

KINERJA ALAT PENCURAH SEDERHANA PADA SISTEM IRIGASI CURAH (SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM)

Saiful Rochdyanto¹, Sigit Supadmo Arif¹, dan Isti Susilawati²

ABSTRACT

The modification of fabricated sprinkler which is available in the market was done in order to solve several problems, such as : the performance is unsatisfied, the prize is relatively high, the construction is complicated, and the operation and maintenance is not too easy. The performance testing was carried out to six model of modified sprinklers, they were : S1, S2, S3, S4, S5, and S6, and then compared with fabricated sprinkler (SP). Sprinklers were tested with several parameters, such as : water discharge, throw distance, water distribution pattern, water rate, and particle water diameter.

Result of experiment showed that S5 gives the best performance. This model has upper arm length = 5.0 cm, lower arm length = 3.8 cm, nozzle angle in upper arm = 65°, nozzle angle in lower arm = 40°, the number of nozzle in each lower arm and top of arm is one. Comparing with fabricated sprinkler (SP), the prize of S5 model is relatively cheap. It is Rp. 5,575.00 for S5 and Rp. 17,500.00 for SP. Due to the construction is relatively simple and the product material is very easy to find in local market, so the model S5 can be introduced and developed to farmers in order to increase their agricultural production.

I. PENDAHULUAN

Beberapa kendala yang dihadapi dalam pengembangan sistem irigasi curah di Indonesia adalah mahalnya harga komponen karena sebagian besar komponen adalah barang impor, kurang baiknya kinerja sistem sehingga hasilnya tidak memuaskan, sulitnya konstruksi serta karena tidak menggunakan bahan lokal sehingga petani kesulitan dalam operasi dan pemeliharaan. Padahal sistem ini sudah berkembang di negara maju sejak tahun 40-an, karena menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini bisa menghemat air sampai 30% (Michael, 1979)

Mengantisipasi semakin langkanya penyediaan air, terutama untuk kepentingan pertanian, maka aplikasi sistem irigasi yang hemat air semakin dibutuhkan. Langkah tersebut perlu dilakukan, terlebih lagi orientasi sistem usaha tani di Indonesia sudah diarahkan ke

agribisnis. Oleh karenanya penelitian bermaksud melakukan modifikasi alat pencurah yang tersedia dipasaran dengan tujuan untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik, biayanya lebih murah, serta operasi dan pemeliharannya lebih mudah.

II. TUJUAN DAN KEGUNAAN

Penelitian bertujuan untuk menguji hasil modifikasi alat pencurah yang tersedia di pasaran sehingga mendapatkan kinerja yang lebih baik, harga lebih murah, serta operasi dan pemeliharaan lebih mudah. Diharapkan dengan diterapkannya sistem ini, penggunaan air bisa lebih dihemat serta produksi untuk tanaman berorientasi agribisnis bisa ditingkatkan.

III. KAJIAN PUSTAKA

Pada umumnya, kinerja alat pencurah (sprinkler) pada sistem irigasi curah (sprinkle irrigation system) dapat dinilai atas dasar parameter-parameter berikut : debit pencurah, jarak lempar butir, pola sebaran air, keseragaman curahan air, laju pemberian air, dan ukuran butiran air.

Debit pencurah merupakan fungsi dari tekanan, ukuran bukaan, bentuk dan kekasaran nozle yang dinyatakan dengan Persamaan 1 :

$$Q = \text{Can AP}^{0.5} \text{ atau secara empiris } Q = \text{Cem AP}^x \dots\dots\dots(1)$$

dengan Q adalah debit pencurah (lt/dt); P adalah tekanan pada pencurah (cm air); A adalah luas penampang nozle (mm²); Can dan Cem adalah koefisien yang tergantung pada bentuk dan kekasaran nozle (10⁻³), dan x adalah pangkat eksponen dari tekanan.

Ukuran jarak lemparan butir air adalah lemparan terjauh dari pencurah yang identik dengan setengah dari diameter basah pencurah. Jarak lempar ini tergantung pada tekanan yang diterapkan, debit yang diterapkan, bentuk dan ukuran nozle yang digunakan.

Pada umumnya, hasil pengukuran terhadap pola sebaran air menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan untuk membentuk sebaran bentuk seperti donat, artinya air terkonsentrasi pada bagian tepi sementara bagian tengah kosong. Semakin tinggi tekanan, pola sebaran masing-masing model semakin merata.

Keseragaman curahan air dapat dinilai dengan indeks CU (*coefficient uniformity*) dan keragamannya

1) Staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian UGM
2) Alumni Fakultas Teknologi Pertanian UGM

odu, 1980

dinilai dengan indeks CV (*coefficient variation*). Indeks CU dan CV dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2.

$$CU = 100 \{ 1 - (\Sigma d) / m.n \} \% \text{ dan } CV = 100 (SD/m) \% \dots\dots\dots(2)$$

dengan CU adalah indeks keseragaman (%); d adalah deviasi numerik; m adalah rerata data; n adalah jumlah data observasi; CV adalah koefisien variansi; dan SD

lubang baik di lengan atas dan lengan bawah. Model dibuat dengan teknologi sederhana dengan menggunakan komponen lokal agar mudah operasi serta perbaikannya. Di samping itu model dibuat dengan biaya semurah-murahnya agar bisa terjangkau oleh petani. Spesifikasi model tersebut bisa dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi model modifikasi alat pencurah

MODEL	LA (cm)	LB (cm)	Posisi nozle											
			a				b				c			
			Ea	Da	s	τ	Eb	Db	t	τ	Ec	Dc	τ	β
S1	5,3	3,8	1	2,5	2,5	55	1	2,5	1,9	55	1	2,5	30	55
S2	5,0	4,0	1	1	2,2	50	0	0	0	0	5	1	45	45
S3	4,8	3,8	1	1	2,25	55	1	1	2	55	5	1	30	30
S4	5,0	4,0	1	1	2,25	43	1	1	2	50	5	1	40	30
S5	5,0	3,8	1	1	2,5	65	2,5	2,5	1,9	43	1	2,5	40	30
S6	5,0	3,8	2	1	2,25	43	1	1	2	50	5	1	40	30
SP	3,2	3,8	1	1	1,7	65	0	0	0	0	5	1	30	20

Keterangan :

- LA, LB = Panjang lengan atas dan lengan bawah
- Ea, Eb, Ec = Jumlah nozle a, b, dan c
- Da, Db, Dc = Diameter nozle a, b, dan c
- s = Jarak nozle a dari pangkal lengan atas
- t = Jarak nozle b dari ujung lengan bawah
- τ = Sudut vertikal nozle a, b, dan c
- β = Sudut horisontal nozle c

Parameter pengujian terhadap kinerja model adalah : debit air yang dihasilkan, jarak lemparan butiran, pola sebaran air, laju pemberian air, dan ukuran butiran air. Berdasarkan parameter tersebut akan dapat ditentukan model yang terbaik, terutama dibandingkan dengan model dari pabrik.

adalah standar deviasi.

Laju pemberian air merupakan rerata tebal air yang dihasilkan oleh pencurah ke lahan, yang ditentukan oleh tekanan, debit, jarak pancaran, dan overlap daerah pembasahan. Makin besar overlap atau makin kecil jarak antar pencurah, maka harga pemberian air semakin besar.

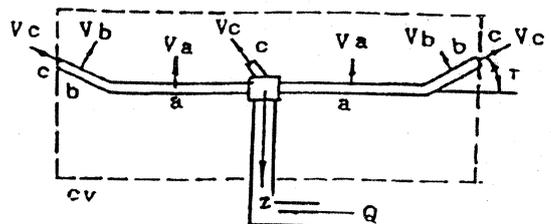
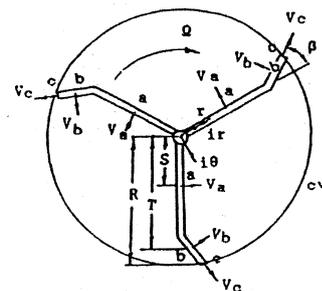
Butiran air diukur dengan menangkapnya dengan tepung. Melalui mesin pemanas (*oven machine*) berat air per tetes bisa dihitung. Bila butiran diasumsikan sebagai bola, maka diameter butiran bisa dihitung dengan Persamaan 3

$$d = V (6.v/\pi) \dots\dots\dots(3)$$

dengan d adalah diameter butiran air (mm) dan v adalah volume butiran air / tetes (mm³).

IV. METODOLOGI

Pengujian dilakukan terhadap enam model modifikasi, yaitu S1, S2, S3, S4, S5, dan S6, yang kemudian dibandingkan dengan alat pencurah produksi pabrik (SP) yang tersedia di pasaran. Masing-masing model berbeda terhadap panjang lengan atas, panjang lengan bawah, sudut lengan bawah, jumlah dan letak



Gambar 1. Skema rancangbangun alat pencurah

V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Debit Pencurah

Hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 1 berdasarkan data pengukuran dengan regresi linier,

maka harga Can, Cem dan x model dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan debit dan tekanan

MODEL	DEBIT	A	Can	Cem	x
S1	Q S1	44,156	0,252	0,185	0,556
S2	Q S2	14,130	0,431	0,310	0,558
S3	Q S3	16,485	0,461	0,474	0,495
S4	Q S4	16,485	0,553	0,564	0,496
SP	QSP	14,130	0,529	0,449	0,529
S5	Q S5	31,793	0,274	0,264	0,506
S6	Q S6	21,195	0,486	0,496	0,496

Dari Tabel 2 tampak bahwa Can dan Cem cenderung rendah pada bukaan nozle besar, dan sebaliknya. Harga tersebut terutama dipengaruhi oleh faktor bentuk dan kekasaran nozle. Analisa lanjutan menyatakan debit terbesar dihasilkan oleh pencurah S1 dan S6, sedangkan terendah S2. Debit yang harus diberikan tergantung pada kebutuhan tanaman serta sifat fisik tanah. Makin besar debit, jarak lempar dan jarak antar pencurah seharusnya semakin besar agar pemberian air tidak melampaui kapasitas infiltrasi tanah.

5.2. Jarak lempar butiran

Hasil pengukuran jarak lempar butir curahan air bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak lempar dari model pencurah

MODEL	SUDUT (τ°)	LPN (mm ²)	TEKANAN (cm air)	DEBIT (lt/dt)	JLP (m)	DBP (m)
S1	30	44,156	398,51	0,213	4,25	8,50
			393,17	0,225	4,31	8,63
S2	45	14,130	146,03	0,133	2,50	5,00
			301,36	0,105	6,00	12,00
S3	30	16,485	204,68	0,085	3,50	7,00
			107,70	0,065	2,50	5,00
S4	40	16,485	385,22	0,154	5,00	10,00
			333,91	0,157	4,50	9,00
S5	40	31,793	192,72	0,109	3,50	7,00
			369,58	0,208	4,94	9,88
S6	40	21,195	322,35	0,151	4,44	8,88
			199,23	0,112	3,50	7,00
SP	30	14,130	394,66	0,148	5,44	6,50
			223,05	0,110	3,50	10,88
S5	40	31,793	175,92	0,098	3,25	7,00
			526,01	0,194	4,50	9,00
S6	40	21,195	309,69	0,151	3,26	7,13
			160,87	0,109	2,75	5,50
S5	40	31,793	423,20	0,210	4,50	9,00
			204,69	0,139	3,50	7,00
S6	40	21,195	90,32	0,091	2,44	4,86

Keterangan Tabel 3

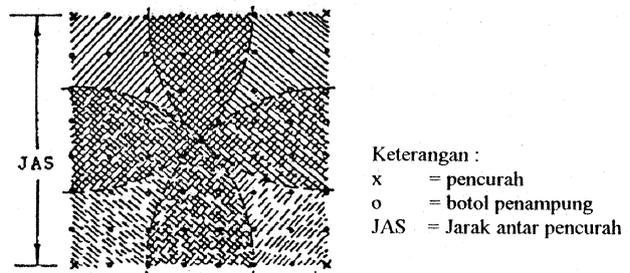
LPN = Luas Penampang Nozle
JLP = Jarak Lemparan Pencurah
DBP = Diameter Basah Pencurah

Dari Tabel 3 tampak bahwa dengan bukaan nozle semakin kecil, maka jarak lemparan pencurah semakin jauh, dan sebaliknya. Jarak lemparan untuk model S2,

S3, S4, dan SP relatif lebih jauh dibanding model S1, S5, dan S6. Sudut vertikal nozle (τ°) secara teoritis menentukan jarak lemparan. Namun adanya gangguan angin serta rendahnya akurasi pengukuran, maka pengaruh sudut ini sulit diamati. Semakin jauh lemparan bukan selalu berarti semakin baik kinerja pencurah, justru bila debit alirannya sama maka ada kemungkinan penyebarannya semakin tidak merata. Oleh karenanya overlapping antara satu pencurah satu dengan lainnya ikut menentukan kesempurnaan kinerja suatu sistem irigasi.

5.3. Pola sebaran air

Berdasarkan pola sebarannya seperti yang tampak pada Gambar 2, maka dapat disimpulkan pola sebaran model S3, S4, dan SP cenderung terkonsentrasi di tepi, sedangkan model S1, S5, dan S6 menunjukkan pola sebaran lebih merata di bagian tengah dan pemberian airnya relatif lebih tebal. Dengan demikian agar pemberian airnya lebih merata, maka perlu dilakukan overlapping daerah pembasahan pencurah.



Gambar 2. Daerah overlap pembasahan air

5.4. Keseragaman curahan air

Hasil perhitungan CU, CV, rerata pemberian air, jarak antar pencurah dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 tersebut tampak bahwa indeks CU pada pencurah tunggal untuk model S2 pada tekanan 301,36 cm air sangat bagus, yakni sebesar 85,32%. Namun pada tekanan yang lebih rendah harga CU relatif kurang bagus. Indeks CU model S3, S4, dan Sp relatif kurang bagus dibanding dengan model S1, S5, dan S6. Model S5 keseragamannya relatif lebih baik dibanding lainnya.

Model S2 pada tekanan 301,36 cm air, jarak antar pencurah 600 cm, harga CU sebesar 78,36 %. Model S1 pada jarak antar pencurah 600 cm dan tekanan 390 cm air harga CUnya sebesar 75%. Sedangkan model S5 indeks CU sebesar 75% namun jarak antar pencurahnya lebih rendah. Untuk mensimulasi hubungan antara jarak antar pencurah, tekanan yang diaplikasikan dan indeks

Cu yang dihasilkan dapat dibuat melalui program komputer.

Model S3, S4, dan SP keseragaman pemberian airnya relatif rendah (< 60%). Model S2

Dari Tabel 4 tersebut tampak bahwa laju pemberian semakin kecil dengan bertambahnya jarak antar pencurah. Makin tinggi tekanan alat pencurah, jarak antar pencurah cenderung makin besar dan merata

Tabel 4. CU, CV, dan rerata pemberian air

MODEL	TEKANAN (cm air)	DEBIT (lt/dt)	PENCURAH TUNGGAL		EMPAT PENCURAH			
			CU (%)	RERATA (mm/jam)	JAS (cm)	CU (%)	CV (%)	RERATA (mm/jam)
S1	398,51	0,213	60,18	16,59	600	69,68	38,03	21,96
	393,17	0,225	60,36	17,79	600	69,52	39,28	23,42
	146,03	0,133	58,81	33,60	350	52,67	56,53	33,68
S2	301,36	0,105	85,32	3,57	600	78,36	27,37	10,18
	204,68	0,085	49,87	9,11	350	51,72	63,49	24,07
	107,70	0,065	57,78	16,48	250	62,98	46,66	36,39
S3	385,22	0,154	52,50	9,58	500	52,51	58,96	24,44
	333,91	0,157	48,37	10,45	450	45,35	66,03	26,06
	192,72	0,109	45,44	14,41	350	46,21	69,26	31,92
S4	369,58	0,208	38,09	8,09	500	51,35	56,94	21,70
	322,35	0,151	28,88	9,93	450	41,39	70,18	24,91
	199,23	0,112	33,36	15,34	250	42,53	74,61	35,11
SP	394,66	0,148	45,47	7,63	600	55,59	59,83	15,95
	223,05	0,110	46,19	7,49	350	46,28	67,38	16,33
	175,92	0,098	56,01	10,88	500	44,54	73,49	11,69
S5	526,01	0,194	70,52	13,22	500	75,25	36,25	26,81
	309,69	0,151	58,44	16,40	400	74,13	39,78	33,85
	160,87	0,109	61,63	22,59	300	78,18	26,94	42,30
S6	423,20	0,210	63,40	11,47	450	64,93	43,43	35,08
	204,69	0,139	65,30	23,06	350	71,21	41,84	39,86
	90,32	0,091	52,57	40,16	350	54,05	59,98	40,82

keseragamannya baik pada tekanan 301,36 cm air, namun semakin rendah pada tekanan rendah. Model S1 pada tekanan 380-390 cm air, jarak antar pencurah 4,5 - 7,0 m harga CUnya antara 60 - 70% (relatif baik). Sedangkan model S5, relatif baik keseragamannya pada jarak antar pencurah 400 - 600 cm dengan tekanan 300 - 500 cm air. Model S5 merupakan modifikasi model S1 dengan memperkecil bukaan nozle a agar distribusi lebih merata dan tekanan yang bekerja lebih besar.

5.5. Laju pemberian air

Hasil perhitungan laju pemberian air dengan menggunakan Persamaan 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

pemberian airnya semakin kecil. Model pencurah dengan bukaan nozle besar, laju pemberian airnya juga besar (S1, S5, dan S6). Sedangkan model lainnya relatif lebih kecil. Bagaimanapun juga laju pemberian air ini harus memperhatikan kebutuhan tanaman dan kapasitas infiltrasi, agar peluang terjadinya erosi bisa dihindari.

5.6. Ukuran butiran air

Hasil pengukuran lapang menunjukkan adanya hubungan diameter butir air dan tekanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 tersebut tampak ukuran butir air dari beberapa model terlihat sama sebab ukuran dan bentuk

nozle memang sama. Namun secara umum dikatakan diameter butir model S1 dan S5 relatif lebih kecil dibanding model lainnya. Sementara diameter butir pada daerah tengah, yaitu antara 1,3 mm - 2,7 mm, relatif lebih kecil dibanding daerah tepi, yaitu 2,0 - 4,0 mm. Ukuran ini akan mempengaruhi gaya pukulan butiran pada tanah. Semakin besar massanya semakin besar gaya pukulannya, sehingga potensi memecah partikel tanah juga semakin besar. Akibat adanya daya dispersi yang besar dan didukung dengan adanya daya transportasi karena kapasitas infiltrasi telah terlewati, maka peluang terjadinya erosi akan sangat terbuka. Oleh karenanya pemilihan jenis pencurah harus semakin hati-hati dengan memperhatikan kondisi lahan dan juag jenis tanaman tertentu yang tidak tahan akan pukulan air hujan. Untuk daerah yang berangin, tentunya butiran air yang besar sangat dibutuhkan.

Tabel 5. Diameter butir air dan tekanan yang diberikan

MODEL	DIAM. NOZLE						TEKAN-AN (cm air)	DIAM. BUTIR (mm)	
	a		b		c			Daerah tepi	Daerah tengah
	n	θ	n	θ	n	θ			
S1	1	2,5	1	2,5	1	2,5	398,51	2,4	1,6
							393,17	1,9	1,7
							146,03	3,3	1,9
S2	1	1	0	-	5	1	301,36	4,2	1,8
							204,68	3,9	1,2
							107,70	2,9	2,1
S3	1	1	1	1	5	1	385,22	3,1	2,1
							333,91	3,1	2,1
							192,72	3,6	2,4
S4	1	1	1	1	5	1	369,58	3,6	1,5
							322,35	4,1	1,3
							199,23	3,8	1,5
SP	1	1	0	-	5	1	394,66	4,0	1,7
							223,05	3,6	2,3
							175,92	3,8	2,4
S5	2	1	1	2,5	1	2,5	526,01	2,7	1,5
							309,69	3,4	1,6
							160,87	3,2	2,0
S6	1	1	1	1	5	1	423,20	3,7	1,9
							204,69	4,0	2,1
							90,32	3,9	2,8

Keterangan :

n = jumlah nozle
θ = diameter nozle (mm)

5.7. Biaya pembuatan alat pencurah

Rancangan alat pencurah dibuat dari bahan yang murah, mudah didapat., dan konstruksinya dibuat sesederhana mungkin sehingga dapat diproduksi oleh bengkel di pedesaan dan dikembangkan sendiri oleh petani. Adapun biaya yang diperlukan untuk pembuatan satu buah pencurah adalah seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Biaya Pembuatan Alat Pencurah

NO	BAHAN	UKURAN	HARGA (Rp)
1	Pipa kuningan	(3/8)" 3 x	300,-
2	Kuningan segi enam	10 cm	400,-
3	Kuningan pejal	(3/4)" 2 cm	225,-
4	Sekrup kuningan	(5/8)" 2 cm	1.000,-
5	Plat dari seng	(15/15)"	50,-
6	Lem		100,-
7	Ongkos pembuatan		3.500,-
Jumlah			5.575,-

Biaya tersebut masih jauh lebih murah bila dibandingkan dengan pencurah dari pabrik (SP) seharga Rp. 17.500,-. Namun bengkel di pedesaan perlu dibimbing agar dalam pembuatan pencurah benar-benar sesuai dengan rancangbangun yang disarankan serta konstruksinya benar-benar kuat sehingga dapat diandalkan dan tidak kalah dengan buatan pabrik. Tidak kalah pentingnya adalah keterlibatan petani dalam proses konstruksi, operasi dan pemeliharaan alat pencurah ini, agar segala problem yang timbul yang menyangkut alat ini bisa ditanggulangi sendiri oleh petani, sehingga keberlanjutan dari sistem irigasi ini bisa tercapai.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa atas hasil pengukuran dan pembahasan, maka kinerja alat pencurah sederhana pada sistem irigasi curah menunjukkan :

1. Enam buah model modifikasi yang diuji menunjukkan kinerja yang tidak jauh berbeda dengan kinerja pencurah hasil produksi pabrik yang tersedia di pasaran.
2. Model S5 dengan spesifikasi : panjang lengan atas 5,0 cm; lengan bawah 3,8 cm; jumlah nozle di lengan atas, bawah, dan ujung, masing-masing adalah 1 buah; sudut vertikal nozle di lengan atas 65°, lengan bawah 43°, dan ujung lengan 40°; serta sudut vertikal nozle ujung lengan 30°, ternyata menunjukkan kinerja yang relatif baik dibanding model lainnya (termasuk produksi pabrik). Oleh karenanya model ini dianjurkan untuk diaplikasinya pada sistem irigasi curah.
3. Model modifikasi pencurah telah dibuat dengan memperhatikan prinsip-prinsip : murah harganya, bahannya mudah didapat, konstruksinya sesederhana mungkin sehingga dapat dibuat dan dikembangkan oleh petani sendiri.
4. Biaya yang dikeluarkan untuk membuat sebuah model modifikasi adalah Rp. 5.575,-. Biaya tersebut relatif lebih murah dibanding dengan produksi pencurah produksi pabrik yaitu Rp. 17.500,-.

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka dapat disarankan :

1. Penelitian perlu dilanjutkan di lapangan guna mengetahui permasalahan yang timbul akibat kompleksnya kondisi di lapangan, misalnya adanya angin, kemungkinan penyumbatan akibat ganggang atau bahan sedimen yang lain, kebutuhan daya pompa, dll.
2. Pengenalan model kepada petani perlu dilakukan seawal mungkin agar tujuan untuk menghemat air serta tenaga kerja di sawah bisa tercapai. Apalagi penerapan sistem ini disertai dengan relatif mahalnya biaya investasi, maka konsep agribisnis dengan menerapkan sistem ini pada tanaman bernilai tinggi (high value crop) perlu dikenalkan pada petani.

BAHAN PUSTAKA

- Garg, S.K. dan Garg, R., 1978, Elementary Irrigation Engineering, Khanna Publisher, New Delhi.
- Hagen, R.M., Haise, H.R., Edminster, T.W. 1967. Irrigation of Agricultural Lands. American Society of Agronomy. Publisher Madison. Wisconsin, USA.
- Israelsen, O.W., dan Hansen, V.E., 1962, Irrigation Principles and Practices, John Wiley and Sons Inc., New York.
- James, L.G., 1988, Principles of Farm Irrigation System Design, Washington State University, John Wiley and Sons., USA.
- Kincaid, D.C., 1991, Impact Sprinkler Pattern Modification, Transactions of the ASAE 34(6) Nov-Dec
- Michael, A.M. 1979. Irrigation Theory and Practice. Vikas Publishing. New Delhi, India.
- Streeter, V.L., Benjamin, W.E. 1986. Fluids Mechanics. Mc. Graw-Hill Book Company, USA.