

**RANCANG BANGUN POMPA *HYDRAM* (*HYDRAULIC RAM PUMP*) UNTUK MODEL SISTIM IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT DI DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU PROVINSI LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**PANLY M. E. L**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
2016**

## ABSTRAK

### **RANCANG BANGUN POMPA *HYDRAM* (*HYDRAULIC RAM PUMP*) UNTUK MODEL SISTEM IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT DI DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

**PANLY M. E. L**

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 dilakukan perancangan dan pembuatan pompa *hydram* untuk model sistem irigasi persawahan desa Wonokarto. Berdasarkan survey di lapangan diperoleh potensi *head* sumber aliran 1,5 m, jarak antara sumber air dan letak pemasangan pompa 7,8 m, dan ketinggian pemompaan 6 m. Luas lahan yang dapat dialiri untuk model irigasi ditentukan sebesar 200 m<sup>2</sup> per hari. Dengan menggunakan data tersebut diperoleh rancangan parameter-parameter pompa *hydram* yang digunakan yaitu panjang dan diameter pipa suplai 7,8 m dan 1 ¼ inci, diameter dan berat katup buang 4,5 cm dan 122 g, dan volume tabung udara 4,2 liter. Hasil pengujian menunjukkan pompa *hydram* ini mampu memompakan debit aliran air 2535,21 mL/menit untuk *head* pemompaan 6 m dengan menggunakan volume tabung udara 3,37 liter dengan beban katup buang 201 gram dengan efisiensi pemompaan 25,93 %. Bila pompa dioperasikan selama satu hari penuh dapat menyalurkan air sebanyak 3650,4 liter.

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

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND BUILD OF HYDRAM PUMP (HYDRAULIC RAM PUMP) FOR IRRIGATING MODEL OF RICE FIELD IN DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU PROVINSI LAMPUNG**

**By**

**PANLY M. E. L**

Lampung province is one of the provinces in Indonesia which extensive agricultural land. One of the problems that occur of agricultural land in Lampung province that water needs are not fulfilled. Although there have been some areas of irrigation system, but not all of the water can be properly distributed as can be seen in the village Wonokarto. The village is already contained irrigation, but in most places agricultural land is higher than on the surface irrigation water causes the water can not flow into the agricultural land. There is one solution that can be used to solve these problems is to use hydam pump (hydraulic ram pump). Hydam pump doesn't need fuel as driving source however hydam pump uses water pressure and air pressure to raise water to the desired height.

In this research, carried the design and manufacture of hydam pump for paddy irrigation system model in desa Wonokarto. Based on field survey obtained that supply head 1.5 m, the distance between the source and location of installation of pumps 7.8 m and the pumping height is 6 m . The land area that can be drained for irrigation models was set at 200 m<sup>2</sup> per day. By using the data, obtained of hydam pump design parameters are the length and diameter of the supply pipe of 7.8 m and 1 ¼ inches, diameter and weighs of waste valve 4,5 cm and 122 gr, and a volume of air tubes 4.2 liters. The test results show the hydam pump capable of pumping flow rates 2535.21 mL/ min for the pumping head 6 m by using an air tube volume of 3.37 liters with a load of waste valve 201 grams with pumping efficiency 25,93 %. It can distribute total amount of water as much as 3650,4 liter a day

**Key words:** hydam pump, pumps without motors, design, irrigation

**RANCANG BANGUN POMPA *HYDRAM* (*HYDRAULIC RAM PUMP*)  
UNTUK MODEL SISTIM IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT  
DI DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO  
KABUPATEN PRINGSEWU LAMPUNG**

Oleh

**Panfy M. E. L.**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

**SARJANA TEKNIK**

Pada

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi

: RANCANG BANGUN POMPA *HYDRAM (HYDRAULIC RAM PUMP)* UNTUK MODEL SISTEM IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT DI DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: Panfy M. E. L.

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115021059

Program Studi

: Teknik Mesin

Fakultas

: Teknik

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

  
**Jorfji B. Sinaga, S.T., M.T.**  
NIP. 19710127 199803 1 004

  
**Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**  
NIP. 19740816 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
**Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**  
NIP. 19740816 200012 1 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Jorfri B. Sinaga, S.T., M.T.**



**Anggota Penguji**

**: Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**



**Penguji Utama**

**: Agus Sugiri, S.T., M.Eng**



**Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**

**Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.**

**NIP 19620717 198703 1 002**



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

## PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN POMPA *HYDRAM (HYDRAULIC RAM PUMP)* UNTUK MODEL SISTIM IRIGASI PERSAWAHAN MASYARAKAT DI DESA WONOKARTO KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU LAMPUNG” adalah karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Demikian pernyataan ini saya buat. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran, maka saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



PANLY M. E. LUMBANTORUAN

NPM. 1115021059

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Balige, Sumatera Utara pada tanggal 24 Juni tahun 1992, sebagai anak tertua dari tiga bersaudara dari pasangan Panusunan Lumbantoruan dan B. Kenly Silalahi. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri Pintu Pohan pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama Budi Dharma Balige pada tahun 2007, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Balige pada tahun 2010 dan pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif diberbagai organisasi internal ataupun eksternal kampus. Organisasi internal yang diikuti oleh penulis adalah Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai Kepala Bidang Advokasi periode 2013-2014. Organisasi Eksternal yang telah diikuti oleh penulis adalah Ikatan Mahasiswa Batak Toba (IMABATOBA) sebagai Kepala Bidang Seni Budaya Dan Olahraga periode 2013-2014. Kemudian pada bidang akademik, penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT Pertamina *Geothermal Energy* Kamojang pada tahun 2014. Pada tahun 2015 penulis mengikuti Lomba Nasional Rancang Bangun Mesin yang diselenggarakan oleh BKS-TM di Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Pada skripsi ini penulis melakukan penelitian pada bidang konsentrasi konversi energy dengan judul “Rancang Bangun Pompa *Hydram (Hydraulic Ram*

Pump) untuk Model Sistem Irigasi Persawahan Masyarakat di Desa Wonokarto Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu Lampung” di bawah pimpinan Bapak Jorfri Boike Sinaga, S.T., M.T. dan Bapak Ahmad Su’udi, S.T., M.T. Penulis dinyatakan lulus sidang dan menyandang gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada tanggal 10 Juni 2016.

## **PERSEMBAHAN**

*Puji Syukur penulis kepada Yesus Kristus yang selalu setia memberikan kasih karunia, berkat dan penyertaan-Nya di sepanjang perjalanan kehidupan penulis, terkhusus dalam penyusunan skripsi ini.*

*Dengan ketulusan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini untuk;*

*Bapak dan Mama terkasih*

*Yang selalu memberikan bimbingan, kasih sayang, semangat untukku serta yang tiada hentinya memanjatkan doa memohon agar yang Maha Kuasa memberikanku kesuksesan dan kebahagiaan.*

*Adik-adikku tersayang*

*Yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam setiap proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Semoga aku dapat menjadi teladan yang baik bagi kalian adik-adikku.*

*Skripsi ini juga kupersembahkan kepada seluruh keluarga besarku tanpa terkecuali.*

*Tempat dimana aku dapat belajar, memperoleh ilmu, dan mengalami proses yang sungguh berharga. Universitas Lampung, Almater Tercinta.*

## MOTTO DAN KATA BIAK

*“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang  
memberi kekuatan kepadaku”*

*(Filipi 4:13)*

*“Jadilah Garam dan Terang Dunia”*

*(Matius 5:13-16)*

*“Yesus tidak pernah berjanji langit akan selalu biru, hari  
akan selalu cerah dan tidak ada badai. Yesus hanya berjanji  
bahwa Dia akan selalu menyertai kita sampai kepada akhir  
zaman. YESUS 100%”*

*“Kebahagiaan orangtua itu  
harga mati!”*

*“Trust me, the power of Kepepet is  
work”*

*“Life is never flat. Face it like a  
man”*

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat, kasih, dan karunia yang Tuhan anugerahkan sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Pompa *Hydrum* (*Hydraulic Ram Pump*) Untuk Model Sistem Irigasi Persawahan Masyarakat Di Desa Wonokarto Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu Lampung”. Skripsi ini merupakan salah satu dari mata kuliah wajib yang harus dilaksanakan sebagai syarat kelulusan Sarjana Teknik Mesin sesuai dengan kurikulum pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis menyadari betapa besar bantuan dan dukungan dari semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Jorfri Boike Sinaga, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I.
2. Bapak Ahmad Su’udi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II.
3. Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II.
4. Bapak Martinus, S.T., M.SC. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Ahmad Su’udi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

6. Prof. Drs. Suharno, M. Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M. P. selaku Rektor Universitas Lampung.
8. Seluruh dosen yang telah bersedia memberikan ilmu dan pengalaman selama menjalani perkuliahan.
9. Seluruh staf dan karyawan di jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
10. Seluruh Teknisi Laboratorium terutama Mas Gimam.
11. Kedua orang tuaku serta adik- adikku tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan dan nasihat. Tanpa mereka hidupku hampa.
12. Yohana Agustina Gultom yang memberikan semangat, doa, kasih dan sayang serta dukungannya.
13. Fransiskus Setiawan, Cahyo Prasetyo selaku teman pengerjaan Tugas Akhir dan bang Iwan serta bang Dwi yang telah memberikan bantuannya.
14. Teman- teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung terkhususnya teman- teman teknik mesin angkatan 2011 ( *Solidarity Forever*).
15. “KOREWA” tempat segala umat.
16. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu saya selama pembuatan tugas akhir yang tidak dapat saya tulis satu per satu.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi semoga menjadi hal yang berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, 22 Juni 2016  
Penulis,

Panly M. E. Lumbantoruan

## DAFTAR ISI

Halaman

**ABSTRAK**

**ABSTRACT**

**HALAMAN JUDUL**

**MENGESAHKAN**

**PERNYATAAN PENULIS**

**RIWAYAT HIDUP**

**PERSEMBAHAN**

**MOTTO DAN KATA BIJAK**

**SANWACANA**

**DAFTAR ISI** .....i

**DARTAR TABEL** .....v

**DAFTAR GAMBAR** .....vii

**I. PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....1

B. Tujuan Penelitian .....4

C. Batasan Masalah .....4

D. Sistematika Penulisan .....5

## II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sejarah Pompa <i>Hydrum</i> .....	6
B. Cara Kerja Pompa <i>Hydrum</i> .....	8
1. Akselerasi .....	8
2. Kompresi .....	9
3. Penyaluran ( <i>Delivery</i> ) .....	9
4. Pembalikan ( <i>Recoil</i> ) .....	9
C. Perancangan Pompa <i>Hydrum</i> .....	11
1. Potensi sumber air .....	11
2. Dimensi pipa suplai .....	12
3. Dimensi katup buang .....	14
4. Dimensi tabung udara .....	17
5. Effisiensi pompa <i>hydrum</i> .....	18

## III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Pelaksanaan .....	19
B. Tahapan Penelitian .....	19
1. Studi Literatur dan Survey Lapangan .....	19
2. Perancangan Komponen Pompa <i>Hydrum</i> .....	19
3. Penyediaan Alat dan Bahan .....	20
4. Pembuatan Pompa <i>Hydrum</i> .....	20
5. Pemasangan Pompa <i>Hydrum</i> dan Pengujian .....	20
6. Analisis Data .....	20
7. Penulisan Laporan .....	20

C. Alat dan Bahan .....	21
1. Alat .....	21
2. Bahan .....	24
D. Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Penelitian .....	26
E. Metode Pengujian .....	27

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Potensi Sumber Air .....	28
B. Parameter- Parameter Perancangan Pompa <i>Hydram</i> .....	29
1. Pipa suplai .....	29
2. Katup buang .....	30
3. Tabung udara .....	31
C. Pembuatan dan Pemasangan Pompa <i>Hydram</i> untuk Model Sistem Irigasi .....	33
1. Pembuatan pompa <i>hydram</i> .....	33
a. Pipa suplai .....	33
b. Katup buang dan rumah katup buang .....	34
c. Katup penyalur ( <i>delivery valve</i> ) .....	35
d. <i>Body</i> pompa <i>hydram</i> .....	36
e. Tabung udara ( <i>air chamber</i> ) .....	37
f. Pipa penyaluran ( <i>delivery pipe</i> ) .....	38
2. Pembangunan model sistem irigasi .....	39
a. Pembuatan lubang saluran pipa suplai .....	39
b. Pembuatan menara air .....	39
c. Pemasangan tangki penampung ( <i>reservoir</i> ) .....	40

d. Pemasangan pompa <i>hydram</i> .....	40
3. Biaya pembuatan pompa <i>hydram</i> untuk model sistem irigasi .....	42
D. Hasil Pengujian Pompa <i>Hydram</i> untuk Model Sistem Irigasi .....	43
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Simpulan .....	94
B. Saran .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	96
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Alat- alat untuk pembuatan dan penyiapan model sistem irigasi .....	21
2. Alat- alat untuk pengujian .....	24
3. Biaya pembuatan pompa <i>hydram</i> untuk model sistem irigasi .....	42
4. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	44
5. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	45
6. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 5,62 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	46
7. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 7 m .....	47
8. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 7 m .....	48
9. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 5,62 liter dan <i>head</i> terpompa 7 m .....	49
10. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 8 m .....	50

11. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 8 m .....	51
12. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 5,62 liter dan <i>head</i> terpompa 8 m .....	52
13. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 9 m .....	53
14. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 9 m .....	54
15. Data pengujian pompa <i>hydram</i> menggunakan volume tabung udara 5,62 liter dan <i>head</i> terpompa 9 m .....	55

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Persawahan masyarakat di desa Wonokarto kecamatan Gadingrejo kabupaten Pringsewu provinsi Lampung .....	3
2. <i>Hidraulic ram pump</i> pada awalnya .....	7
3. Siklus kerja pompa <i>hydram</i> .....	8
4. Grafik waktu- kecepatan pada pompa <i>hydram</i> .....	10
5. Skema instalasi pompa <i>hydram</i> .....	11
6. <i>Relative Roughness Graphig</i> .....	13
7. Diagram <i>Moody</i> .....	14
8. Desain Pompa <i>Hydram</i> .....	25
9. Menara air .....	25
10. Tangki air .....	25
11. Diagram alir penelitian .....	26
12. Potensi- potensi yang didapat dilapangan .....	28
13. Pembuatan pipa suplai .....	33
14. Pembuatan lubang untuk saluran air keluar rumah katup buang .....	34
15. Pembuatan penyangga poros .....	35
16. Rumah katup buang .....	35
17. Katup buang .....	35

18. Katup penyalur ( <i>delivery valve</i> ) .....	36
19. <i>Body</i> pompa <i>hydram</i> .....	36
20. Perakitan <i>body</i> pompa <i>hydram</i> .....	36
21. Pemasangan <i>diffuser</i> pada tabung udara .....	37
22. Pengeleman hasil pengelesan pada pipa 5/8 inci .....	37
23. Selang air .....	38
24. Hasil perakitan pompa <i>hydram</i> .....	38
25. Proses pembuatan lubang untuk pipa suplai .....	39
26. Menara air .....	40
27. Pemasangan tangki penampung .....	40
28. Pemasangan pompa .....	41
29. Hasil pemasangan pompa <i>hydram</i> untuk model sistem irigasi .....	41
30. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	56
31. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	57
32. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m .....	59
33. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompa 6 m.....	60

34. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 6 m .....	62
35. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 6 m .....	63
36. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	66
37. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	67
38. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	69
39. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	70
40. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	72
41. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 7 m .....	73

42. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	75
43. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	76
44. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	78
45. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	79
46. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	81
47. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 8 m .....	82
48. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	84
49. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 3,37 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	85

50. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	87
51. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 4,2 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	88
52. Grafik hubungan panjang langkah katup buang, debit pemompaan dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	90
53. Grafik hubungan efisiensi, panjang langkah katup buang dan berat katup buang pada volume tabung 5,62 liter dan <i>head</i> terpompaan 9 m .....	91

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia adalah negara agraris dimana mata pencarian mayoritas penduduknya dengan bercocok tanam. Dalam setahun para petani dapat memanen sawah mereka 2 atau 3 kali panen. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2014, produksi padi yang dihasilkan sebanyak 70,84 juta ton. Hasil produksi padi pada tahun 2014 mengalami penurunan dari produksi padi pada tahun sebelumnya yaitu sebesar 0,45 juta ton (0,63 persen). Penurunan produksi padi tersebut diperkirakan terjadi akibat oleh banyak faktor misalnya penurunan luas panen, penurunan produktivitas dan kebutuhan air yang tidak tercukupi. Sehingga dibutuhkan solusi agar produktivitas padi pada tahun 2015 dapat lebih baik, dimana diperkirakan pertumbuhan produksi padi pada tahun 2015 sebesar 6,64 % terhadap produksi padi pada tahun 2014 (BPS, 2015).

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. Pada tahun 2015 provinsi Lampung mendapatkan bagian untuk menaikkan produksi padi sebesar 541,45 ribu ton

(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 BPS bahwa luas sawah yang mendapatkan irigasi di provinsi Lampung sebesar 185569 Ha dari keseluruhan luas sawah yang ada di provinsi Lampung yaitu sebesar 360273 Ha. Dari data tersebut, luas lahan persawahan yang belum mendapatkan irigasi sebesar 174704 Ha (Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2014).

Salah satu pusat pertanian di provinsi Lampung terdapat di kabupaten Pringsewu. Luas lahan persawahan yang terdapat di kabupaten Pringsewu sebesar 13617 Ha. Namun tidak keseluruhan dari luas lahan tersebut mendapatkan pengirigasian. Luas lahan yang mendapatkan pengirigasian sebesar 8450 Ha sehingga masih ada 5167 Ha luas persawahan di kabupaten ini yang tidak mendapatkan irigasi (Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2014). Salah satu daerah di kabupaten Pringsewu yang mengalami permasalahan tersebut adalah desa Wonokarto di kecamatan Gadingrejo. Di desa ini sudah terdapat bendungan untuk irigasi, namun di sebagian 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* ini tidak menggunakan bahan bakar sebagai sumber penggerak namun pompa *hydram* menggunakan tekanan air dan tekanan udara untuk menaikkan air hingga ketinggian yang diinginkan.



Gambar 1.1. Persawahan masyarakat di desa Wonokarto kecamatan Gadingrejo kabupaten Pringsewu provinsi Lampung

Dari hasil survey lapangan dan penentuan tempat yang cocok untuk pembuatan pompa *hydram* didapatkan 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- potensi 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.

## **B. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Melakukan survey untuk memperoleh data- data potensi dilapangan dan menentukan dimensi komponen- komponen pompa *hydram* sesuai potensi sumber air yang didapat dilapangan.
2. Membuat dan merakit komponen- komponen pompa *hydram*.
3. Membangun model irigasi persawahan dan menguji pompa untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimal pada pompa *hydram*.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diberikan agar penelitian ini lebih fokus dan terarah dalam hal penganalisaan adalah

1. Tinggi jatuh air atau *head* sumber sebesar 1,5 m. *Head* sumber sebesar 1,5 m adalah *head* sumber yang paling optimal untuk menjaga kuantitas air yang terdapat di saluran irigasi pada saat pembendungan.
2. Tinggi pemompaan air sebesar 6 m. Dengan ketinggian pemompaan sebesar 6 m, sudah cukup untuk mengairi persawahan yang belum mendapatkan pasokan air yang bersumber dari saluran irigasi karena ketinggian permukaan persawahan lebih tinggi dari pada saluran irigasi.

## **D. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah

### **I. PENDAHULUAN**

Terdiri dari latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka berisikan tentang teori yang berhubungan dan mendukung masalah yang diambil.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

Terdiri atas hal-hal yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian, yaitu tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, prosedur pembuatan serta pengujian dan diagram alir pelaksanaan penelitian.

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisikan hasil penelitian dan pembahasan dari data-data yang diperoleh setelah pengujian.

### **V. SIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Memuat referensi yang dipergunakan peneliti untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

### **LAMPIRAN**

Berisikan pelengkap laporan penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sejarah Pompa *Hydram*

Pompa *hydram* telah ada sebelum ditemukannya pompa listrik. Pada tahun 1772 Jhom Whitehurst dari Cheshire Amerika Serikat menemukan *Hydraulic Ram* pertama yang bekerja manual yang dinamakan "*Pulsation Engine*". Ia juga mengaplikasikan *hydraulic ram* ini di wilayah oultron untuk menaikkan air hingga ketinggian 16 ft ( 4,9 m). Dia memasang *hydram* yang lain pada properti milik seorang kebangsaan irlandia pada tahun 1783. Dia tidak mematenkannya, dan detail dari *hydram* tersebut tidak begitu jelas, tetapi diketahui bahwa *hydram* tersebut memiliki tabung udara.

Joseph Michael Montgolfier mengembangkan pompa *hydram* pertama yang dapat bekerja secara otomatis. Matthew Boulton mematenkan penemuannya itu di British patent atas nama Joseph Michael Montgolfier. Anak Montgolfier melakukan pengembangan- pengembangan pada *hydram* tersebut dan mematenkan pada tahun 1820. *hydram* yang kelihatan lebih menonjol pengaplikasiannya ketika di produksi oleh sebuah perusahaan yang bernama Easton, yang didirikan oleh James (1796- 1871). Easton menjadi salah satu perusahaan manufaktur terpenting di inggris pada abad ke 19, yang bermarkas di

Erith, Kent. Easton memfokuskan diri pada proyek- proyek perpipaan, drainase dan gorong- gorong. Easton memproduksi *hydram* bagi kelompok- kelompok tani, rumah- rumah dan desa- desa. Bentuk pompa *hydram* mula- mula dapat dilihat seperti Gambar 2.1(Calhoun, 2013).



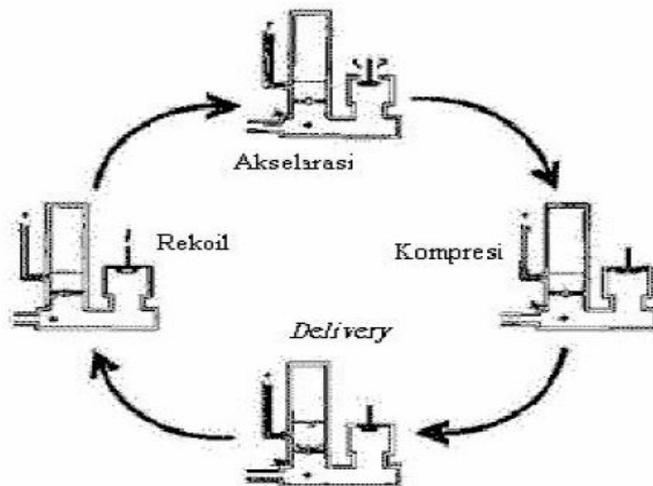
Gambar 2.1. *Hidraulic ram pump* pada awalnya (Calhoun, 2013)

J. J. Carneau dan S.S. Hallet mematenkan penemuan pompa *hydram*nya di amerika serikat pada tahun 1890. Pada tahun 1840, pemerintah amerika tertarik untuk menggunakan *hydram*, sehingga *hydram* menjadi semakin dikenal, dan pada tahun- tahun berikutnya *hydram* mulai diproduksi secara massal dan dijual bebas. Menjelang akhir abad ke- 19 ketertarikan pada pompa *hydram* mulai menurun karena ditemukannya pompa elektrik.

Diawal abad ke 20 ini, ketertarikan pada pompa *hydram* ini muncul kembali dengan adanya isu- isu mengenai penghematan energi dan pengembangan teknologi ramah lingkungan. Contoh menarik pengaplikasian terkini mengenai pompa *hydram* ini yaitu yang dilakukan oleh AID Foundation International di Phillipina, yang berhasil memperoleh Ashden Awards karena keberhasilannya mengembangkan pompa *hydram* di desa- desa terpencil.

## B. Cara Kerja Pompa *Hydrum*

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 *hydrum* bekerja dalam suatu siklus pemompaan yang didasarkan pada posisi katup impulsnya (*impulse valve*). Siklus kerja pompa *hydrum* terbagi dalam empat periode seperti Gambar 2.2 (Taye, 1998).



Gambar 2.2. Siklus kerja pompa *hydrum* (Silvers, 1977)

### 1. *Akselerasi*

Pada tahap *akselerasi*, air pada pipa suplai 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**

Pada tahap *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 pipa suplai masih terus mengalir dengan cepat, sehingga terjadilah tumbukan antara partikel air yang tiba-tiba terhenti dengan partikel air dalam pipa suplai yang masih bergerak cepat. Proses tabrakan itu menghasilkan hentakan yang kembali menekan udara sehingga udara dalam tabung kembali terkompresi.

## **3. Penyaluran (*Delivery*)**

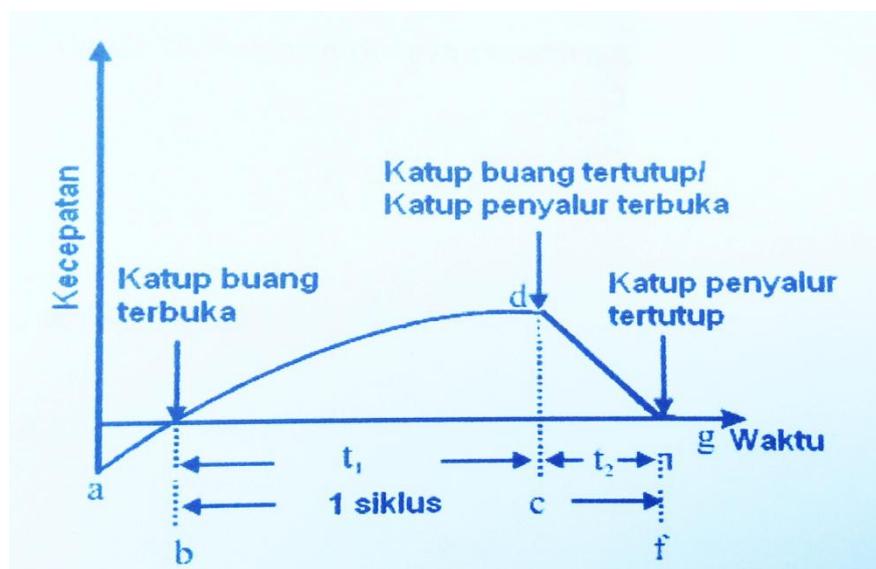
Sesaat setelah terjadinya hentakan, udara akan menekan balik air didalam tabung, mirip seperti pegas. Air yang telah masuk kedalam tabung udara tak bisa lagi balik ke katup buang dan pipa suplai, karena adanya katup searah. Akibatnya, tekanan balik itu akan mendorong air mengalir masuk ke pipa penyaluran (*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.

Pada Gambar 2.3 dapat dilihat hubungan antara kecepatan dengan waktu dalam satu kali siklus *hydram*, mulai dari *recoil*, *akselerasi*, *kompresi* dan *delivery*. Dalam perhitungan, satu siklus pompa *hydram* dihitung dari saat katup buang terbuka ( $t_1$ ) hingga saat katup searah tertutup ( $t_2$ ).

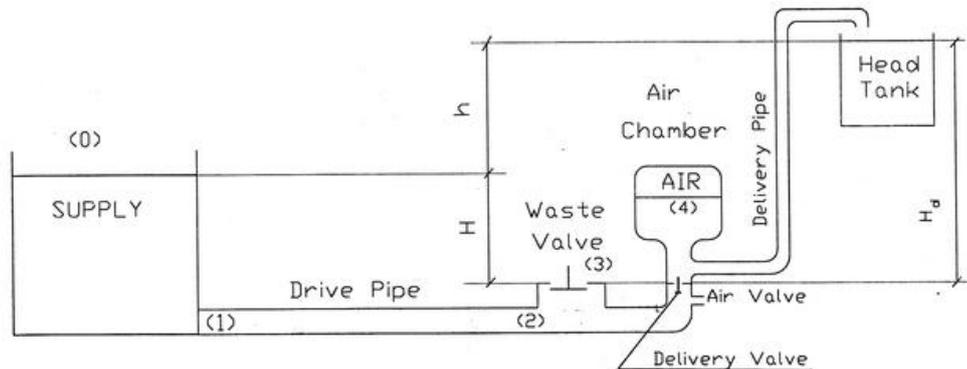


Gambar 2.3. Grafik waktu- kecepatan pada pompa *hydram* (Than, 2008)

Perhatikan Gambar 2.3 diatas. Posisi a ke b adalah kondisi *recoil*. Hal ini ditandai dengan kecepatan aliran air yang negatif, yang berarti arah alirannya berlawanan dengan arah aliran semula (arah positif adalah arah aliran air dari *head* sumber ke pompa). Posisi b ke c adalah kondisi *akselerasi*, hal ini ditandai dengan naiknya kecepatan aliran hingga hampir mencapai kecepatan maksimumnya. Posisi c ke d adalah kondisi *kompresi*, Proses *kompresi* berlangsung sangat singkat dimana katup buang tertutup penuh dan timbul hentakan yang menyebabkan tekanan dalam tabung udara meningkat. Posisi d ke c adalah kondisi *delivery*. Tabung

udara berfungsi seperti pegas yang melakukan gaya dorong balik yang digunakan untuk memompakan air.

### C. Perancangan Pompa *Hydrum*



Gambar 2.4. Skema instalasi pompa *hydrum* (Taye, 1998)

Dalam perancangan pompa *hydrum* banyak hal harus diperhatikan agar hasil pemompaan yang diinginkan dapat tercapai. Dari Gambar 2.4 dapat dilihat data-data apa saja yang harus diketahui dalam perancangan pompa *hydrum*, berikut prosedur perancangan pompa *hydrum*.

#### 1. Potensi sumber air

Pada awal proses perancangan *hydrum*, terlebih dahulu kita perlu melakukan survey di lokasi pemasangan pompa. Setelah menentukan lokasi yang tepat untuk pembuatan pompa *hydrum* maka data-data yang diperlukan dapat dicari. Data yang perlu dicari pada saat melakukan survey lokasi adalah

1. Potensi dari sumber air antara lain tinggi jatuh air atau *head* sumber dan ketersediaan debit air yang cukup untuk menjaga kelangsungan proses pemompaan.

2. Jarak dari sumber air dengan lokasi tempat pemasangan pompa *hydram* dimana dari jarak tersebut akan menentukan untuk panjang pipa suplai.
3. Ketinggian pemompaan yang diperlukan.

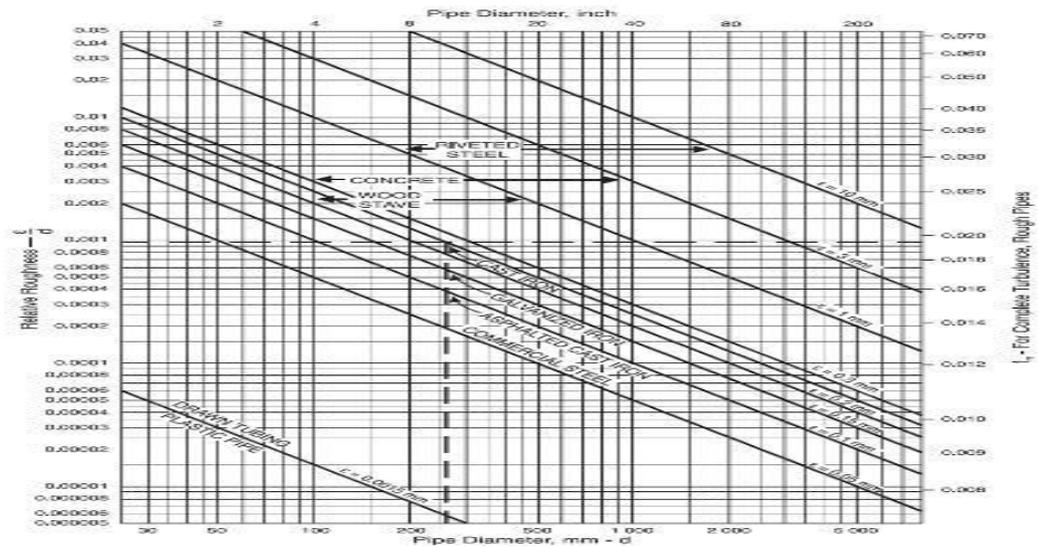
## 2. Dimensi pipa suplai

Setelah jarak dari sumber dan letak pompa *hydram* diketahui maka dilakukan penentuan dimensi untuk pipa suplai. Untuk diameter pipa suplai ( $D_{drv}$ ) dapat kita tentukan dengan metode *Calvert*, dimana perbandingan antara panjang pipa suplai dan diameternya sebaiknya berada dikisaran 150 sampai 1000.

$$150 \leq \frac{L}{D} \leq 1000 \quad (2.1)$$

Selain metode *Calvert*, ada beberapa metode lain yang dapat digunakan misalnya metode *Eytelwein*, metode rusia serta metode Eropa dan Amerika Utara. 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).

Setelah menentukan dimensi dari pipa suplai, kita dapat memilih jenis material pipa yang ingin digunakan. Jenis material berbeda akan memiliki kekasaran yang berbeda pula. Dari Gambar 2.5 dapat dilihat beberapa jenis material yang dapat digunakan dan tingkat kekasarannya.



Gambar 2.5 . *Relative Roughness Graphig* (Fox, 2003)

Tingkat kekasaran ( $e$ ) akan berpengaruh pada besarnya kerugian yang akan terjadi. Kerugian yang terjadi akibat pergesekan antara molekul air dengan dinding bagian dalam pipa disebut rugi- rugi mayor yang besarnya,

$$M = f \frac{L}{D} \quad (2.2)$$

dimana,  $M$  adalah rugi- rugi mayor

$f$  adalah koefisien gesekan

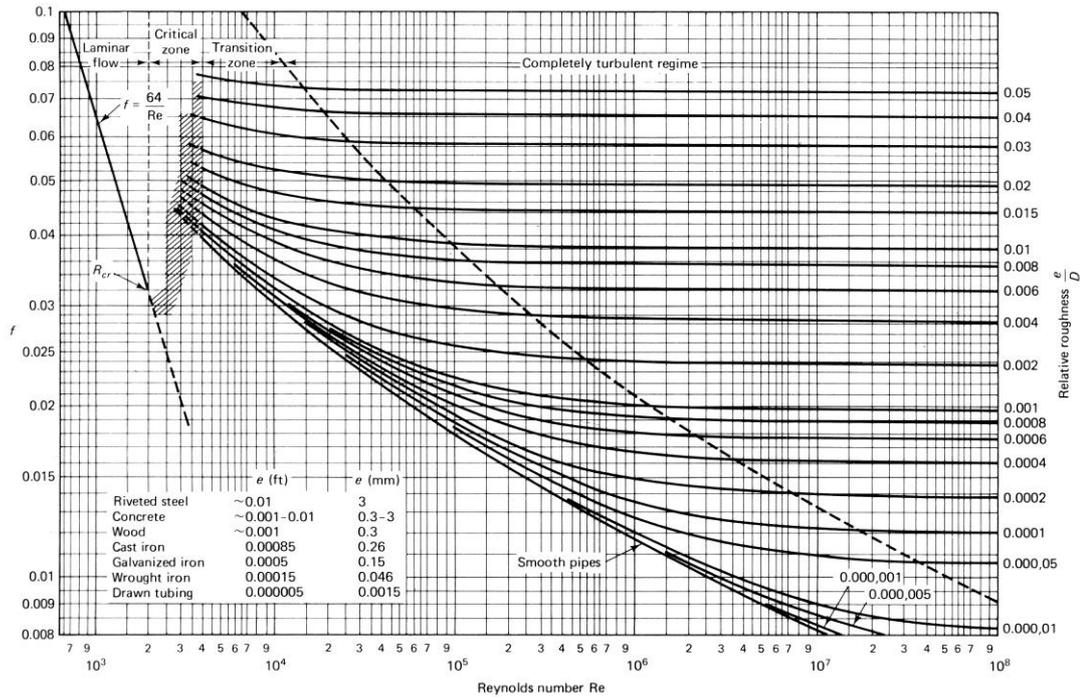
$L$  adalah panjang pipa

$D$  adalah diameter pipa

nilai  $f$  dapat diperoleh dengan menentukan bilangan Reynolds ( $Re$ ) dan kekasaran relatif ( $e/D$ ),

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2.3)$$

setelah keduanya diperoleh, kita dapat menentukan nilai  $f$  dengan Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6. Diagram *Moody* (Fox, 2003)

### 3. Dimensi katup buang

Seperti ditunjukkan sebelumnya, suatu pompa *hydram* memanfaatkan penutupan aliran secara tiba-tiba oleh katup buang untuk menghasilkan tekanan yang tinggi. Jika kita asumsikan bahwa pipa tidak elastis dan tidak mengalami deformasi, jika aliran di dalam pipa tersebut dihentikan secara tiba-tiba, maka kenaikan tekanan teoritis dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut, (Taye, 1998)

$$\Delta H = \frac{VC}{g} \quad (2.4)$$

dimana,  $\Delta H$  adalah kenaikan tekanan (m)

$V$  adalah kecepatan fluida di dalam pipa (m/s)

$C$  adalah kecepatan gelombang suara di dalam pipa (m/s)

$g$  adalah percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

Kecepatan gelombang suara di dalam fluida dapat dihitung menggunakan persamaan,

$$C = \sqrt{\frac{Ev}{\rho}} \quad (2.5)$$

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 yaitu  $2,07 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

$\rho$  adalah massa jenis fluida, pada air yaitu sebesar  $1000 \text{ kg/m}^3$

Dengan memasukkan nilai- nilai tersebut diatas, akan diperoleh besar kecepatan suara di dalam air,  $C$ , yaitu sebesar  $1,440 \text{ m/s}$ .

Kecepatan kondisi *steady* dari suatu aliran dapat dihitung dengan persamaan, (Than, 2008)

$$V_s = \sqrt{\frac{2gH}{M}} \quad (2.6)$$

dimana,  $V_s$  adalah kecepatan kondisi steady (m/s)

$M$  adalah rugi- rugi mayor

Dengan demikian kita dapat menghitung debit aliran yang masuk melalui pipa suplai, yaitu sebesar

$$Q_{input} = V_{drv} \cdot A_{drv} \quad (2.7)$$

dimana,  $A_{drv}$  adalah luas penampang pipa suplai  $\left(\frac{\pi}{4} D_{drv}^2\right)$

Karena adanya perbedaan ketinggian antara sumber dengan pipa suplai, air akan mengalami percepatan di dalam pipa suplai dan keluar melalui katup buang (*waste valve*). Besar percepatan ini dapat dihitung dengan persamaan,

$$H - f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} - \sum K \frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{L}{g} \frac{dV}{dt} \quad (2.8)$$

dimana,  $K$  adalah faktor pengecilan dan pembesaran saluran

$\frac{dV}{dt}$  adalah percepatan fluida, yaitu laju perubahan kecepatan terhadap waktu. Jika besarnya percepatan fluida kita simbolkan dengan  $a$ , maka besar percepatan  $a$  adalah

$$a = \frac{g}{L_{drv}} \cdot \left( \frac{H - f \frac{L}{D} \cdot D_{drv}^2}{2 \cdot g} \right) \quad (2.9)$$

Gaya dorong yang timbul di katup buang sebesar,

$$F_{wv} = m \cdot a = \rho \cdot A_{drv} \cdot L_{drv} \cdot a \quad (2.10)$$

Than (2008) mengatakan untuk mencari berat dari katup buang, dapat menggunakan Persamaan 2.11 berikut ini

$$W_{wv} = \frac{2 \cdot A_s \cdot H \cdot \gamma \cdot C_d}{M} \quad (2.11)$$

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

$M$  adalah *head loss coefficient*

Diameter katup buang minimum yang sebaiknya dipakai yaitu sebesar diameter pipa suplai.

#### 4. Dimensi tabung udara

Than (2008) mengatakan untuk dimensi volume tabung udara berada diantara kisaran 20 sampai 50 kali volume air yang di pompakan per tiap siklus. Dalam pengoperasian pompa *hydram* akan selalu ada aliran air yang terbuang dan yang tersalur atau terpompakan. Volume air yang terbuang dalam satu siklus dapat kita perkirakan dengan Persamaan 2.12

$$Vol_w = \left( \frac{A_{drv} \cdot L_{drv}}{f \frac{L}{D}} \right) \ln \left( \frac{1}{1+\alpha} \right) \quad (2.12)$$

dimana,  $Vol_w$  adalah volume air yang terbuang dalam satu siklus

Sedangkan volume air yang tersalurkan dalam satu siklus dapat kita tentukan dengan Persamaan 2.13

$$Vol_d = \left( \frac{L_{del} \cdot A_{del}}{N} \right) \ln(1 + \beta) \quad (2.13)$$

dimana,  $Vol_d$  adalah volume air yang tersalurkan dalam satu siklus

Besarnya  $\alpha$  dan  $\beta$ , masing- masing adalah

$$\alpha = \frac{M \cdot D_{drv}^2}{2 \cdot g \cdot H} \quad (2.14)$$

$$\beta = \frac{N \cdot V_{drv}^2}{2 \cdot g \cdot H} \quad (2.15)$$

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

## 5. Effisiensi pompa *hydram*

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

$$\eta_{Rankine} = \frac{Q(H_d - H)}{(Q + Q_w)H} \quad (2.16)$$

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)

$H$  adalah *head* sumber di atas pembukaan katup buang (m)

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Tempat Pelaksanaan**

Perancangan untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida Universitas Lampung dan untuk pemasangan serta pengujian penelitian ini di desa Wonokarto kecamatan Gading Rejo kabupaten Pringsewu Lampung.

#### **B. Tahapan Penelitian**

##### **1. Studi Literatur dan Survey Lapangan**

Pada tahapan ini dilakukan pencarian dan studi literatur tentang perancangan *hidraulic ram pump* (pompa *hydram*) untuk dapat dijadikan acuan dan pertimbangan dalam perancangan pompa *hydram* serta survey lapangan untuk mendapatkan potensi air yang dibutuhkan dalam perancangan.

##### **2. Perancangan Komponen Pompa *Hydram***

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan untuk menentukan dimensi dan material dari komponen- komponen pompa *hydram* serta bahan- bahan yang dibutuhkan untuk model sistem irigasi.

### 3. Penyediaan Alat dan Bahan

Pada tahapan ini dilakukan penyediaan alat dan bahan untuk pembuatan pompa *hydram*.

### 4. Pembuatan Pompa *Hydram*

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan pompa *hydram* sesuai dengan perancangan di Laboratorium Mekanika Fluida.

### 5. Pemasangan Pompa *Hydram* dan Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan model sistim irigasi persawahan masyarakat di desa Wonokarto kecamatan Gading Rejo kabupaten Pringsewu Lampung serta pengujian pompa *hydram* untuk memperoleh unjuk kerja pompa yang optimal.

### 6. Analisis Data

Data yang didapat dari pengujian pompa *hydram* digunakan sebagai dasar analisis untuk mendapatkan unjuk kerja terbaik dari pompa *hydram* dilihat dari efisiensi dan volume air yang terbuang.

### 7. Penulisan Laporan

Penulisan laporan adalah tahap akhir dari penelitian ini.

### C. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu alat untuk pembuatan model sistem irigasi dan alat untuk pengujian.

Tabel 3.1 Alat- alat untuk pembuatan dan penyiapan model sistem irigasi

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1.	Meteran	Meteran digunakan untuk mengukur tinggi dari head sumber, panjang pipa suplai dll.	
2.	Mesin Gerinda	Mesin Gerinda digunakan untuk pemotongan dan penghalusan komponen-komponen pompa <i>hydram</i> baik dari body, katup buang, tabung udara dll. Mesin gerinda juga digunakan untuk pembuatan model sistem irigasi seperti	

		pemotongan besi untuk pembuatan menara air, dll.	
3.	Mesin bor	Mesin bor digunakan untuk membuat lubang yang dibutuhkan pada pompa <i>hydram</i> misalnya pembuatan lubang pada tabung udara yang berfungsi sebagai tempat keluarnya air yang tersalur, dll.	
4.	Mesin bubut	Mesin bubut digunakan untuk pembuatan rumah dari katup buang, dll	
5.	Mesin las listrik	Mesin las digunakan untuk penyambungan katup buang dengan batang besi berulir, penyambungan pompa dengan dudukannya, dll. Mesin las juga digunakan untuk pembuatan model sistem irigasi misalnya menyambung besi untuk	

		membuat menara air, dll.	
6.	Kunci pipa	Kunci pipa digunakan untuk menyambungkan komponen-komponen pompa <i>hydram</i> yang berbentuk ulir misalnya untuk menyambungkan katup penghantar dan sambungan L pipa besi, dll.	
5.	Timbangan digital	Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat dari katup buang, beban-beban yang digunakan pada pengujian, dll.	
6.	Jangka sorong	Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi rumah dan katup buang, dll. Jangka sorong juga digunakan pada saat pengujian yaitu untuk mengatur tinggi dari langkah katub buang.	

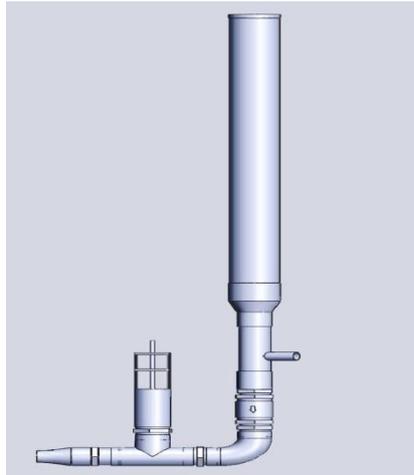
Tabel 3.2 Alat- alat untuk pengujian

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1.	Gelas ukur	Gelas ukur digunakan untuk mengukur debit air yang tersalur dan debit air yang terbangun.	
2.	<i>Stopwatch</i>	Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengalirkan air.	

## 2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| a. Pipa PVC              | h. Tabung udara            |
| b. <i>Diffuser</i>       | i. Sambungan dua ulir besi |
| c. Sambungan pipa T      | j. Sambungan pipa berulir  |
| d. Rumah katup buang     | k. Selang                  |
| e. Katup buang           | l. Sambungan selang        |
| f. Sambungan L pipa besi | m. Menara air              |
| g. Katup satu arah       | n. Tangki air              |



Gambar 3.1. Desain Pompa *Hydrum*



(a)

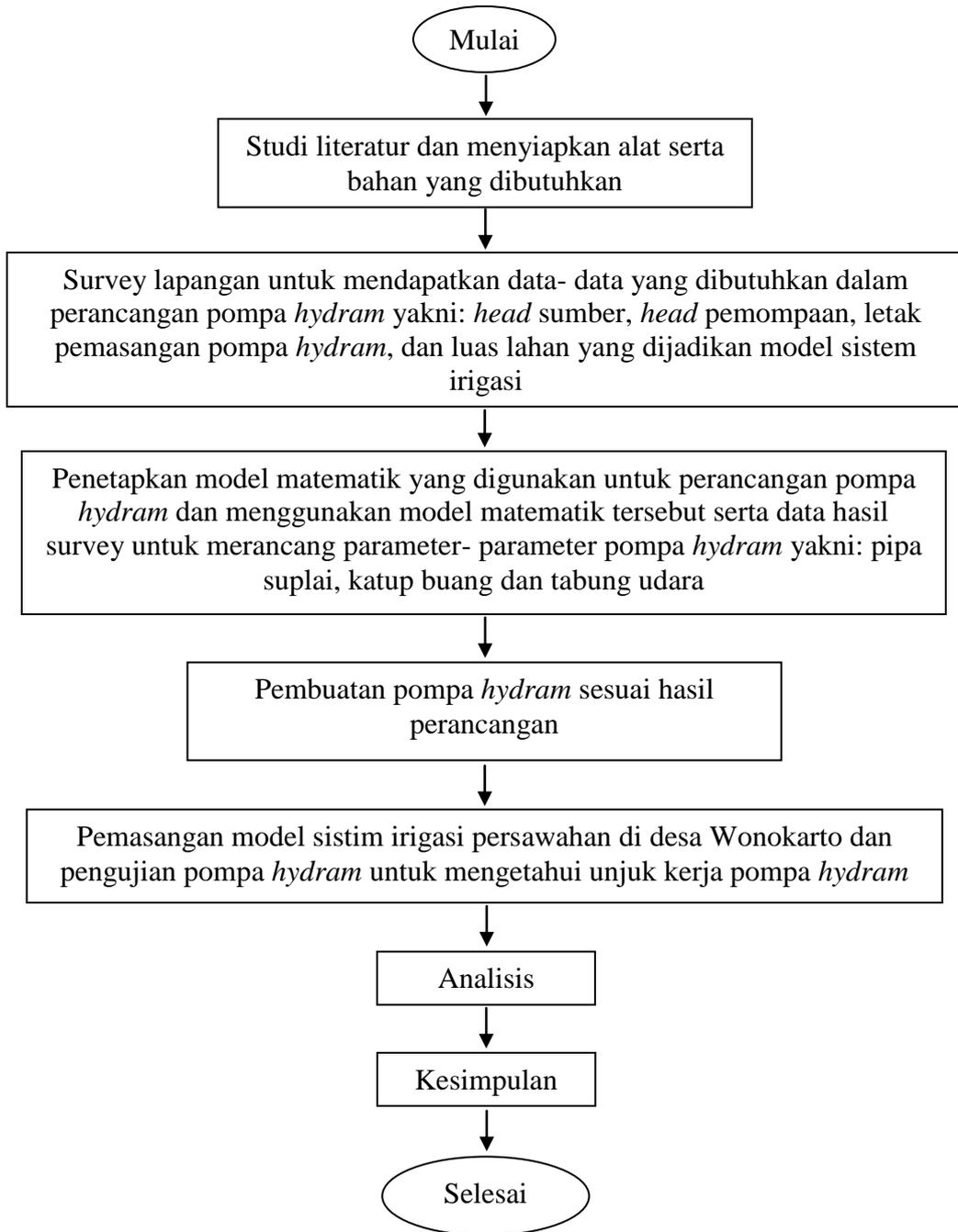


(b)

Gambar 3.2. a) Menara air, b) Tangki air

#### D. Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian

Secara garis besar alur penelitian dijelaskan dalam diagram alir di bawah



Gambar 3.3. Diagram alir penelitian

## E. Metode Pengujian

Adapun tahapan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat- alat yang dibutuhkan untuk pengujian:
  - a. *Stopwatch*
  - b. Jangka Sorong
  - c. Gelas ukur
  - d. Meteran
2. Mengukur ketinggian *head* sumber (H) yaitu tinggi dari sumber air sampai ke pompa *hydram* dan mengatur *head* penyalurannya (h) yaitu tinggi dari sumber air ke tangki air tempat penampungan hasil pemompaan menggunakan meteran.
3. Mengatur panjang langkah katup buang dengan jangka sorong dari katup buang tanpa memiliki beban, penambahan beban I, beban II, dan beban III dan penambahan beban persegi.
4. Mengukur debit air yang dipompakan (Q) dan debit aliran air yang terbuang ( $Q_w$ ) dengan gelas ukur, menghitung waktu (t) yang dibutuhkan untuk menyalurkan debit air yang dipompakan dengan *stopwatch*, serta menghitung siklus katup buang untuk menyalurkan debit air yang dipompakan.
5. Mencatat hasil pengukuran dan perhitungannya yang didapatkan kemudian mengolah data tersebut sehingga mendapatkan unjuk kerja dari pompa tersebut.
6. Untuk langkah pengujian selanjutnya melakukan pengulangan pengujian dengan memvariasikan panjang dari katup buang dapat diulang dari langkah pengujian 3 sampai langkah pengujian 6.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian pompa *hydram* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Potensi yang didapatkan 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. Dengan ketinggian pemompaan 6 m dan menggunakan selang berdiameter 5/8 inci dengan panjang 9 m maka volume tabung udara yang didapat  $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .
2. Setelah dilakukan pengujian 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 anjurkan 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.

3. Dari perancangan ,pembuatan dan pengujian pompa *hydram* yang telah dilakukan bahwa debit air yang dibutuhkan yaitu sebesar 2000 liter/hari dapat tercukupi dengan baik.
4. Pembuatan dan pemasangan pompa *hydram* relatif mudah dan biaya pembuatannya terjangkau karena bahan- bahan yang dibutuhkan dapat dengan mudah ditemukan di toko- toko material.

## **B. Saran**

Adapun saran yang penulis dapat sampaikan untuk pengembangan selanjutnya adalah:

1. Pengaruh unjuk kerja pompa *hydram* sebaiknya dikaji lebih lanjut terhadap panjang pipa dan diameter pipa suplai dan berat katup penyalur (*delivery valve*) untuk mendapat unjuk kerja yang lebih baik lagi.
2. Pemerintah perlu mendukung untuk mendanai pembuatan pompa *hydram* karena dapat membantu masyarakat dalam pemenuhan kebutuhan air baik untuk pertanian maupun rumah tangga.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. 2015. *Produksi Tanaman Pangan 2014*. Jakarta.
2. BPS Provinsi Lampung. 2015. *Produksi Padi, Jagung, Kedelai*. Lampung.
3. Calhoun, J. 2003. *Home Built Hydraulic Ram Pumps*. NW Independent Power Resources, North Bend.
4. 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.
5. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. 2014. *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2009- 2013*. Jakarta.
6. Setiawan, F. 2015. *Pembuatan Pompa Hydran untuk Model Sistem Irigasi Persawahan Desa Wonokarto Kecamatan Gading Rejo Kabupaten Pringsewu*. Universitas Lampung: Bandar Lampung
7. Silvers, M. 1977. *Use of Hydraulics Ram in Nepal*. UNICEF, Kathmandu, Nepal.
8. Taye, T. 1998. *Hydraulic Ram Pump*. Journal of the ASME, Vol II, No.1, Addis Ababa, Ethiopia.
9. 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.

10. Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute: Los Banos