katup pembuangan. Gaya geseran dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$F_d = C_d \times A_v \times \rho_w \times \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Dimana: F_d adalah gaya geseran yang terjadi pada katup pembuangan (N), A_v adalah luas penampang katup pembuangan (m^2), ρ_w adalah massa jenis air = 1000 kg/m^3 , dan C_d adalah koefisien geseran katup pembuangan. Koefisien geseran C_d tergantung pada bilangan Reynolds aliran dan bentuk objek. Untuk benda sirkular, $C_d=1.12$.

Penerapan Persamaan Bernauli untuk titik 0 dan 3 pada Gambar 2, maka dihasilkan:

$$\frac{P_0}{g} + \frac{V_0}{2g} + Z_0 - H_L = \frac{P_3}{g} + \frac{V_3}{2g} + Z_3 \quad (5)$$

Dimana: P_0 adalah tekanan pada titik 0 dan sama dengan nol (tekanan atmosfer) (N/m^2), P_3 adalah tekanan pada titik 3 (N/m^2), V_0 adalah kecepatan pada titik 0 dan sama dengan 0 m/det, Z_0 adalah ketinggian titik 0 (H m), V_3 adalah kecepatan pada titik 3 dan sama dengan 0 m/det (tiba-tiba kecepatan ditutup dan berhenti secara tiba-tiba), Z_3 adalah ketinggian titik 3 sama dengan 0 m (titik *reference*), dan H_L adalah kerugian head (m).

Persamaan 5 disederhanakan menjadi persamaan di bawah ini dengan nilai-nilai di atas

$$H - H_L = \frac{P_3}{g} \quad (6)$$

Gaya yang mempercepat fluida dapat ditentukan dengan menggunakan Hukum Newton II.

$$F = m a = A L \frac{dV}{dt} \quad (7)$$

Dimana: F adalah gaya akibat percepatan (N), m adalah massa fluida yang dipercepat (kg), adalah percepatan massa benda tersebut (m/det^2), A adalah luas penampang pipa suplai (*drive pipe*) (m^2), dan L adalah panjang pipa suplai (m)

Tekanan pada titik 3 P_3 ditentukan dengan membagi gaya F yang terdapat Persamaan 7 dengan luas permukaan A .

$$P_3 = \frac{F}{A} = \rho_w \times L \times \frac{dV}{dt} \quad (8)$$

Karena itu,

$$\frac{P_3}{\rho_w} = L \times \frac{dV}{dt} \quad (9)$$

Dari Persamaan 6 dan 9 maka didapat:

$$H - H_L = \frac{L}{g} \times \frac{dV}{dt} \quad (10)$$

1. 3. Efisiensi Pompa

Ada dua metode yang umum digunakan untuk menghitung efisiensi pompa ini, yaitu metode Rankine dan metode D'Aubuisson yang masing-masing diberikan di bawah ini

$$\text{Rankine} = \frac{Q \times h}{((Q + Q_w) \times H)} \quad (11)$$

$$\text{D'Aubuisson} = \frac{Q \times H_d}{((Q + Q_w) \times H)} \quad (12)$$

Dimana: η adalah efisiensi pompa, Q adalah aliran yang dipompakan (lit/ men), Q_w adalah aliran yang terbuang (lit/men), H adalah head sumber di atas pembukaan katup pembuangan (m), h adalah head pompa di atas head sumber (m), dan H_d adalah head total di atas pembukaan katup pembuangan = $(H+h)$ (m)

1. 4. Parameter-parameter dalam

Perancangan Hydraulic Ram Pump

Beberapa parameter yang berhubungan dengan perancangan pompa hydraulic ram pump. Parameter-parameter ini adalah (Tessema, 2000):

- Panjang pipa suplai (L);
- Luas penampang pipa suplai (A);
- Diameter pipa suplai (D) dan ketebalan;
- Head sumber (H);
- Head penyaluran (h);
- Kerugian head gesekan di dalam pipa suplai;
- Kerugian head gesekan melalui katup pembuangan;
- Kerugian head gesekan pada katup penyaluran;
- Kecepatan pipa suplai ketika katup pembunagn mulai menutup (V_0);
- Kecepatan aliran stedi (V_s) yang melalui katup pembuangan ketika terbuka penuh;
- Berat katup (W);
- Langkah pemompaan (S);
- Luas orifice yang membuka katup (A_0);
- Luas penampang katup (A_v); dan
- Ukuran ruang udara.

Pipa suplai adalah suatu komponen yang penting dari suatu instalasi pompa *hydram*. Pipa suplai harus dapat menahan tekanan yang tinggi yang diakibatkan oleh penutupan katup pembuangan. Beberapa persamaan empirik untuk menentukan panjang pipa suplai (L) adalah:

$$6H < L < 12H \quad (13)$$

$$L = h + 0.3 (h/H) \text{ (Eytelwein)} \quad (14)$$

$$L = 900 H / (N^2 * D) \text{ (Rusia)} \quad (15)$$

dimana N adalah jumlah pukulan tiap menit, dan $L = 150 < L/D < 1000$ (Calvert) (16)

Beberapa peneliti mengindikasikan bahwa persamaan yang diberikan Calvert memberikan hasil yang lebih baik (IDRC, 1986).

Tangki udara direkomendasikan bahwa kira-kira 100 kali volume air yang akan dipompakan per siklus. Katup udara: Berbagai percobaan dengan berbagai ukuran menunjukkan bahwa ukuran katup udara tidak mempunyai pengaruh pada pengoperasian pompa hydram. Lubang kecil dengan diameter lebih kecil dari 1 mm dapat digunakan.

Katup buang: Luas penampang aliran (Ao) yang melalui katup pembuangan harus sama atau melebihi luas penampang pipa suplai untuk mencegah *chocking* aliran. Luas penampang katup pipa penyalur direkomendasikan 1.45 cm^2 untuk tiap liter air yang akan dipompakan.

Dengan katup impuls pemberat yang sederhana, head sumber tidak boleh melebihi dari 4 m, jika tidak katup akan menutup dengan cepat sehingga tidak dapat menghasilkan kerja. Dalam kasus yang demikian, katup harus dibantu dengan pegas atau mengatur penutupannya.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Melakukan Pendekatan

Melihat permasalahan yang dihadapi maka langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan ini yaitu dengan mengadakan pendekatan kepada masyarakat petani di Kelurahan Sumberrejo melalui Ketua Rukun Tetangga (RT) 05 dan 06 berupa penjelasan tujuan pembangunan sistem irigasi dengan menggunakan teknologi pompa tanpa motor (*hydram pump*) untuk membantu irigasi persawahan mereka sehingga nantinya akan meningkatkan produksi padi mereka. Dalam kegiatan pembangunan sistem irigasi dengan menggunakan pompa tanpa motor (*hydram pump*) ini dirancang untuk membantu mengairi sebagian areal sawah masyarakat. Pembuatan ini akan dibimbing oleh tim pelaksana staf-staf pengajar dari Jurusan

Teknik Mesin UNILA dengan mengikut sertakan peran masyarakat yang ada di RT 05 dan 06 di Sumberrejo.

2.2. Pelaksanaan Kegiatan

a. Tahap persiapan

Persiapan ini difokuskan dengan menyiapkan semua peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan ini seperti alat pengukur kecepatan aliran air, komputer untuk melakukan pemodelan dalam perancangan pompa, studi literatur dan melakukan koordinasi dengan ketua RT 05 dan 06 Kelurahan Sumberrejo untuk melakukan kegiatan pembuatan sistem irigasi dengan menggunakan pompa tanpa motor (*hydram pump*). Pada tahap ini juga dilakukan survei ke lokasi untuk menentukan tempat pembangunan sistem irigasi dengan pompa tanpa motor (*hydram pump*) dan untuk mengukur tinggi jatuh aliran sungai Way Limus, tinggi pemompaan dan laju aliran volume yang dipompakan

b. Perancangan dan Pembuatan Pompa Tanpa Motor (*Hydram Pump*)

Perancangan pompa ini dilakukan dengan menggunakan pengembangan metode yang dihasilkan Saragih dan Sinaga (2007). Model matematika yang diusulkan oleh Thomas (1994) dan buku mekanika fluida (Fox dan Mc. Donald, 1995) akan disimulasikan dengan menggunakan program komputer untuk mendapatkan ukuran parameter-parameter pompa tanpa motor (*hydram pump*) agar memberikan unjuk kerja sesuai dengan kebutuhan untuk irigasi pesawahan di Sumberrejo. Hasil perancangan ini kemudian dibuat di Laboratorium Mekanika Fluida, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung.

c. Pembangunan Sistem Irigasi di Lapangan

Pada tahap ini dilakukan pembangunan sistem irigasi dengan menggunakan pompa tanpa motor (*hydram pump*) dengan memanfaatkan aliran air Way Limus di areal persawahan masyarakat di Kelurahan Sumberrejo. Pembangunan ini akan melibatkan peran serta masyarakat petani RT 05 dan 06 di Kelurahan Sumberrejo dan dibimbing oleh tim pelaksana.

d. Pengujian Penggunaan Sistem Irigasi Menggunakan Pompa Tanpa Motor

Setelah pembangunan sistem irigasi dengan menggunakan *hydram pump* selesai dilakukan, kemudian dilakukan pengujian pengoperasian pompa tanpa motor (*hydram pump*) ini untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimal dari *hydram pump* yang digunakan untuk sistem irigasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Berdasarkan hasil pengujian model pompa tanpa motor (*hydram pump*) yang telah dilakukan Saragih dan Sinaga (2007) dan menggunakan model matematika yang diusulkan oleh Thomas (1994) dan buku teks mekanika fluida (Fox dan Mc. Donald, 1995), diperoleh ukuran parameter-parameter pompa tanpa motor yang digunakan seperti dapat dilihat dalam Tabel 1. Pompa tanpa motor ini direncanakan menggunakan tinggi head sumber 1,5 m, tinggi head pemompaan (penyaluran) 7 m, dan debit aliran yang akan dipompakan ± 3 lit/men. agar luas areal sawah yang akan diari 300 m² dalam satu hari pemakaian.



Gambar 5. Tim pelaksana melakukan pengukuran untuk mengetahui potensi tinggi jatuh aliran dan tinggi pemompaan.

Tabel 1. Spesifikasi pompa tanpa motor (*hydram pump*) yang digunakan.

Tinggi Head sumber	:	1,5 m
Volume Tabung udara	:	3.285 cm ³ (3.285 lit)
Diameter pipa suplai	:	2 inci

Panjang pipa suplai	:	11,3 m
Diameter pipa penyalur	:	5/8 inci
Diameter katup buang	:	5,4 cm
Berat katup buang	:	0,320 kg

Pembangunan sistem irigasi ini dilakukan dengan melibatkan peran serta masyarakat petani di Kelurahan Sumberrejo. Setelah pembangunan sistem irigasi ini dilakukan, maka dilakukan pengujian untuk memperoleh unjuk kerja pompa tanpa motor.



Gambar 6. Pembuatan bendungan sebagai sumber aliran penggerak pompa tanpa motor.



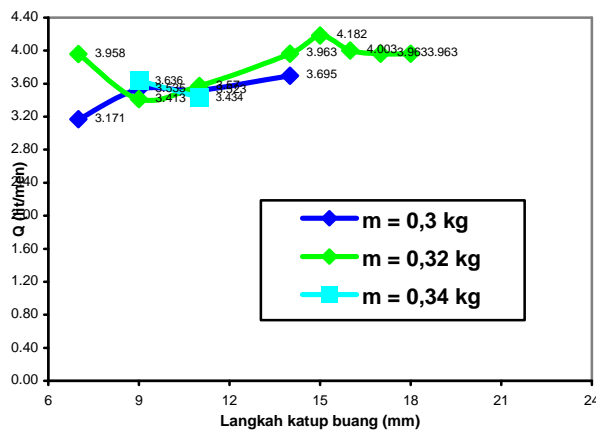
Gambar 7. Pemasangan pompa tanpa motor (*hydram pump*) pada pembangunan sistem instalasi irigasi dilokasi.



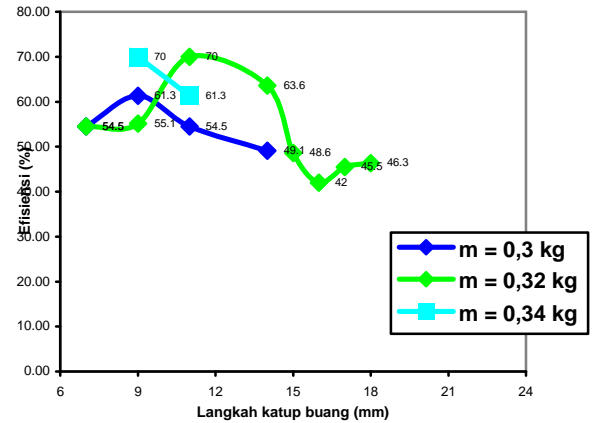
Gambar 8. Sistem irigasi pompa tanpa motor (*hydrum pump*) yang dibangun.

3. 2. Analisis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pompa ini mampu memompakan air sebanyak 4,182 lit/men (12.000 lit/hari untuk dua pompa) dan efisiensi 38 % 4,182 lit/men (12.000 lit/hari) dan efisiensi 48,6 % dengan ketinggian head sumber 1,5 m dan tinggi head penyaluran 7 m.



Gambar 9. Grafik hubungan antara laju aliran volume air yang disalurkan terhadap panjang langkah katup buang untuk tinggi head pemompan 7 m.



Gambar 10. Grafik hubungan antara efisiensi pompa terhadap panjang langkah katup buang untuk tinggi head pemompan 7 m.

Dengan penerapan teknologi pompa tanpa motor (*hydrum pump*) ini, maka sumber aliran energi Way Limus dapat digunakan untuk membantu mengairi persawahan petani yang ada di Kelurahan Sumberrejo, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung. Apabila pompa digunakan selama 24 jam, maka jumlah air yang dipompakan sekitar 6 m^3 dan untuk 2 buah pompa *hydrum* jumlah air yang dipompakan 12 m^3 . Dengan demikian jumlah air ini dapat digunakan untuk mengairi sawah dengan luas $\pm 300 \text{ m}^2$, dan dalam pemakaiannya para petani bergantian menggunakan air ini untuk mengairi sawah mereka. Sehingga sistem irigasi ini nantinya akan membantu petani untuk mengairi sawah dengan tidak menggunakan pompa motor lagi, yang selama ini memberatkan para petani. Petani yang selama ini mengharapkan tadah hujan untuk mengolah sawah mereka, maka dengan adanya sistem irigasi ini petani dapat meningkatkan jumlah frekuensi pengolahan sawah mereka menjadi 2 kali atau 3 kali dalam setahun dan juga dapat menanam tanaman yang lebih bervariasi, sehingga nantinya akan meningkatkan produksi pertanian di daerah ini. Pembangunan sistem irigasi menggunakan pompa tanpa motor (*hydrum pump*) di Sumberrejo ini juga dapat menjadi contoh bagi desa-desa lain di Provinsi Lampung untuk dapat memanfaatkan sumber energi aliran sungai yang ada di sekitar areal pertanian mereka dengan tidak menggunakan energi bahan bakar ataupun listrik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembangunan sistem irigasi dengan menggunakan teknologi pompa tanpa motor (*hydram pump*) yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi pengoperasian pompa *hydraulic ram* ini dipengaruhi panjang langkah katup buang dan tinggi head sumber, dan kondisi pengoperasian ideal adalah panjang langkah katup buang 15 mm dimana laju aliran volume air yang dipompakan 4,182 lit/men (12.000 lit/hari untuk dua pompa) dengan kondisi pengoperasian head sumber 1,5 m, dan tinggi pemompaan 7 m.
2. Dengan menerapkan teknologi pompa tanpa motor (*hydraulic ram pum*) ini maka energi aliran sungai Way Limus dapat dimanfaatkan untuk membantu petani mengolah sawah pertanian di Kelurahan Sumberrejo, Kecamatan Kemiling dengan tidak sistem tadah hujan lagi sehingga nantinya dapat meningkatkan produksi pertanian mereka.
3. Pembangunan sistem irigasi menggunakan pompa tanpa motor (*hydram pump*) di di Kelurahan Sumberrejo ini dapat menjadi contoh bagi desa-desa lain di Provinsi lampung untuk memanfaatkan sumber energi aliran sungai yang ada di sekitar areal pertanian mereka dengan tidak menggunakan energi bahan bakar ataupun listrik.

5. REFERENSI

- 1 -----, 2009, Areal Padi Gadu Lampung Mulai Dilanda Kekeringan. Lebih Cepat.Com. Diakses dari <http://www.lebihcepat.com/nasional/34-berita-nasional/832-areal-padi-gadu-lampung-mulai-dilanda-kekeringan.html>.
- 2 David, J.P. and Edward, H.W., 1985, Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics, SI (Metric) Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- 3 Fox, R. W., and Mc Donald, A. T., 1995. Introduction to Fluid Mechanics. John Wiley & Sons, New York. 781 pp.
- 4 Saragih, R. S. dan Sinaga, J. B., 2007. Rancang Bangun Model Pompa Tanpa Motor (*Hydraulic Ram Pump*) untuk Irigasi Persawahan di Daerah Pedesaan Provinsi Lampung, Laporan Penelitian Dosen Muda, Universitas Lampung.
- 5 Sinaga, J. B, Suudi, A., dan Azhar, 2010. Optimasi Rancang Bangun Pompa Tanpa Motor (*Hydraulic Ram Pump*) untuk Irigasi Pertanian di Propinsi Lampung, Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional, Universitas Lampung.
- 6 Taye, T. 1999., Hydraulic Ram Pump, Journal of the Ethiopian Society of Mechanical Engineers, Vol. II, No. 1.
- 7 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.
- 8 Thomas, T. H., 1994. Algebraic Modelling of the Behaviour of Hydraulic Ram Pumps, Working Paper No. 41 Department of Engineering, University of Warwick.



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN**

Sertifikat

Nomor : 39/E3.3/RA.05/2019
diberikan kepada :

JORFRI BOIKE SINAGA
Universitas Lampung

sebagai penyaji pada :

Seminar Hasil Program Pengabdian kepada Masyarakat Mono Tahun Pelaksanaan Tahun 2018
diselenggarakan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi pada tanggal 21 s.d 22 Februari 2019 di Jakarta.

Jakarta, 22 Februari 2019



[Handwritten Signature]

Ocky Karna Radjasa
NIP. 196510291990031001