

**PENGGUNAAN POMPA DENGAN MESIN BERBAHAN BAKAR LPG  
SEBAGAI SARANA IRIGASI TANAMAN PADI  
DI DESA BAKTIRASA, KECAMATAN SRAGI,  
LAMPUNG SELATAN**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**SUHARYADI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRACT**

### **USE OF PUMPS WITH LPG-FUELED ENGINES AS A MEANS FOR IRRIGATION RICE CROP IN BAKTIRASA, SUBDISTRICT OF SRAGI, SOUTH LAMPUNG**

**By**

**Suharyadi**

The use of a pump with gasoline engine to meet the water requirement of rice plants during the dry season requires a fairly high operational costs, so that only a small percentage of farmers who worked their land. One effort that can be done to increase the production of rice is converting fuel pump from originally petrol to LPG. This study aims to determine the technical and economic feasibility of the use of pumps with LPG-fueled engines as a means of irrigation during the dry season. Research was conducted in a farmer field at Baktirasa, subdistrict of Sragi, regency of South Lampung to observe the use of LPG-fueled irrigation pumps to irrigate paddy fields. Measurements were taken at five rice fields with the size of each plot 1.250 m<sup>2</sup>. The results of research showed that the use of pumps with LPG-fueled engine has a capacity of 51,7 hours for 1 ha of land with water flow of 14,58 m<sup>3</sup>/h. The distribution uniformity of 92,28% with a height of stagnant water of 4,12 cm, LPG consumption 24 kg, and an average engine speed of 2.586 RPM. The cost of using the pump with LPG-fueled engine for each

irrigation was Rp. 384.420,35/ha, less than the lease/contract cost of Rp.500.000,00/ha. The use of pump with LPG-fueled engines was feasible to be applied because it is able to distribute the water to meet the water requirement of rice plants during the dry season and the operational cost is less than the price of renting or leasing.

Keywords : irrigation, pumps, LPG-fueled, cost analysis.

## **ABSTRAK**

### **PENGUNAAN POMPA DENGAN MESIN BERBAHAN BAKAR LPG SEBAGAI SARANA IRIGASI TANAMAN PADI DI DESA BAKTIRASA, KECAMATAN SRAGI, LAMPUNG SELATAN**

**Oleh**

**Suharyadi**

Penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar bensin untuk memenuhi kebutuhan air tanaman padi pada saat musim kemarau memerlukan biaya operasional yang cukup tinggi, sehingga hanya sebagian kecil saja petani yang menggarap lahannya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi padi yaitu mengalihkan bahan bakar pompa yang awalnya bensin ke LPG. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG sebagai sarana irigasi pada saat musim kemarau. Penelitian di lahan di Desa Baktirasa Kecamatan Sragi kabupaten Lampung Selatan dengan mengamati penggunaan pompa irigasi berbahan bakar LPG untuk mengairi petak sawah. Pengukuran dilakukan pada lima petak sawah dengan ukuran masing-masing petak 1.250 m<sup>2</sup>. Hasil penelitian penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk luas lahan 1 ha memiliki kapasitas kerja 51,7 jam dengan debit air 14,58 m<sup>3</sup>/jam, keseragaman

distribusi 92,28 % dengan ketinggian genangan air 4,12 cm, konsumsi LPG 24 kg dengan kecepatan rata-rata 2.586 RPM. Biaya penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk 1 kali pengairan adalah Rp. 384.420,35/ha lebih murah dibandingkan sewa/kontrak dengan biaya sebesar Rp.500.000,00/ha. Penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG layak untuk diterapkan karena mampu mendistribusikan air untuk kebutuhan air tanaman padi saat musim kemarau dan biaya operasionalnya lebih murah dibandingkan dengan harga sewa/kontrak.

Kata kunci : irigasi, pompa, bahan bakar LPG, analisis biaya

**PENGGUNAAN POMPA DENGAN MESIN BERBAHAN BAKAR LPG  
SEBAGAI SARANA IRIGASI TANAMAN PADI  
DI DESA BAKTIRASA, KECAMATAN SRAGI,  
LAMPUNG SELATAN**

**Oleh**

**SUHARYADI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi : **PENGUNAAN POMPA DENGAN MESIN  
BERBAHAN BAKAR LPG SEBAGAI  
SARANA IRIGASI TANAMAN PADI DI  
DESA BAKTIRASA, KECAMATAN SRAGI,  
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Suharyadi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1014071050**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

**Ir. Budianto Lanya, M.T.**  
NIP 19580523 198603 1 002

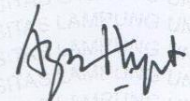
2. Ketua Jurusan

**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

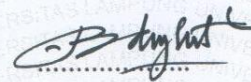
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

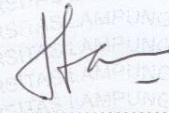
Ketua : **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



Sekretaris : **Ir. Budianto Lanya, M.T.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020 198603 1 002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Maret 2016**



### PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Suharyadi NPM 1014071050

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. dan 2) Ir. Budianto Lanya, M.T. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan, apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, April 2016

Yang membuat pernyataan



**Suharyadi**  
**NPM. 1014071050**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Suharyadi dilahirkan pada tanggal 19 Oktober 1990 di Desa Baktirasa, Kecamatan Sragi, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Penulis adalah anak ke empat dari empat bersaudara. Penulis lahir dari pasangan Bapak Sarji dan Emak Engkar.

Penulis mengenyam pendidikan dari Taman Kanak-kanak Utama Bakti Sragi pada tahun 1997, Sekolah Dasar di SD N 1 Baktirasa diselesaikan pada tahun 2003, Sekolah Menengah Pertama di SMP N 2 Sragi diselesaikan pada tahun 2006, dan kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA N 2 Kalianda diselesaikan pada tahun 2009. Di tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.

Pada tahun 2014 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata di Desa Negeri Besar, Kecamatan Negeri Besar, Kabupaten Way Kanan, Propinsi Lampung. Pada tahun 2014 penulis melakukan Praktek Umum di Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBPMP) dengan judul Mempelajari Prinsip Perencanaan Alat dan Mesin Pertanian di BBPMP.

**Kupersembahkan karya kecil ini  
Untuk  
Kedua orang tuaku dan keluarga**

**Serta  
Almamater Tercinta Universitas Lampung  
Teknik pertanian**

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Penggunaan Pompa dengan Mesin Berbahan Bakar LPG sebagai Sarana Irigasi Tanaman Padi di Desa Baktirasa Kecamatan Sragi Kabupaten Lampung Selatan”.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan, nasehat, dukungan, doa, kritik, dan saran selama penelitian hingga menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Penguji.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

6. Keluarga Besar Penulis yang tercinta : Bapak, Emak dan kakak-kakakku.
7. Teman-teman angkatan 2010.
8. Keluarga Besar Teknik Pertanian.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Maret 2016

Suharyadi

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Manfaat .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Kebutuhan Air Tanaman Padi .....	4
2.2. Air Tanah .....	7
2.3. Irigasi .....	7
2.4. Pompa .....	10
2.5. Analisis Biaya .....	14
2.5.1. Biaya Tetap .....	14
2.5.2. Biaya Operasional .....	15
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.3. Prosedur Penelitian .....	18
3.3.1. Persiapan Pompa .....	18
3.3.2. Pemasangan Selang Air .....	21
3.3.3. Pengujian Pompa .....	21
	iv

3.3.4. Pengambilan Data .....	22
3.3.5. Analisis Biaya Pompa Irigasi .....	23
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1. Kondisi Lahan Penelitian .....	24
4.2. Modifikasi dan Instalasi Pompa .....	25
4.3. Uji Kinerja Pompa Berbahan Bakar LPG .....	28
4.3.1. Pengukuran Debit .....	28
4.3.2. Lama Waktu Pengairan .....	30
4.3.3. Konsumsi LPG .....	30
4.3.4. Keseragaman Distribusi .....	31
4.4. Analisa Biaya Pompa Berbahan Bakar LPG .....	32
4.4.1. Biaya Tetap .....	32
4.4.2. Biaya Tidak Tetap .....	34
V. SIMPULAN DAN SARAN .....	37
5.1. Simpulan .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN .....	40
TABEL 2-6 .....	41
Gambar 9-18 .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data hasil uji kinerja .....	28
	Lampiran
2. Pengukuran kecepatan putaran motor .....	41
3. Pengukuran debit air .....	41
4. Lama waktu pengairan .....	41
5. Konsumsi bahan bakar LPG .....	42
6. Keseragaman distribusi .....	42



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Layout</i> petakan sawah .....	17
2. Diagram metodologi pelaksanaan penelitian .....	19
3. Bagian <i>float chamber</i> pada karburator .....	20
4. Bagian <i>floater</i> , <i>floater valve</i> dan <i>main jet</i> pada karburator .....	20
5. Pemasangan selang gas ke bagian <i>main jet</i> pada karburator .....	21
6. Modifikasi pada sistem penyuplai bahan bakar .....	26
7. Instalasi pompa dengan tabung LPG (kiri) dan regulator tekanan (kanan) .	27
8. Grafik laju debit air .....	29
Lampiran	
9. Sumur bor .....	43
10. Regulator <i>high pressure</i> .....	43
11. Instalasi pompa dan sumur bor .....	44
12. Pengukuran debit air .....	44
13. Pengukuran RPM .....	45
14. Kondisi tanah sebelum pengairan .....	45
15. Tinggi genangan air setelah pengairan .....	46
16. Berat awal tabung LPG .....	46
17. Berat akhir tabung LPG .....	47
18. Pengukuran tinggi genangan air .....	47

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Mengulas optimisme gebrakan Kementerian Pertanian untuk mendukung upaya pencapaian swasembada pangan nasional lewat Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai (Upsus PAJALE), Lampung ditargetkan sebagai salah satu daerah lumbung beras nasional. Untuk mendukung pencapaian target itu, Kementerian Pertanian memberikan bantuan alat pertanian dan dana perbaikan irigasi untuk Provinsi Lampung. Provinsi Lampung mendapat bantuan traktor roda dua sebanyak 254 unit, pompa air sebanyak 67 unit dan dana perbaikan irigasi sebesar 1,1 juta per ha (Ardi, 2015).

Desa Baktirasa, Kecamatan Sragi, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah yang telah mendapatkan bantuan dari pemerintah walaupun tidak sepenuhnya mencukupi tetapi cukup membantu para petani sekitar. Desa Baktirasa merupakan sektor pertanian yang memiliki lahan cukup luas untuk bercocok tanam padi. Mayoritas penduduk setempat menanam lahan pertaniannya dengan tanaman padi. Kita tahu bahwa tanaman padi merupakan tanaman yang memiliki kebutuhan air yang cukup banyak dibandingkan dengan tanaman lain. Pada umumnya penanaman tanaman padi

biasanya dilakukan pada musim penghujan, hal tersebut dilakukan karena pada musim penghujan kebutuhan air untuk bercocok tanam padi tercukupi.

Kenyataannya pada musim kemarau banyak petani yang membiarkan lahannya kosong tidak terpakai dikarenakan takut air yang diperlukan tidak mencukupi dan berimbas pada gagal panen walaupun bantuan pemerintah telah diberikan berupa mesin pompa air namun masyarakat tetap enggan untuk menggunakannya dikarenakan biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian alat tersebut cukup besar. Ada beberapa (sebagian kecil) saja petani yang telah menggunakan mesin pompa penyedot air berbahan bakar bensin untuk memenuhi kebutuhan tanamnya disaat musim kemarau sehingga musim kemarau tetap melakukan kegiatan bercocok tanam. Hal tersebut menunjukkan bahwa produktivitas petani dalam pengelolaan pertaniannya masih dalam keadaan kurang baik dikarenakan masih ada petani yang enggan bercocok tanam dalam satu tahun penuh. Hal ini akan berimbas pada nilai pendapatan daerah dikarenakan hasil pertanian daerah tersebut kurang maksimal, sehingga diperlukan solusi agar pengeluaran biaya produksi yang lebih ekonomis.

Pada penelitian ini akan digunakan mesin pompa berbahan bakar LPG diharapkan menjadi solusi pada masyarakat dikarenakan bahan bakar LPG lebih efisien dibandingkan bahan bakar minyak. Manfaat lain untuk memberikan informasi dan membantu masyarakat dalam proses pengairan lahan persawahan yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan dalam proses pengairan selama satu musim tanam padi.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG sebagai sarana irigasi pada saat musim kemarau.

## **1.3. Manfaat**

Manfaat penelitian ini adalah memberikan acuan kepada petani terhadap penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG sebagai sarana irigasi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kebutuhan Air Tanaman Padi

Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya, sehingga diperoleh tambahan berat kering tanaman. Kebutuhan air tanaman dapat diukur dari perbandingan berat air yang dibutuhkan untuk setiap pertambahan berat kering tanaman. Dari sudut pandang irigasi, kebutuhan air untuk tanaman ditentukan oleh dua proses kehilangan air selama pertumbuhan tanaman, yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah kehilangan air karena penguapan dari permukaan tanah dan badan air atau permukaan tanaman tanpa memasuki sistem tanaman. Air yang berasal dari embun, hujan atau irigasi siraman yang kemudian menguap tanpa memasuki tubuh tanaman termasuk dalam air yang hilang karena evaporasi ini. Transpirasi adalah kehilangan air karena penguapan melalui bagian dalam tubuh tanaman, yaitu air yang diserap oleh akar-akar tanaman, dipergunakan untuk membentuk jaringan tanaman dan kemudian dilepaskan melalui daun ke atmosfer. Kedua proses kehilangan air tersebut kemudian sering disebut sebagai evapotranspirasi (Kartasapoetra dan Santoso, 1994).

Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah mencakup perhitungan air yang masuk dan keluar dari lahan sawah. Air di sawah dapat bertambah karena turun hujan, sengaja diairi dari saluran irigasi, dan perembesan dari sawah yang lebih tinggi letaknya. Air di sawah akan berkurang karena terjadinya transpirasi, evaporasi, infiltrasi, perkolasi, bocoran di tanah sawah dan pematang sawah, dan drainase. Berdasarkan kecukupan pasokan air, ada tiga sistem pembagian air, yaitu sistem serentak, sistem golongan, dan sistem rotasi (giliran). Berdasarkan teknik budidaya dan kecukupan air, maka cara pemberian air irigasi untuk padi sawah terdiri atas tiga cara, yaitu penggenangan sampai ketinggian tertentu, pengaliran air terus menerus, dan pengaliran air terputus-putus (Jhon, 2011).

Kebutuhan pengairan tanaman padi pada saat tanam kondisi air macak-macam, dan ini dipertahankan selama  $\pm 7$  hari, selanjutnya beri air setelah tanah belah kecil-kecil,  $\pm 0,5$  cm. Setelah anakan maksimum genangi lahan 5-10 cm, jangan sampai tanaman kekurangan air pada stadia ini. Waktu pengendalian gulma keringkan lahan. Saat berbunga, padi sensitif terhadap kekurangan air, genangi lahan 5-10 cm s/d 10 hari sebelum panen (Bobihoe, 2007).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan luas lahan 0,698 ha dengan jenis tanaman padi selama satu musim tanam (120 hari) diperlukan air irigasi sebanyak 5.865.316,44 l/mt, termasuk air untuk pengolahan lahan selama 30 hari. Debit rata-rata pompa irigasi dangkal adalah 21.684,49 l/jam, dengan kedalaman pengeboran 16 m, sehingga didapatkan lamanya jam operasi pompa adalah 2,25 jam per hari jika pompa beroperasi setiap hari. Berdasarkan analisis finansial maka penggunaan irigasi pompa dangkal sebagai salah satu alternatif dalam

penyediaan air irigasi untuk pertanian layak secara finansial karena memiliki B/C Ratio sebesar 2,03 dan NPV sebesar Rp 17.885.510,08. Peningkatan produksi lahan untuk satu kali musim tanam dengan luas lahan 1 (satu) hektar adalah 25 %. Luas minimum layak dapat diketahui pada pertemuan garis TC dan TR.  $TC = 366.386,301$  dan  $TR = 13.538.681,95 X$ . Berdasarkan persamaan garis TC dan TR, maka luas minimum layak penggunaan pompa untuk irigasi adalah 0,05 ha/mt. Sedangkan luas maksimum layak untuk satu pompa jika pompa beroperasi selama 8 jam/hari adalah 2,48 ha/mt (Yanti dan Setiawan, 2012).

Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi sangat tergantung dari berbagai faktor penyiapan lahan, pertumbuhan tanaman, penentuan kehilangan air karena perkolasi, penentuan penggantian lapisan air dan hujan efektif. Berdasarkan hasil penelitian (Hasibuan, 2010) kebutuhan air tanaman (ETc) berkisar antara 3,63 mm/hari sampai 4,14 mm/hari. Sedangkan evapotranspirasi tertinggi (ET0) terjadi pada bulan Februari untuk tanaman padi sebesar 4,4 mm/hari. Untuk pola tanam padi kebutuhan air irigasi maksimum terjadi pada bulan Januari (0,04 m<sup>3</sup>/dt/ha) untuk periode tanam bulan Januari sampai April, bulan Mei (0,11 m<sup>3</sup>/dt/ha) untuk periode tanam bulan Mei sampai Agustus, dan Bulan Mei (0,11 m<sup>3</sup>/dt/ha) untuk periode tanam bulan September sampai Desember, kebutuhan air irigasi bisa terpenuhi oleh hujan efektif.

## 2.2. Air Tanah

Air tanah adalah air di bawah permukaan tanah dimana rongga-rongga didalam tanah hakekatnya terisi oleh air. Pergerakan air tanah ke atas oleh kapilarisasi dari permukaan air tanah ke dalam daerah akar dapat merupakan suatu sumber air yang utama untuk pertumbuhan tanam-tanaman. Supaya cukup efektif tanpa membatasi dengan serius pertumbuhan tanam-tanaman, air tanah harus dekat tetapi dibawah kedalaman dari mana sebagian besar kebutuhan air untuk tanam-tanaman diambil. Apabila air tanah ada dalam daerah akar yang normal, pertumbuhan tanam-tanaman secara pasti akan tertekan. Apabila air tanah terlalu dekat dengan permukaan, kemampuan tanah untuk menghasilkan sebagian besar panen yang ekonomis menjadi hampir tidak ada sama sekali. Namun demikian, suatu permukaan air tanah pada bagian bawah akar dapat menyediakan suatu jumlah air yang layak dan dengan demikian mengurangi biaya irigasi lebih besar dari pada kerugian panen yang ditutupinya. Kedalaman permukaan air tanah yang optimum adalah kedalaman yang dapat memberikan pengembalian ekonomi yang maksimum (Hansen *et al.*, 1986).

## 2.3. Irigasi

Menurut Hansen *et al.* (1986), Irigasi secara umum didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanam-tanaman. Irigasi juga dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktifitas tanaman dan dapat membantu



melembabkan tanaman pada cuaca yang panas. Pemberian air irigasi dapat dilakukan dengan lima cara: (1) dengan penggenangan (*flooding*); (2) dengan menggunakan alur, besar atau kecil; (3) dengan menggunakan air bawah permukaan tanah melalui sub irigasi, sehingga menyebabkan permukaan air tanah naik; (4) dengan penyiraman (*sprinkling*); (5) dengan sistem cucuran (*trickle*).

Keseragaman distribusi (DU) di irigasi adalah ukuran bagaimana seragam air diterapkan untuk daerah yang sedang disiram, dinyatakan sebagai persentase. Keseragaman distribusi sering dihitung saat melakukan audit irigasi. DU tidak boleh bingung dengan koefisien keseragaman (CU) yang sering dipakai untuk menggambarkan kinerja sistem bertekanan *overhead*. Ukuran yang paling umum dari DU adalah *Low Quarter* DU, yang merupakan ukuran dari rata-rata kuartal terendah sampel, dibagi dengan rata-rata semua sampel. Semakin tinggi DU, semakin baik kinerja sistem. Jika semua sampel adalah sama, DU adalah 100%. Jika proporsi daerah lebih besar dari 25% menerima nol aplikasi DU akan 0%. Tidak ada nilai universal DU untuk kinerja sistem yang memuaskan tetapi umumnya nilai  $> 80\%$  dianggap diterima. Alternatif lain yang kurang umum dengan DU standar keseragaman distribusi mutlak, dihitung dengan membagi kedalaman minimum diterapkan pada setiap titik dengan rata-rata semua sampel. Keseragaman distribusi berguna ketika menentukan total kebutuhan penyiraman selama penjadwalan irigasi. Sebagai contoh, sebuah irrigator mungkin ingin berlaku tidak kurang dari satu inci air ke daerah yang disiram. Jika DU adalah 75%, maka jumlah total yang harus diterapkan akan menjadi jumlah yang diinginkan dari air, dibagi dengan DU. Dalam hal ini, irigasi yang diperlukan

akan 1,33 inci air, sehingga hanya daerah yang sangat kecil menerima kurang dari satu inci. Semakin rendah DU, yang kurang efisien distribusi, dengan demikian lebih banyak air yang harus diterapkan untuk memenuhi persyaratan minimum (Anonim, 2015).

Sesuai kepentingan umum dalam Peraturan Pemerintah no. 22 tahun 2006, irigasi pompa adalah salah satu jenis irigasi setingkat/sama dengan irigasi permukaan, irigasi rawa dan irigasi tambak. Dengan demikian irigasi pompa adalah penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian dengan menggunakan pompa air tanah. Irigasi pompa air tanah dapat diartikan sebagai usaha pengambilan air dari bawah permukaan air tanah (atau mengangkat/memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi) dengan menggunakan bantuan pompa air, sehingga dapat didistribusikan dan digunakan untuk keperluan irigasi. Irigasi pompa air tanah ini mempunyai kelebihan dan kelemahan, yaitu :

1. Kelebihan irigasi pompa air tanah
  - a. Adanya kepastian perolehan air dibandingkan dengan irigasi permukaan sehingga dapat diharapkan tersedia sepanjang tahun.
  - b. Rencana tata tanam dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dengan mempertimbangkan jenis tanaman, waktu tanam serta ketersediaan tenaga kerja.
  - c. Petani dapat mengatur sendiri penyediaan air irigasi.
2. Kelemahan irigasi air tanah
  - a. Diperlukan investasi/modal yang relatif besar untuk pembangunannya.

- b. Perlu perawatan yang intensif dan terus-menerus, sehingga membutuhkan dukungan tenaga operator yang terampil.
- c. Diperlukan biaya operasi dan pemeliharaan yang memadai agar keberlanjutannya dapat terjaga (Departemen PU, 2006).

#### **2.4. Pompa**

Irigasi dengan pompa sumur tabung telah memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan produksi tanaman. *Multi-cropping* menggunakan varietas unggul benih hanya mungkin jika ada fasilitas irigasi. Sehingga pompa memainkan peran penting dalam peningkatan produksi tanaman baik di dataran tinggi dan dataran rendah. Uji kinerja adalah kepentingan utama dan harus dilakukan untuk memperoleh data yang dapat diandalkan pada mesin. Ini harus dilakukan di bawah kondisi yang direkomendasikan oleh produsen dan tes di bawah kondisi lain. Dalam uji kinerja parameter yang diukur dan diamati adalah (Kibria, 1983) :

- a. Jumlah *stroke* dan revolusi pompa per satuan waktu
- b. *Static* kepala hisap
- c. Hisap dan pengiriman tekanan
- d. Tingkat debit
- e. Kekuatan konsumsi bahan bakar
- f. Kemudahan operasi dan penanganan.

Pompa adalah suatu alat yang dapat menaikkan atau memindahkan fluida cair dari suatu permukaan yang lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi untuk suatu

tujuan tertentu sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan pompa irigasi merupakan pompa air yang digunakan untuk keperluan mengairi suatu luasan lahan pertanian yang membutuhkan pengairan pada suatu pertanaman (Kementrian Pertanian, 2015).

Jenis-jenis pompa yang biasa digunakan untuk keperluan irigasi antara lain pompa sentrifugal yaitu pompa dengan kedalaman muka air maksimum 8 meter (pompa ini paling banyak digunakan untuk keperluan irigasi), pompa submersibel merupakan pompa berdiameter kecil dan dimasukkan kedalam pipa lindung dan pompa turbin adalah pompa putar (rotasi) yang dipasang di dalam sumur dan mempunyai kapasitas yang besar (Departemen PU, 2006).

Pemanfaatan bahan bakar gas (BBG) untuk transportasi telah dilakukan di beberapa negara termasuk Indonesia. Jenis BBG yang biasa digunakan adalah CNG/NGV, LPG dan LGV. Beberapa penelitian mengenai penggunaan LPG sebagai bahan bakar khususnya sepeda motor, sudah dilakukan akhir-akhir ini. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa, LPG bisa digunakan sebagai bahan bakar sepeda motor. Selain lebih irit, sepeda motor berbahan bakar LPG juga menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna, sehingga gas buangnya lebih bersih dan lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan mesin sepeda motor berbahan bakar bensin. Akan tetapi LPG memiliki angka oktan lebih tinggi, yang menyebabkan temperatur pada ruang bakar akan lebih tinggi juga. Selain itu LPG berbentuk gas, sehingga tidak mampu memberikan pendinginan sesaat dalam ruang bakar. Oleh sebab itu, kebutuhan akan minyak lumasnya akan berbeda dengan minyak lumas yang biasa

digunakan pada mesin bensin. Dengan fenomena ini, maka spesifikasi minyak lumas yang digunakan harus disesuaikan dengan kondisi tersebut (Fibria dan Maymuchar, 2012).

Bahan bakar LPG merupakan bahan bakar gas yang ramah lingkungan, sehingga dapat dijadikan bahan bakar alternatif selain bahan bakar bensin. Performa Mesin bensin yang dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi dikarenakan karakteristik sifat bahan bakar bensin berbeda dengan LPG. Hal ini dapat diatasi dengan mengatur saat penyalaan sehingga lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa dengan pengaturan saat penyalaan  $11^\circ$  sebelum TMA, menghasilkan prestasi (torsi dan daya) yang dekat dengan prestasi motor bensin yaitu hanya selisih 3 %. Prestasi terbaik pada mesin bahan bakar bensin ataupun LPG berkisar pada putaran 4.000 s.d 5.000 rpm (Yunianto, 2009).

Gas Elpiji (LPG) merupakan gas bumi yang mempunyai cadangan cukup besar di Indonesia. Dengan adanya pemanfaatan bahan bakar gas diharapkan masalah kebutuhan energi serta pencemaran lingkungan dapat teratasi. Mesin motor bensin dapat dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG, namun performa mesin tersebut menurun ketika menggunakan bahan bakar LPG. Penurunan performa mesin bensin ini karena memang mesin tersebut dirancang untuk bahan bakar bensin dikarenakan karakteristik penyalaan dari kedua bahan bakar tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan performa mesin tersebut adalah dengan mengatur penyalaan pengapian sehingga waktu penyalaan lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG dan bensin. Pengaturan pemajuan waktu

dilakukan dengan mengatur sudut pada *pulser* (pada sistem pengapian) sampai didapatkan sudut penyalaan yang tepat, sehingga didapatkan performa mesin yang maksimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar LPG pada mesin bensin satu silinder mengakibatkan penurunan daya hingga 25% dari daya yang dihasilkan oleh bensin. Sedangkan nilai BSFC-nya memperlihatkan hasil yang setara antara kedua bahan bakar, dimana kondisi optimal berada pada kisaran putaran 4.000 rpm sampai 5.000 rpm (Prannata, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian (Agrariksa dkk, 2013) untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar bensin dan etanol terhadap unjuk kerja motor bakar bensin berdasarkan nilai kalor bahan bakar, dengan prosedur pengujian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: pengujian nilai kalor bahan bakar; pengujian motor bensin; pengujian emisi gas buang. Pengujian menggunakan bahan pencampuran bensin dan bioetanol (0%, 5%, 15%, 25% etanol), hasil pengujian nilai kalor bahan bakar diperoleh nilai kalor premium 11.414,453 kal/gram; campuran etanol 5% = 8.905,921 kal/gram; campuran etanol 15% = 8.717,552 kal/gram; campuran etanol 25% = 8.358,941 kal/gram. Hasil pengujian performansi diperoleh daya tertinggi ada pada campuran 15% yaitu 9,02 kW dan mampu menghabiskan 10 ml bahan bakar dalam waktu 35,87 detik. Hasil pengujian emisi gas buang diperoleh nilai CO terendah ada pada campuran 25% etanol yaitu 0,85% volume udara; nilai CO<sub>2</sub> tertinggi ada pada campuran 25% etanol yaitu 10,6% volume udara.

## 2.5. Analisis Biaya

Dalam sistem irigasi semua biaya dan keuntungan harus dimasukkan agar dapat dipertimbangkan secara ekonomi. Biaya awal (*initial cost*) adalah penting karena pembeli harus membiayai seluruh komponen yang dibutuhkan dalam sistem irigasi. Namun demikian, biaya tahunan per hektar dibandingkan dengan pengembalian tahunan per hektar adalah ukuran ekonomi suatu sistem irigasi yang paling baik (Hansen *et al.*, 1986).

Komponen biaya yang di hitung dalam analisis biaya irigasi dengan menggunakan pompa berbahan bakar gas adalah biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap adalah biaya yang selama satu periode kerja tetap jumlahnya dan biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan pada saat alat/mesin beroperasi/tergantung jumlah jam kerja pemakain. Hasil dari aplikasi rumus untuk menghitung dua komponen biaya tersebut dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

### 2.5.1. Biaya Tetap

Unsur biaya tetap yang harus dihitung adalah :

a. Biaya Bunga Modal dan asuransi (*Interest*) :  $I = \frac{P+S}{2} \times \frac{i}{100}$  ..... (1)

Keterangan :

I = Total bunga modal dan asuransi (Rp/tahun)

P = Harga awal (Rp)

i = Tingkat suku bunga modal dan asuransi (Rp/tahun)

S = Harga akhir alat/mesin

b. Biaya Penyusutan

$$\text{Metode Garis Lurus : } D = \frac{P-S}{N} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

D = Biaya penyusutan tiap tahun (Rp/tahun)

P = Harga awal (Rp)

N = Perkiraan umur ekonomis (Tahun)

S = Harga akhir (Rp)

2.5.2. Biaya Operasional

Biaya operasional/biaya tidak tetap besarnya berubah untuk setiap jam pemakaian pompa. Biaya operasional meliputi :

a. Biaya Bahan Bakar :  $BB = FC \times P_m \times F_p \times W_t \dots\dots\dots (3)$

Keterangan :

FC = Konsumsi bahan bakar (kg/hp/jam)

Fp = Harga bahan bakar (Rp/kg)

BB = Biaya bahan bakar (Rp/tahun)

Pm = Daya motor (Hp)

Wt = jam kerja pertahun (jam/tahun)

b. Biaya Pelumas :  $BP = OC \times P_m \times O_p \times W_t \dots\dots\dots (4)$

Keterangan :

BP = Biaya pelumas (Rp/tahun)

OC = Konsumsi pelumas (l/Hp/jam)

Pm = Daya motor Motor bakar (Hp)



$W_t$  = jam kerja per tahun (jam/tahun)

$O_p$  = Harga pelumas (Rp/l)

c. Biaya perbaikan dan pemeliharaan :  $PPm = \frac{2}{100} \times \frac{P-S}{100 \text{ jam}} \times W_t \dots\dots\dots (5)$

Keterangan :

$PPm$  = Biaya perbaikan dan pemeliharaan mesin pertahun (Rp/tahun)

$P$  = Harga pembelian alat (Rp)

$S$  = nilai akhir alat, 10 % dari harga pembelian (Rp)

$W_t$  = jam kerja per tahun (jam/tahun)

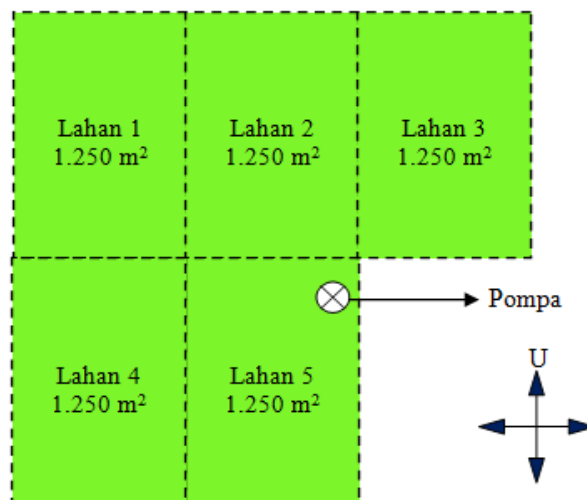
d. Biaya operator

Biaya operator per jam tergantung pada kondisi atau wilayah setempat. Besar gaji operator bervariasi menurut lokasi. Besar biaya operator per jam dapat diambil dari gaji operator bulanan atau jumlah pertahun dibagi dengan total jam kerja (Daywin dkk, 2008).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di persawahan milik rakyat Desa Baktirasa, Kecamatan Sragi, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada bulan September sampai November 2015. Luas lahan yang digunakan pada penelitian ini  $6.250 \text{ m}^2$  (5/8 ha) dengan tanaman padi varietas Ciherang. Penelitian ini dilakukan selama 5 hari dengan interval 4 pengukuran setiap harinya. Luas lahan yang digunakan untuk setiap harinya yaitu  $1.250 \text{ m}^2$  (1/8 ha). *Layout* lahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Layout* petakan sawah

### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah mesin pompa 5,5 HP, selang spiral 3 *inch*, drum 130 liter, obeng, *clamp*, selang gas, regulator *high pressure*, timbangan, meteran, *digital hand tachometer*, kamera dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah LPG 3 kg.

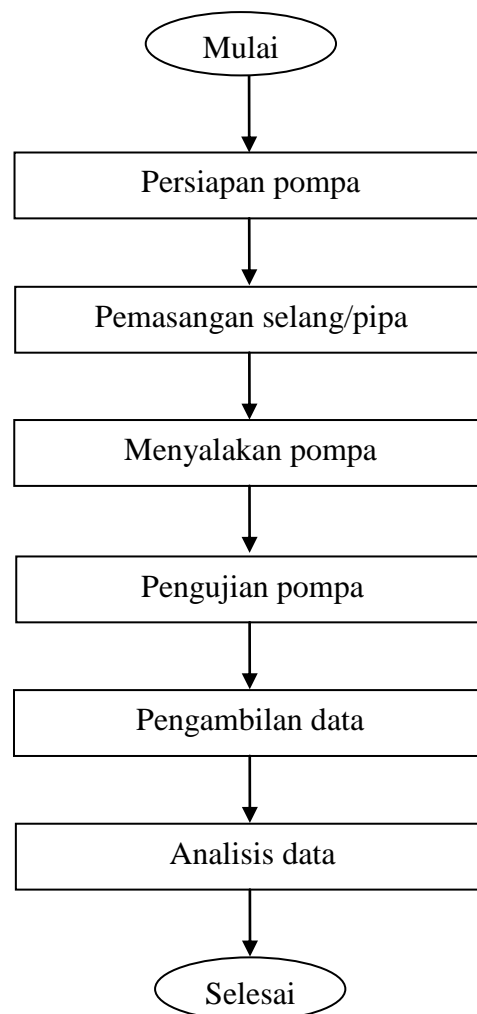
### 3.3. Prosedur Penelitian

Tahapan prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah : persiapan pompa, pemasangan selang/pompa, pengujian pompa, pengambilan data dan analisis data. Diagram metodologi pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

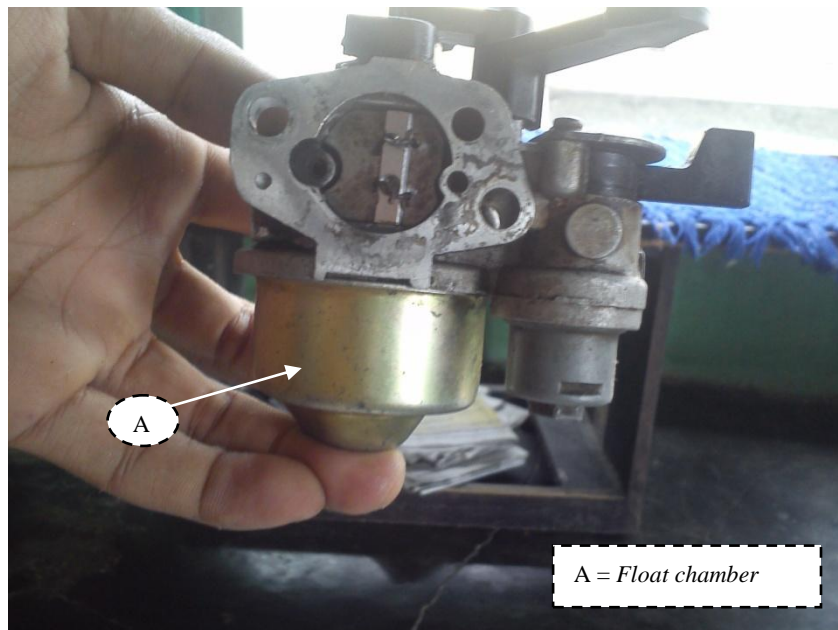
#### 3.3.1. Persiapan Pompa

Mesin pompa irigasi yang digunakan adalah mesin dengan jenis *single silinder* dan mempunyai *power output* 5,5 HP. Pada penelitian ini mesin penggerak pompa telah dimodifikasi pada bagian sistem penyuplai bahan bakar (karburator). Karburator berfungsi untuk mencampur bahan bakar bensin dengan udara sebelum masuk kedalam ruang bakar piston. Modifikasi dilakukan dengan membuka mangkuk karburator/*float chamber* (Gambar 3) lalu melepas jarum pelampung/*float valve* dan pelampung/*float* (Gambar 4) kemudian menghubungkan bagian bawah karburator/*main jet* yang berfungsi memancarkan bahan bakar ke silinder dengan selang gas (sebelum modifikasi dilakukan kran

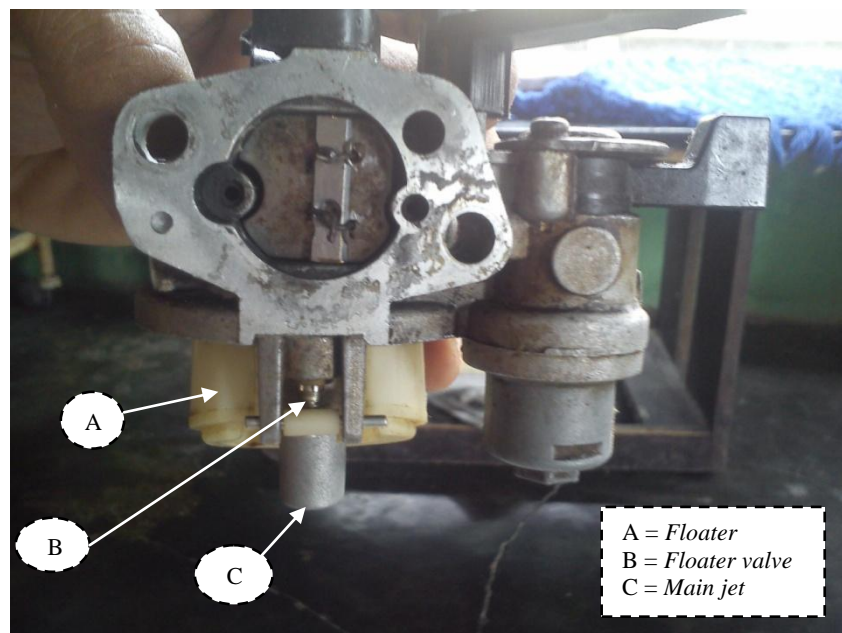
bensin ditutup agar bensin yang ada di tangki tidak masuk ke karburator). Agar tidak terjadi kebocoran selang gas yang dihubungkan pada bagian bawah karburator/*main jet* dan regulator diberi *clamp* (Gambar 5). Tujuan dari modifikasi tersebut adalah mengubah sistem suplai bahan bakar bensin berubah menjadi bahan bakar LPG. Pompa yang telah dimodifikasi di uji coba terlebih dahulu agar pada saat penelitian berlangsung tidak terjadi kendala pada mesin.



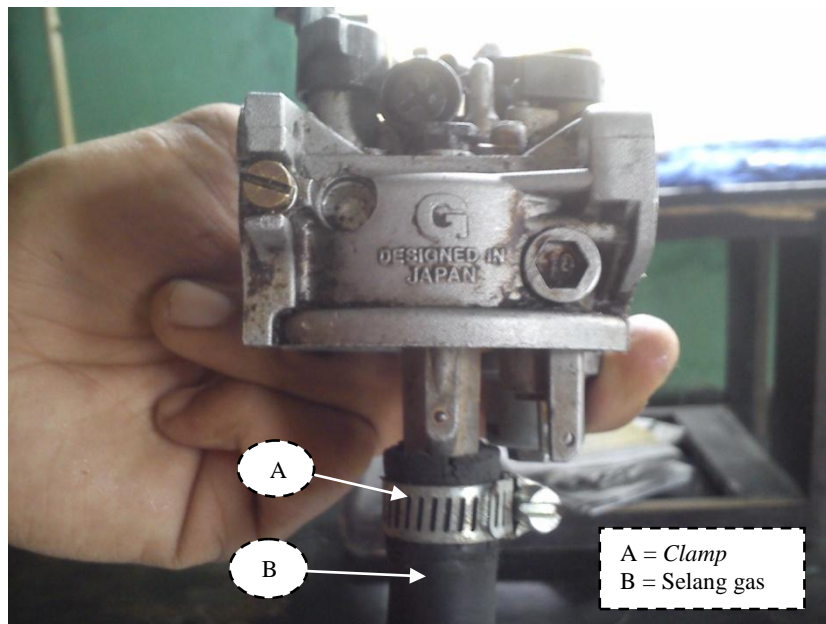
Gambar 2. Diagram metodologi pelaksanaan penelitian



Gambar 3. Bagian *float chamber* pada karburator



Gambar 4. Bagian *floater*, *floater valve* dan *main jet* pada karburator



Gambar 5. Pemasangan selang gas ke bagian *main jet* pada karburator

### 3.3.2. Pemasangan Selang Air

Pada penelitian ini selang yang digunakan adalah selang spiral berdiameter 3 *inch* sepanjang 5 m. Selang spiral dihubungkan dengan sumur bor dan pompa yang telah di modifikasi, agar tidak terjadi kebocoran ikat selang spiral dengan karet.

Pemasangan selang pada pompa dilakukan pada saat sebelum dilakukannya proses penyedotan air dari sumur bor, pada penelitian ini sumur bor yang digunakan memiliki kedalaman pengeboran 60 m dan menggunakan pipa 3 *inch*.

### 3.3.3. Pengujian Pompa

Pengujian pompa bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang dapat diserap dan dikeluarkan dari sumur bor untuk mengairi persawahan.

#### 3.3.4. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama 5 hari dengan interval 4 pengukuran setiap harinya. Pengambilan data meliputi pengukuran debit, lama waktu pengairan untuk 1250 m<sup>2</sup> lahan persawahan, keseragaman distribusi dan pengukuran konsumsi bahan bakar LPG selama proses pengairan.

##### a. Debit

Debit air adalah adalah banyaknya volume air yang mengalir pada tiap satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam satuan liter/detik atau dalam satuan meter kubik (m<sup>3</sup>) per jam. Pengukuran debit dilakukan dengan cara menampung air yang dikeluarkan pompa yang telah dimodifikasi ke dalam drum 130 liter hingga penuh, lalu hitung waktu yang dibutuhkan.

##### b. Lama Waktu Pengairan

Lama waktu pengairan merupakan berapa banyak waktu yang diperlukan untuk proses pengairan lahan. Lama waktu pengairan diketahui dengan cara berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengairi lahan seluas 1250 m<sup>2</sup>, sehingga kita dapat mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk mengairi lahan seluas 1 ha (jam/ha).

##### c. Konsumsi Bahan Bakar

Pengukuran konsumsi bahan bakar LPG diketahui dengan cara menghitung berat awal tabung LPG (sebelum digunakan) dikurangi berat akhir tabung LPG (sesudah digunakan) dibagi dengan waktu yang dibutuhkan (kg/jam).

#### d. Keseragaman Distribusi

Pengambilan data keseragaman distribusi dilakukan dengan cara menentukan 5 titik pada setiap lahan dan pada masing-masing titik dilakukan 4 kali pengukuran. Keseragaman distribusi dihitung dengan membagi hasil rata-rata titik pengukuran terendah dibagi dengan rata-rata titik semua sampel.

#### 3.3.5. Analisis Biaya Pompa Irigasi

Analisis biaya pompa irigasi dihitung berdasarkan berapa biaya yang dibutuhkan untuk satu kali pengairan dengan luas lahan 1 ha, analisis biaya pompa irigasi dihitung dengan biaya tetap dan biaya tidak tetap yang dipakai sesuai di lapangan. Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan pompa yang di modifikasi, biaya penyusutan sumur bor dan biaya bunga modal, biaya tidak tetap terdiri dari biaya bahan bakar gas, biaya operator, biaya pelumas dan biaya perbaikan dan pemeliharaan.



## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG layak untuk diterapkan karena mampu mendistribusikan air untuk kebutuhan air tanaman padi saat musim kemarau.
2. Penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk luas lahan 1 ha memiliki kapasitas kerja 51,7 jam dengan debit air 14,58 m<sup>3</sup>/jam, keseragaman distribusi 92,28 % dengan ketinggian genangan air 4,12 cm, konsumsi LPG 24 kg dengan kecepatan rata-rata 2.586 RPM.
3. Biaya penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk 1 kali pengairan adalah Rp. 384.420,35/ha lebih murah dibandingkan sewa/kontrak dengan biaya sebesar Rp.500.000,00/ha.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrariksa, F.A, B. Susilo, dan W. A. Nugroho. 2013. Uji Performansi Motor bakar Bensin (*On Chassis*) Menggunakan Campuran Premium dan Etanol. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*. Vol. 1 No. 3, pp 194-203
- Anonim. 2015. *Distribution Uniformiy*.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Distribution\\_uniformity](https://en.wikipedia.org/wiki/Distribution_uniformity). Diakses tanggal 25 Februari 2015.
- Ardi, F. 2015. *Lampung Dorong Swasembada Pangan*.  
<http://senator.co.id/v1/kosmo-politan/2190-lampung-dorong-swasembada-pangan>. Diakses tanggal 15 Februari 2015.
- Bobihoe, J. 2007. *Pengelolaan Tanaman Terpadu (Pt) Padi Sawah*. Balai pengkajian teknologi pertanian jambi. 32 halaman.
- Daywin, F.J., R.G. Sitompul, dan H. Imam. 2008. *Mesin-Mesin Budidaya Pertanian di Lahan Kering*. Graha Ilmu. Bogor. 224 halaman.
- Departemen PU. 2006. *Sistem Irigasi Pompa Air Tanah*. Modul Pelatihan Instruktur Tata Guna Air dalam Rangka Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Seri Modul No. PPA 8/22. 15 halaman
- Fibria, M dan Maymuchar. 2012. *Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Sepeda Motor dan Karakteristik Minyak Lumasnya*. Lembaran Publikasi Minyak dan Bumi. Vol. 46, No. 1, pp 35-14.
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen, dan G.E. Stringham. 1986. *Dasar-Dasar Dan Praktek Irigasi*. Terjemahan Endang. Erlangga. Jakarta. 407 halaman.
- Harmo. 2015. *Wawancara langsung*. Tanggal 4 Desember 2015.
- Hasibuan, S.H. 2010. Analisa Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Sawah Kabupaten Kampar. *Jurnal Aptek*. Vol. 3, No. 1, pp 97-102.
- Jhon, H.P. 2011. Kebutuhan Dan Cara Pemberian Air Irigasi Untuk Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 10, No. 3, pp 145-155.

- Kartasapoetra, A.G. dan M.M. Santoso. 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi)*. Bumi Aksara. Jakarta. 202 halaman.
- Kementrian Pertanian. 2015. *Modul Pompa Irigasi*. Kementerian Pertanian Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. 13 halaman.
- Kibria, S.A.M.S. 1983. *RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery*. Economic and Social Commission for Asian and the Pacific Regional Network for Agricultural Machinery. Bangkok. 465 halaman.
- Prannata, E. 2010. Uji Pengaruh Perubahan saat Penyalaan (*Ignition Timing*) terhadap Prestasi Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Premium dan LPG (*Bi-Fuel*). *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 7, No 2. 14 halaman.
- Yanti, D dan D. Setiawan. 2012. Analisa Nilai Manfaat Irigasi Pompa Dangkal Ditinjau dari Keberlanjutan Sumber Daya Air Untuk Pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 16, No 1. 14 halaman.
- Yunianto, B. 2009. Pengaruh Perubahan saat Penyalaan (*Ignition Timing*) terhadap Prestasi Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar LPG. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 11, No. 3, pp 242-247.