

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Irigasi

Hingga seperempat pertama abad 20, pengembangan irigasi berkelanjutan merupakan bagian dari pengembangan kemanusiaan. Pengembangan fisik irigasi (bangunan berikut jaringan irigasi) berada dalam kedudukan yang sama penting dengan aspek pengelolaan (Sutardjo, 2006).

Irigasi secara umum didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Pemberian air irigasi dapat dilakukan dalam lima cara: (1) dengan penggenangan (*flooding*); (2) dengan menggunakan alur, besar atau kecil; (3) dengan menggunakan air di bawah permukaan tanah melalui sub irigasi, sehingga menyebabkan permukaan air tanah naik; (4) dengan penyiraman (*sprinkling*); atau dengan sistem cucuran (*trickle*) (Hansen, 1986).

Irigasi sangat diperlukan di daerah-daerah yang kebutuhan air dari sumber alami hanya cukup untuk memproduksi tanaman selama setengah tahun atau hanya cukup dalam beberapa tahun. Jumlah dan waktu irigasi tergantung pada beberapa faktor iklim, tanah dan tanaman. Sistem irigasi harus menyediakan air dengan tarif, jumlah, dan waktu yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pertanian irigasi.

Sistem irigasi mengalirkan air ke tanaman pada kuantitas dan waktu yang sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman. Fungsi irigasi meliputi :

1. Mengalirkan air dari sumber air.
2. Memenuhi kebutuhan dalam dalam bidang peternakan.
3. Mendistribusikannya dalam setiap bidang.

Menurut Schwab *et al.* (1981), pendistribusian air irigasi pada tanaman dapat dilakukan dengan empat metode antara lain :

1. Irigasi permukaan (*Surface Irrigation*) yaitu pemberian air dengan penggenangan air langsung diantara petakan tanaman (*furrow irrigation*) dan baris tanaman (*corrugation irrigation*).
2. Irigasi bawah permukaan (*Subsurface Irrigation*) merupakan pemberian air pada tanaman melalui saluran-saluran di bawah permukaan tanah.
3. Irigasi Curah (*Sprinkler Irrigation*) metode pemberian pada tanaman yang dilakukan melalui curahan air seperti curahan air hujan.
4. Irigasi tetes (*Trickle Irrigation*) pemberian air pada tanaman secara langsung baik pada permukaan tanah maupun di dalam tanah melalui tetesan secara sinambung dan perlahan di daerah perakaran tanaman atau di sekitar tanaman.

## **B. Irigasi tetes**

Irigasi tetes merupakan cara pemberian air dengan jalan meneteskan air melalui pipa-pipa secara setempat di sekitar tanaman atau sepanjang larikan tanaman. Disini hanya sebagian dari daerah perakaran yang terbasahi, tetapi

seluruh air yang ditambahkan dapat diserap cepat pada keadaan kelembaban tanah yang rendah. Jadi keuntungan cara ini adalah penggunaan air irigasi yang sangat efisien (Hakim dkk, 2005). Hal yang perlu diketahui dalam merancang irigasi tetes adalah sifat tanah, jenis tanah, sumber air, jenis tanaman, dan keadaan iklim. Sifat dan jenis tanah yang diperhatikan adalah kedalaman tanah, tekstur tanah, permeabilitas tanah dan kapasitas penyimpanan air (James, 1993).

Berdasarkan pemasangan di pipa lateral, penetes dapat menjadi (a) *on-line emitter*, dipasang pada lubang yang dibuat di pipa lateral secara langsung atau disambung dengan pipa kecil; (b) *in-line emitter*, dipasang pada pipa lateral dengan cara memotong pipa lateral (Gambar 1). Penetes juga dapat dibedakan berdasarkan jarak spasi atau debitnya, yaitu (a) *point source emitter*, dipasang dengan spasi yang renggang dan mempunyai debit yang relatif besar; (b) *line source emitter*, dipasang dengan spasi yang lebih rapat dan mempunyai debit yang kecil. Pipa porous dan pipa berlubang juga dimasukkan pada kategori ini (Prastowo, 2003).



Gambar 1. Pipa *inline emitter*

Pemberian air yang ideal adalah sejumlah air yang dapat membasahkan

tanah diseluruh daerah perakaran sampai keadaan kapasitas lapang. Jika air diberikan berlebihan mengakibatkan penggenangan di tempat-tempat tertentu yang memburukkan aerasi tanah. Pedoman yang umum tentang waktu pemberian air adalah sekitar 60 % air yang tersedia di tanah (Hakim dkk, 2005).

Tujuan dari irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga dapat mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma (Hansen, 1986). Sistem irigasi tetes memiliki kelebihan dibandingkan sistem irigasi lainnya antara lain (Keller dan Bliesner, 1990) :

1. Efisiensi irigasi tetes relative lebih tinggi dibandingkan dengan sistem irigasi lain. Pemberian air dilakukan dengan kecepatan yang telah ditentukan, dan hanya dilakukan di daerah perakaran tanaman sehingga mengurangi penetrasi air yang berlebihan, evaporasi dan limpasan permukaan.
2. Mencegah timbulnya penyakit *leaf burn* (daun terbakar) pada tanaman tertentu, karena hanya daerah perakaran yang dibasahi sedangkan bagian tanaman lain dibiarkan dalam kondisi kering.
3. Mengurangi terjadinya hama penyakit tanaman dan timbulnya gulma yang disebabkan kondisi tanah yang terlalu basah karena sistem irigasi tetes hanya membasahi daerah perakaran tanaman.
4. Pemberian pupuk ataupun pestisida dapat dilakukan secara efektif dan efisien karena pemberian pupuk dan pestisida dapat dilakukan bersamaan dengan pemberian air irigasi.

Kekurangan sistem irigasi tetes dalam penerapannya adalah :

1. Terjadinya penyumbatan yang disebabkan oleh faktor fisik, kimia dan biologi yang dapat mengurangi efisiensi dan kinerja irigasi tetes.
2. Terjadinya penumpukan garam di daerah yang tidak terbasahi.
3. Pemberian air yang tidak memenuhi kebutuhan air tanaman karena kurangnya kontrol terhadap pengoperasian jaringan irigasi menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman.

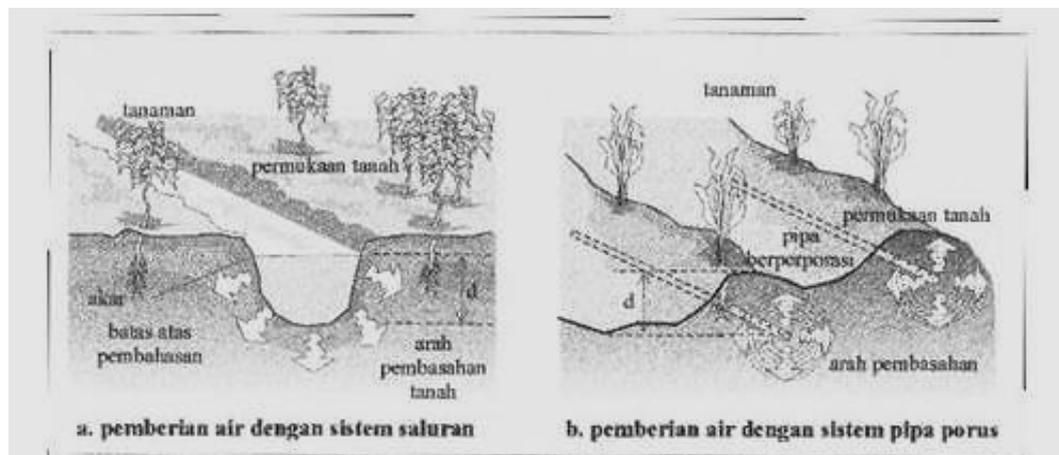
Sistem irigasi tetes ini memerlukan beberapa peralatan seperti *emitter*, pipa lateral, pipa utama, dan bangunan utama (Lingga, 2006). Irigasi ini ada dua macam, yaitu irigasi permukaan dan irigasi bawah tanah.

### **C. Irigasi bawah tanah (*subsurface irrigation*)**

Sistem irigasi bawah permukaan dapat dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah di bawah zona perakaran melalui sistem saluran terbuka ataupun dengan menggunakan pipa porous. Lengas tanah digerakkan oleh gaya kapiler menuju zona perakaran dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman. Pipa lateral dikubur dibawah tanah dan irigasinya diteteskan di dalam tanah pada zona perakaran. Sistem ini mulai diterima atau dioperasikan setelah permasalahan mengenai *emitter* yang tersumbat terselesaikan. Sistem ini sering diterapkan pada kebun tanaman buah kecil atau sayuran.

Prinsip kerja irigasi tetes yaitu mengalirkan air tetes demi tetes. Caranya, air dari sumber air dipompa dan disalurkan melalui pipa pendistribusian utama. Pipa tersebut kemudian dihubungkan dengan pipa cabang (*headerline*). Pipa cabang

dihubungkan lagi dengan pipa penetes (*drip tube*). Pipa penetes ini dilengkapi dengan alat berlubang kecil atau *emitter* yang berfungsi agar air dapat menetes. Pipa penetes diletakkan di dalam zona perakaran. Gambar 2 memberikan ilustrasi mengenai sistem irigasi bawah permukaan.



Sumber : Hasan, 2005.

Gambar 2. Sistem irigasi bawah permukaan

Kekurangan dari sistem irigasi *subsurface* ini adalah :

1. Terjadinya penyumbatan yang disebabkan oleh faktor fisik, kimia dan biologi yang dapat mengurangi efisiensi dan kinerja irigasi tetes.
2. Kontrol pengoperasian yang sulit dikarenakan pipa lateral yang ditimbun di dalam tanah.
3. Pembasahan ke tanaman yang tidak seragam dikarenakan air merembes ke dalam tanah sehingga menyebabkan kehilangan air (permeabilitas) yang cukup tinggi.

#### D. Komponen Irigasi Tetes

Komponen sistem irigasi tetes terdiri dari sumber air, sumber tenaga, pompa, dan

pengatur tekanan, katup kendali dan perangkat *Back-flow (antisiphon)*, saringan, jaringan lateral (*distribution lines*), *emitter*, peralatan kontrol dan monitoring.

#### 1. Sumber air

Air yang bersih sangat diperlukan untuk keberhasilan irigasi tetes, terutama penggunaan *emitter* yang kecil. Penyumbatan oleh bahan fisik atau kontaminasi kimia merupakan masalah utama dalam irigasi tetes. Sumber air bisa berasal dari air sumur, kolam, atau sungai. Air tanah umumnya mempunyai kualitas yang baik dan sebaiknya digunakan, sedangkan air permukaan bisa terkontaminasi oleh bakteri, algae, dan organisme lainnya yang hidup di dalam air.

#### 2. Sumber tenaga, pompa, dan pengatur tekanan

Sebagian besar sistem irigasi tetes dirancang untuk kebun pekarangan (*home garden*) dan memerlukan tekanan sebesar 8 sampai 12 N/m<sup>2</sup>. Jika sumber air berasal dari air pam, diperlukan satu atau dua pengatur tekanan yang dipasang pada jaringan distribusi utama (Purser, 1999).

#### 3. Katup kendali dan perangkat *back-flow (antisiphon)*

Dianjurkan untuk memasang katup kendali pada jaringan distribusi untuk sumber air yang berasal dari air pam atau sumur. Perangkat ini akan mencegah terkontaminasinya sumber air dari arus balik air irigasi (Purser, 1999). Lebih baik lagi apabila disertai dengan alat pengukur.

#### 4. Saringan

Saringan adalah komponen paling penting dari sistem irigasi tetes, kelemahan saringan adalah penyumbatan pada saringan. Kebanyakan air yang digunakan harus lebih bersih dari air minum. Sistem irigasi tetes biasanya memerlukan saringan kerikil, atau saringan pasir bertingkat. Rekomendasi dari pabrik

pembuat *emitter* harus diikuti dalam memilih sistem saringan. Bila tidak terdapat rekomendasi seperti di atas, diameter pembukaan netto dari saringan harus lebih kecil dari 1/10 sampai 1/4 dari diameter pembukaan *emitter*. Untuk air tanah yang bersih, suatu saringan ukuran 80 sampai 200 mesh sudah mencukupi (Schwab, 1992). Saringan diperlukan pada sistem irigasi tetes dan berfungsi untuk membuang pasir dan partikel bahan organik yang terlarut. Saringan ini akan membuang tanah, pasir dan partikel bahan organik yang terlarut, tetapi saringan tidak bisa membuang mineral terlarut, algae atau bakteri.

Untuk air dengan kandungan debu dan algae yang tinggi, diperlukan suatu saringan pasir yang didukung dengan saringan kain. Alat pemisah pasir yang terletak dibagian muka saringan mungkin diperlukan jika air mengandung cukup banyak pasir. *Strainer* pada jaringan dengan saringan yang bisa dipindah serta ulir pembersih sudah mencukupi bagi air dengan kandungan pasir yang kecil. Saringan sekunder bisa dipasang pada bagian pemasukan untuk tiap *manifold*. Hal ini dianjurkan sebagai tindakan pencegahan keamanan bila terjadi kecelakaan selama pembersihan atau kerusakan saringan memungkinkan partikel atau air tidak tersaring melewati bagian dalam sistem (Schwab, 1992).

##### 5. Jaringan lateral (*distribution lines*)

Jaringan lateral bisa berupa selang atau pipa air dari karet, tapi untuk sistem irigasi permanen, pipa PVC merupakan alternatif terbaik (Purser, 1999). Jaringan lateral bisa diletakkan sepanjang baris pohon, dan diperlukan beberapa *emitter* untuk tiap pohon. Kebanyakan lateral memiliki *emitter* majemuk, seperti tabung *spaghetti* atau jaringan *pigtail*. Jumlah *emitter* majemuk dapat disediakan satu

atau dua lateral per baris tergantung pada ukuran pohon. Satu jaringan lateral sudah mencukupi untuk pohon kecil (Schwab, 1992).

#### 6. *Emitter*

Tersedia beberapa tipe dan rancangan *emitter* secara komersial. *Emitter* mengendalikan aliran dari jaringan lateral. Tekanan sangat berkurang oleh *emitter*, kehilangan ini dilaksanakan oleh bukaan kecil, lintasan aliran panjang, ruang vortex, pengaturan secara manual, atau peralatan mekanis lainnya. Beberapa *emitter* diatur oleh tekanan dengan merubah panjang dan penampang melintang lintasan aliran atau ukuran lubang (*orifice*). *Emitter* memberikan debit yang relatif tetap pada berbagai kisaran tekanan. Beberapa *emitter* dapat membersihkan dirinya sendiri dan mencuci secara otomatis. Pipa sarang atau tabung mempunyai banyak lubang-lubang kecil. Kebanyakan *emitter* diletakkan pada permukaan tanah, tetapi bisa juga ditanam pada kedalaman yang dangkal untuk proteksi (Schwab, 1992).

#### 7. Peralatan kontrol dan monitoring

Peralatan yang diperlukan untuk mengontrol dan memonitoring sistem irigasi tetes (Purser, 1999):

- Pengukur tekanan sebaiknya dipasang untuk memonitor tekanan pada sistem irigasi tetes.
- Katup pengendali sebaiknya diletakkan antara sumber air dan jaringan lateral. Jika sumber air dari sumur, sungai, atau kolam, sebaiknya dipasang perangkat *back-flow* untuk mencegah kemungkinan kontaminasi arus balik dari air irigasi ke sumber air.

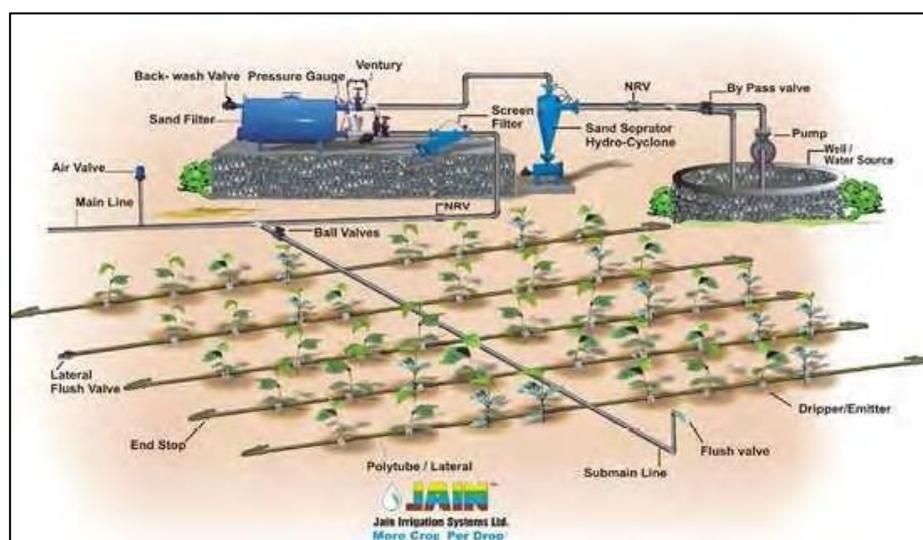
- Tensiometer atau peralatan lain yang bisa mengukur kelembaban tanah sangat membantu.

Menurut Keller dan Bliesner (1990), komponen sistem irigasi tetes terdiri atas:

- (1) Penetes, merupakan komponen yang menyalurkan air dari pipa lateral ke tanah sekitar tanaman dengan debit yang rendah dan tekanan yang mendekati tekanan atmosfer. Air yang keluar dari penetes meresap ke dalam profil tanah akibat gaya kapilaritas dan gravitasi. Aliran air yang keluar dari penetes dapat diatur secara manual ataupun otomatis untuk mendapatkan debit air sesuai kebutuhan dalam waktu tertentu.
- (2) Pipa lateral, merupakan tempat terpasangnya penetes. Biasanya pipa lateral terbuat dari PVC atau PE dengan diameter antara 12,7 mm (1/2 inchi) – 38,1 mm (1 ½ inchi).
- (3) Pipa *manifold* atau sub utama, merupakan pipa yang menyalurkan air ke pipa-pipa lateral. Pipa *manifold* biasanya terbuat dari pipa PVC dengan diameter 50,8 mm (2 inchi) – 76,2 mm (3 inchi).
- (4) Pipa utama, pipa ini merupakan komponen yang menyalurkan air ke pipa-pipa *manifold*. Biasanya pipa utama terbuat dari pipa PVC atau paduan antara asbes dan semen.
- (5) Pompa dan tenaga penggerak, berfungsi mengangkat air dari sumber air menuju ke jaringan perpipaan untuk irigasi tanaman.
- (6) Komponen pendukung terdiri dari katup, pengatur tekanan, pengatur debit, tangki, dan sistem pengontrol.

Contoh jaringan irigasi tetes dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan cara penempatan penetes pada pipa lateral, penetes dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu penetes tipe *line-sources* dan penetes tipe *point-source* (Keller dan Bliesner, 1990). Penetes tipe *line-source* merupakan penetes yang dipasang secara seri pada pipa lateral, sedangkan penetes tipe *point-source* merupakan penetes yang dipasang secara individual pada pipa lateral. Jenis jenis penetes *point-source* antara lain penetes *long path*, *source orifice*, *vortex* dan *pressure compensating*. Penetes tipe *line-source* antara lain *drip emitter inline non-pressure compensating*, *drip emitter adjustable non-pressure compensating*, dan *drip emitter pressure compensating button*.



Sumber :Anonim, 2007.

Gambar 3. Jaringan Irigasi Tetes

Penetes tipe *long path* menggunakan tabung kapiler panjang dalam menyebarkan tekanan. Penetes tipe *source orifice* menyebarkan tekanan secara individual ataupun secara seri. Penetes tipe *vortex* memberikan efek pusaran, sedangkan tipe *pressure compensating button* dapat mengalirkan air pada selang tekanan yang cukup besar pada pipa lateral.

*Drip emitter inline non-pressure compensating* merupakan tipe penetes yang dipasang seri dalam satu bedengan tanaman (Gambar 4). Tipe *drip emitter adjustable non-pressure compensating* adalah tipe penetes yang dapat diset dari 0 GPH - 10 GPH (*Gallon per Hour*) dengan cara memutar tutup penetes yang akan menghasilkan suatu aliran yang dapat disesuaikan dari yang paling kecil hingga besar. Tutup penetes ini mempunyai sudut putar sebesar 360°. Tipe *drip emitter pressure compensating button* adalah tipe penetes yang dapat menyalurkan air dengan tekanan yang seragam sepanjang alur aliran dari titik awal sampai ujung saluran (Keller dan Bliesner, 1990).



Gambar 4. Pipa *inline emitter* pada tanaman sayuran

#### **E. Tahapan rancangan irigasi tetes**

Tahapan rancangan irigasi tetes yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyusun nilai faktor-faktor rancangan, yang meliputi sifat fisik tanah, air tanah tersedia, laju infiltrasi, evapotranspirasi tanaman, curah hujan efektif dan kebutuhan air irigasi.

2. Menyusun rancangan pendahuluan, mencakup pembuatan skema tata letak (*layout*) serta penetapan jumlah dan luas sub-unit dan blok irigasi.
3. Perhitungan rancangan hidrolika sub-unit dengan mempertimbangkan karakteristik hidrolika pipa dan spesifikasi *emitter*. Apabila persyaratan hidrolika sub-unit tidak terpenuhi, alternatif langkah/penyelesaian yang dapat dilakukan adalah:
  - 1) Modifikasi tata letak.
  - 2) Mengubah diameter pipa.
  - 3) Mengganti spesifikasi *emitter*.
  - 4) Finalisasi (optimalisasi) tata letak.
  - 5) Perhitungan total kebutuhan tekanan (*total dynamic head*) dan kapasitas sistem, berdasarkan desain tata letak yang sudah final serta dengan mempertimbangkan karakteristik hidrolika pipa yang digunakan.
  - 6) Penentuan jenis dan ukuran pompa air beserta tenaga/mesin penggeraknya.

Perhitungan rancangan hidrolika sub-unit merupakan tahapan kunci dalam proses desain irigasi tetes. Persyaratan hidrolika jaringan perpipaan harus dipenuhi untuk mendapatkan penyiraman yang seragam (nilai koefisien keseragaman/*coefficient of uniformity* harus  $> 95$  % untuk irigasi tetes).

Mengingat jumlah dan spesifikasi *emitter* maupun jenis dan diameter pipa yang sangat beragam, maka tahapan rancangan hidrolika sub-unit harus dilakukan dengan metode coba-ralat.

### A. Desain pendahuluan

Desain pendahuluan sistem irigasi tetes menyangkut tiga faktor utama, yaitu penentuan kebutuhan/kedalaman puncak air irigasi, penentuan interval irigasi dan penentuan jumlah air total yang dibutuhkan untuk mengairi seluruh lahan.

Kedalaman bersih maksimum air irigasi yang dapat diberikan per irigasi pada suatu tekstur tanah tertentu.

### B. Rancangan tata letak

Untuk mendapatkan suatu rancangan yang berhasil maka pertimbangan mengenai faktor tanaman, faktor tanah dan karakteristik penetes harus diintegrasikan dalam suatu sistem yang sesuai dengan bentuk dan topografi lahan. Tata letak sub-unit tergantung pada jarak penetes rata-rata, variasi *head* tekanan yang diinginkan, jumlah stasiun operasi yang dibutuhkan, panjang baris tanaman, topografi dan batas lahan. Sedangkan tata letak akhir sub-unit yang ideal memiliki beberapa kriteria diantaranya jumlah sub-unit dan titik pengontrol debit atau tekanan yang seminimum mungkin, tata letak saluran utama yang ergonomis dan ekonomis, keseragaman pada debit aliran sistem, konfigurasi sub-unit yang seragam, serta variasi *head* yang diijinkan.

### C. Tipe dan hidrolika penetes

Berdasarkan cara penempatan pada lateral, penetes dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu penetes *line-source* dan penetes *point-source*. Termasuk dalam tipe penetes *point-source* diantara penetes *long-path*, *source orifice*, *vortex* dan *pressure compensating*. Sedangkan penetes yang termasuk tipe *line-source*

diantaranya *porous pipe*, *double walled pipes*, *soaker hose* dan *porous plastics tubes*. Penetes umumnya diklasifikasikan berdasarkan mekanismenya dalam menyebarkan tekanan. Penetes tipe *long-path* menggunakan tabung kapiler panjang dalam menyebarkan tekanan, tipe *orifice* tergantung pada beberapa *orifice* baik individual ataupun secara seri dan penetes tipe *vortex* yang memberikan efek pusaran. Penetes tipe *flushing* dirancang untuk memungkinkan sistem dioperasikan. Penetes tipe *continous flushing* memungkinkan berjalannya secara kontinu partikel padat yang besar selama sistem dioperasikan sehingga mengurangi kebutuhan akan penyaring halus. Penetes tipe *compensating* dapat mengalirkan air pada selang tekanan cukup besar pada saluran lateral sedangkan penetes tipe *multi outlet* dapat memberikan air pada dua atau lebih titik dengan penambahan selang kecil. Hubungan antara debit pengeluaran dengan tekanan operasi pada sebuah penetes dinyatakan dengan persamaan :

$$q = Kd \cdot H^x \quad \dots\dots\dots (1)$$

dalam hal ini:

$q$  = debit keluaran penetes (l/jam)

$Kd$  = koefisien debit

$H$  = head tekanan operasi

$x$  = eksponen debit

Penentuan koefisien debit dan eksponen debit pada sebuah penetes dapat menggunakan persamaan berikut:

$$X = \frac{\log \left( \frac{q_1}{q_2} \right)}{\log \left( \frac{H_1}{H_2} \right)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

dalam hal ini:

$q_1$  = debit penetes (l/jam) pada tekanan operasi  $H_1$  (m)

$q_2$  = debit penetes (l/jam) pada tekanan operasi  $H_2$  (m)

Hal- hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan penetes adalah lebar pembasahan, kebutuhan air tanaman, debit penetes dan kualitas air irigasi. Nilai  $x$  yang dihasilkan akan digunakan untuk menentukan klasifikasi tipe yang diteliti.

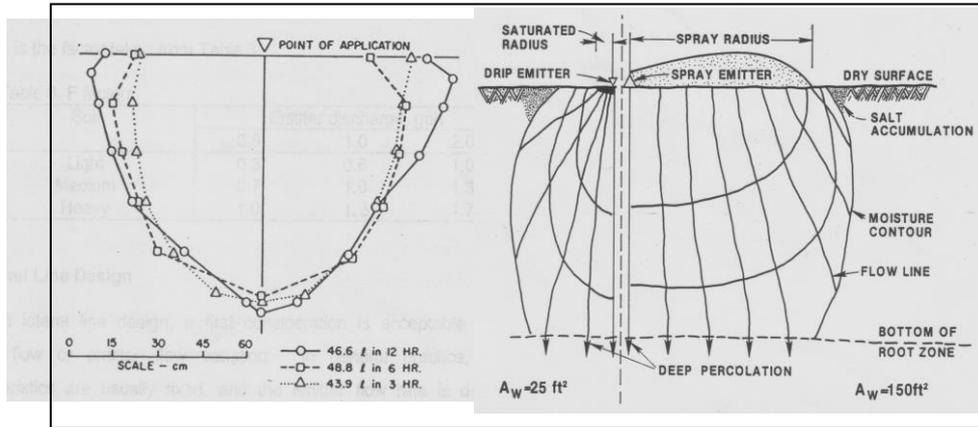
Berikut beberapa tipe klasifikasi *emitter* yang digunakan dalam sistem irigasi tetes dengan intensitas rendah (Karmeli et al., 1985) :

- *Laminar drippers* :dengan nilai  $x = 0,8 - 1,0$
- *Orrifice drippers* :dengan nilai  $x = 0,6 - 0,8$
- *Turbulent drippers* :dengan nilai  $x = 0,4 - 0,6$
- *Labyrinth drippers* :dengan nilai  $x = 0,4 - 0,6$
- *Regulated drippers* :dengan nilai  $x = 0,1 - 0,3$

#### D. Keseragaman irigasi tetes

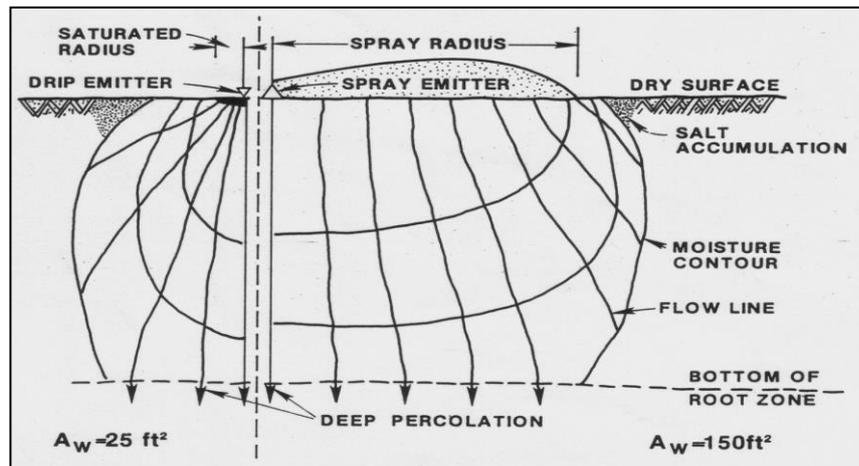
Pola pembasahan pada irigasi tetes menyerupai bola lampu (*bulb*) (Gambar 5).

Pola pembasahan ini tentunya akan mempengaruhi keseragaman pemberian air, tetapi pada irigasi tetes, keseragaman pemberian air ditentukan berdasarkan variasi debit yang dihasilkan oleh setiap *emitter*. Karena debit *emitter* merupakan fungsi dari tekanan operasi yang menentukan keseragaman irigasi tetes. Variasi tekanan operasi pada sistem irigasi tetes (Gambar 6).



Gambar 5. Pola pembasahan irigasi tetes (Keller dan Blesner, 1990)

Variasi debit *emitter* juga disebabkan oleh proses pembuatan, karena tidak akan terdapat *emitter* yang persis sama dan dikenal dengan koefisien variasi pembuatan (Cv) (Gambar 4).



Gambar 6. Variasi tekanan operasi (Keller dan Bliesner, 1990)

Cvdihitung dengan persamaan (Keller and Bliesner,1990)

$$Cv = \{\sqrt{(q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_n^2 - n.q_a^2)} / (n-1)\} / q_a \quad \dots\dots\dots (3)$$

dalam hal ini :

$q_n$  = debit *emitter* ke n

$q_a$  = rata-rata debit *emitter*

n = jumlah *emitter*

Nilai koefisien variasi penetes ini kemudian diklasifikasikan dengan standar nilai yang dikeluarkan oleh *American Society of Agricultural Engineers* [ASAE.EP 405.1] yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Efisiensi sistem irigasi tetes merupakan parameter yang sangat penting untuk mengetahui perbandingan jumlah total air yang diberikan dengan jumlah air irigasi yang masuk ke dalam perakaran. Efisiensi sistem irigasi tetes dapat diketahui dari keseragaman penyebaran air (*emission uniformity*) (Tabel 2) dari *emitter* (Keller and Blesner, 1990).

Klasifikasi nilai  $C_v$  seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi nilai Koefisien Variasi Penetes

Kualitas	Drip and Spray	Line Sources Tubing
Sangat baik	$CV < 0.05$	$CV < 0.1$
Rataan	$0.05 < CV < 0.07$	$0.1 < CV < 0.2$
Marjinal	$0.07 < CV < 0.11$	-
Kurang baik	$0.11 < CV < 0.15$	$0.2 < CV < 0.3$
Tidak dapat diterima	$0.15 < CV$	$0.3 < CV$

Sumber : Keller dan Bliesner, 1990.

Tabel 2. Keseragaman emisi (EU) yang disarankan

Tipe Emiter	Topografi	EU untuk daerah kering (%)
<i>Point source</i> pada tanaman permanen <sup>a</sup>	Seragam <sup>c</sup>	90 – 95
	Bergelombang <sup>d</sup>	85 – 90
<i>Point source</i> pada tanaman permanen atau semi permanen <sup>b</sup>	Seragam	85 – 90
	Bergelombang	80 – 90
<i>Line source</i> pada tanaman tahunan dalam baris	Seragam	80 – 90
	Bergelombang	75 - 85

Sumber : Keller dan Bliesner, 1990.

<sup>a</sup>spasing > 4 m

<sup>b</sup>spasing < 2 m

<sup>c</sup>kemiringan < 2 %

<sup>d</sup>kemiringan > 2 %

Untuk daerah basah (*humid*) nilai EU lebih rendah hingga 10%.

## **F. Kadar air tanah**

Dalam menentukan jumlah air tersedia bagi tanaman beberapa istilah dibawah ini perlu dipahami, yaitu:

### 1. Kapasitas lapang

Kapasitas lapang adalah persentase kelembaban yang ditahan oleh tanah sesudah terjadinya drainase dan kecepatan gerakan air ke bawah menjadi sangat lambat. Keadaan ini terjadi 2 - 3 hari sesudah hujan jatuh yaitu bila tanah cukup mudah ditembus oleh air, tekstur dan struktur tanahnya uniform dan pori-pori tanah belum semua terisi oleh air dan temperatur yang cukup tinggi. Kelembaban pada saat ini berada di antara 5 - 40%. Selama air di dalam tanah masih lebih tinggi daripada kapasitas lapang maka tanah akan tetap lembab, ini disebabkan air kapiler selalu dapat mengganti kehilangan air karena proses evaporasi. Bila kelembaban tanah turun sampai di bawah kapasitas lapang maka air menjadi tidak mobile. Akar-akar akan membentuk cabang-cabang lebih banyak, pemanjangan lebih cepat untuk mendapatkan suatu air bagi konsumsinya.

2. Titik Layu Permanen adalah kandungan air tanah dimana akar-akar tanaman mulai tidak mampu lagi menyerap air dari tanah, sehingga tanaman menjadi layu. Tanaman akan tetap layu baik pada siang ataupun malam hari.

3. Air tersedia adalah banyaknya air yang tersedia bagi tanaman, yaitu selisih antara kadar air pada kapasitas lapang dikurangi dengan kadar air pada titik layu permanen.

#### **G. Kain TC (*totton cotton*)**

TC merupakan kain yang tingkatnya berada di bawah katun namun harganya jauh lebih murah, bahan dasarnya adalah benang *polyester* yang terbuat dari serat sintetis atau buatan dari hasil minyak bumi. Kain ini campuran dari *cotton combed* sebanyak 35 % dan *teteron* yang populer juga disebut *polyester* sebanyak 65 %. Pencampuran ini dimaksudkan agar kain tetap kuat dan nyaman serta mudah menyerap keringat. Bahan berupa serat fiber poly. Kain jenis TC juga secara laju percepatan aliran dan kemampuan menyerap lebih baik dari kain jenis PE (Anonim, 2007).