

PENENTUAN *HEAD LOSS EMITTER* TIPE SELANG KECIL DARI BAHAN LOKAL SEPANJANG PIPA LATERAL PADA SISTEM IRIGASI TETES

Head Loss Determination along Pipe of Drip Irrigation System using Small Pipe Emitter Made From Local Material

Siti Mechram

Jurusan Teknik Pertanian, Fak. Pertanian, Univ. Syiah Kuala, Nangroe Aceh Darussalam
E-mail: mechram_tp@yahoo.com

ABSTRACT

Irrigation is an important factor in agricultural crop planting trickle or drip irrigation method is easier in operational, require a lower operational pressure and has a possibility to make from local material. Drip irrigation is a method of water application in form of drip on the soil surface or subsurface. Head loss along lateral is a common problem found in this method caused high variation in emitter discharge. This research aimed to determine emitter head loss along lateral, impact of emitter discharge on operational pressure, pipe diameter and treatment applied on lateral. This research utilized small pipe (1.6 mm in diameter) as emitter. Output discharge more collected and analyzed using complete random design method having 3 level of pressure (4, 6, and 8 psi) and 3 level of lateral diameter (1/3, 3/4, and 1 inchi). Head loss calculated using Darcy-Weisbach formula. Result showed a trend of increasing emitter discharge by increasing operational pressure. Increasing in emitter discharge was also found when a larger diameter used in system. Decreasing in head loss was detected when higher pressure a larger lateral used. Emitter uniformity coefficient, calculated using Christiansen formula, was 91.2 % showing a selected emitter type was acceptable for drip irrigation method.

Keywords: emitter, head lose, drip irrigation

PENDAHULUAN

Salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya tanaman pertanian terutama tanaman semusim adalah aspek irigasi. Irigasi secara umum didefinisikan sebagai pemberian air kedalam tanah untuk pertumbuhan tanaman (Israelsen, *et al.*, 1979). Irigasi tetes dengan efisiensi 80–90%, mempunyai kelebihan lainnya antara lain pengoperasiannya yang relatif lebih mudah, memerlukan tekanan yang relatif kecil, dan memungkinkan dibuat dengan bahan lokal. Penggunaan teknik irigasi ini, khususnya emitter tipe selang kecil yang menggunakan bahan lokal sangat sesuai pada permukaan tanah yang tidak rata dan outlet dapat dipindah-pindahkan dengan mudah.

Untuk menjaga keseragaman air irigasi sepanjang lateral, maka pemilihan dimensi pipa diupayakan menghasilkan variasi debit $\leq 10\%$ dan variasi tekanan akibat kehilangan head tekanan dan perbedaan elevasi $\leq 20\%$ dari tekanan operasi sistem. Kinerja *emitter* pada umumnya belum diketahui, melalui penelitian ini akan dipelajari tentang kinerja *emitter* tipe selang kecil dengan menggunakan bahan lokal. Penggunaan bahan lokal disini bermaksud untuk menemukan dan sekaligus berusaha menggantikan produk impor sehingga irigasi tetes bisa diterapkan dengan biaya yang lebih murah dan diharapkan bermanfaat dalam merealisasikan penerapan teknologi tepat guna di Indonesia.

Salah satu komponen terpenting dalam irigasi tetes adalah *emitter* atau penetes. *Emitter-emitter* yang diproduksi saat ini sangat beragam yang kesemuanya didasarkan pada konsep bahwa *emitter* sebaiknya tidak mahal, dapat diandalkan (tidak mudah tersumbat) dan mampu menghasilkan suatu keluaran yang seragam (Bucks dan Davis, 1986).

Menurut Michael (1978), *emitter* yang paling sederhana adalah *emitter* dengan tipe selang kecil (*small diameter flexible plastic* atau *PVC tubings*) atau *micro tubes* yang sering digunakan pada pipa lateral. Struktur yang sederhana ini memungkinkan dibuat dari bahan lokal dimana pemasangannya dilakukan dengan memasukkan selang kecil kedalam pipa lateral yang sudah dilubangi.

Baars (1976), menyatakan bahwa *emitter* yang menggunakan *microtube* merupakan jenis *long path* dimana tahanan aliran dalam *microtube* sebanding dengan panjang *microtubenya*. Semakin panjang *microtube* semakin besar tahanannya yang akan menyebabkan debit yang keluar akan semakin kecil.

Atas dasar pertimbangan tersebut maka penelitian ini dilaksanakan karena adanya gaya gesek disepanjang lateral yang mengakibatkan kehilangan tekanan sehingga terjadinya variasi keseragaman air irigasi sepanjang lateral. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan besarnya *head loss* dan pengaruh debit keluaran *emitter* terhadap tekanan operasi, diameter pipa dan sepanjang pipa lateral yang berbeda pada sistem irigasi tetes dengan menggunakan *emitter* tipe selang kecil dari bahan lokal.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan yang digunakan adalah pompa *sentrifugal*, pipa PVC dengan diameter 1 inci, $\frac{3}{4}$ inci dan $\frac{1}{2}$ inci, sambungan-sambungan pipa, seperti *soch*, *elbow*, *tee* dan sebagainya, termometer, gelas ukur, *stopwatch*, meteran, manometer yang terdapat pada fluid circuit frictions, alat-alat perbengkelan,

seperti kunci pas, bor, gergaji, tang, obeng dan lain-lain, alat penampung air dari selang kecil, selang kecil yang berfungsi sebagai *emitter* dengan diameter dalam 1,6 mm yang biasa dikenal dengan *pipa bis* yang banyak digunakan sebagai garis pada sarung jok mobil dan air, sedangkan bahan-bahan lainnya hanya berfungsi sebagai pelengkap dalam pemasangan jaringan pipa.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Tanah dan Air Universitas Syiah Kuala Fakultas Pertanian Darussalam Banda Aceh. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor yang diteliti yaitu perbedaan tekanan yang terdiri atas tiga taraf yaitu, $P_1=4$ Psi, $P_2=6$ Psi dan $P_3=8$ Psi serta diameter pipa yang terdiri dari tiga taraf yaitu $D_1=\frac{1}{2}$ Inchi, $D_2=\frac{3}{4}$ inchi, dan $D_3=1$ inchi, Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Pengamatan dan pengambilan meliputi data debit yaitu, debit *emitter* dan tekanan disetiap lateral. Tekanan diamati dengan menggunakan alat pengukur tekanan (*manometer*), debit *emitter* diperoleh dengan menampung volume air yang keluar dari setiap *emitter* dan diukur dengan gelas ukur sebesar 200 ml per lamanya waktu penampungan yang diukur dengan *stopwatch*.

Tekanan diatur dengan stop kran sehingga pembacaan pada pengukur tekanan yang dipasang pada pipa utama sesuai dengan yang diinginkan. Data tekanan pada setiap lateral merupakan selisih tekanan diawal dan diakhir lateral yang terbaca pada pengukur tekanan yang terpasang pada setiap lateral dan dicatat untuk setiap ulangan.

Data pengamatan diolah untuk menentukan parameter-parameter sistem irigasi tetes. Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Debit Keluaran *Emitter* (Q)

Air ditampung di dalam alat penampung yang ditempatkan dekat dengan *emitter* lalu ditentukan volumenya yaitu sebesar 200 ml, sehingga dapat

Penentuan *Headloss Emitter* pada Sistem Irigasi Tetes (Mechram)

ditentukan debit dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{V}{t}$$

dimana :

Q = Debit *emitter* (l/jam)

V = Volume (liter)

t = waktu (jam)

2. Kehilangan tekanan (*head loss*) pada *emitter*.

Besarnya kehilangan tekanan dapat ditentukan dengan cara menjumlahkan kehilangan tekanan sepanjang pipa utama, pipa lateral dan kehilangan yang diakibatkan oleh sambungan dan belokan. Dalam hal ini Kehilangan yang terjadi dikategorikan dalam *head loss* minor (K Yella Reddy). Persamaan Darcy-Weisbach untuk *head loss* di sepanjang pipa lateral adalah sebagai berikut :

$$H_f = 6,377 f L D^{-5} Q^2$$

dengan:

H_f = *Head loss* akibat gesekan pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (mm)

Q = Debit (L/jam)

f = Koefisien gesekan

Kehilangan tekanan yang terjadi pada sambungan dan klep dihitung dengan menggunakan persamaan (Keller dan Bliesner, 1980).

$$H_f = Kr \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

dengan:

H_f = Kehilangan tekanan yang disebabkan oleh adanya sambungan pada pipa (m)

V = Kecepatan (m/s)

G = Gravitasi (9,81 m/det²)

Kr = Koefisien gesekan untuk sambungan

Nilai dari koefisien gesekan (Kr) untuk macam-macam jenis sambungan pada pipa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai koefisien gesekan untuk sambungan pipa

| Sambungan | Kr |
|---------------------------------------|-------|
| Stop Kran (<i>Globe Valve Open</i>) | 7,8 |
| <i>Elbows Standart</i> | 0,9 |
| <i>Sambungan / Socket</i> | 0,04 |
| <i>R Sock (Sudden Contractions)</i> | |
| 1" - 3/4" | 0,08 |
| 3/4" - 1/2" | 0,135 |
| <i>Tee fitting, flow 90 degrees</i> | 1 |

Sumber: McNally Institute, 2003

Jaringan pipa irigasi tetes merupakan kombinasi dari pipa yang mempunyai diameter berbeda, dan mungkin dengan kehalusan yang berbeda. Pada pipa lateral tidak mungkin didapatkan tekanan yang sama, karena ukuran pipa yang dipakai sehingga tekanan total bervariasi karena adanya gesekan dan kemiringan. Untuk pipa-pipa licin, koefisien gesekan (f) ditentukan berdasarkan persamaan Blasius (Howel *et al.*, 1980) sebagai berikut:

$f = 0,316 Re^{-0,25}$ (turbulen)

(4000 ≤ Re ≤ 100.000)

$f = 3,42 \times 10^{-5} Re^{0,85}$ (Transisi) (2000 < Re < 4000)

$f = 64 / Re$ (laminar) (Re ≤ 2000)

dengan Re adalah bilangan Reynold.

Bilangan Reynold untuk aliran dalam pipa dihitung dengan persamaan berikut ini (Peng *et al.*, 1985):

$$Re = \frac{1,111 \times 10^3 Q}{\eta \pi D}$$

dengan:

η = Kekentalan kinematik (m²/s)

D = Diameter pipa (mm)

Q = Debit air (L/jam)

Kekentalan kinematik air bervariasi sesuai dengan temperaturnya. Penggunaan kekentalan kinematik pada suhu 20 °C sebagai dasar perhitungan maka kekentalan kinematik untuk temperatur lain (T) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\eta_T = (0,98)^{T-20} \eta_{20}$$

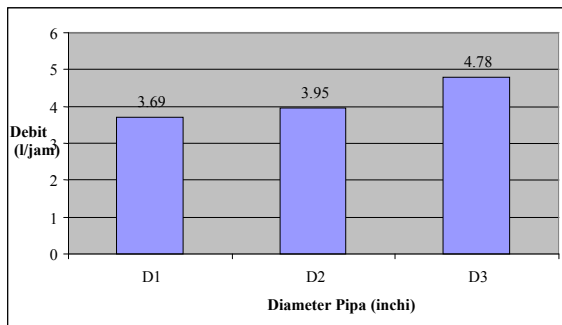
dengan:

- η_T = Kekentalan kinematik air pada temperatur T (m^2/s)
- η_{20} = Kekentalan kinematik air pada temperatur 20 °C ($1,003 \times 10^{-6} m^2/s$).
- T = Temperatur air yang dinyatakan dengan °C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Diameter Pipa

Besarnya debit rata-rata keluaran pada setiap diameter pipa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh diameter pipa terhadap debit *emitter*

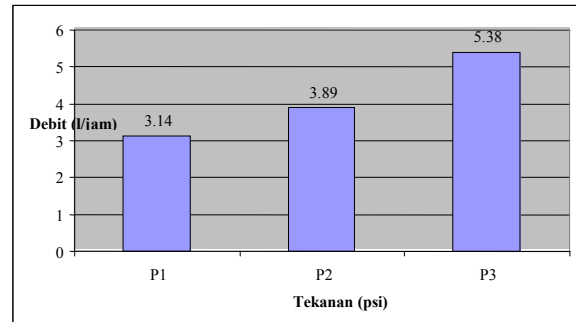
Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa perubahan diameter pipa menyebabkan perubahan terhadap debit keluarannya. Debit rata-rata tertinggi diperoleh pada penggunaan diameter 1 inchi (D_3) yaitu sebesar 4.78 l/jam. Debit terendah diperoleh pada penggunaan diameter pipa $\frac{1}{2}$ inchi (D_1) yaitu sebesar 3.69 l/jam. Semakin besar diameter pipa yang dipakai maka semakin besar debit keluaran *emitter* yang dihasilkan.

Pengaruh Tekanan

Pengaruh perlakuan tekanan operasi pada tiga tekanan yaitu, 4, 6, dan 8 Psi memberi pengaruh berbeda nyata terhadap debit rata-rata keluaran *emitter*, besarnya debit rata-rata untuk setiap taraf perlakuan tekanan dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa debit rata-rata tertinggi diperoleh pada

tekanan 8 psi (P_3) dengan debit rata-rata sebesar 5,38 l/jam, sedangkan debit rata-rata terendah pada tekanan 4 psi (P_1) yaitu sebesar 3,14 l/jam.



Gambar 2. Pengaruh tekanan operasi terhadap debit *emitter*

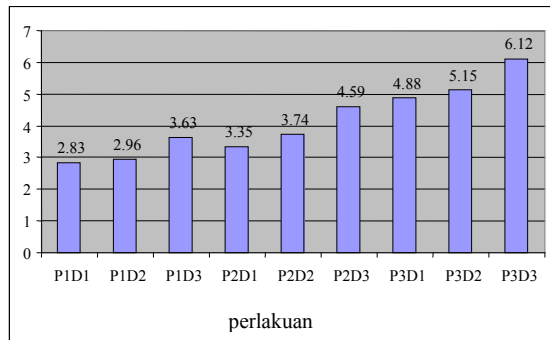
Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan tekanan akan meningkatkan debit rata-rata *emitter*, sesuai dengan pendapat Bernuth dan Salomon (1986) serta pendapat Keller dan Karmelli (1975) yang menyatakan bahwa debit *emitter* berbanding lurus dengan tekanan. Tekanan pada *emitter* akan meningkat dengan peningkatan tekanan, sehingga dengan peningkatan tekanan operasi akan meningkatkan tekanan pada *emitter* yang pada akhirnya akan meningkatkan debit keluaran *emitter*.

Pengaruh Rata-rata Terhadap Perlakuan

Debit rata-rata keluaran *emitter* yang dihasilkan oleh setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3, yang menunjukkan bahwa pada perlakuan P_3D_3 debit yang dihasilkan paling besar bila dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Debit rata-rata yang dihasilkan dari perlakuan P_3D_3 adalah sebesar 6,12 l/jam. Pada perlakuan ini tekanan yang diberikan merupakan tekanan terbesar yaitu sebesar 8 Psi dan diameter pipa yang digunakan adalah diameter pipa yang paling kecil yaitu 1 inchi. Debit rata-rata terendah pengamatan diperoleh pada perlakuan P_1D_1 yaitu sebesar 2,83 l/jam, pada perlakuan ini tekanan yang diberikan hanya sebesar 4 Psi dan diameter pipa yang digunakan yaitu $\frac{1}{2}$ inchi.

Penentuan *Headloss Emitter* pada Sistem Irigasi Tetes (Mechram)



Gambar 3. Pengaruh debit *emitter* terhadap perlakuan

Hal ini sesuai Barrs (1976), penambahan tekanan menyebabkan aliran menjadi semakin turbulen. Aliran turbulen dalam pipa menyebabkan peningkatan variasi tekanan pada ujung emitter yang pada akhirnya akan menghasilkan debit yang tidak konstan. Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa debit rata-rata keluaran emitter semakin membesar dengan pertambahan besarnya diameter pipa, hal ini sesuai dengan persamaan 3 bahwa nilai debit (Q) akan berbanding lurus dengan tekanan (H), sehingga semakin besar tekanan maka nilai debit yang dihasilkan akan semakin besar.

Head Loss Emitter

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan hasil perhitungan maka diperoleh bilangan Reynold dan Darcy's *frictions factor*, dengan suhu air pada saat itu sebesar 22°C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bilangan Reynold dan Darcy *frictions factor*

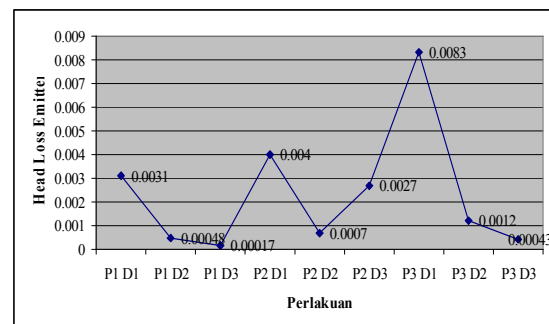
| Perlakuan Kombinasi | Bilangan Reynold (Re) | Darcy's <i>Frictions Factor</i> (f) |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| P ₁ D ₁ | 22726 | 0,026 |
| P ₁ D ₂ | 15889 | 0,028 |
| P ₁ D ₃ | 14474 | 0,028 |
| P ₂ D ₁ | 27105 | 0,026 |
| P ₂ D ₂ | 19298 | 0,027 |
| P ₂ D ₃ | 18241 | 0,027 |
| P ₃ D ₁ | 39474 | 0,022 |
| P ₃ D ₂ | 28070 | 0,024 |
| P ₃ D ₃ | 23684 | 0,025 |

Dari hasil bilangan Reynold dan Darcy *frictions factor* maka didapatkan *head loss emitter* yaitu:

Tabel 3. *Head loss emitter*

| Perlakuan Kombinasi | Head loss Pada Emitter (H _f) (meter) |
|-------------------------------|--|
| P ₁ D ₁ | 0,0031 |
| P ₁ D ₂ | 0,00048 |
| P ₁ D ₃ | 0,00017 |
| P ₂ D ₁ | 0,004 |
| P ₂ D ₂ | 0,0007 |
| P ₂ D ₃ | 0,0027 |
| P ₃ D ₁ | 0,0083 |
| P ₃ D ₂ | 0,0012 |
| P ₃ D ₃ | 0,00043 |

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin besar diameter pipa yang digunakan semakin kecil *head loss emitter* dan semakin kecil diameter pipa yang digunakan maka semakin besar *head loss emitter*. Hal ini disebabkan gesekan yang terjadi sepanjang pipa lateral dan hal tersebut menyebabkan variasi tekanan sepanjang pipa lateral (Bucks dan Davis, 1982). Hal ini sesuai dengan pernyataan Al-Amoud (1995) bahwa sambungan *emitter* akan menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap kehilangan tekanan, dimana kehilangan tersebut dapat mencapai 32% dibandingkan dengan kehilangan pada pipa rata-rata untuk pipa lateral diameter 13 mm.



Gambar 4. Pengaruh *head loss emitter* terhadap perlakuan

Koefisien Keseragaman

Dari tabel hasil pengujian lapang pada irigasi tetes dengan menggunakan

persamaan Christiansen dengan jumlah wadah untuk menampung debit keluaran sebanyak 10 buah dan sumber tenaga berasal dari pompa didapat C_u (*Coeffisien Uniformity*) sebesar 0,912 atau sebesar 91,2%.

Dari hasil pengujian terlihat dimana wadah nomor 2 debit yang dihasilkan sangat kecil, hal ini mungkin dikarenakan adanya penyumbatan *emitter* oleh kotoran yang terbawa pada saat alat beroperasi. Pada kesembilan *emitter* yang lain jumlah air keluar dapat dikatakan hampir seragam. Jadi dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa irigasi tetes menggunakan *emitter* tipe selang kecil dari bahan lokal memenuhi standar ketetapan untuk irigasi tetes.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar diameter pipa yang dipakai maka debit keluaran *emitter* yang dihasilkan semakin besar, Peningkatan tekanan akan akan meningkatkan debit keluaran *emitter*, Pertambahan tekanan cenderung menyebabkan aliran menjadi semakin turbulen. Aliran turbulen dalam pipa menyebabkan peningkatan variasi tekanan pada ujung *emitter* yang pada akhirnya akan menghasilkan debit yang tidak konstan, Semakin besar diameter pipa yang digunakan maka semakin kecil *head loss emitter* yang dihasilkan, Semakin kecil diameter pipa yang digunakan maka semakin besar *head loss* yang dihasilkan.

Selanjutnya dapat disarankan bahwa perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan masuknya *emitter* selang kecil ke dalam pipa lateral terhadap kehilangan tekanan yang terjadi pada sistem irigasi tetes dan perlu penambahan kombinasi perlakuan panjang *emitter* dan tekanan untuk mendapatkan hubungan debit keluaran *emitter*, panjang *emitter* dan tekanan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Amoud. 1995. Significance of energy losses due to emitter connections in trickle irrigation line. In K. Yella Reddy. 2003. Evaluation of On - Line Trickle Irrigation Emitter Barb Losses. Journal Agriculture 84
- Baars, C. 1976. Design of Trickle Irrigation System. Dep. of Irrigation and Civil Engineering Agricultural University Wageningen, Belanda.
- Balogh, J. and I. Gargely. 1985. Basic Aspects of Trickling Irrigation. Magyar Media, Budapest
- Bucks, D.A. and S. Davis. 1986. Introduction. p 1-26 dalam F.S. Nakayama and D. A. Bucks. Trickle Irrigation for Crop Production Design. Operation and Management. Elsevier Science Publisher B.V., New York.
- Bralts, V. F. and C. D. Kesner. 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. Trans. of ASAE 26(4): 1369 - 1372.
- Dandy, G.C. and A.M. Hassanli. 1996. Optimum design and operation of multiple subunit drip irrigation system. ASCE. J. Irr. Drsin. Eng. 122(5): 265-275
- Ferijal, T. 1999. Pengaruh Panjang Microtube dan Tekanan Operasi Terhadap Debit Keluaran Emitter pada Sistem Irigasi Tetes. Skripsi, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- Peng, G.F., I.P. Wu, and C.J. Phene. 1985. Temperature effects on drin line hydraulic. In K. Yella Reddy. 2003. Evaluation of on-line Trickle Irrigation Emitter Barb Losses. Journal Agriculture 84
- Gilles, R. V. 1977. Theory and Problems of Fluid Mechanic and Hydraulics. Mc. Graw-Hill Book Company, New York
- Hillel, D. 1971. Soil and Water, Physical Principles and Processes. Academic Press, New York
- Howell, T.A., F.K. Aljibury, H.M. Gitlin, I.P. Wu, A.W. Warrick, and P.A.C. Raats. 1980. Design and Operation of Trickle (drip) System, hal. 663-714 In ASAE St. Joseph, Design and

- Operation of Farm Irrigation System. Michigan, USA
- Israelsen, O. W., V. E. Hansen, and G. E. Stringham. 1979. Irrigation Principles and Practises. John Wiley and Sons, Inc., New York
- Keller, J. and R. D. Bliesner. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. AVI Publishing Inc. Westport, Connecticut, USA
- Keller, J. and D. Karmeli. 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Mfr. Corp., Glendora, California
- McNally Institute. 2003. Dynamic Head Losses "Minor Losses", [http : // www.mcnally institute.com/charts/friction.html](http://www.mcnallyinstitute.com/charts/friction.html)
- Michael, A.M. 1978. Irrigation Theory and Practices. Vikas Publishing House PVT LTD, New Delhi
- Mostaghimi, S., J. K. Mitchell, and W.D. Lembke. 1982. Effect of discharge rate on distribution of moisture in heavy soil irrigation from a trickle source. Trans. of ASAE 25(4): 975–980
- Neuwen I.A. 1994. Pompa. Jilid 1. Bharatama, Jakarta
- Ofen, A. and A. Benami. 1984. Irrigation Engineering. Scientific Publications, Haifa, Israel
- Sapei, A. 1986. Pendugaan Penyebaran Kadar Air Tanah pada Irigasi Tetes. Thesis S2, Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sosrodarsono dan Takeda. 1977. Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramitha, Jakarta