

**UJI KELAYAKAN TEKNIS IRIGASI SPRINKLER DENGAN  
TIPE PORTABEL DI LAHAN PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**



**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu  
Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Accepted  
Date: 01 Mei 2005  
No. Induk: 01 Mei 2005

627627.12  
FER  
4

Oleh :

**BORCE FERNANDA**

NIM. 981710201155

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**



Dosen Pembimbing.

**Ir. SUHARDJO WIDODO, MS. (DPU)**

**Ir. HERNU SUYOSO (DPA I)**

**SRI WAHYUNINGSIH, SP. MT. (DPA II)**

## MOTTO

**"Jika kamu bersyukur pasti Kutambah nikmatKu kepadamu; sebaliknya jika kamu mengingkari nikmat itu, tentu siksaKu lebih dahsyat".  
(Ibrahim : 7 )**

***"Keimanan membawa manusia bersih hatinya, jinak  
Jiwanya, bicara lemah lembut, hidup sabar,  
Pemaaf dan baik sangka"***

***"Bekerjalah kamu seolah-olah hidup seribu tahun lagi,  
ibadahlah kamu seolah-olah kamu mati besok pagi "*  
(al-Hadits)**



## PERSEMBAHAN

Karya ini merupakan satu dari sekian banyak perjuangan penyusunan dalam menjalani kehidupan, untuk itu kupersembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Almamater yang aku cintai dan banggakan;
3. Bapak dan Ibu yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan studi dan kasih sayang yang selama ini diberikan kepadaku,
4. Bapak ibu di Madura yang selalu memberikan dorongan serta bimbingan do'a yang tak ternilai harganya kami haturkan terima-kasih sebesar-besarnya;
5. Adik-adikku yang di Jember dan Madura yang telah memberikan segalanya untuk keberhasilan studi hingga terselesainya penyusunan skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Semua Guru-guruku yang telah membimbing untuk kehidupan dunia dan akhiratku kami haturkan beribu terima-kasih.
7. Istriku dan Anakku yang senantiasa memberi dukungan moral maupun spiritual;
8. Bapak dan Ibu Guru serta Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah menuntun ilmunya;
9. Semua sahabat dan teman-teman yang ku cintai;

Diterima oleh:

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER**

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertahankan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 20 Januari 2005

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

**Tim Penguji**  
Ketua

Ir. H. Suhardjo Widodo, MS.  
NIP. 130 608 231

Anggota I

Ir. Henu Suyoso  
NIP. 131 660 768

Anggota II

Sri Wahyuningsih, SP, MT  
NIP. 132 243 340



Mengesahkan  
Dekan,

Ir. Hj. Siti Hartanti, MS  
NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul "UJI KELAYAKAN TEKNIS IRIGASI SPRINKLER DENGAN TIPE PORTABEL DI LAHAN PERTANIAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER"

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi Program Pendidikan Strata Satu Pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Keberhasilan penulis dalam menyusun Karya Ilmiah Tertulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Suhardjo Widodo, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan dorongan, bimbingan serta bantuan hingga terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
2. Bapak Ir. Heru Snyoso, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan dorongan, bimbingan serta kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini
3. Ibu Sri Wahyuningasih, SP., M.L., selaku Tim Penguji Anggota II yang telah memberikan kritik dan saran
4. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
5. Bapak Ir. Siswijanto, MP., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan penggunaan fasilitas dalam penelitian ini.
6. Bapak Ir. Suryanto, MP., selaku Ketua Komisi Bimbingan yang telah memberikan arahan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Puspitasari, STp, M. Phil. Selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan doa.



8. Ibu Nita Kuswardhani, S.Tp. M. Eng. selaku Pengganti Dosen Wali Yang telah Memberikan bimbingan dan arahan selama studi.
9. Mas Hardi, Mas Agus dan Pak Sagnan selaku Teknisi pada Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.
10. Bapak dan Ibu yang tercinta yang telah memberikan kasih sayang, motivasi dan dorongan spiritual serta doa sehingga Skripsi ini dapat terlaksana dengan baik.
11. Bapak dan Ibu di Madura yang selalu memberikan bimbingan dorongan moral dan doa sehingga skripsi ini selesai.
12. Warga Akademik FTP (Mbak Sri, Mbak Ani, Mbak Tuti, Mas Dwi, Mas Dodik dan Akademik TEP (Mas Herdi), terima kasih atas fasilitas dan pelayanan yang diberikan.
13. Teman seperjuangan Skripsi Dedi wahyu yang dengan gigih membangunkan semangat serta teman yang telah memberikan motivasi hingga Skripsi ini terselesaikan (Dayat, Iin, Andi Ririn, Reza, Mas Kucir, Iek asan dan rekan koster Abah Survo dan Farhan).
14. Semua pihak yang telah membantu dan tidak mungkin sebut satu persatu. Kami ucapkan mohon maaf dan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Akhirnya semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi perkembangan Teknik Pertanian dan Masyarakat pada umumnya.

Jember, Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
RINGKASAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup dan Pembatasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Irigasi .....	4
2.2 Metode Pemberian Air Irigasi .....	4
2.3 Irigasi Sprinkler .....	5
2.3.1 Keuntungan Irigasi Sprinkler .....	6
2.3.2 Macam Irigasi Sprinkler Berdasarkan Pola Penyebaran .....	6
2.3.3 Macam Irigasi Sprinkler berdasarkan gerak .....	7
2.3.4 Sistem Irigasi Sprinkler berdasar kapasitas dan luas areal .....	8
2.3.5 Komponen Sistem Irigasi Sprinkler .....	9



2.3.6 Desain Sistem Irigasi Sprinkler.....	11
2.3.7 Rancangan dan Tata Letak Irigasi Sprinkler .....	12
2.3.8 Klasifikasi Tinggi Rendahnya Tekanan Air .....	13
2.3.9 Pola Pembasahan .....	13
2.4 Perhitungan Kehilangan Tekanan dan Kebutuhan Tenaga Pengerak Pompa Air .....	15
2.5 Pompa dan Unit Tenaga .....	17

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.2.1 Alat yang digunakan .....	18
3.2.2 Bahan .....	18
3.3 Metode Penelitian .....	19
3.3.1 Pengukuran Debit Sumur .....	19
3.3.2 Pengukuran Volume Tandon .....	19
3.3.3 Pengukuran Waktu Pengisian Tandon .....	19
3.3.4 Pengukuran Debit Sprinkler .....	20
3.3.5 Pengukuran di Pipa Utama (Main Line) .....	20
3.3.6 Pengukuran di Lateral .....	21
3.4 Parameter yang diukur .....	21
3.5 Analisa Data .....	22

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Letak Dacrah Penelitian .....	25
4.2 Kapasitas Sumur .....	25
4.3 Waktu Pengisian Reservoir .....	27
4.4 Debit Air pada Sprinkler .....	28
4.5 Debit air pada Lateral .....	29
4.5.1 Debit air Lateral I .....	30
4.5.2 Debit air Lateral II .....	32

4.5.3 Debit air Lateral III .....	33
4.5.4 Debit air Lateral IV .....	34
4.6 Debit Air pada Main Line .....	35
4.7 Kehilangan Tinggi Tekan dan Total Tinggi Tekan Dinamik (TDH).....	36
4.8 Penentuan Tekanan Operasi Optimal .....	38
4.9 Penentuan Daya Pompa .....	40

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	42

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

Daftar Tabel

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Pengaruh Angin pada Jarak Sprinkler.....	14
2. Pedoman Untuk Menentukan Ukuran Nozzel dan Tekanan yang tepat pada Pemecah .....	14
3. Klasifikasi Tekanan pada Sprinkler .....	15
4. Debit air Sumur setiap Kenaikan 0,1 m .....	25
5. Debit Sprinkler Rata-rata .....	28
6. Debit rata-rata pada lateral .....	29
7. Debit Air pada Pipa Lateral I .....	31
8. Debit Air pada Pipa Lateral II .....	32
9. Debit Air pada Pipa Lateral III .....	33
10. Debit Air pada Pipa Lateral IV .....	34
11. Debit air Man Line .....	35
12. Nilai Head loss ( $H_L$ ) dan TDH .....	37
13. Nilai Tekanan dan Jari-jari Siraman .....	39

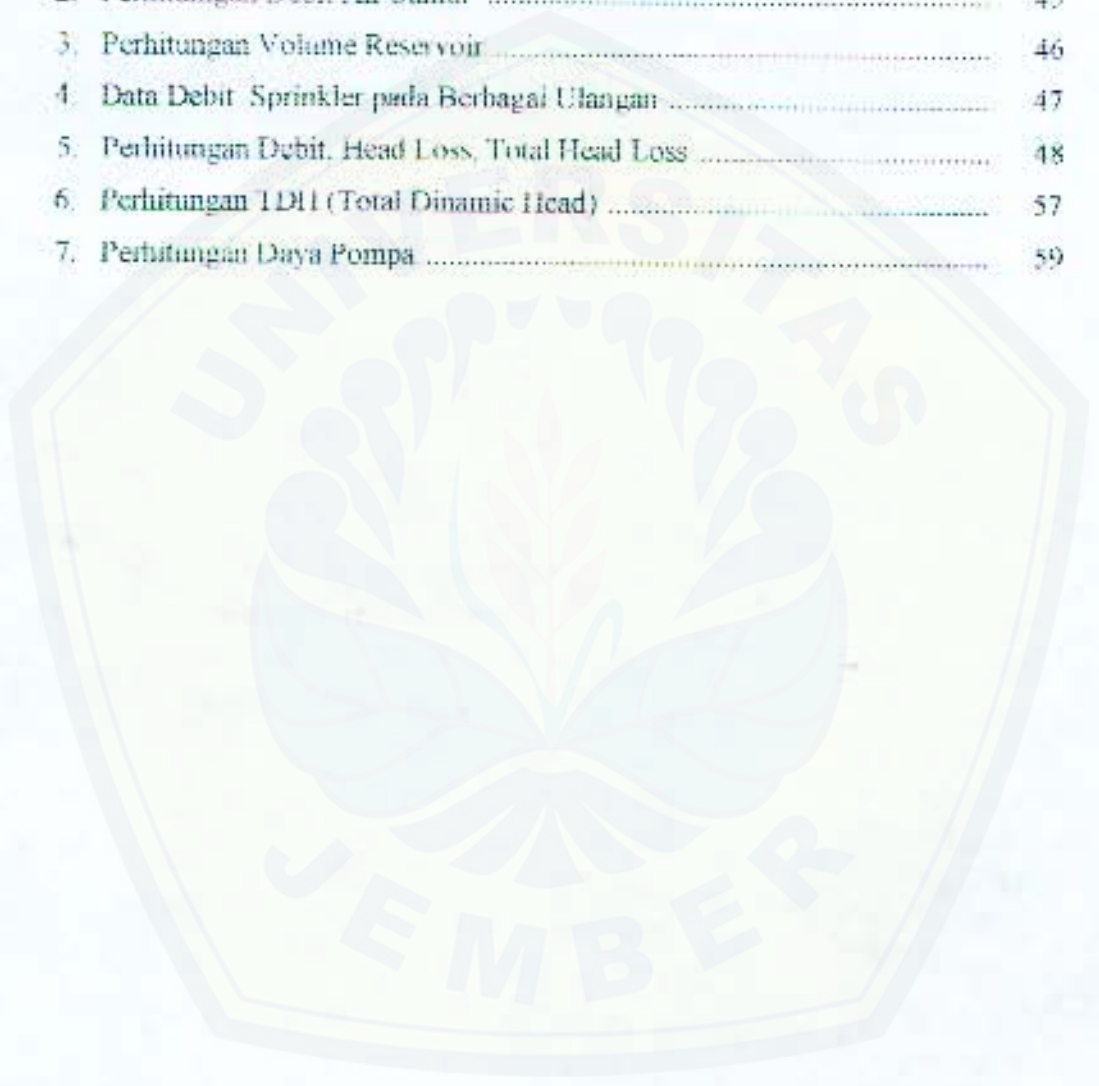


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata Letak (Lay Out) Irigasi Sprinkler di lahan FTP UNEJ .....	24
2. Grafik Hubungan Tinggi Muka Air dengan Debit Air Sumur .....	26
3. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit Sprinkler .....	29
4. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit rata-rata Lateral .....	30
5. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit pada Pipa Lateral I .....	31
6. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit pada Pipa Lateral II .....	32
7. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit pada Pipa Lateral III .....	33
8. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit pada Pipa Lateral IV .....	34
9. Grafik Hubungan Tekanan dengan Debit Main Line .....	36
10. Grafik Hubungan Tekanan dengan Total Head Loss .....	37
11. Grafik Hubungan Tekanan dengan TDH .....	38
12. Grafik Hubungan Tekanan dengan Jari-jari Siraman .....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Waktu Pengisian (recovery) Air Sumur .....	44
2. Perhitungan Debit Air Sumur .....	45
3. Perhitungan Volume Reservoir .....	46
4. Data Debit Sprinkler pada Berbagai Ulangan .....	47
5. Perhitungan Debit, Head Loss, Total Head Loss .....	48
6. Perhitungan TDH (Total Dynamic Head) .....	57
7. Perhitungan Daya Pompa .....	59





**"UJI KELAYAKAN TEKNIS IRIGASI SPRINKLER DENGAN TIPE PORTABEL DI LAHAN PERTANIAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER"** oleh **Borce Fernanda** (981710201155), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing **Ir. Subardjo Widodo, MS. (DPU)**, **Ir. Henu Suyoso (DPA I)**, **Sri Wahyuningsih SP, MT. (DPA II)**.

#### RINGKASAN

Irigasi curah (Sprinkler Irrigation) sistem portabel merupakan irigasi yang menggunakan jaringan aliran bertekanan dengan metode penyiraman air pada permukaan tanah dalam bentuk percikan dimana sistem peralatannya dapat berpindah terutama pada bagian lateral dan sub main line, sedangkan pompa dan sumber air dalam keadaan tetap tidak berubah sepanjang musim tanam. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan air secara merata dan efisien pada areal tanaman tertentu, dengan jumlah dan kecepatan yang sama atau kurang dari daya penyerapan tanah.

Lahan yang digunakan luasnya  $\pm 1900 \text{ m}^2$  dan terletak di Lahan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dimana Penerapan sistem Penyiraman dengan Teknologi Sprinkler ini air diambil dari sumur yang memiliki debit air maksimal sebesar  $0,30 \text{ l/detik}$  dan dialirkan pada tandon (reservoir) yang memiliki kapasitas air  $24036,4 \text{ liter}$ . Pada proses pengisian reservoir memerlukan waktu  $22,26 \text{ jam}$ , dengan terbatasnya sumber air sumur maka pengisian tandon dilakukan secara bertahap untuk menghindari kerusakan pada mesin pompa. Setelah tandon terisi penuh maka dapat dilakukan proses penyiraman sistem sprinkler dengan tekanan yang berubah-ubah ( $130, 110, 65, 50, 35$ ) Psi. Debit minimal untuk menyiram seluruh areal sebesar  $3,383 \text{ l/detik}$  pada tekanan  $35 \text{ Psi}$ . Nilai *friction loss* semakin meningkat dengan semakin meningkatnya tekanan yaitu  $0,9714 \text{ m}$  pada  $35 \text{ Psi}$ ,  $1,3492 \text{ m}$  pada  $50 \text{ Psi}$ ,  $1,7139 \text{ m}$  pada  $60 \text{ Psi}$ ,  $2,4123 \text{ m}$  pada  $110 \text{ Psi}$ ,  $3,1300 \text{ m}$  pada  $130 \text{ Psi}$ . Pada tekanan  $35 \text{ Psi}$  menghasilkan jari-jari siraman sebesar  $10,96 \text{ m}$  dimana nilai tersebut sesuai dengan jari-jari siraman yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air pada lahan penelitian. Nilai jari-jari siraman semakin meningkat dengan semakin meningkatnya tekanan yaitu  $10,96 \text{ m}$  pada  $35 \text{ Psi}$ ,  $11,75 \text{ m}$  pada  $50 \text{ Psi}$ ,  $13,60 \text{ m}$  pada  $65 \text{ Psi}$ ,  $16,10 \text{ m}$  pada  $110 \text{ Psi}$ ,  $16,90 \text{ m}$  pada  $130 \text{ Psi}$ . Berdasarkan hasil analisa dari data penelitian didapatkan perlakuan yang paling optimal adalah pada tekanan  $35 \text{ Psi}$ , dimana pada tekanan tersebut didapatkan nilai *friction loss* terkecil yaitu  $0,9714 \text{ meter}$  dan jari-jari siraman  $10,96 \text{ meter}$ . Daya pompa minimal yang harus disediakan sebesar  $3 \text{ HP}$ .

Kata kunci : Irigasi curah, teknis, tekanan optimal, friction loss, jari-jari siraman



## L PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Sistem irigasi sprinkler disebut juga sebagai irigasi curah, mengingat bahwa pemberian air diberikan dari atas permukaan tanah seperti keadaan curah hujan. Fungsi utama dari sistem irigasi adalah untuk memberikan air secara merata dan efisien pada areal pertanaman tertentu dengan jumlah dan kecepatan yang sama atau kurang dari daya penyerapan tanah.

Irigasi curah (Sprinkler Irrigation) sistem portabel merupakan irigasi yang menggunakan jaringan aliran bertekanan dengan metode penyiraman air terhadap permukaan tanah dalam bentuk percikan, dimana sistem peralatannya dapat berpindah terutama pada bagian lateral dan sub main line, sedangkan pompa main line dan sumber air dalam keadaan tetap tidak berubah sepanjang musim tanam. Sistem irigasi curah biasanya terdiri dari unit-unit pompa air untuk penyediaan air dengan cukup tekanan, jaringan pipa-pipa untuk penyaluran dan pemberian air serta alat "Nozzel" sebagai alat penyemprot. Penyemprotan air dapat juga dilakukan dengan pipa yang berlubang-lubang atau "Perforated Pipe" sedangkan penyediaan air dengan tekanan tertentu dapat diusahakan dengan perbedaan ketinggian tempat. Selain memberikan air bagi tanaman, irigasi curah juga dapat dipergunakan untuk memberikan pupuk, pestisida, amandemen tanah dengan cepat dan ekonomis, mudah dan efektif melalui penyiraman sistem irigasi curah. Peralatannya sederhana dan tidak memerlukan banyak tenaga kerja serta dapat diatur desainnya sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Sistem irigasi curah dapat direncanakan dengan baik untuk tanaman dengan efisiensi penggunaan air cukup tinggi dibandingkan sistem irigasi permukaan. Sistem pemberian air yang direncanakan dengan baik akan memberikan air yang cukup selama waktu maksimum kebutuhan air bagi tanaman. Irigasi curah juga dapat diterapkan pada lahan yang tidak terjangkau oleh aliran permukaan, contohnya pada lahan yang jauh dari aliran irigasi (sungai). Faktor utama pada sistem irigasi sprinkler ini adalah adanya angin,

persoalan yang dihadapi pada areal dengan kecepatan angin dan temperatur yang tinggi menyulitkan untuk menggunakan air secara seragam dan efisien karena pada semprotan sprinkler mudah diblokkan angin. Salah satu alternatif pemecahannya yaitu dengan cara mengatur jarak sprinkler baik dari pipa utama maupun dari pipa lateral serta mengatur tekanan sesuai dengan jarak yang digunakan, sehingga diharapkan dengan menggunakan sistem irigasi sprinkler akan didapatkan keseragaman aliran dengan pola penyebaran serta pola kedalaman air.

Sedangkan kekurangan irigasi sprinkler adalah memerlukan biaya operasional yang cukup tinggi, antara lain untuk investasi pompa air pipa distribusi dengan proses perancangan dan tata letak yang cukup teliti.

### **1.2 Permasalahan**

Lahan yang digunakan untuk penerapan irigasi curah (Sprinkler Irrigation) ini adalah lahan pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, yang luasnya 1.1900 m<sup>2</sup>. Semua komponen sistem irigasi sprinkler dengan tipe portabel dipasang dengan tata letak (lay out) seperti pada gambar 1, sedangkan air yang digunakan diambil dari air sumur yang ditampung lebih dahulu pada tandon (reservoir). Untuk memperoleh hasil yang optimal dari pemasangan komponen sistem irigasi curah tersebut, maka perlu diangkat beberapa permasalahan berikut:

1. Besarnya kapasitas sumur.
2. Debit yang dibutuhkan untuk membasahi seluruh areal yang ada.
3. Besarnya kehilangan tinggi tekan yang terjadi.
4. Tinggi pembasahan yang terjadi.
5. Tekanan operasi yang diperlukan.
6. Kapasitas dan daya pompa yang diperlukan.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan air secara merata dan efisien pada areal tanaman tertentu, dengan jumlah dan kecepatan yang sama atau kurang dari daya penyerapan tanah. Sehingga perlu diketahui besarnya kapasitas



sumur, debit sprinkler yang dibutuhkan untuk membasahi seluruh areal yang ada, kehilangan (head loss) pada pipa main line, sub main line dan pipa lateral yang harus diantisipasi dan penggunaan tekanan operasi yang tepat serta penentuan kapasitas dan daya pompa yang diperlukan untuk mengoptimalkan hasil yang diperoleh dari kegiatan budidaya pertanian, sehingga penerapan irigasi sprinkler dilahan akan lebih efektif dan efisien.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat dengan tepat menentukan berbagai faktor yang berpengaruh terhadap sistem irigasi sprinkler, sehingga dapat digunakan untuk mendukung peningkatan kualitas hasil pertanian dan pengembangan di bidang produksi pertanian serta pemanfaatan fasilitas irigasi yang tersedia agar penggunaan air lebih efektif dan efisien. Selain itu dapat juga dimanfaatkan untuk menanggulangi keterbatasan sumber air pada daerah irigasi yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman secara periodik, serta dapat menekan biaya investasi dan biaya operasional.

Sedangkan manfaat khusus dari penelitian ini adalah sebagai dasar pengoperasian irigasi sprinkler di lahan pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### **1.5 Ruang Lingkup dan Pembatasan Masalah**

Perencanaan dan persiapan lahan maupun perangkat dari sistem irigasi sprinkler merupakan salah satu faktor utama yang mendukung terlaksananya penerapan irigasi sprinkler dengan sistem perpipaan yang dapat dipindahkan. Dalam penelitian ini, ruang lingkup dan batasan masalahnya dibatasi pada aspek teknis yang meliputi kapasitas sumur, pompa, reservoir, pengukuran debit, head loss yang harus diketahui baik yang terjadi pada pipa utama maupun pipa lateral, serta perhitungan total head dan dynamic head berdasarkan pada data pengamatan yang diperoleh.



## II TINJAUAN PUSTAKA



### 2.1 Definisi Irigasi

Secara umum irigasi didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Dengan kata lain irigasi dapat pula didefinisikan sebagai suatu usaha untuk menambah kelembaban tanah dalam jumlah, waktu dan kualitas yang tepat agar tanaman dapat hidup secara optimum, lebih jauh disebutkan bahwa jangkauan ilmu irigasi meliputi daerah aliran sampai ke tanah pertanian dan pada saluran drainase atau pembuangan.

Ruang lingkup irigasi meliputi tahap-tahap pekerjaan :

1. Pengembangan sumber air dan penyediaan air
2. Penyaluran air irigasi ke daerah pertanian
3. Pembagian dan penjatahan air di areal tanah pertanian
4. Penyaluran kelebihan air dari petak-petak sawah secara teratur.

(Suranto dan Supriano, 1989)

Pada umumnya air irigasi yang diberikan di lahan tidak dipergunakan secara efisien oleh tanaman. Hal ini disebabkan ketidakteraturan distribusi air dan sebagainya sehingga perlu untuk menggunakan lebih banyak air daripada yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan demikian diperkirakan efisiensi rata-rata untuk pemakaian air adalah 70% untuk irigasi sprinkler dan 50% untuk irigasi permukaan. Dengan demikian ada keterkaitan antara hubungan air yang diperlukan dengan sistem irigasi yang digunakan (Hansen dkk, 1992).

### 2.2 Metode Pemberiaan Air Irigasi

Semua pemberian air irigasi mempunyai tujuan yang sama yaitu mencukupi kebutuhan tanaman akan air. Tetapi karena beberapa faktor antara lain sifat dan kebutuhan tanaman, sifat lahan dan lingkungannya, iklim serta ketersediaan biaya berbeda-beda maka ditemukan dan dikembangkan berbagai metode yang sangat bervariasi untuk memenuhi kebutuhan tanaman tersebut.

Secara garis besar metode pemberian air irigasi dibagi menjadi 4 bagian besar yaitu:

1. Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*) yaitu pemberian irigasi dengan mengalirkan air diatas permukaan tanah sehingga mencapai kapasitas lapang dan atau sampai tergenang, tergantung dari jenis tanaman.
2. Irigasi Bawah Permukaan (*Subsurface Irrigation*) yaitu pemberian air irigasi dengan mengalirkan air melalui media tertentu.
3. Irigasi Sprinkler, disebut juga irigasi curah yaitu menggunakan jaringan bertekanan penggunaan air ini terhadap tanah dalam bentuk percikan sebagai penyiraman.
4. Irigasi Trickle yaitu pemberian air irigasi yang bertekanan maupun besarnya aliran lebih rendah dari irigasi sprinkle sehingga air yang dari emitter hanya menetes saja disebut juga irigasi tetes (Suranto dan Supriyono, 1989).

### 2.3 Irigasi Sprinkler

Irigasi Sprinkler (*Sprinkler Irrigation*) yang sering disebut irigasi siraman adalah irigasi yang menggunakan jaringan aliran bertekanan. Irigasi sprinkler dapat digunakan untuk semua jenis tanaman kecuali padi, tembakau dan rami, sangat cocok pada lahan pertanian ukuran sedang dan besar atau sekitar 10 ha. Metode ini tidak cocok untuk tekstur tanah yang sangat lembut (tanah lempung berat), dimana rata-rata infiltrasinya rendah sekitar 4 mm/jam. Metode ini cocok sekali untuk tanah berpasir yang mempunyai rata-rata infiltrasi tinggi.

Di dalam irigasi dengan metode sprinkler, air disemprotkan ke udara dan dibiarkan jatuh kepermukaan tanah hampir menyerupai hujan. Semprotan diperoleh dari aliran air yang ditekan melalui pipa orifice kecil atau nozzel. Tekanan ini umumnya dari pompa, perlu dilakukan pemilihan ukuran nozzle, tekanan pengoperasian dan jarak sprinkler. Untuk mengetahui banyaknya air irigasi yang diperlukan di daerah perakaran dapat ditinjau dari pendekatan nilai rata-rata infiltrasi tanah dengan demikian irigasi yang efisien dapat tercapai. (Michael,1978).



### 2.3.1 Keuntungan dan Kerugian Irigasi Sprinkler.

Berdasarkan pengalaman dengan menggunakan sistem irigasi curah lebih jauh mempunyai keuntungan antara lain :

1. Tidak memerlukan tanah yang level, dapat digunakan pada daerah bukit-bukit, lahan bergelombang dengan solom dangkal tanpa diperlukan perataan tanah (*land grading*)
2. Debit atau jumlah air mudah dikontrol dan distribusi keseragaman air lebih seragam sehingga efisiensi pemakaian air cukup tinggi
3. Tidak diperlukannya saluran-saluran terbuka di lapang, maka tidak banyak lahan yang tidak dapat ditanami.
4. Sistem irigasi curah dapat menggunakan aliran air yang kecil dan cara pemberian airnya mudah serta dapat direncanakan.
5. Pemupukan, herbisida dan pestisida dapat dilakukan bersama-sama dengan air irigasi, sehingga biaya tenaga kerja lebih kecil.

Sedangkan kerugiannya dengan menggunakan sistem irigasi curah antara lain:

1. Membutuhkan biaya yang besar pada awalnya.
2. Bergeraknya pipa portable mengakibatkan becek sehingga tanah menjadi keras dan sukar untuk diolah
3. Memerlukan suplay air yang teratur, bersih, bebas pasir dan kotoran lainnya.
4. Angin mempengaruhi distribusi aliran air irigasi
5. Pengoperasian mesin yang sulit.

(Philippine council for agricultura and resources research, 1982).

### 2.3.2 Macam Irigasi Sprinkler Berdasarkan Pola Penyebaran.

Menurut Michael (1978) pola penyebaran air dan pengaturan air, sistem irigasi sprinkler dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sistem perputaran kepala dan sistem pipa berlubang.



### 1. Sistem Sprinkler yang Berputar (*Rotating Head System*)

Ujung pipa berukuran kecil ditempatkan di riser pipa permanen di sepanjang pipa lateral dengan jarak yang seragam. Pipa lateral biasanya dipasang di permukaan tanah, pipa ini juga bisa dinaikkan sejajar dengan tinggi tanaman dan berputar sebesar 90 derajat untuk mengairi lahan yang berbentuk persegi empat. Keuntungan alat pencurah ini dibandingkan dengan yang lainnya adalah kemampuannya yang relatif besar. Faktor ini cukup baik pada air yang mengandung lumpur dan kotoran, karena menurut pengalaman sedikit terjadi kemacetan penyiraman.

### 2. Sistem Pipa Berlubang (*Perforated Pipe System*)

Sistem pipa berlubang adalah sistem penyiraman dengan menggunakan jaringan pipa yang dilubangi, sedangkan air disalurkan dengan sudut yang tegak lurus dari jalur pipa. Jaringan pipa yang dilubangi dipergunakan lebih ekstensif pada kebun buah-buahan dan kebun bibit. Jaringan tersebut biasanya dipergunakan pada areal yang relatif lebih sempit.

Bila ditinjau dari tipe alat dan cara penyemprotan airnya, sistem irigasi curah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. "fixed nozzle" dimana air disemprotkan dari nosel yang dipasang sejauh kira-kira 15 m pada sejumlah pipa yang sejajar satu sama lain,
2. "perforated pipe" dimana air menyemprot dari lubang-lubang yang ada pada pipa dengan tekanan sekitar 10-35 psi.
3. "rotary sprinkler" dimana dipakai alat penyemprot yang dapat berputar dengan tekanan air sekitar 30-100 psi (Michael, 1978).

#### 2.3.3 Macam Irigasi Sprinkler Berdasarkan Gerak

Tipe irigasi curah berdasarkan kemudahan gerak diklasifikasikan menjadi lima sistem, yaitu:

#### 1. Sistem Portabel (*Portable System*)

Pemasangan sistem jaringan irigasi yang dapat dipindahkan atau lebih dikenal dengan sebutan portabel, adalah apabila seluruh sistem yang terdiri atas pompa, pipa utama dan pipa lateral dapat dipindahkan.

#### 2. Sistem Semi Portabel (*Semi Portable System*)

Sistem ini pada dasarnya sama seperti sistem portabel, kecuali lokasi sumber air dan pompa dipasang tetap.

#### 3. Sistem Semi Permanen (*Semi Permanent System*)

Sistem ini menggunakan cara pemasangan dimana pompa dan pipa utama dipasang tetap atau permanen, sedangkan lateral dapat dipindah-pindahkan selama musim pemberian air irigasi.

#### 4. Sistem Solid Set

Pemasangan jaringan irigasi curah sistem solid set adalah cara pemasangan dimana pompa dan pipa utama dipasang tetap dan sistem ini mempunyai pipa lateral yang cukup banyak jumlahnya, sehingga perpindahan lateral dapat ditekan sekecil mungkin selama satu musim tanam.

#### 5. Sistem Permanen (*Permanent System*)

Pemasangan jaringan irigasi curah secara permanen (tetap) apabila seluruh sistem yang terdiri atas pompa, pipa utama dan lateral tidak dapat dipindahkan dan pemasangannya ditanam dibawah permukaan tanah (Michael, 1978).

### 2.3.4 Sistem Irigasi Sprinkler Berdasar Kapasitas dan Luas Areal

Sesuai dengan kapasitas dan luas areal yang diairi, maka sistem irigasi curah dapat digolongkan menjadi 3 yaitu:

- a. "*farm sistem*", dimana suatu sistem irigasi curah dirancang untuk suatu luasan areal pertanaman dan merupakan satu-satunya cara pemberian air.
- b. "*field sistem*" yang dirancang untuk dipasang pada beberapa areal pertanaman, dan biasanya dipergunakan untuk pemberian air pendahuluan, pada persemaian dan sebagainya.



- c. "*incomplete farm sistem*", yaitu suatu sistem yang dapat dirubah dari farm sistem menjadi field sistem sesuai dengan keadaan areal pertanaman (Michael, 1978).

### 2.3.5 Komponen Sistem Irigasi Sprinkler

Menurut Hudson (1975), Walaupun beberapa tipe sistem irigasi curah telah dikembangkan agar sesuai untuk memenuhi berbagai varietas tanaman, kondisi tanah dan iklim, namun semuanya mempunyai komponen utama sebagai berikut:

#### 1. Pompa

Merupakan alat yang digunakan untuk menaikkan air dari sumber dialirkan dan disemprotkan ke lahan. Tipe pompa yang digunakan untuk irigasi disesuaikan dengan bentuk aliran, besarnya tekanan dan jarak vertikal dari sumber air. Pompa yang digunakan mempunyai kapasitas yang tetap untuk sekarang maupun akan datang. Kapasitas ini umumnya bervariasi antara 100-800 gpm untuk instalasi irigasi lahan kecil. Untuk lahan yang besar digunakan pompa sentrifugal.

Pendorong pompa hampir semuanya merupakan tipe sentrifugal Turbin pompa umumnya harus diatur pada suatu lokasi tertentu yang permanen, pompa sentrifugal dapat dipasang permanen dan dapat pula bersifat portabel (dapat dipindahkan). Tenaga yang digunakan untuk menggerakkan pompa-pompa pada sprinkler tipe permanen berasal dari motor listrik dan motor bakar internal (Schwab, 1993).

#### 2. Pipa Utama (Main Line)

Pipa utama dapat dirancang secara permanen atau dapat dipindah. Pipa permanen digunakan untuk tanaman yang bernilai ekonomis tinggi, dengan batas lahan yang ditentukan dan tanaman membutuhkan irigasi secara penuh. Pipa portabel atau dapat dipindah lebih ekonomis bila digunakan pada sejumlah lahan, pipa baja banyak digunakan untuk pipa permanen, pipa portabel biasanya



memiliki harga yang lebih murah namun tidak mampu menghadapi kesukaran-kesukaran pada saat operasi di lapang (Michael,1978).

### 3. Pipa Lateral (*Lateral Pipe*)

Pipa lateral biasanya portabel (dapat dipindah), pipa aluminium sambungan cepat adalah yang terbaik untuk sebagian besar pipa lateral yang portabel, pipa lateral biasanya tersedia dalam ukuran panjang 6 m atau 12 m, tiap panjang memiliki sambungan cepat.

Pair et.al (1983), merekomendasikan bahwa tekanan total pada pipa lateral bervariasi dan untuk lebih praktisnya tidak boleh melebihi 10% dari tekanan yang dianjurkan.

Jika pipa lateral mengalami penurunan ataupun kenaikan, maka toleransi untuk perbedaan tinggi pipa lateral harus dibuat dalam penentuan macam-macam lateral yang digunakan, jika lateral naik (menanjak) maka akan diperoleh tekanan rendah pada nozzle, tapi bila lateral mengalami penurunan, maka akan terjadi kecenderungan untuk menyeimbangkan head loss akibat gesekan (Schwab,1993).

### 4. Kepala Sprinkler dan Nozzle

Kepala sprinkler dan nozzle merupakan bagian yang penting dalam irigasi sprinkler, ada 2 macam nozzle, yaitu double nozzle dan single nozzle. Single nozzle digunakan untuk aliran air dengan kecepatan rendah. Sebagian besar head sprinkler menggunakan 2 buah nozzle (double nozzle) satu dipakai untuk melancarkan air pada jarak yang sangat jauh dari sprinkler dan yang lain untuk memancarkan air disekitar pusat sprinkler. Sprinkler dengan dua nozzle tidak dapat digunakan pada kecepatan aliran yang rendah, seperti yang dapat dilakukan oleh sprinkler dengan nozzle tunggal, tapi mampu memberikan distribusi air yang seragam pada tekanan rendah.

Penggunaan tekanan dari beberapa sprinkler biasanya berkisar dari 30-100 Psi. Beberapa tipe kepala sprinkler hanya dipergunakan untuk kebutuhan tertentu, kepala dengan sudut kecil digunakan pada kebun buah-buahan, ada kepala yang khusus digunakan pada tekanan 20 Psi, dan jenis yang lain kepalanya dapat

berputar. Selain itu ada jenis kepala sprinkler besar yang mampu melemparkan air sampai sejauh puluhan feet (Michael, 1978).

### 2.3.6 Desain Sistem Irigasi Sprinkler

Menurut James (1988), langkah utama dalam mendesain tata letak adalah menentukan tata letak pipa utama, pipa sub main dan pipa lateral, menentukan jumlah pipa lateral yang akan dioperasikan selama waktu irigasi, menentukan sprinkler, dan pengembangan jaringan pipa, kran dan spesifikasi pemompaan untuk tata letak yang paling sesuai. Urutan berikut ini menjelaskan tiap bagian dari sistem irigasi curah yang perlu diperhatikan :

#### 1. Sistem Tata Letak (Lay Out)

Kunci utama mengenai sistem tata letak adalah topografi, bentuk lahan dan lokasi sumber air. Hal ini terutama untuk bentuk lahan yang luas dan tidak teratur tata letak yang di pilih seringkali merupakan salah satu pilihan dengan total biaya yang paling rendah.

#### 2. Sumber Air dan Lokasi Pemompaan

Jika ada pilihan sumber air dan pompa sebaiknya diletakkan pada tempat yang jumlah pipa dan biaya pemompaannya sedikit mungkin, sebaiknya sumur dan unit pemompaan berada dipusat daerah irigasi.

#### 3. Pipa Lateral

Pipa lateral harus tertambat mengikuti lereng permukaan (slope) tanah yang memperkecil variasi tekanan sepanjang pipa lateral. Maka apabila diperlukan pemasangan pipa lateral yang menaiki atau menuruni lereng, lebih baik mengalirkan air menuruni lereng daripada menaiki lereng dan pipa lateral sebaiknya diletakkan tegak lurus dengan arah angin.



#### 4. Pipa Main Line dan Pipa Sub Main Line

Jika pipa lateral sejajar dengan lereng (slope) maka pipa utama ataupun pipa sub main menanjak atau menuruni lereng, pipa utama dan sub main line diletakkan ditepi lahan sebelah atas untuk menghindari agar pipa lateral tidak menanjak.

##### 2.3.7 Rancangan dan Tata Letak Irigasi Sprinkler

Fungsi utama sistem irigasi curah adalah untuk memberikan air secara merata dan efisien pada areal pertanaman tertentu dengan jumlah dan kecepatan yang sama atau kurang dari daya penyerapan tanah. Pada umumnya jarak sprinkler sepanjang pipa lateral dan jarak pipa lateral sepanjang pipa utama sedapat mungkin dirancang untuk memperkecil biaya tenaga kerja, semakin besar jaraknya membutuhkan tekanan yang lebih tinggi sehingga memperbesar biaya pemompaan.

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk desain dan tata letak adalah sebagai berikut :

1. Jarak antar pipa lateral, dan jarak lateral dengan pipa utama harus diperhatikan, jarak yang besar membutuhkan tekanan yang besar dan rata-rata penggunaan airnya juga besar karena dipengaruhi oleh rata-rata infiltrasi tanah.
2. Pemasangan pipa utama seharusnya memotong atau menuruni lereng dan lateral memotong melewati slope atau dekat dengan garis tinggi (contour).
3. Untuk keseimbangan tata letak pengoperasian lateral harus sesuai ukuran pipa lateral tidak terdapat 2 diameter yang berbeda.
4. Tata letak harus memudahkan dan pergerakan lateral sedikit selama pengoperasian, untuk memudahkan operasi, air diambil dari tempat yang dekat dengan pusat area irigasi.
5. Lay out dimodifikasi disesuaikan dengan ukuran rata-rata jumlah air dan keadaan tanah pada area irigasi, untuk memudahkan operasi, lateral harus dipasang dengan arah angin yang ada (Schwab, 1993)



### 2.3.8 Klasifikasi Tinggi Rendahnya Tekanan Air

Sistem irigasi dapat diklasifikasikan tinggi rendahnya tekanan air sebagai berikut:

1. Tekanan rendah : 0.35 - 1.5 kg/cm<sup>2</sup>
2. Tekanan sedang : 1.6 - 3.5 kg/cm<sup>2</sup>
3. Tekanan Tinggi : 3.6 - 7.0 kg/cm<sup>2</sup>
4. Tekanan sangat tinggi : lebih dari 7.0 kg/cm<sup>2</sup>

Pembagian berdasarkan tekanan air yang lebih terperinci diberikan oleh USDA sebagai berikut :

1. Tekanan rendah : 0 -15 psi
2. Tekanan sedang : 15 -13 psi
3. Tekanan menengah : 30 - 60 psi
4. Tekanan Tinggi : 50 - 100 psi
5. Tekanan Hidrolik : 80 -120 psi
6. Tekanan pipa perforasi : 4 - 20 psi
7. Tekanan *under tree low angle*: 10 - 50 psi

Berdasarkan nilai yang praktis klasifikasi sistem irigasi curah berdasarkan tekanan tersebut diatas sebenarnya kurang, karena pada umumnya besar tekanan lebih disesuaikan dengan kebiasaan pada daerah atau negara tertentu

### 2.3.9 Pola Pembasahan

Menurut Michael (1978) pola pembasahan distribusi air adalah bentuk dasar atau pola semprotan dari sprinkler yang jatuh pada permukaan tanah. Pola penyebaran air akan berbentuk lingkaran dengan jari-jari yang sama panjangnya, tetapi jika pola penyebaran air terganggu oleh angin, maka bentuknya akan berubah menjadi lingkaran yang tidak beraturan dan cenderung mengarah kearah angin pada saat itu.

Pengaruh angin pada spacing sprinkler dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Pengaruh Angin Pada Jarak Sprinkler**

Kecepatan angin km/jam	Jarak sprinkler stasioner (%) diameter basah
Tidak ada	65
0 – 65	60
6.5 – 1.3	50
>1.3	30

Sumber: Michael (1978)

Sedangkan penyebaran ukuran tekanan dapat dikendalikan dengan pemilihan ukuran nozzle. Tekanan pemecah yang tepat pada sprinkler dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Pedoman Untuk Menentukan Ukuran Nozzle dan Tekanan Pemecah yang Tepat Pada Sprinkler.**

Ukuran Nozzle (mm)	Pemecah yang Tepat (Bar)	Tekanan yang dipilih(Bar)
3.0	2.00	2.75 – 3.00
4.5 – 6.0	2.75	3.50 – 4.25
6.0 – 9.0	3.50	4.25 – 5.00

Sumber : Tim Tata Air Pertanian (1991)

Apabila tekanan terlalu rendah, air yang memancar dari alat curah tidak mudah pecah dan sebagian besar air jatuh tidak jauh dari alat curah. Jika tekanan tinggi menyebabkan pengkabutan dan sebagian besar air jatuh menutup alat curah kedua pola tersebut tidak akan menghasilkan suatu irigasi yang beragam (Anonim, 1991)

Menurut Hudson (1975), dikatakan bahwa sprinkler dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu tekanan rendah, tekanan sedang dan tekanan tinggi dapat dilihat pada tabel 3.



**Tabel 3. Klasifikasi Tekanan Pada Sprinkler**

Tipe	Besar tekanan (Bar)	Diameter Pembasahan (m)	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Rata-rata pemberian Air (mm/jam)
Tekanan rendah	0.7 – 2.0	9 – 25	0.15 – 1.5	2.5 – 15.0
Tekanan sedang	2 – 5.0	20 – 45	0.55 – 5.5	3.5 – 45.0
Tekanan tinggi	5 – 10.0	35 – 120	4 – 10.0	7.5 – 48.0

Sumber: Armfield, (1989)

#### 2.4 Perhitungan Kehilangan Tekanan dan Kebutuhan Tenaga Penggerak Pompa Air

Perhitungan tekanan air dan kebutuhan tenaga penggerak pompa air kehilangan tekanan air dalam pipa tergantung kepada kecepatan aliran air dan kekerasan dari bagian dalam pipa.

Besarnya kehilangan tekanan biasanya dinyatakan dalam feet setiap 1000 feet panjang pipa, rumus yang dapat dipakai adalah :

$$\text{A. Manning} \quad : \quad H_f = 2.87 \frac{N^2 V^2}{D^{1.49}} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{B. William \& Haze} \quad H_f = 3.022 \frac{V^{1.852}}{C^{1.49} D^{4.75}} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

H<sub>f</sub> = Friction Loss (ft)

V = Kecepatan aliran (ft/det)

D = Inside diameter (in)

C & N = Roughness Coefisient

(Anonim, 1977)

Untuk mengetahui besarnya  $H_f$  pada pipa utama dapat dipergunakan Rumus:

$$H_f = \frac{K_s Q^{1.9} (1,45 \times 10^{-8})}{D^{4.96}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan diketahuinya jumlah debit air ( $Q$ ) dan total dynamic head ( $H$ ), maka besarnya tenaga penggerak ( $H_p$ ) yang diperlukan untuk pompa air dapat diperhitungkan dengan rumus :

$$WHIP = \frac{QH}{3960} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$BHP = \frac{QH}{3960 \times E_p} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana : WHIP – Water Horse Power  
 BHP – Brake Horse Power  
 Q – Debit air (gsm)  
 H = Total Dynamic head (ft)  
 Ep – Efisiensi Unit Pompa (Anonim, 1977)

Sesuai dengan saran-saran dari USDA, dapat dipergunakan pedoman dan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Jumlah sprinkler diperhitungkan berdasarkan orientasi keadaan areal dengan rumus :

$$N_s = \frac{Q}{q} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :  $N_s$  = Jumlah springkler  
 Q = debit air keseluruhan  
 q = debit air tiap "springkler"

2. Pipa lateral hendaknya dipilih dengan ukuran dan diletakkan sedemikian sehingga variasi beda tekanan pada tiap sprinkler kurang dari 10% dan kehilangan tekanan keseluruhan tidak melebihi 20%.
3. Pipa utama hendaknya diletakkan menurut arah lereng dan diusahakan memungkinkan pemasangan sistem split line operation. (Anonim, 1977).



## 2.5 Pompa dan Unit Tenaga

Dua hal yang harus dipertimbangkan untuk memilih pompa air adalah, (1) kapasitas pompa yaitu jumlah debit pada sprinkler yang beroperasi pada waktu yang sama, ditambah kelonggaran sekitar 5% untuk hilangnya efisiensi pompa karena pemakaian. (2) Head Total pompa yang merupakan jumlah "friction loss" dan tinggi air yang harus ditambah. Head (tinggi tekan) dan kapasitas mempunyai peranan yang besar dalam penggunaan pompa.

Kapasitas pompa ( $Q$ ) adalah Volume air yang dialirkan pompa tiap satuan waktu. Dalam SI (System Internasional), satuan  $Q$  biasanya dalam liter/menit atau untuk pompa berukuran besar satuan  $Q$  dalam  $m^3$ /detik. Dalam sistem Inggris, satuan  $Q$  adalah gallon per menit (gpm) dan cubic feet per second (cfs) (James, 1988).

Berbagai jenis pompa dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam sistem irigasi curah, tetapi pompa yang umum digunakan terutama untuk pemompaan dari permukaan sumber air adalah pompa sentrifugal. Dimana jika pekerjaan irigasinya sama atau hampir sama tekanannya, maka pompa sentrifugal dijalankan pada kecepatan tetap dengan menggunakan motor listrik sebagai penggeraknya adalah pilihan yang sesuai. Tetapi jika ada variasi pada tekanan dan keluaran pada berbagai pekerjaan, maka kecepatan yang dapat diubah dengan menggunakan motor diesel sebagai penggeraknya adalah pilihan yang tepat (Turner, 1984).

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan September 2002 sampai selesai di Lahan Work Shop Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat yang dipergunakan

1. Tandon
2. Seperangkat Unit Pompa
3. Pipa Main Line
4. Pipa Lateral
5. *Stand Food*
6. Sprinkler
7. Pipa Fleksibel
8. Endplug
9. Rig
10. Pipa hisap
11. Nozzel
12. Gelas ukur
13. Jangka Sorong
14. Rollimeter
15. Stop Watch
16. Waterpass
17. Kompas
18. Bak penampung

#### 3.2.2 Bahan

1. Air
2. Pipa/ slang
3. Benang atau Tali rafia



### 3.3 Metode Penelitian

#### 3.3.1 Pengukuran Debit Sumur

1. Mempersiapkan senerangka pompa penghisap, bak penampung, stopwatch, gelas ukur
2. Memberi tanda pada dinding sumur, tinggi muka air mula-mula sebelum dihisap.
3. Memasang pompa, untuk mengambil air dalam sumur secukupnya dalam bak penampung
4. Menghitung waktu kembalinya permukaan air pada kedudukan mula-mula.
5. Menghitung volume air dan waktu yang diperlukan untuk mencapai titik awal.

$$\text{Debit Sumur} = \frac{\text{Volume air yang dihisap (liter)}}{\text{Waktu yang diperlukan ke TMA mula-mula (detik)}}$$

6. Mengulangi percobaan di atas sebanyak 3 kali pengulangan.

#### 3.3.2 Pengukuran Volume Tandon

1. Mempersiapkan peralatan untuk mengukur yaitu mistar (benang bol), bollpoint dan meteran.
2. Mengukur tinggi Tandon (h)
3. Mengukur keliling Tandon (K)
4. Menghitung Jari-jari Tandon dengan persamaan  $K = 2\pi r \rightarrow r = \frac{K}{2\pi}$

dimana : K – Keliling Tandon (m)

r – jari-jari Tandon (m)

5. Menghitung Volume Tandon ;  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

dimana : V = Volume Tandon ( $m^3$ )

h – Tinggi Tandon (m)

#### 3.3.3 Pengukuran Waktu Pengisian Tandon

Pengisian tandon air dilakukan berdasarkan debit air yang keluar dari pompa penghisap sumur, supaya pengisiannya kontinu maka debit

penompaan harus lebih kecil dari debit sumur atau bila debit penompaan lebih besar dari debit sumur maka pengisiannya tidak kontinu namun bertahap.

### 3.3.4 Pengukuran Debit Sprinkler

1. Mempersiapkan seperangkat alat irigasi curah dan unit pompa
2. Memasang dan menghubungkan pipa fleksibel dari pompa pengeluaran ke pipa pemasukan.
3. Menghubungkan pipa pengeluaran
4. Memasang sprinkler
5. Memasang pipa atau slang dengan panjang 1m pada *double nozzle (head sprinkler)*.
6. Membuka semua kran.
7. Menghidupkan pompa sesuai dengan instruksi pengoperasian, kemudian mengatur tekanan pompa.
8. Menunggu sampai sprinkler bekerja sesuai dengan yang diinginkan, mencatat waktu, mengukur dan mencatat debit dengan menampung air dari pipa atau slang dibak penampung dan head loss pada springkler.
9. Mengulangi perlakuan untuk tekanan yang berbeda (130,110,65,50,35) Pst, dengan menggunakan 3 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan.

### 3.3.5 Pengukuran di Pipa Utama (Main Line)

1. Mempersiapkan seperangkat alat irigasi curah dan unit pompa
2. Memasang dan menghubungkan fleksibel hoses dari pompa pengeluaran ke pompa pemasukan.
3. Menghubungkan pipa pengeluaran
4. Memasang sprinkler
5. Membuka semua kran
6. Menghidupkan pompa sesuai dengan instruksi pengoperasian, kemudian mengatur tekanan pompa.



7. Menunggu sampai sprinkler bekerja sesuai dengan yang diinginkan, mencatat waktu, mengukur dan mencatat debit dengan membuka endplug di ujung saluran pipa utama dan air ditampung di bak penampung dan mengukur head loss pipa utama (main line)
8. Mengulangi perlakuan untuk tekanan yang berbeda (130,110,65, 50, 35) Psi, dengan menggunakan 3 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan.

### 3.3.6 Pengukuran di Lateral.

1. Mempersiapkan seperangkat alat irigasi curah dan unit pompa
2. Memasang dan menghubungkan fleksibel hoses dari pompa pengeluaran ke pipa pemasukan.
3. Menghubungkan pipa pengeluaran
4. Memasang sprinkler
5. Menghubungkan pipa lateral dengan pipa ticksibel
6. Membuka semua kran.
7. Menghidupkan pompa sesuai dengan instruksi pengoperasian kemudian mengatur tekanan pompa
8. Menunggu sampai sprinkler bekerja sesuai dengan yang diinginkan, mencatat waktu, mengukur dan mencatat debit dengan menampung air yang keluar melalui pipa fleksibel ke bak penampung, dan head loss pipa lateral
9. Mengulangi perlakuan untuk tekanan yang berbeda (130,110,65,50,35) Psi dengan menggunakan 3 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan.

### 3.4 Parameter yang diukur

1. Debit air
2. Volume Tandon
3. Waktu pengisian Tandon
4. Debit sprinkler, main line (pipa utama) dan lateral
5. Pengaturan tekanan

6. Penentuan kehilangan (head loss) pada pipa utama
7. Penentuan kehilangan (head loss) pada pipa lateral
8. Penentuan Total Head Loss
9. Penentuan Total Dynamic Head (TDH)

### 3.5 Analisa Data

Setelah pengambilan data di lapang, kemudian mengolah data dengan langkah-langkah sebagai berikut ini:

1. Menentukan debit air sumur, dengan cara mengambil secukupnya air dalam sumur, kemudian menghitung dengan stop watch kembalinya permukaan air dalam sumur ke kondisi semula sebelum pengambilan air sumur, sehingga diperoleh debit air sumur,

$$\text{Debit Sumur} = \frac{\text{Volume air yang dihisap (liter)}}{\text{Waktu yang diperlukan ke TMA mula-mula (detik)}}$$

2. Menghitung Jari-jari Tandon Air dengan persamaan  $K = 2 \cdot \pi \cdot r$

$$r = \frac{K}{2 \cdot \pi} \quad \text{dimana : } K = \text{Keliling Tandon (m)}$$

$r = \text{jari-jari Tandon (m)}$

3. Menghitung Volume Tandon :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

dimana :  $V = \text{Volume Tandon (m}^3\text{)}$

$h = \text{Tinggi Tandon (m)}$

4. Pengisian tandon air dilakukan berdasarkan debit air yang keluar dari pompa penghisap sumur, supaya pengisiannya kontinyu maka debit pemompaan harus lebih kecil dari debit sumur atau bila debit pemompaan lebih besar dari debit sumur maka pengisiannya tidak kontinyu namun bertahap.
5. Menentukan tekanan operasi yang digunakan, dengan cara mengubah-ubah pengatur tekanan pada pompa, sehingga diperoleh tekanan yang diinginkan.



6. Mengukur debit sprinkler, pipa main line dan pipa lateral secara langsung dilapang dilakukan dengan cara menghitung volume air yang tertampung dibak berbentuk tabung dengan persamaan  $V = \pi r^2 t$  kemudian catat waktunya, sehingga dapat diketahui besarnya debit dalam liter/detik.
7. Menentukan kehilangan head pada lateral dan main line dengan menggunakan persamaan Hasen – William sebagai berikut :

$$H_L = \frac{(10.666)(Q)^{1.85}}{(C)^{1.85}(D)^{4.85}} \times L$$

Dimana:

- $H_L$  – Kehilangan head (m)
- $Q$  – debit aliran ( $m^3/det$ )
- $L$  = Panjang pipa (m)
- $C$  – Koefisien pipa (lampiran)
- $D$  – Diameter pipa (mm)

8. Menentukan Total Head Loss (kehilangan head) dengan menjumlahkan head lateral dan head pipa utama (main line);

$$H = H_f \text{ Lateral} + H_f \text{ Main Line}$$

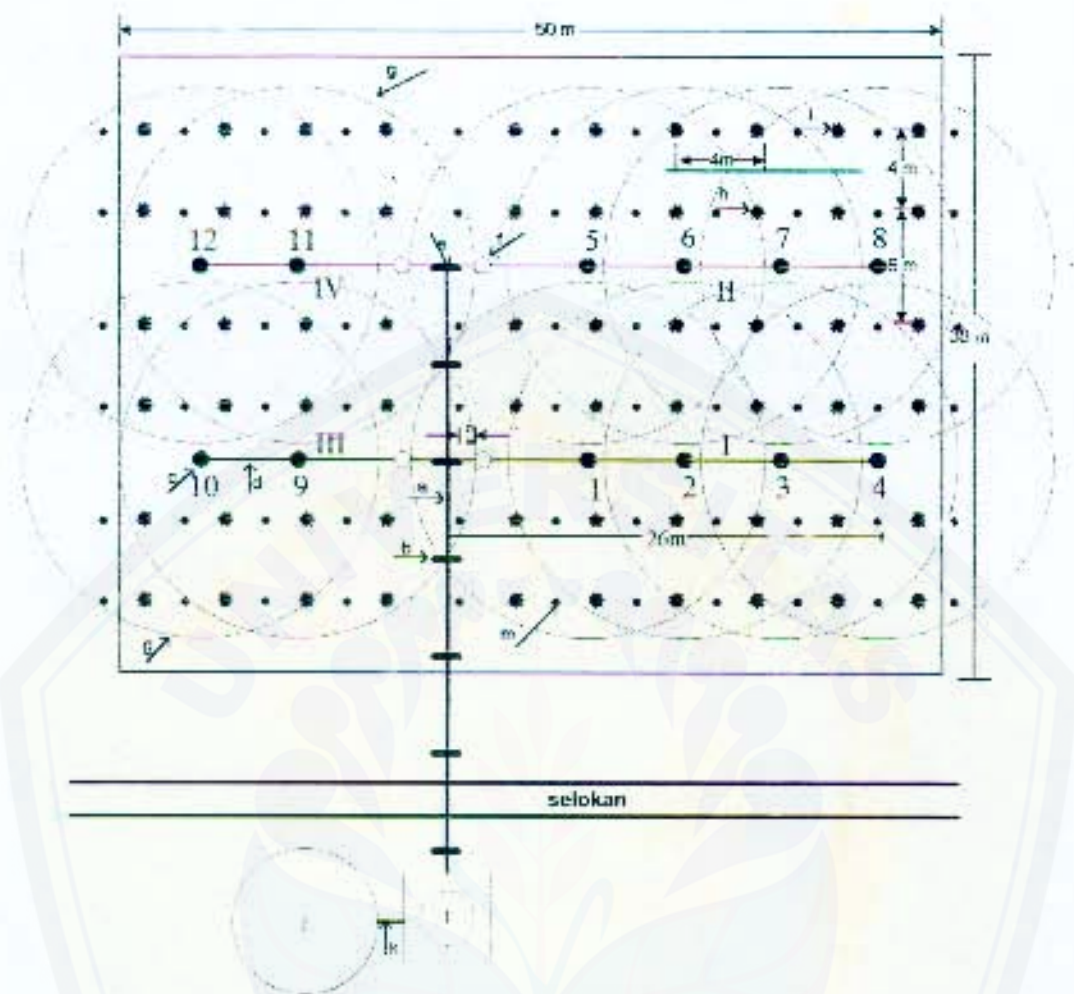
9. Menentukan Total Dynamic Head (TDH) dengan persamaan sebagai berikut :

$$TDH = H_f + H_s - H_d$$

Dimana :

- $H_f$  = Head Loses (m)
- $H_s$  = Tinggi Hisap (m)
- $H_d$  = Tinggi Tekan (m)

10. Menggambar lay out pompa di lapang
11. Setelah data diperoleh kemudian dianalisa dengan grafik.



Gambar 1.1.1.1 LAY OUT IRIGASI SPRINKLER DI LAHAN FTP UNEJ

**Keterangan Gambar :**

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| a. Pipa Utama (Main line)                     | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 = Nozzle |
| b. Kait Penyambung pipa utama                 | 1 = Lateral 1                       |
| c. Sprinkler Head                             | II = Lateral 2                      |
| d. Pipa lateral                               | III = Lateral 3                     |
| e. End Plug (penutup)                         | IV = Lateral 4                      |
| f. Flaksibel hoses                            |                                     |
| g. Area pembasahan dengan diameter $\pm$ 22 m |                                     |
| h. Tanaman Jati                               |                                     |
| i. Tanaman Pelindung                          |                                     |
| j. Tandon air                                 |                                     |
| k. Pipa sambungan dari tandon ke pompa        |                                     |
| l. Pompa.                                     |                                     |



## V. KESIMPULAN



## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Debit air sumur maksimal yang mengalir pada proses pengisian sumur atau recovery adalah sebesar 0,30 liter/detik. Debit air sumur yang mengalir semakin lama semakin kecil, hal ini disebabkan adanya kenaikan tinggi muka air (TMA) dari dari datum sehingga perbedaan TMA sumur dengan TMA tanah semakin lama semakin kecil.
2. Pengisian air untuk reservoir dilakukan berdasarkan debit air yang keluar yaitu secara bertahap sebab sumber air pada sumur sangat kecil. Hal ini untuk menghindari kerusakan pada mesin pompa.
3. Debit minimal yang diperlukan untuk membasahi seluruh areal pertanian yang ada adalah sebesar 3,383 liter/detik pada tekanan 35 Psi.
4. Besarnya debit sangat dipengaruhi oleh tekanan yang digunakan dimana semakin tinggi tekanan maka debit yang dihasilkan juga semakin besar.
5. Besarnya tekanan yang digunakan mempengaruhi besarnya nilai kehilangan tinggi tekan akibat friction loss dan nilai TDH. Semakin besar tekanan maka nilai kehilangan tinggi tekan dan nilai TDH juga semakin besar, ini dapat dilihat dari nilai total friction loss pada tekanan 34 Psi yang hasilnya sebesar 0,9714 meter dengan TDH sebesar 28,1114 meter dan total friction loss pada tekanan 130 Psi sebesar 3,1300 meter dengan TDH sebesar 95,37 meter. Nilai kehilangan tinggi tekan juga dipengaruhi oleh debit, jenis pipa dan kemiringan lahan.
6. Tekanan operasi yang paling optimal untuk menyiram tanaman dengan tata letak seperti dalam penelitian ini adalah sebesar 35 Psi. Hal ini karena pada tekanan operasi tersebut menghasilkan nilai head loss 0,9714 dengan jari-jari siraman 10,96 meter.

7. Berdasarkan tata letak dan luas lahan pada penelitian ini diperlukan daya pompa sebesar 3 Hp, dimana penentuan daya ini didasarkan pada tekanan operasi optimal yang diperoleh.

### 5.2 Saran

Irigasi sprinkler merupakan hal yang baru bagi FTP, untuk itu perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penerapan irigasi sprinkler, pengaruh tekanan terhadap jari-jari siraman yang dihasilkan, dan penekanan biaya operasional agar penerapan irigasi sistem sprinkler dapat lebih efisien dan memasyarakat.





## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1977, *Diktat Kuliah Irigasi. Departemen Mekanisasi Pertanian Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian. Institut Pertanian Bogor.*
- Anonim, 1982. *The Philippines Recommends for Irrigation Water Management vol. 2.* Philippine Council for Agriculture and Resources Research, Los Banos, Laguna.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1991, *BKPM irigasi Curah. Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik Pertanian.* Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi
- Hansen, V.E, dkk. 1992. *Dasar-Dasar dan Praktik Irigasi, Edisi Keempat.* Penerbit Erlangga, Jakarta.
- James, L.G. 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design.* John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Michael, A.M. 1978. *Irrigation Theory and Practise.* Vikas Pubisng House PVT. Ltd.
- Najayati, S. dan Danarti. 1991. *Petunjuk Mengairi dan Menyirami Tanaman.* Penebar swadaya Jakarta.
- Schwab, G.O. and R.K. Frevert. 1985. *Elementary Soil and Water Engineering Thirth Edition.* John Wiley And Sons, Inc. Canada.
- Suranto, D.D. dan Supriyono. 1989. *Tata Air untuk Pertanian II.* Politeknik Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Tim Tata Air. 1991. *BKPM irigasi Curah. Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik Pertanian.* Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen P dan K.
- Turner, A.K. 1984. *Soil Water Management.* International Development Program of Australian Universities And Colleges. Canberra

## Lampiran I

Tabel 14. Waktu Pengisian (*recovery*) Air Sumur

Ulangan	Waktu Pengisian sampai ketinggian (detik)				
	0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m
1	334	749	1168	1694	2249
2	378	690	1172	1564	2002
3	326	625	1164	1763	2314
Rata-rata	346	688	1168	1674	2188



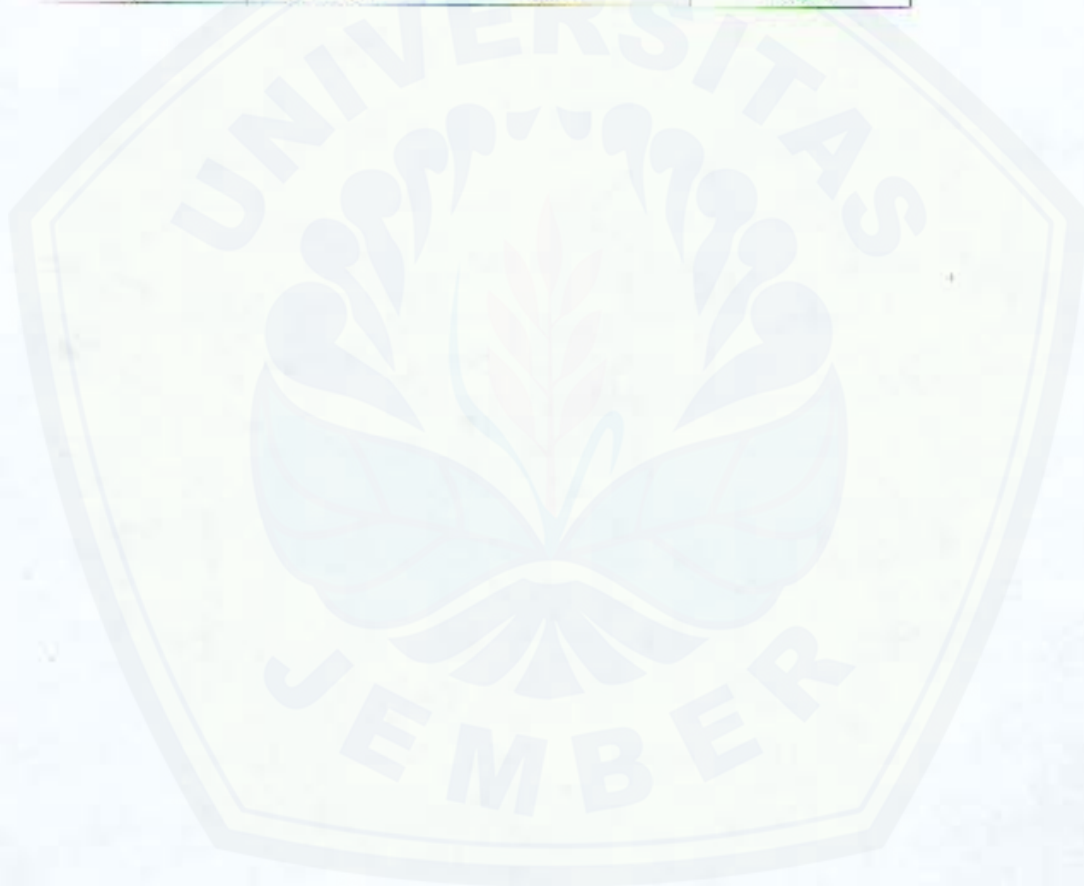


## Lampiran 2

Tabel 15. Perhitungan Debit Air Sumur

Diameter Sumur = 1,14 m

Ketinggian Air Sumur (m)	Volume Air Sumur (L)	Rata-rata Waktu Recovery (detik)	Debit Air Sumur (L/detik)
0.1	102.11	346	0.30
0.2	204.22	688	0.30
0.3	306.33	1168	0.26
0.4	408.45	1674	0.24
0.5	510.56	2188	0.23



## Lampiran 3

## Perhitungan Volume Reservoir

Diketahui : h reservoir = 232 cm  
K reservoir = 1141 cm

Ditanya : a. Volume reservoir ?  
b. Waktu Pengisian ?

Jawab :  
a. Volume reservoir

$$K = 2\pi \cdot r \rightarrow r = \frac{K}{2\pi}$$

$$r = \frac{1141 \text{ cm}}{2\pi}$$

$$r = 181.6 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi r^2 h \\ &= \pi (181.6 \text{ cm})^2 \cdot 232 \text{ cm} \\ &= 24036406.82 \text{ cm}^3 \\ &= 24036.4 \text{ Liter} \end{aligned}$$

b. Waktu Pengisian

- Jika digunakan debit pemompaan berdasar debit sumur maksimal = 0,30 L/dt, maka debit tiap jamnya = 0.30 L/dt x 3600 = 1080 L./jam.
- Karena V reservoir = 24036.4 L, maka akan diperlukan waktu pemompaan :

$$T = \frac{V_{\text{reservoir}}}{Q / \text{jam}}$$

$$T = \frac{24036.4 \text{ L}}{1080 \text{ L. / jam}}$$

$$T = 22.26 \text{ jam}$$



Tabel 16. Data Debit pada Sprinkler dalam Berbagai Ulangan

Ulangan	Volume (ml)										Volume rata-rata / bias (ml)							Tekanan (Psi)	Volume (ml)	Waktu (s)	Debit rata2 per lateral (L/d)				Debit Rata2 (L/d)
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S (1-4)	S (5-9)	S (9-10)	S (11-12)	Lateral 1				Lateral 2	Lateral 3	Lateral 4		
1	1925	2040	2430	530	1650	1940	1450	2260	1450	1190	1180	440	1731,3	1830	1320	810	130	1542,1	3	0,5771	0,6100	0,4400	0,2700	0,51403	
2	1820	2100	1820	450	1570	1190	1530	1740	1400	1350	1290	400	1547,5	1497,5	137,5	845	130	1385,0	3	0,5158	0,4982	0,4583	0,2817	0,46167	
3	1230	1030	2060	510	1750	1970	1420	2110	1850	1550	1550	390	1432,5	1787,5	1600	965	130	1500,8	3	0,4775	0,5958	0,5333	0,3217	0,50028	
4	1810	1770	1640	580	1690	1020	1480	1980	1370	1530	1450	380	1445	1545	1450	915	130	1390,8	3	0,4817	0,5150	0,4833	0,3050	0,46361	
5	1590	1720	1740	500	1720	1570	1780	1080	1660	1700	1430	430	1402,5	1532,5	1630	930	110	1405,0	3	0,4675	0,5108	0,5433	0,3100	0,46833	
6	1690	1950	1580	580	1760	1510	1520	1380	2000	1480	1450	480	1452,5	1542,5	1740	970	110	1450,0	3	0,4842	0,5142	0,5800	0,3233	0,48333	
7	1630	1300	1590	580	1950	1540	1550	1550	1530	1320	1560	420	1275	1647,5	1425	980	110	1376,7	3	0,4250	0,5462	0,4750	0,3300	0,45888	
8	1450	1340	1550	540	1650	1380	1530	1210	1340	1390	1230	960	1220	1392,5	1365	785	110	1230,8	3	0,4067	0,4642	0,4550	0,2650	0,41028	
9	1340	1520	1500	1240	1450	1220	1180	1130	1200	1300	1220	970	1400	1245	1250	1045	65	1264,2	3	0,46667	0,41500	0,41667	0,34833	0,42139	
10	1120	1440	1450	1270	980	870	710	1070	1220	1100	1100	750	1320	907,5	1235	925	65	1102,5	3	0,44000	0,30250	0,41167	0,30833	0,36750	
11	1060	1340	1230	1240	1250	970	700	950	1160	1100	1100	740	1202,5	967,5	1130	820	65	1065,0	3	0,40083	0,32250	0,37667	0,30667	0,36500	
12	1120	1470	1380	1320	1270	1010	880	1020	1200	1120	1140	750	1307,5	1040	1160	845	60	1133,3	3	0,39750	0,35000	0,39500	0,30167	0,36528	
13	1280	1180	1410	1240	1240	1140	930	930	1150	1230	1010	720	1272,5	1035	1190	865	60	1111,7	3	0,42417	0,34500	0,39667	0,28833	0,37056	
14	1120	1180	1330	1230	1310	1180	980	990	1180	1250	1020	720	1215	1110	1215	870	55	1122,5	3	0,40500	0,37000	0,40500	0,29000	0,37417	
15	1030	1220	1280	1260	1290	1080	1010	970	1230	1210	1000	690	1197,5	1087,5	1220	845	55	1105,8	3	0,39917	0,36250	0,40667	0,28167	0,36681	
16	1010	1150	1320	1180	1220	900	860	910	1090	1310	880	670	1165	972,5	1200	925	55	1050,0	3	0,38833	0,32417	0,40000	0,27500	0,36000	
17	1000	1080	1280	1210	1020	850	720	970	1200	1330	1000	680	1145	890	1265	840	50	1029,2	3	0,38167	0,29667	0,42167	0,28000	0,34306	
18	940	1200	1140	1120	1010	1000	930	880	1060	1220	870	610	1100	957,5	1140	790	50	1007,5	3	0,36667	0,31917	0,38000	0,26333	0,33583	
19	1080	1210	930	1250	880	830	1000	940	1050	1150	800	600	1112,5	937,5	1100	750	50	991,7	3	0,37083	0,31250	0,38867	0,25000	0,33056	
20	930	1160	1110	1200	840	890	910	900	1040	1090	920	590	1100	910	1085	755	45	973,3	3	0,36567	0,30333	0,35500	0,25167	0,32444	
21	970	1010	1050	1130	820	890	940	890	1020	1200	840	600	1040	905	1110	770	45	961,7	3	0,34667	0,30167	0,37000	0,25967	0,32056	
22	970	1030	1010	1030	810	910	730	880	990	1230	900	570	1010	860	1105	735	45	930,0	3	0,33867	0,28667	0,36833	0,24500	0,31000	
23	880	910	980	1040	900	960	930	890	1060	1060	890	540	952,5	912,5	895	615	40	889,3	3	0,31750	0,30417	0,32833	0,20500	0,28611	
24	920	890	890	980	880	890	680	870	870	1210	780	580	920	832,5	1040	685	40	871,7	3	0,30867	0,27750	0,34967	0,22833	0,28056	
25	840	960	870	910	810	910	690	830	1200	990	900	560	920	897,5	1085	725	40	904,2	3	0,30667	0,28817	0,35500	0,24167	0,30139	
26	830	850	820	975	800	820	680	800	800	1000	740	600	898,75	770	900	670	35	807,8	3	0,28858	0,26667	0,30000	0,22333	0,26931	
27	960	810	920	900	900	850	770	1020	850	950	670	480	872,5	910	900	575	35	840,0	3	0,29083	0,30333	0,30000	0,19167	0,28000	
28	940	940	950	1020	810	790	660	830	1050	1220	940	520	962,5	772,5	1135	730	35	899,2	3	0,32083	0,25750	0,37833	0,24333	0,29639	

Keterangan:

S-1, S-2, S-3 ... dst : Sprinkler ke-1, ke-2, ... dst



## Lampiran 5

## I. Perhitungan Head Loss.

Persamaan Hasen William sebagai berikut :

$$H_f = \frac{(10.666)(Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} (D)^{4.85}} \times L$$

Dimana:

$H_f$  = Kehilangan head (m)

$Q$  = debit aliran ( $m^3/det$ )

$L$  = Panjang pipa (m)

$C$  = Koefisien pipa (lampiran)

$D$  = Diameter pipa (mm)

## I. Pada Lateral

## I.1. Pada Lateral 1

Data diketahui :

- Panjang Lateral : 26 meter

- Diameter Lateral : 0,05 meter

- Jumlah sprinkler sepanjang lateral : 4

- Debit Sprinkler rata-rata :

$$a. 130 \text{ Psi} : \frac{(0.5771 + 0.5158 + 0.4775 + 0.4817)L/dt}{4} = 0.513L/dt$$

$$b. 110 \text{ Psi} : \frac{(0.4675 + 0.4842 + 0.4250 + 0.4067)L/dt}{4} = 0.446L/dt$$

$$c. 65 \text{ Psi} : \frac{(0.46667 + 0.44 + 0.40083)L/dt}{3} = 0.436L/dt$$

$$d. 50 \text{ Psi} : \frac{(0.38167 + 0.36667 + 0.37083)L/dt}{3} = 0.373L/dt$$

$$e. 35 \text{ Psi} : \frac{(0.28958 + 0.29083 + 0.32083)L/dt}{3} = 0.3004L/dt$$



**Debit dan Head Loss pada Lateral 1**

a. Tekanan 130 Psi

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\
 &= 4 \times 0.513 \text{ L/dt} \\
 &= 2.052 \text{ L/dt} \\
 &= 0.002052 \text{ M}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.002052)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.690898 \text{ meter}$$

b. Tekanan 110 Psi

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\
 &= 4 \times 0.446 \text{ L/dt} \\
 &= 0.00178 \text{ M}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.00178)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.532885 \text{ meter}$$

c. Tekanan 65 Psi

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\
 &= 4 \times 0.436 \text{ L/dt} \\
 &= 0.00174 \text{ M}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.00174)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.510983 \text{ meter}$$

d. Tekanan 50 Psi

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\
 &= 4 \times 0.373 \text{ L/dt} \\
 &= 0.00149 \text{ M}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.00149)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.383217 \text{ meter}$$

e. Tekanan 35 Psi

$$\begin{aligned}
 Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\
 &= 4 \times 0.300 \text{ L/dt} \\
 &= 0.0012 \text{ M}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.0012)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.256716 \text{ meter}$$

**1.2. Pada Lateral 2**

Data diketahui :

- Panjang lateral : 26 meter
- Diameter Lateral : 0,05 meter
- Jumlah sprinkler sepanjang lateral : 4
- Debit Sprinkler rata-rata :

$$\text{a. 130 Psi : } \frac{(0,6100 + 0,049917 + 0,59583 + 0,51500) \text{ L/dt}}{4} = 0,555 \text{ L/dt}$$

$$\text{b. 110 Psi : } \frac{(0,51083 + 0,51417 + 0,54917 + 0,46417) \text{ L/dt}}{4} = 0,510 \text{ L/dt}$$

$$\text{c. 65 Psi : } \frac{(0,415 + 0,3025 + 0,32250) \text{ L/dt}}{3} = 0,347 \text{ L/dt}$$

$$\text{d. 50 Psi : } \frac{(0,29667 + 0,31917 + 0,31250) \text{ L/dt}}{3} = 0,309 \text{ L/dt}$$

$$\text{e. 35 Psi : } \frac{(0,25667 + 0,30333 + 0,25750) \text{ L/dt}}{3} = 0,273 \text{ L/dt}$$

**Debit dan Head Loss pada Lateral 2**

a. Tekanan 130 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{ sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 4 \times 0,555 \text{ L/dt} \\ &= 0,00222 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10,666)(0,00222)^{1,85}}{(135)^{1,85} (0,05)^{4,75}} = 0,799109 \text{ meter}$$

b. Tekanan 110 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{ sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 4 \times 0,510 \text{ L/dt} \\ &= 0,00204 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10,666)(0,00204)^{1,85}}{(135)^{1,85} (0,05)^{4,75}} = 0,682358 \text{ meter}$$



c. Tekanan 65 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 4 \times 0.347 \text{ L/dt} \\ &= 0.001387 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.001387)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.87}} = 0.334581 \text{ meter}$$

d. Tekanan 50 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 4 \times 0.309 \text{ L/dt} \\ &= 0.001238 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.001238)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.87}} = 0.27117 \text{ meter}$$

e. Tekanan 35 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 4 \times 0.273 \text{ L/dt} \\ &= 0.00109 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.00109)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.87}} = 0.214334 \text{ meter}$$

### 1.3. Pada Lateral 3

Data diketahui :

- Panjang Lateral : 14 meter
- Diameter Lateral : 0.05 meter
- Jumlah sprinkler sepanjang lateral : 2
- Debit Sprinkler rata-rata :

$$\text{a. 130 Psi : } \frac{(0.44 + 0.4583 + 0.5333 + 0.4833) \text{ L/dt}}{4} = 0.47875 \text{ L/dt}$$

$$\text{b. 110 Psi : } \frac{(0.5433 + 0.58 + 0.475 + 0.455) \text{ L/dt}}{4} = 0.5133 \text{ L/dt}$$

$$\text{c. 65 Psi : } \frac{(0.4167 + 0.41167 + 0.32250) \text{ L/dt}}{3} = 0.40167 \text{ L/dt}$$

$$d. 50 \text{ Psi} : \frac{(0.42167+0.38+0.3667) \text{ L/dt}}{3} = 0.3894 \text{ L/dt}$$

$$e. 35 \text{ Psi} : \frac{(0.3+0.3+0.37833) \text{ L/dt}}{3} = 0.3261 \text{ L/dt}$$

### Debit dan Head Loss pada Lateral 3

a. Tekanan 130 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.47875 \text{ L/dt} \\ &= 0.000958 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000958)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.0908 \text{ meter}$$

b. Tekanan 110 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.5133 \text{ L/dt} \\ &= 0.001027 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.001027)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.1033 \text{ meter}$$

c. Tekanan 65 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.40167 \text{ L/dt} \\ &= 0.000803 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000803)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.0656 \text{ meter}$$

d. Tekanan 50 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.3894 \text{ L/dt} \\ &= 0.000779 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000779)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.06198 \text{ meter}$$



e. Tekanan 35 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.326 \text{ L/dt} \\ &= 0.000652 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.000652)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.0446 \text{ meter}$$

#### 1.4. Pada Lateral 4

Data diketahui :

- Panjang Lateral : 14 meter
- Diameter Lateral : 0,05 meter
- Jumlah sprinkler sepanjang lateral : 2
- Debit Sprinkler rata-rata :

$$\text{a. } 130 \text{ Psi : } \frac{(0.27 + 0.28167 + 0.32167 + 0.305) \text{ L/dt}}{4} = 0.295 \text{ L/dt}$$

$$\text{b. } 110 \text{ Psi : } \frac{(0.31 + 0.3233 + 0.33 + 0.265) \text{ L/dt}}{4} = 0.3071 \text{ L/dt}$$

$$\text{c. } 65 \text{ Psi : } \frac{(0.34833 + 0.30833 + 0.30667) \text{ L/dt}}{3} = 0.321 \text{ L/dt}$$

$$\text{d. } 50 \text{ Psi : } \frac{(0.28 + 0.2633 + 0.25) \text{ L/dt}}{3} = 0.264 \text{ L/dt}$$

$$\text{e. } 35 \text{ Psi : } \frac{(0.2233 + 0.19167 + 0.2433) \text{ L/dt}}{3} = 0.219 \text{ L/dt}$$

#### Debit dan Head Loss pada Lateral 4

a. Tekanan 130 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.295 \text{ L/dt} \\ &= 0.000589 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_f = \frac{(10.666)(0.000589)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.05)^{4.85}} = 0.03698 \text{ meter}$$

b. Tekanan 110 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.307 \text{ L/dt} \\ &= 0.000614 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000614)^{1.85}}{(135)^{1.85} (0.05)^{4.85}} = 0.03993 \text{ meter}$$

c. Tekanan 65 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.321 \text{ L/dt} \\ &= 0.000642 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000642)^{1.85}}{(135)^{1.85} (0.05)^{4.85}} = 0.04337 \text{ meter}$$

d. Tekanan 50 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.264 \text{ L/dt} \\ &= 0.000529 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000529)^{1.85}}{(135)^{1.85} (0.05)^{4.85}} = 0.03028 \text{ meter}$$

e. Tekanan 35 Psi

$$\begin{aligned} Q &= \sum \text{sprinkler sepanjang lateral} \times Q \text{ sprinkler} \\ &= 2 \times 0.219 \text{ L/dt} \\ &= 0.000439 \text{ M}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$H_L = \frac{(10.666)(0.000439)^{1.85}}{(135)^{1.85} (0.05)^{4.85}} = 0.02145 \text{ meter}$$

## 2. Pada Main Line

Data diketahui :

- Panjang Main Line : 38 meter
- Diameter Main Line : 0,072 meter
- Jumlah sprinkler sepanjang Main Line :
- Debit Main Line :



$$\begin{aligned} \text{a. } 130 \text{ Psi} &= \text{Debit Lateral ( } DL_1 + DL_2 + DL_3 + DL_4 \text{ )} \\ &= 2.052 + 2.22 + 0.9575 + 1.1783 \\ &= 6.407917 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

$$= 0.006407917 \text{ M}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } 110 \text{ Psi} &= \text{Debit Lateral ( } DL_1 + DL_2 + DL_3 + DL_4 \text{ )} \\ &= 1.783 + 2.038 + 1.027 + 0.614 \\ &= 5.4625 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

$$= 0.0054625 \text{ M}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } 65 \text{ Psi} &= \text{Debit Lateral ( } DL_1 + DL_2 + DL_3 + DL_4 \text{ )} \\ &= 1.743 + 1.387 + 0.803 + 0.642 \\ &= 4.5755 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

$$= 0.0045755 \text{ M}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } 50 \text{ Psi} &= \text{Debit Lateral ( } DL_1 + DL_2 + DL_3 + DL_4 \text{ )} \\ &= 1.502 + 1.238 + 0.779 + 0.529 \\ &= 4.04778 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

$$= 0.00404778 \text{ M}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } 35 \text{ Psi} &= \text{Debit Lateral ( } DL_1 + DL_2 + DL_3 + DL_4 \text{ )} \\ &= 1.202 + 1.09 + 0.652 + 0.439 \\ &= 3.38278 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

$$= 0.00338278 \text{ M}^3/\text{dt}$$

- Head Loss Main Line :

a. Tekanan 130 Psi

$$H_L = \frac{(10.666)(0.006407917)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.072)^{4.85}} = 1.1845 \text{ meter}$$

b. Tekanan 110 Psi

$$H_L = \frac{(10.666)(0.0054625)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.072)^{4.85}} = 1.05385 \text{ meter}$$

c. Tekanan 65 Psi

$$H_L = \frac{(10.666)(0.0045755)^{1.85}}{(135)^{1.85}(0.072)^{4.85}} = 0.75932 \text{ meter}$$

d. Tekanan 50 Psi

$$H_L = \frac{(10.666)(0.00404778)^{1.82}}{(1.35)^{1.82}(0.072)^{4.82}} = 0.60251 \text{ meter}$$

e. Tekanan 35 Psi

$$H_L = \frac{(10.666)(0.00338278)^{1.82}}{(1.35)^{1.82}(0.072)^{4.82}} = 0.43427 \text{ meter}$$

## II. Perhitungan Total Head Loss

$$H = H_L \text{ Lateral} + H_L \text{ Main Line}$$

a. Tekanan 150 Psi :

$$\begin{aligned} H &= \{(H_L L_1 + H_L L_2 + H_L L_3 + H_L L_4) + H_L \text{ Main Line}\} \\ &= \{(0.6909 + 0.7991 + 0.0908 + 0.0369) + 1.1845\} \\ &= 3.1300 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Tekanan 110 Psi :

$$\begin{aligned} H &= \{(H_L L_1 - H_L L_2 + H_L L_3 + H_L L_4) + H_L \text{ Main Line}\} \\ &= \{(0.5329 - 0.6823 + 0.1033 + 0.0399) + 1.0538\} \\ &= 2.4123 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Tekanan 65 Psi :

$$\begin{aligned} H &= \{(H_L L_1 + H_L L_2 + H_L L_3 - H_L L_4) + H_L \text{ Main Line}\} \\ &= \{(0.5109 + 0.3345 + 0.0656 - 0.0433) + 0.7593\} \\ &= 1.7139 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Tekanan 50 Psi :

$$\begin{aligned} H &= \{(H_L L_1 - H_L L_2 + H_L L_3 + H_L L_4) - H_L \text{ Main Line}\} \\ &= \{(0.3832 - 0.2711 + 0.0619 + 0.0302) + 0.6025\} \\ &= 1.3492 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Tekanan 35 Psi :

$$\begin{aligned} H &= \{(H_L L_1 + H_L L_2 + H_L L_3 + H_L L_4) + H_L \text{ Main Line}\} \\ &= \{(0.2567 + 0.2143 + 0.0446 + 0.0214) + 0.4342\} \\ &= 0.9714 \text{ m} \end{aligned}$$



## Lampiran 6

## III. Perhitungan Total Dynamic Head (TDH)

Diketahui : - Tinggi Hisap ( $H_s$ ) = 0 m

- Tekanan Operasi Sprinkler :

a. 130 Psi = 90,74 m

b. 110 Psi = 75,34 m

c. 65 Psi = 45,76 m

d. 50 Psi = 35,2 m

e. 35 Psi = 24,64 m

- Tinggi Riser = 1,50 m

- Tinggi Tekan ( $H_d$ ) :

a. 130 Psi = 90,74 m + 1,5 m = 92,24 m

b. 110 Psi = 75,34 m + 1,5 m = 76,84 m

c. 65 Psi = 45,76 m + 1,5 m = 47,26 m

d. 50 Psi = 35,2 m + 1,5 m = 36,7 m

e. 35 Psi = 24,64 m + 1,5 m = 27,14 m

$$TDH = H + H_s + H_d$$

a. Tekanan 130 Psi :

$$\begin{aligned} TDH &= H + H_s + H_d \\ &= 3,1300 \text{ m} + 0 \text{ m} + 92,24 \text{ m} \\ &= 95,37 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Tekanan 110 Psi :

$$\begin{aligned} TDH &= H + H_s + H_d \\ &= 2,4123 \text{ m} + 0 \text{ m} + 76,84 \text{ m} \\ &= 79,2523 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Tekanan 65 Psi :

$$\begin{aligned} TDH &= H + H_s + H_d \\ &= 1,7139 \text{ m} + 0 \text{ m} + 47,26 \\ &= 48,9739 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Tekanan 50 Psi :

$$\begin{aligned} \text{TDH} &= H_L + H_S + H_d \\ &= 1,3492 \text{ m} + 0 \text{ m} + 36,7 \text{ m} \\ &= 38,0492 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Tekanan 35 Psi :

$$\begin{aligned} \text{TDH} &= H_L + H_S + H_d \\ &= 0,9714 \text{ m} + 0 \text{ m} + 27,14 \text{ m} \\ &= 28,1114 \text{ m} \end{aligned}$$





**Lampiran 7****Perhitungan Daya Pompa**

- Diketahui : Tekanan = 35 Psi  
H = 28,1114 m  
Q = 3,4 L/dt = 0,0034 m<sup>3</sup>/dt (dari debit Main Line pada tekanan 35 Psi)  
 $\gamma$  air = 1 kg/L = 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 $\eta$  = efisiensi pompa dianggap 0,5

Ditanya : Daya Pompa

Jawab :

$$D = \frac{QH\gamma}{75\eta}$$
$$= \frac{(0,0034)(28,1114)(1000)}{75(0,5)}$$
$$= 2,55 \text{ HP} \approx 3 \text{ HP}$$