



## Penerapan Teknologi Pompa Tanpa Motor (*Hydraulic Ram Pump*) untuk Model Sistem Irigasi Persawahan Masyarakat di Desa Wonokarto Kecamatan Gading Rejo Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung

Jorfri Boike Sinaga, Panly M. E. L, Ahmad Su'udi, dan Sugiman

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Bojonegoro No. 1 Bandar Lampung.

\*E-mail korespondensi: jorfri6@yahoo.com

**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 kebutuhan 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 desa Wonokarto. Di desa ini sudah terdapat irigasi, namun disebagian tempat lahan pertaniannya lebih tinggi dari pada permukaan air irigasi 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 penggerak namun pompa *hydram* menggunakan energi potensial air itu sendiri untuk menaikkan sebagian air tersebut hingga ke ketinggian yang diinginkan. Pada penelitian ini diberikan perancangan dan pengujian pompa *hydram* untuk model sistem irigasi persawahan desa Wonokarto dengan menggunakan potensi head sumber aliran 1,5 m, jarak antara sumber air dan letak pemasangan pompa 7,8 m, dan ketinggian pemompaan 6 m.

**Kata kunci:** pompa *hydram*, pompa tanpa motor, irigasi

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris dimana mata pencarian mayoritas penduduknya adalah dengan bercocok tanam. Berdasarkan data yang diperoleh, produksi padi yang dihasilkan pada tahun 2014 sebanyak 70,84 juta ton. Hasil tersebut mengalami penurunan dari produksi padi pada tahun sebelumnya yaitu sebesar 0,45 juta ton. Penurunan produksi padi tersebut diperkirakan terjadi akibat oleh banyak faktor misalnya penurunan luas panen, penurunan produktivitas dan kebutuhan air yang tidak tercukupi (Badan Pusat Statistik, 2014).

Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang menjadi pendorong pertumbuhan produksi padi di Indonesia. Produksi padi di provinsi Lampung pada tahun 2014 sebanyak 3,32 juta ton, naik sebesar 113,06 ribu ton dibandingkan dengan produksi padi pada tahun sebelumnya (BPS Provinsi Lampung, 2015). Untuk mencapai tujuan tersebut dibutuhkan berbagai solusi agar produksi padi yang ditargetkan dapat tercapai karena sama seperti daerah yang lainnya di Indonesia, provinsi Lampung juga memiliki permasalahan untuk meningkatkan produksi padinya salah satunya yaitu kebutuhan air untuk tanaman padi yang tidak mencukupi. Hal ini dapat dilihat dari data bahwa luas sawah yang mendapatkan irigasi di provinsi Lampung sebesar 185,569 Ha dari keseluruhan luas sawah yang ada di provinsi Lampung yaitu sebesar 360,273 Ha. Dari data tersebut, luas lahan persawahan yang belum mendapatkan irigasi sebesar 174,704 Ha (Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2014).

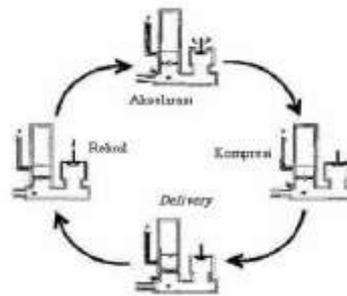
Salah satu daerah di provinsi Lampung yang mengalami permasalahan pertanian akibat kurangnya kebutuhan air terdapat di Desa Wonokarto di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Di desa ini sudah terdapat bendungan untuk irigasi, namun disebagian lahan persawahan belum mendapatkan pengairan dari irigasi tersebut dikarenakan lahan persawahan tersebut lebih tinggi permukaannya dari pada permukaan air pada bendungan tersebut sehingga air tidak dapat mengalir ke area persawahan tersebut. Untuk mendapatkan air ke persawahannya para petani hanya mengharapkan dari curahan hujan dan menggunakan mesin pompa untuk mengalirkan air dari bendungan ke lahan persawahan. Hal ini sangat memberatkan petani di desa tersebut, karena mesin pompa yang dipakai menggunakan bahan bakar bensin. Namun ada salah satu solusi yaitu menggunakan teknologi sederhana tanpa menggunakan bahan bakar. Teknologi tersebut adalah pompa *hydram* (*hydraulic ram pump*). Pompa *hydram* tidak menggunakan bahan bakar sebagai sumber penggerak namun pompa *hydram* menggunakan energi potensial air itu sendiri untuk menaikkan sebagian air tersebut hingga ke ketinggian yang diinginkan.

Dari hasil survey lapangan dan penentuan tempat yang cocok untuk pembuatan pompa *hydram* didapat data potensinya yaitu tinggi jatuh air atau *head* sumber sebesar 1,5 m, jarak antara sumber air dan peletakkan pompa *hydram* sebesar 7,8 m dan ketinggian pemompaan yang dibutuhkan sehingga dapat untuk mengairi persawahan yaitu sebesar 6 m. Melihat potensi aliran air tersebut, mendorong peneliti untuk melakukan perancangan dan pembuatan pompa *hydram* untuk model sistem irigasi untuk membantu mengairi persawahan. Pompa *hydram* inilah yang diharapkan menjadi salah satu solusi untuk membantu irigasi di desa Wonokarto kecamatan Gading Rejo Kabupaten Pringsewu dan akhirnya meningkatkan potensi produksi padi di daerah tersebut.

### Prinsip Kerja Pompa *Hydram*

Perlu diingat bahwa air dalam jumlah sedikit tetapi dijatuhkan dari ketinggian yang besar mampu mengalirkan air sebanyak air dalam jumlah besar tetapi dijatuhkan dari ketinggian yang kecil sesuai dengan persamaan kesetimbangan energi. Semakin tinggi *head* penyaluran, akan semakin sedikit air yang dipompakan. Pompa *hydram* bekerja dalam

suatu siklus pemompaan yang didasarkan pada posisi katup impulsnya (*impulse valve*). Siklus kerja pompa *hydrum* terbagi dalam empat periode seperti Gambar 1 (Taye, 1998).



**Gambar 1.** Siklus kerja pompa *hydrum* (Silvers, 1977)

1. *Akselerasi*: air pada pipasuplai mulai mengalir dengan cepat. Dan sebagian air keluar melalui katup buang. Semakin lama tekanan air terus membesar, hingga sampai pada saat dimana tekanan air mulai melebihi berat katup buang, sehingga katup buang mulai terangkat karena gaya dorong air.
2. *Kompresi*: tekanan air telah menyebabkan katup buang menutup secara sempurna, sehingga aliran air tidak dapat mengalir melalui katup buang. Akibatnya, air hanya mampu mengalir ke arah tabung udara. Air terus mengalir, menekan udara di dalam tabung, hingga saat dimana gaya dorong air tidak lagi mampu menekan udara di dalam tabung. Pada saat itu, air disekitar pompa tiba-tiba berhenti. Partikel air tidak mampu lagi bergerak, baik melalui katup impuls, atau melalui tabung udara. Bersamaan dengan itu, partikel air di pipasuplai masih terus mengalir dengan cepat, sehingga terjadilah tumbukan antara partikel air yang tiba-tiba berhenti dengan partikel air dalam pipasuplai yang masih bergerak cepat. Proses tabrakan itu menghasilkan hentakan yang kembali menekan udara sehingga udara dalam tabung kembali terkompresi.
3. *Penyaluran (delivery)*: sesaat setelah terjadinya hentakan, udara akan menekan balik air didalam tabung, mirip seperti pegas. Air yang telah masuk kedalam tabung udara tak bisa lagi balik ke katup buang dan pipa suplai, karena adanya katup searah. Akibatnya, tekanan balik itu akan mendorong air mengalir masuk ke pipa penyaluran (*delivery pipe*).
4. *Pembalikan (recoil)*: pada tahap *recoil*, tekanan air mulai berkurang. Air mengalir yang telah kehilangan gaya dorong itu akan mengalir balik ke arah pipa suplai. Bersamaan dengan itu, katup buang mulai terbuka kembali karena adanya gaya berat dari katup impuls tersebut.

### Perancangan Pompa *Hydrum*

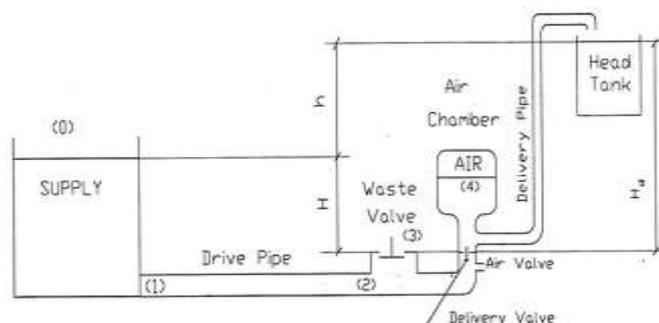
Dalam perancangan pompa *hydrum* ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar hasil pemompaan yang diinginkan dapat tercapai. Dari skema pada Gambar 2 dapat dilihat data- data apa saja yang harus diketahui dalam perancangan pompa *hydrum*.

Tahap awal proses perancangan pompa *hydrum*, terlebih dahulu dilakukan survei di lokasi pemasangan pompa. Data yang perlu dicari pada saat melakukan survei lokasi adalah

1. Potensi dari sumber air antara lain tinggi jatuh air atau *head* sumber dan ketersediaan debit air.
2. Jarak dari sumber air dengan lokasi tempat pemasangan pompa *hydrum*.
3. Ketinggian pemompaan yang diperlukan.

Untuk diameter pipasuplai ( $D_{drv}$ ) dapat kita tentukan dengan metode *Calvert*, dimana perbandingan antara panjang pipasuplai dan diameternya

$$150 \leq \frac{L}{D} \leq 1000 \quad (1)$$



**Gambar 2.** Skema instalasi pompa *hydrum* (Taye, 1998)

Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode *Calvert* karena banyak peneliti yang menyimpulkan bahwa metode *Calvert* menghasilkan nilai output yang paling memuaskan (Taye, 1998).

Than (2008) mengatakan untuk mencari berat dari katup buang, dapat menggunakan Persamaan 2 berikut ini

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

Dimana:  $W_{wv}$  adalah berat katup buang (N),  $A_s$  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*. (Fox dan Mc. Donald, 1995). Diameter katup buang minimum yang sebaiknya dipakai yaitu sebesar diameter pipa suplai.

Than (2008) mengatakan untuk 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

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

Nilai  $\beta$  dapat dihitung dengan menggunakan:

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

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

Metode yang digunakan untuk menghitung efisiensi pompa *hydram*, yaitu metode *Rankine* (Taye, 1998).

$$\eta_{Rankine} = \frac{Q(H_d - H)}{(Q + Q_w)H} \quad (5)$$

dimana,  $\eta_{Rankine}$  adalah efisiensi 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 ( $A_v$ ), dan ukuran tangki udara yang akan digunakan.

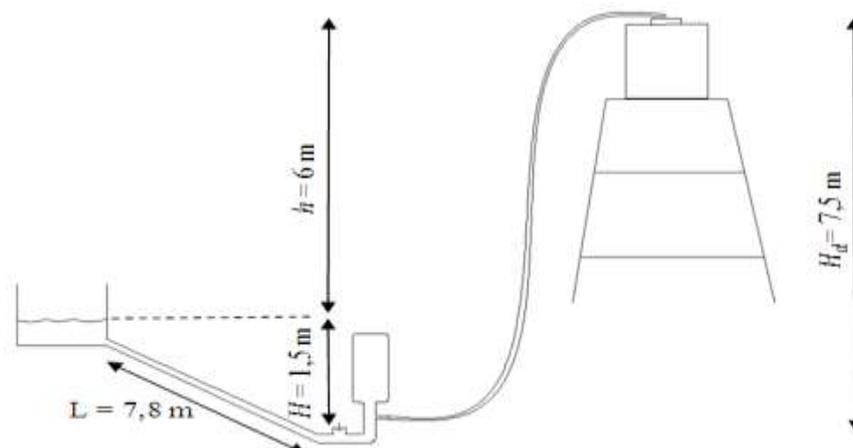
#### 3. Pembuatan pompa *hydram* sesuai hasil perancangan

#### 4. Pemasangan model sistim irigasi persawahan di desa Wonokarto dan pengujian pompa *hydram*

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari survey di lapangan didapat data potensi yang dijadikan acuan untuk perancangan komponen-komponen pompa *hydram* yaitu *head* sumber sebesar 1,5 m, dengan jarak dari sumber air ke pompa sebesar 7,8 m dan ketinggian pemompaan yang dibutuhkan sebesar 6 m. Untuk menggunakan debit air yang tersedia secara optimal, pipa yang digunakan berdiameter 1¼ inci. Potensi-potensi yang terdapat dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.

Luas lahan persawahan yang akan dijadikan model irigasi sekitar 200  $m^2$  dan ketinggian air untuk persawahan perharinya peneliti menetapkan sekitar 10 mm/hari (Yoshida, 1981). Setelah dikalkulasikan debit air yang dibutuhkan sekitar 2  $m^3$ / hari atau 2000 liter/hari.



Gambar 3. Potensi-potensi yang didapat dilapangan

### Parameter- Parameter Perancangan PompaHydrum

Dimensi pipa suplai yang ditentukan yaitu panjang dari pipa suplai dan diameter dari pipa suplai. Panjang pipa suplai sesuai yaitu sebesar 7,8 m. Diameter pipa suplai yang digunakan yaitu 1 ¼ inci. Pipa suplai dengan diameter 1 ¼ 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 ( $\frac{L}{D}$ ) yang didapat

$$\frac{L}{D} = 208,56$$

Sesuai dengan Persamaan 1 sehingga dimensi pipa suplai yang direncanakan dapat digunakan. Dengan menggunakan pipa suplai berdiameter 1 ¼ inci didapat debit air yang melalui pipa suplai yaitu sebesar 1,8 liter/detik.

Menurut Taye (1998), diameter katup buang dan saluran air keluar rumah katup buang yang sebaiknya dipakai yaitu mendekati dari diameter pipa suplai. Pipa suplai yang digunakan berdiameter 1¼ inci dengan diameter dalam 37,4 mm. Sedangkan untuk *body* pompa dibuat dengan sambungan T pipa besi dan sambungan L pipa besi yang berukuran 2 inci dengan diameter dalam 52,5mm. Diameter saluran air keluar rumah katup buang dibuat sebesar 38 mm dan diameter katup buang dibuat sebesar 45 mm. Setelah diameter dari katup buang diketahui, berat dari katup buang dapat diketahui. Berat dari katup buang yang disarankan kurang lebih 0,122 kg setelah dilakukan perhitungan.

Dari data survei di lapangan, dengan ketinggian reservoir atau ketinggian pemompaan sebesar (h) 6 m sudah cukup untuk mengairi lahan persawahan yang akan dijadikan model irigasi. Media yang digunakan untuk menyalurkan air dari pompa *hydrum* menuju reservoir menggunakan selang berdiameter 5/8 inci dengan panjang 9 m dan tingkat kekasaran ( $e/D$ ) sebesar 0,00005. Data-data tersebut digunakan untuk mencari volume air yang terpompakan dalam satu siklus. Dari hasil perhitungan, volume air yang terpompakan tiap siklus sebesar 0,12 liter. Menurut Than (2008) 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.

**Tabel 1.** Data hasil perancangan

Panjang pipa suplai	7,8 m
Diameter pipa suplai	1 ¼ inci
Diameter katup buang	45 mm
Berat katup buang	0,122 kg
Volume tabung udara	4,2 liter

### Pembuatan dan Pemasangan Pompa *Hydrum* untuk Model Sistem Irigasi

Sebelum melakukan perakitan pompa *hydrum*, terlebih dahulu dilakukan pembuatan komponen-komponen pompa *hydrum*. Berikut adalah hasil dari pembuatan komponen-komponen pompa *hydrum* serta perakitan pompa *Hydrum*.



**Gambar 4.** Hasil pembuatan dan perakitan pompa *hydrum*

Hasil pemasangan pompa *hydrum* untuk model sistem irigasi yang dilakukan di desa Wonokarto kecamatan Gading Rejo kabupaten Pringsewu dapat dilihat pada Gambar 6.

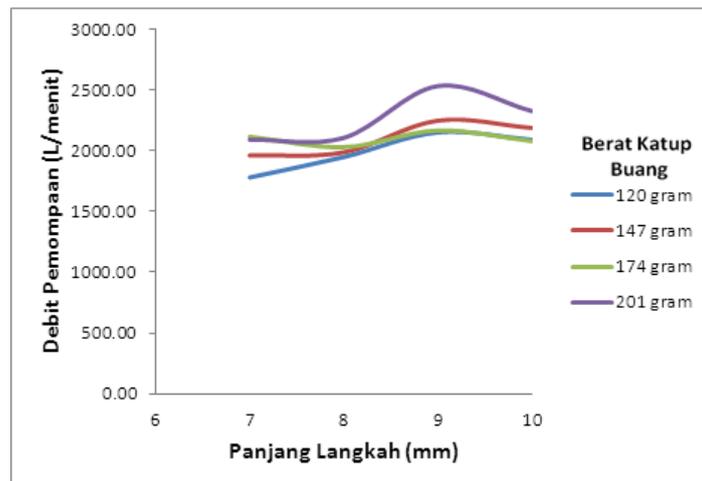


Gambar 5. Hasil pemasangan pompa *hydram* untuk model sistem irigasi

#### Hasil Pengujian Pompa *Hydram* untuk Model Sistem Irigasi

Pada proses pengujian divariasikan tinggi langkah katup buang, berat katub buang, volume tabung udara. Ketinggian langkah katup buang divariasikan mulai dari 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm. Berat katup buang divariasikan untuk tanpa beban, penambahan 1 beban, penambahan 2 beban, penambahan 3 beban dimana untuk setiap beban mempunyai berat 27 gram. Volume tabung udara divariasikan dari 3,37 liter, 4,2 liter, dan 5,62 liter. Hasil pengujian dapat dilihat dari Gambar 6 dan 7.

Dari ketiga volume tabung yang divariasikan untuk *head* terpompakan 6 m, maka kombinasi dari volume tabung 3,37 liter yang menghasilkan debit pemompaan yang paling besar. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

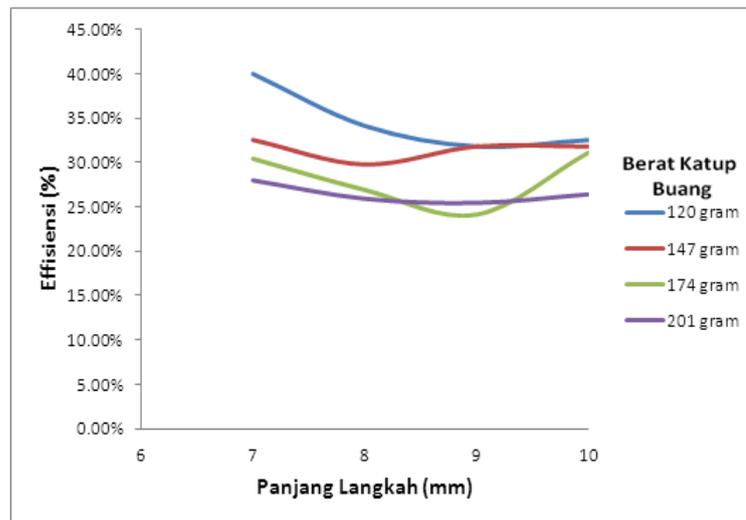


Gambar 6. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan *head* terpompakan 6 m

Dari Gambar 6. dapat dilihat bahwa debit pemompaan maksimum terdapat pada panjang langkah 9 mm pada beban 201 gram dengan debit pemompaan yaitu 2535 mL/menit dan debit pemompaan paling kecil terdapat pada panjang langkah 7 mm pada beban 120 gram dengan debit pemompaan yaitu 1782 mL/menit. Untuk beban 120, 147, 201 gram terjadi kenaikan debit pemompaan dari panjang langkah 7 mm sampai panjang langkah 9 mm namun mengalami penurunan pada panjang langkah 10 mm. Untuk beban 174 gram terjadi penurunan debit pemompaan dari panjang langkah dari 7 mm ke 8 mm dan mengalami kenaikan debit pemompaan pada panjang langkah 9 mm namun mengalami penurunan pada panjang langkah 10 mm.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa dengan berat beban 201 gram dan panjang langkah 9 mm adalah kombinasi yang menghasilkan debit pemompaan terbesar yaitu 2535 mL/menit. Hal tersebut dapat terjadi karena dengan beban 201 gram pada panjang langkah 9 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.

Sedangkan untuk efisiensi terbesar didapat pada kombinasi pada volume tabung 5,62liter. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



**Gambar 7.** Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 5,62liter dan *head* terpompakan 6 m

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa efisiensi maksimum terdapat pada panjang langkah 7 mm pada beban 120 gram dengan efisiensi 40 % sedangkan efisiensi paling kecil terdapat pada panjang langkah 9 mm pada beban 174 gram dengan efisiensi 24,14 %. Untuk beban 120, 174 dan 201 gram terjadi penurunan efisiensi dari panjang langkah dari 7 mm ke 9 mm dan mengalami kenaikan efisiensi pada panjang langkah 10 mm. Pada beban 147 terjadi penurunan efisiensi dari panjang langkah dari 7 mm ke 8 mm dan mengalami kenaikan efisiensi pada panjang langkah 9 mm namun mengalami penurunan efisiensi pada panjang langkah 10 mm. Efisiensi terbesar yaitu 40 % didapat dengan kombinasi panjang langkah 7 mm pada berat beban 120 gram. Hal tersebut dapat terjadi karena debit air yang terbuang pada kombinasi tersebut adalah debit air terbuang yang paling kecil.

Setelah pengujian dilakukan dan hasil pengujian telah didapat, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan hasil perancangan untuk komponen- komponen pompa hidram, hasil pemompaan yang diinginkan dapat terpenuhi sebesar 2000 liter/hari. Untuk mendapatkan hasil pemompaan tersebut dilakukan dengan cara mengkombinasikan antara panjang langkah katup buang dan volume tabung udara untuk ketinggian pemompaan yang berbeda- beda.

### KESIMPULAN

Pada makalah ini telah diberikan perancangan pompa hidram yang akan digunakan untuk membantu irigasi persawahan masyarakat di desa Wonokarto, Kecamatan Gading Rejo, Provinsi Lampung. Potensi yang didapat dilapangan yaitu *head* sumber sebesar 1,5 m, dengan jarak antara sumber air dengan pompa sebesar 7,8 m dengan diameter pipa suplai sebesar 1 ¼ inch dan debit air dalam pipa penggerak yang tersedia sebesar 1,8 liter/detik. Dengan menggunakan data- data tersebut maka berat katup buang dapat diketahui yaitu sebesar 0,122 kg. Ketinggian pemompaan yang digunakan 6 m dan menggunakan selang berdiameter 5/8 inci dengan panjang 9 m dan volume tabung udara yang didapat  $4,2 \cdot 10^{-3} m^3$ .

Setelah dilakukan pengujian dan optimasi, debit pemompaan yang paling besar untuk tinggi pemompaan 6 m yaitu 2535 mL/menit menggunakan tabung bervolume 3,37 liter dengan beban 201 gram pada panjang langkah katup buang 9 mm. Sehingga dengan kombinasi tersebutlah yang dianjurkan untuk mendapatkan hasil pemompaan yang maksimal. Namun efisiensi yang paling besar yaitu 40 % menggunakan tabung bervolume 5,62 liter dengan beban 120 gram pada panjang langkah katup buang 7 cm. Jadi bila pompa ini digunakan dua buah atau lebih maka hasil pemompaan dapat digunakan untuk membantu irigasi pertanian masyarakat. Pembuatan dan pemasangan pompa *hidram* relatif mudah dan biaya pembuatannya terjangkau karena bahan- bahan yang dibutuhkan dapat dengan mudah ditemukan di toko- toko material.

### DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2015) *Produksi Tanaman Pangan 2014*. Jakarta.



- BPS Provinsi Lampung. (2015) *Produksi Padi, Jagung, Kedelai*. Lampung.
- Fox, R. W.. dan McDonald, A.T. (1995). *Introduction to Fluid Mechanics 6<sup>th</sup> Edition*. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, AS.
- Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. (2014) *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2009- 2013*. Jakarta.
- Silvers, M. (1977) *Use of Hydraulics Ram in Nepal*. UNICEF, Kathmandu, Nepal.
- Taye, T. (1998). Hydraulic Ram Pump. *Journal of the ASME*, Vol II, No.1, Addis Ababa, Ethiopia.
- 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.
- Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute: Los Banos