

JURNAL IRIGASI

Terbit 2 kali setahun

Vol. 4, No. 2, November 2009

EDITORIAL

Pengembangan Kriteria Rancangan Hidrolika Sub-Unit Irigasi Tetes pada Jaringan Irigasi Air Tanah Dangkal (*Development of Drip Irrigation Sub-Unit Hydraulics Criteria Within Shallow Groundwater Irrigation Schemes*)

Prastowo, Soedodo Hardjoamidjojo dan Satyanto Krido Saptomo

Efektivitas Irigasi Tetes untuk Mendukung Optimalisasi Pengelolaan Air Tanah di Lahan Kering - studi kasus Desa Akar Akar, Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat (*The Effectivity of Drip Irrigation to Support the Optimalization of Groundwater Management on Dry Land - case study Desa Akar Akar, Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat*)

Dadang Ridwan, Indri Swatini S. dan Lolly Martina Martief

Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung (*Deficit Irrigation Application on Corn Plant*)

Ahmad Tusi dan R.A. Bustomi Rosadi

Simulasi Komputer Penerapan Teknik Kendali Fuzzy Sederhana untuk Pengaturan Muka Air Tanah di Lahan Padi SRI (*Computer Simulation for Application of Simple Fuzzy Technical control for Water Table Regulation in SRI Paddy Field*)

Chusnul Arif, Satyanto K. Saptomo, Budi I. Setiawan dan M. A. Iskandar

Analisa Model Neraca Air untuk Penerapan Irigasi Terputus SRI di Tingkat Tersier (*The Analyze of Water Balance Model for the Implementation of Intermittent Irrigation for SRI on Tertiary Unit*)

Hanhan A. Sofiyuddin, Budi Indra Setiawan, Subari dan Lolly Martina Martief

The Effect of Water Regime and Soil Management on Methane Emission Reduction from Rice Field (Pengaruh Rejim Air dan Pengolahan Tanah dalam Mengurangi Emisi Gas Metan dari Sawah)

Prihasto Setyanto dan Harris Burhan

Penelitian Kualitas Air Irigasi Pertanian Holtikultura pada Pematang Pasir Pantai Glagah di Kabupaten Kulon Progo-Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (*Research on Holticulture Irrigation Water Quality at Glagah Sand Beach Dike in Kabupaten Kulon Progo-Daerah Istimewa Yogyakarta*)

Rahmadi H.S.

J. Irigasi	Vol. 4	No. 2	Hal. 94 - 180	Bekasi November 2009	ISSN 1907 - 5545
------------	--------	-------	---------------	-------------------------	---------------------

ISSN : 1907-5545

Terakreditasi SK Kepala LIPI

Nomor : 99/AKRED-LIPI/P2MBI/5/2007

JURNAL IRIGASI

Vol.4 No.2, November 2009

Pembina : Dr. Ir. Arie Setiadi Moerwanto, M. Sc.

Penanggung Jawab : Ir. Lolly Martina Martief, MT

Penelaah Ahli : DR. A. Hafied A. Gany, M.Sc.
Prof.R. Ir. Dyah Rahayu Pangesti, Dipl.HE
DR. Ir. Sigit Supadmo Arif

Redaktur : Dra. Sukarni

Penyunting/Editor : Ir. Damar Susilowati, M.Sc.
Subari, ME
Ir. Muchammad Muqorrobin
Marasi Deon Joubert, ST

Redaktur Pelaksana : Dewi Arifianty Agustina, SP

Sekretariat : Mapilindo, A.Md.
Midiah Sulastry Abubakar, ST
Bambang Sudiarto, S.Sos.
Santi Lestari, S. Sos.
Suprptini S.

Alamat Redaksi : BALAI IRIGASI
Jl. Cut Meutia, Kotak Pos 147
Bekasi 17113

Telp.: 021-8801365, 8801345
Fax. : 021-8801345

E-mail : jurnalirigasi@yahoo.co.id
kairigasil@pu.go.id

JURNAL IRIGASI

Vol. 4, No. 2 November 2009

DAFTAR ISI

	Halaman
Daftar Isi	i
Editorial	iii
Pengembangan Kriteria Rancangan Hidrolika Sub-Unit Irigasi Tetes pada Jaringan Irigasi Air Tanah Dangkal (<i>Development of Drip Irrigation Sub-Unit Hydraulics Criteria Within Shallow Groundwater Irrigation Schemes</i>)	94 - 106
Prastowo, Soedodo Hardjoamidjojo dan Satyanto Krido Saptomo	
Efektivitas Irigasi Tetes untuk Mendukung Optimalisasi Pengelolaan Air Tanah di Lahan Kering – studi kasus Desa Akar Akar, Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat (<i>The Effectivity of Drip Irrigation to Support the Optimalization of Groundwater Management on Dry Land –case study Desa Akar Akar, Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat</i>)	107 – 119
Dadang Ridwan, Indri Swatini S. dan Lolly Martina Martief	
Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung (<i>Deficit Irrigation Application on Corn Plant</i>)	120 – 130
Ahmad Tusi dan R.A. Bustomi Rosadi	
Simulasi Komputer Penerapan Teknik Kendali Fuzzy Sederhana untuk Pengaturan Muka Air Tanah di Lahan Padi SRI (<i>Computer Simulation for the Application of Simple Fuzzy Technical control for Water Table Regulation in SRI Paddy Field</i>)	131 - 144
Chusnul Arif, S.K. Saptomo, B.I. Setiawan dan M.A. Iskandar	
Analisa Model Neraca Air untuk Penerapan Irigasi Terputus SRI di Tingkat Tersier (<i>The Analyze of Water Balance Model for the Implementation of Intermittent Irrigation for SRI on Tertiary Unit</i>)	145 - 153
Hanhan A. Sofiyuddin, Budi I. Setiawan, Subari, Lolly M. Martief	

The Effect of Water Regime and Soil Management on Methane Emission Reduction From Rice Field (Pengaruh Regim Air dan Pengolahan Tanah dalam Mengurangi Emisi Gas Metan dari Sawah) 154 - 165

Prihasto Setyanto dan Harris Burhan

Penelitian Kualitas Air Irigasi Pertanian Hortikultura pada Pematang Pasir Pantai Glagah di Kabupaten Kulon Progo- Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Research on Horticulture Irrigation Water Quality at Glagah Sand Beach Dike in Kabupaten Kulon Progo-Daerah Istimewa Yogyakarta) 166 - 180

Rahmadi H. S.

Index Pengarang

Informasi untuk Penulis

PENGEMBANGAN KRITERIA RANCANGAN HIDROLIKA SUB-UNIT IRIGASI TETES PADA JARINGAN IRIGASI AIR TANAH DANGKAL

(DEVELOPMENT OF DRIP IRRIGATION SUB-UNIT HYDRAULICS CRITERIA WITHIN SHALLOW GROUNDWATER IRRIGATION SCHEMES)

Oleh :

Prastowo^{*)}, Soedodo Hardjoamidjojo^{)}, Satyanto Krido Saptomo^{*)}**

ABSTRACT

The technical performance of shallow groundwater irrigation schemes (SGWIS) might be able to be increased, either by improvement of pump operation management, improvement of the conveyance system, or improvement in the technology of irrigation application. The objective of this research is to develop sub-unit hydraulics criteria for designing drip irrigation within SGWIS that can ensure a high level of irrigation efficiency. The sub-unit hydraulics design criteria of drip irrigation have been developed in form of table, nomogram, as well as computer program, with parameters of diameter and length of manifold and lateral pipelines. With the technical specification of emitter, $H_a = 50-150$ kPa and $q_a = 1,41-2,42$ l/h, the option of lateral pipe diameters are 13 mm and 19 mm. With these lateral sizes, the diameters of manifold pipe are 40 mm, 50 mm and 65 mm. The criteria could be used as a standard and it could be developed as a design manual of drip irrigation system in groundwater irrigation schemes.

Keywords : *hydraulics design criteria, irrigation efficiency, shallow groundwater, drip irrigation*

ABSTRAK

Kinerja teknis jaringan irigasi air tanah dapat ditingkatkan melalui perbaikan manajemen pompa, sistem pengaliran, dan atau perbaikan teknologi irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kriteria hidrolika sub-unit dalam perancangan irigasi tetes pada jaringan irigasi air tanah dangkal, untuk menjamin tingkat efisiensi irigasi yang tinggi. Kriteria desain hidrolika sub-unit telah dikembangkan dalam bentuk tabel, nomogram dan program komputer dengan parameter diameter dan panjang pipa manifold dan pipa lateral. Dengan spesifikasi teknis emmiter, $H_a = 50-150$ kPa dan $q_a = 1,41-2,42$ l/jam, pilihan diameter pipa lateral adalah 13 mm dan 19 mm. Dengan ukuran pipa lateral ini, diameter pipa manifold adalah 40 mm, 50 mm and 65 mm. Kriteria ini dapat digunakan sebagai standar rancangan dan dapat dikembangkan dalam bentuk manual rancangan untuk sistem irigasi tetes pada jaringan irigasi air tanah dangkal.

Kata kunci : *kriteria desain hidrolika sub-unit, efisiensi irigasi, air tanah dangkal, irigasi tetes*

^{*)} Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

^{**)} Departemen Teknik Sipil, Universitas Pakuan, Bogor

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penerapan sistem irigasi tetes tergolong relatif baru di Indonesia, khususnya pada tingkat petani. Oleh karena itu, petani (bahkan mungkin petugas penyuluh irigasi/pertanian) belum mengenal sistem irigasi ini. Keterbatasan pengetahuan teknis sistem irigasi ini merupakan salah satu kendala yang secara bertahap perlu diatasi. Penerapan irigasi tetes memerlukan optimasi luasan areal yang harus dilayani, sedangkan kepemilikan/pengusahaan lahan garapan petani cenderung tidak seragam dan relatif sempit.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1994), sistem irigasi tetes dapat diterapkan pada daerah yang memenuhi kriteria pengembangan, yang meliputi aspek agroklimat, sumberdaya lahan, sumber air, dan aspek kelembagaan usahatani.

Salah satu kriteria pengembangan yang penting diperhatikan adalah adanya potensi air tanah untuk irigasi. Pada tahap awal pengembangan, sistem irigasi tetes dapat diterapkan pada Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT) yang telah dikembangkan oleh petani maupun oleh pemerintah. Menurut Prastowo *et al.* (2006), beberapa hasil penelitian tentang efisiensi irigasi tetes menunjukkan bahwa penerapan irigasi tetes di Indonesia belum mencapai efisiensi irigasi yang tinggi.

Efisiensi irigasi tetes yang tinggi hanya dapat dicapai apabila rancangan jaringan perpipaan memenuhi persyaratan hidrolika jaringan sub-unit serta persyaratan hidrolika pompa. Meskipun perhitungan rancangan hidrolika pipa dan pompa tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa rumus matematik, namun dalam prakteknya

masih relatif sulit dilakukan oleh karena memerlukan ilmu pengetahuan yang khusus dan dilakukan dengan metode coba-ralat. Oleh karena itu, pengembangan kriteria hidrolika sub-unit dalam rancangan irigasi tetes sangat diperlukan untuk memudahkan proses perhitungan, khususnya bagi para praktisi di lapangan.

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur, mulai Bulan April 2005 sampai dengan Bulan Januari 2007. Menurut Prastowo *et al.* (2007b), kinerja teknis jaringan irigasi airtanah (JIAT) dangkal di Kabupaten Nganjuk telah dievaluasi dengan parameter efisiensi sumur, operasi pompa, dan efisiensi irigasi. Nilai efisiensi sumur berkisar antara 55%-77% dengan debit pemompaan optimum sebesar 4 l/det-12 l/det. Kinerja pengoperasian pompa relatif belum optimum, dan efisiensi irigasi bervariasi antara 49-81%. Meskipun kinerja teknis JIAT dangkal di Kabupaten Nganjuk relatif lebih baik dibanding dengan daerah lain di Indonesia, namun kinerja JIAT dangkal tersebut masih perlu ditingkatkan melalui upaya perbaikan pengelolaan pompa, perbaikan sistem penyaluran air irigasi maupun teknologi aplikasi irigasi.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan kriteria rancangan hidrolika sub-unit irigasi tetes pada jaringan irigasi airtanah dangkal, untuk memperoleh suatu rancangan irigasi tetes yang mempunyai efisiensi irigasi tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyempurnakan metode perencanaan dan perancangan jaringan irigasi tetes, dengan membangun suatu kriteria rancangan hidrolika sub-unit yang dapat digunakan sebagai standar rancangan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini difokuskan pada persyaratan hidrolika sub-unit irigasi tetes dengan mempertimbangkan spesifikasi teknis penetes (*emitter*), pipa, dan pompa air. Selanjutnya dikembangkan suatu kriteria hidrolika sub-unit yang memenuhi persyaratan untuk memperoleh keseragaman dan efisiensi irigasi yang tinggi. Kriteria rancangan hidrolika sub-unit tersebut diarahkan untuk dapat digunakan sebagai standar rancangan irigasi tetes. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi;

- Tata letak jaringan/perpipaan JIAT dangkal; data ini dikumpulkan melalui pengamatan lapang dan data sekunder. Oleh karena sebagian besar jaringan irigasi air tanah dangkal tidak dilengkapi dengan jaringan perpipaan, maka pengamatan lapang difokuskan pada sistem saluran distribusi yang telah dikembangkan oleh petani.
- Stasiun pompa; data stasiun pompa meliputi spesifikasi teknis pompa dan tenaga penggerakannya, debit pemompaan, jadwal operasi pompa, serta luas layanan irigasi. Data ini dikumpulkan melalui pengamatan, pengukuran, wawancara dan data sekunder.
- Spesifikasi teknis komponen irigasi tetes; meliputi data spesifikasi teknis penetes dan pipa, khususnya yang banyak/umum digunakan dan tersedia di pasaran.

Analisis persyaratan hidrolika sub-unit irigasi tetes yang dilakukan meliputi;

- Perhitungan kehilangan *head* tekanan pada pipa lateral dan pipa *manifold*
- Pembuatan persamaan regresi dan kurva hubungan antara panjang pipa lateral dan *head* tekanan kerja

penetes, berdasarkan kehilangan *head* tekanan pada pipa

- Pembuatan persamaan regresi dan kurva hubungan antara panjang pipa lateral dan debit penetes, berdasarkan kehilangan *head* tekanan pada pipa
- Pembuatan persamaan regresi dan kurva hubungan antara panjang pipa *manifold* dan *head* tekanan kerja, berdasarkan kehilangan *head* tekanan pada pipa
- Penyusunan tabel untuk penentuan panjang maksimum pipa lateral dan pipa *manifold*
- Pembuatan nomogram untuk penentuan panjang maksimum pipa lateral dan pipa *manifold*
- Pembuatan program komputer dengan tehnik komputasi numerik dan aplikasi jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*)

Pengembangan kriteria rancangan hidrolika sub-unit dimaksudkan untuk mencapai keseragaman debit penetes dan efisiensi distribusi irigasi yang tinggi, dengan indikator nilai koefisien keseragaman lebih besar atau sama dengan 95% ($EU \geq 95\%$).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hidrolika Penetes

Hidrolika penetes ditunjukkan oleh hubungan antara tekanan kerja dan debit penetes sebagai berikut (Keller dan Bliesner 1990):

$$q = K_d H^x$$

dimana,

q : debit penetes, l/jam

K_d : koefisien debit, suatu konstanta yang mencirikan suatu penetes

H : *head* tekanan kerja pada penetes, m

x : eksponen debit penetes

Berdasarkan cara penempatannya pada *lateral*, penetes dapat dibedakan atas dua tipe, yaitu penetes *line-source* dan

penetes *point-source*. Termasuk dalam tipe penetes *point-source* di antaranya penetes *long-path*, *source orifice*, *vortex* dan *pressure compensating*. Penetes yang termasuk tipe *line-source* di antaranya *porous pipe*, *double walled pipes*, *soaker hose* dan *porous plastics*

tubes (Jensen 1983). Dari hasil kajian terhadap beberapa tipe penetes yang relatif banyak tersedia di pasaran, dapat dirangkum spesifikasi teknis penetes dengan karakteristik hubungan $q-H$ seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi teknis penetes, hubungan antara H_a dan q_a

Penetes tipe <i>point source</i>			Penetes tipe <i>line source</i>		
H_a (kPa)	q_a (l/jam)		H_a (kPa)	q_a (l/jam)	
	Tipe A	Tipe B		Tipe A	Tipe B
50	1,41	2,96	50	1,10	1,60
75	1,73	3,58	55	1,15	1,65
100	1,99	4,10	60	1,20	1,70
125	2,22	4,56	70	1,30	1,80
150	2,42	4,96	80	1,35	1,85
			100	1,50	2,00
			120	1,60	2,10
			140	1,70	2,20

Keterangan: H_a - tekanan kerja penetes; q_a - debit penetes

Tekanan kerja penetes tipe *point-source* berkisar antara 50–150 kPa dengan debit penetes 1,41 l/jam–4,96 l/jam, sedangkan tekanan kerja penetes tipe *line-source* berkisar antara 50 kPa–140 kPa dengan debit penetes 1,10 l/jam –2,20 l/jam. Penetes tipe *line-source* pada umumnya mempunyai spasi penetes pada lateral yang relatif tetap sesuai dengan pabrikan, yaitu 11 cm, 20 cm–22 cm, 30 cm–32 cm, 44 cm, 50 cm, 64 cm, dan 100 cm. Selain tipe penetes dengan spesifikasi tersebut, juga dijumpai beberapa tipe lain meskipun relatif tidak banyak digunakan di lapangan. Analisis kriteria hidrolika sub-unit dalam penelitian ini dibatasi pada penetes tipe *drip* dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

3.2. Hidrolika Pipa Lateral dan Pipa *Manifold*

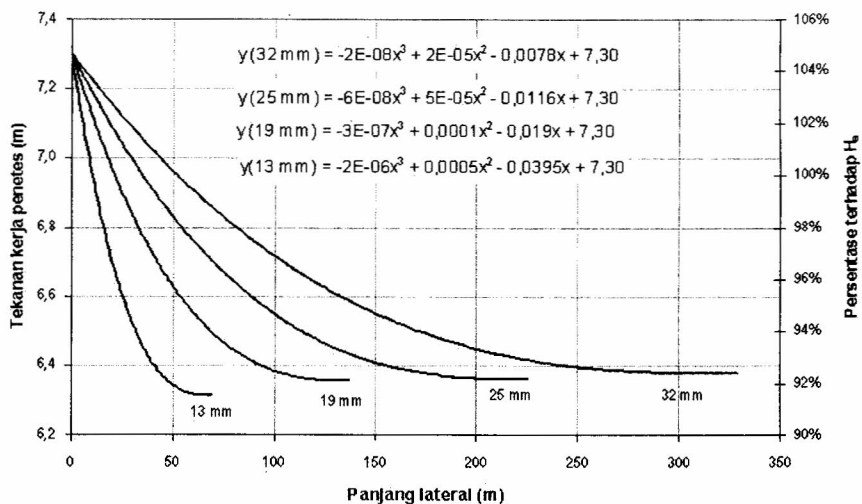
Kehilangan *head* pada sub unit, yaitu pada pipa lateral dan pipa *manifold*, dibatasi tidak lebih dari 20% tekanan kerja penetes ($\Delta H \leq 20\% H_a$), (Karmeli *et al.*, 1985). Untuk menjaga keseragaman air irigasi sepanjang *lateral*, maka pemilihan dimensi pipa harus diupayakan menghasilkan variasi debit $\leq 10\%$ dan variasi tekanan akibat kehilangan *head* tekanan dan perbedaan elevasi pada pipa lateral, $\Delta H_l \leq 11\% H_a$. Perhitungan kehilangan *head* pada pipa *manifold* serupa dengan perhitungan kehilangan *head* pada pipa lateral, namun debit yang dihitung adalah debit dari tiap lateral, yaitu debit yang keluar dari setiap outlet pada pipa *manifold*. Untuk memperoleh keseragaman debit lateral yang tinggi, maka besarnya

kehilangan *head* tekanan dan perbedaan elevasi pada pipa *manifold*, $\Delta H_m \leq 9\%$ H_a (Keller dan Bliesner 1990).

Kriteria hidrolika sub-unit irigasi tetes telah dapat diterapkan pada rancangan irigasi tetes untuk tanaman semangka pada jaringan irigasi perpipaan yang sudah terpasang di Daerah Irigasi Seropan, dengan melakukan modifikasi bentuk dan ukuran petakan lahan sesuai dengan kepemilikannya (Prastowo *et al.*, 2007a). Hasil penelitian Adirahardja (1993) menunjukkan bahwa pada rancangan irigasi tetes dengan kehilangan *head* pada pipa *manifold* dan pipa lateral sebesar 24,5% dan 23,1%, menghasilkan nilai keseragaman emisi (EU) sebesar 65%–82%. Pada rancangan yang lain, kehilangan *head* pada sub-unit sebesar 52,5%, yaitu 16,1% pada pipa *manifold* dan 36,4%

pada pipa lateral, menghasilkan nilai keseragaman emisi sebesar 61–81%.

Solomon (1978) menyebutkan bahwa distribusi debit penetes pada suatu sub-unit dapat dihitung berdasarkan penurunan tekanan kerja pada penetes dan variasi karakteristik penetes sesuai pabrikan. Variasi koefisien penetes merupakan pertimbangan yang penting dalam perancangan irigasi tetes. Dalam penelitian ini, hasil perhitungan kehilangan *head* pada pipa lateral dikembangkan dalam bentuk grafik seperti yang disajikan pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan salah satu contoh hubungan antara panjang pipa dengan distribusi tekanan kerja penetes pada pipa lateral, untuk spesifikasi penetes dan spasi tertentu. Hasil perhitungan kehilangan *head* pada pipa *manifold* juga telah dikembangkan dalam bentuk grafik, untuk berbagai spesifikasi teknis penetes.



Gambar 1. Grafik hubungan antara panjang lateral dengan tekanan kerja penetes ($\phi_l = 13\text{ mm}$; $H_a = 3,5 \text{ m}$; $q_a = 1,41 \text{ l/jam}$; spasi penetes = $0,5 \text{ m}$)

Dengan menggunakan grafik seperti pada Gambar 1, panjang maksimum pipa lateral maupun pipa *manifold* dapat ditentukan dengan relatif mudah, berdasarkan distribusi tekanan kerja penetes maupun variasi debit penetes yang dikehendaki. Hasil penelitian Provenzano *et al.* (2005) menunjukkan bahwa dengan spesifikasi penetes tertentu, panjang maksimum pipa lateral dapat ditentukan, dengan perbedaan nilai kehilangan tekanan pada lateral sebesar $\leq 2,4\%$ dari tekanan *inlet* pada ujung pipa lateral. Prosedur tersebut dikembangkan dengan asumsi debit *outlet* sepanjang pipa lateral konstan, serta variasi *head* tekanan masih dalam selang yang ditentukan oleh pabrik.

Hasil analisis kriteria hidrolika pipa lateral dan pipa *manifold* tersebut melengkapi tabel yang telah dikembangkan oleh Kizer (1995), yaitu hasil analisis panjang maksimum pipa lateral pada irigasi tetes, untuk spasi penetes 12 inci, 24 inci, dan 36 inci, dengan debit penetes 0,22 galon/jam–1,00 galon/jam. Diameter pipa yang digunakan 5/8 inci dan 7/8 inci, dengan asumsi keseragaman emisi (EU) sebesar 85% dan 90%. Hasil penelitian ini juga telah melengkapi metode analisis hidrolika pipa lateral yang dikembangkan oleh Hathoot (1993) maupun metode rancangan sub-unit yang dikembangkan oleh Srinivasan and Guimaraes (1996). Hathoot (1993) mengembangkan metode perhitungan debit penetes berdasarkan perubahan tekanan kerja penetes pada pipa lateral, sedangkan Srinivasan and Guimaraes (1996) mengembangkan metode rancangan sub-unit, meliputi kriteria rancangan sub-unit dengan pertimbangan persyaratan hidrolika dan ekonomi. Parameter yang diperhitungkan adalah tata letak, distribusi tekanan kerja penetes, debit penetes,

spasi penetes, dan biaya satuan perpipaan.

Dari grafik pada Gambar 1 selanjutnya telah dapat dikembangkan suatu kriteria hidrolika sub unit irigasi tetes dalam bentuk tabel dan nomogram. Contoh tabel dan nomogram tersebut disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2. Dengan demikian penelitian ini telah dapat membangun suatu model kriteria rancangan hidrolika yang lebih sederhana, yang dapat digunakan sebagai standar rancangan hidrolika, untuk melengkapi dan menyederhanakan proses rancangan irigasi tetes, khususnya pada JIAT dangkal.

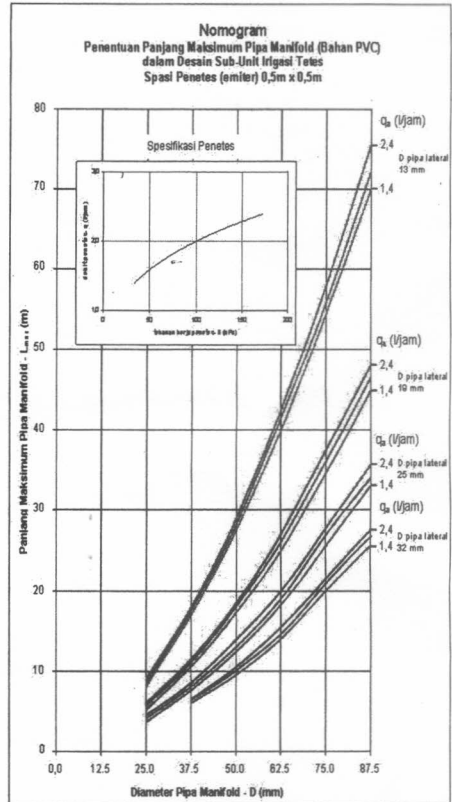
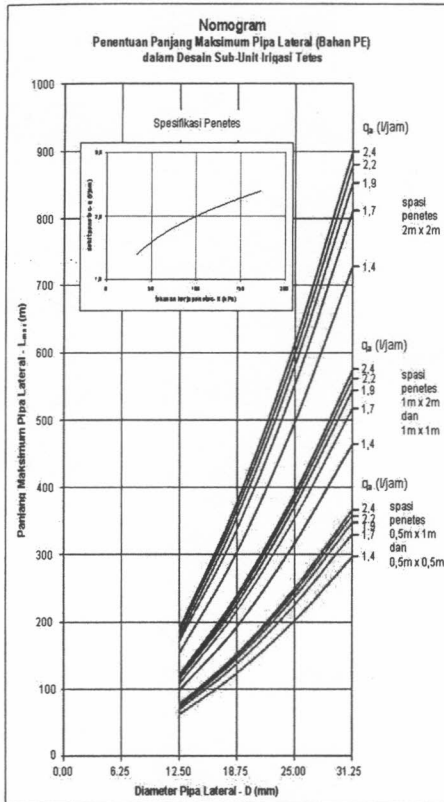
Tabel 2 dan nomogram pada Gambar 2 merupakan metode baru dalam penentuan ukuran sub-unit irigasi tetes, yang dibangun dari hasil perhitungan hidrolika sepanjang pipa lateral dan pipa *manifold*. Tabel dan nomogram tersebut dikembangkan dengan memenuhi persyaratan kehilangan *head* pada pipa lateral, $\Delta H_l \leq 11\% H_a$, dan kehilangan head pada pipa *manifold*, $\Delta H_m \leq 9\% H_a$. Dengan demikian, pengulangan perhitungan coba-ralat yang biasa dilakukan dalam prosedur rancangan irigasi tetes tidak diperlukan lagi. Di samping itu, ukuran sub-unit yang optimum secara langsung dapat ditentukan dengan cara memilih diameter pipa lateral dan pipa *manifold* terkecil, yang memberikan ukuran sub-unit sesuai dengan ukuran petakan lahan. Sebagai suatu metode perhitungan, tabel dan nomogram tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai penetes lainnya, dengan spesifikasi teknis yang berbeda dengan yang tertera pada Tabel 1.

3.3. Ukuran Sub-unit

Dengan menggunakan tabel dan nomogram tersebut diatas, penentuan

ukuran sub-unit yang memenuhi persyaratan hidrolika dapat dilakukan dengan cara yang sederhana, relatif lebih mudah, dan sistematis. Parameter rancangan hidrolika yang dapat ditentukan dengan tabel dan nomogram tersebut adalah ukuran pipa *manifold* dan pipa lateral, yang meliputi parameter:

1. diameter pipa *manifold* dan lateral-*mm*
2. panjang maksimum pipa *manifold* dan lateral-*m*
3. jumlah maksimum lateral pada sub unit-unit
4. jumlah maksimum penetes per lateral-unit



Gambar 2. Contoh nomogram untuk menentukan ukuran pipa *manifold* dan pipa lateral

Tabel 2. Contoh tabel penentuan panjang maksimum pipa lateral dan pipa *manifold* dengan tipe penetes *point source A*

Spasi penetes 0,5x0,5 m					
$H_a(m)$	3,50	7,00	10,50	14,10	17,60
$H_a(psi)$	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
$q_a (l/jam)$	1,41	1,73	1,99	2,22	2,42
Lateral					
D(mm)	Lmax(m)	Lmax(m)	Lmax(m)	Lmax(m)	Lmax(m)
13	62,00	69,50	73,00	75,00	77,00
19	123,50	137,50	145,50	149,50	152,50
25	202,00	225,50	237,00	244,50	250,00
32	295,50	329,50	346,50	357,00	365,00
Manifold (D lateral = 13 mm)					
25	8,00	9,00	8,50	8,50	9,00
40	17,00	17,00	18,00	17,50	18,00
50	27,50	28,00	28,50	29,00	29,00
65	40,00	41,00	42,50	42,00	42,50
75	54,45	56,00	57,00	57,50	58,00
90	70,00	73,50	74,50	74,50	75,50
Manifold (D lateral = 19 mm)					
25	5,00	5,50	6,00	6,00	6,00
40	10,50	11,00	11,00	11,00	11,50
50	17,50	18,50	18,50	19,00	18,50
65	25,00	26,00	26,50	27,50	27,00
75	34,50	35,50	36,50	37,00	37,50
90	45,00	47,00	47,50	48,00	48,00
Manifold (D lateral = 25 mm)					
25	3,50	4,00	4,00	4,50	4,50
40	8,00	8,00	8,50	8,00	8,00
50	13,00	13,50	13,00	13,50	13,50
65	18,50	19,50	19,50	19,50	20,00
75	25,50	26,50	27,00	27,00	27,50
90	33,00	34,00	34,50	35,00	35,50
Manifold (D lateral = 32 mm)					
40	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50
50	9,50	10,50	10,00	10,50	10,50
65	14,00	15,00	15,50	15,00	15,50
75	20,00	20,50	20,50	21,00	21,50
90	25,50	26,50	27,00	27,00	27,50

Diameter pipa lateral maupun pipa *manifold* dipilih sekecil mungkin, untuk memperoleh ukuran sub-unit dengan

menggunakan tabel atau nomogram. Melalui prosedur tersebut, ukuran sub-unit yang memenuhi persyaratan

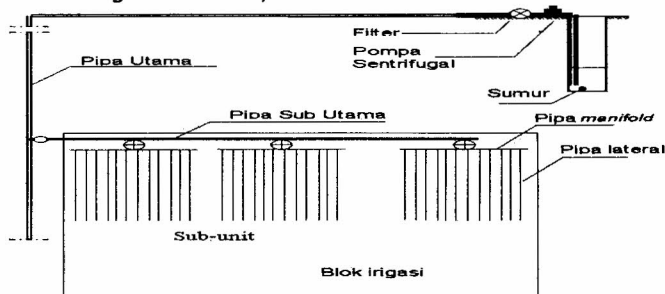
hidrolika dapat dirancang sesuai dengan ukuran petakan sawah, dengan cara yang relatif mudah. Selanjutnya ukuran sub-unit tersebut merupakan acuan dalam rancangan tata letak irigasi tetes, dan disesuaikan dengan satuan luas blok irigasi (LBI). Dengan demikian dalam satu blok irigasi dapat terdiri dari satu atau lebih sub-unit. Skema tata letak jaringan irigasi tetes pada JIAT dangkal disajikan pada Gambar 3.

Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan spesifikasi penetes, $H_a = 50$ kPa–150 kPa dan $q_a = 1,41$ l/jam–2,42 l/jam, diameter pipa lateral yang sesuai dengan bentuk dan ukuran petakan lahan sawah pada JIAT dangkal adalah 13 mm dan 19 mm. Dengan diameter pipa lateral tersebut, diameter pipa *manifold* yang memenuhi persyaratan hidrolika adalah 40 mm, 50 mm, 65 mm dan 75 mm. Menurut Prastowo *et al.* (2007b) bentuk petakan lahan sawah pada JIAT dangkal pada umumnya adalah empat persegi panjang dengan ukuran panjang 40 m–60 m dan lebar 20 m–40 m. Oleh karena itu, ditinjau dari kriteria hidrolika, alternatif ukuran sub unit irigasi tetes yang disarankan pada JIAT dangkal adalah beberapa kombinasi panjang maksimum pipa lateral dan pipa *manifold* seperti pada Tabel 3.

I-Pai Wu (1997) menyatakan bahwa keseragaman irigasi tetes tidak hanya dipengaruhi oleh rancangan hidrolika,

tetapi juga ditentukan oleh variasi spesifikasi teknis penetes (pabrikan), penyumbatan, karakteristik hidrolika tanah, dan spasi penetes. Pengaruh rancangan hidrolika akan relatif kecil apabila dalam kondisi ada penyumbatan. Apabila tidak ada penyumbatan, variasi debit penetes 10%–20% dalam rancangan hidrolika akan mengurangi koefisien keseragaman sekitar 8%, yaitu dari 93% menjadi 85%, dengan cara mengatur spasi penetes sebesar setengah diameter pembasahan.

Apabila didasarkan atas spesifikasi teknis pompa air yang telah terpasang pada JIAT dangkal, kapasitas debit pompa dan *head* tekanan yang belum dimanfaatkan masing-masing sekitar 4,77 l/det–11,50 l/det dan 5,27 m–11,05 m (Prastowo *et al.*, 2007b). Dengan demikian spesifikasi teknis penetes yang sesuai adalah penetes dengan tekanan kerja 50 kPa–75 kPa. Pemilihan tipe dan spesifikasi teknis penetes harus dilakukan secara tepat supaya tidak diperlukan lagi investasi pompa air dan atau prasarana tambahan untuk menambah *head* tekanan. Apabila tekanan kerja penetes lebih besar dari *head* tekanan yang tersedia, maka diperlukan penyesuaian stasiun pompa dengan penambahan sistem *reservoir* dan *head* tekanan tambahan berupa pompa atau *head* elevasi (*water tower*).



Gambar 3. Skema tata letak irigasi tetes pada JIAT dangkal

Tabel 3. Rekomendasi ukuran sub-unit irigasi tetes pada JIAT dangkal

Tipe penetes	Diameter pipa lateral (mm)	Panjang pipa lateral (m)	Panjang pipa manifold (m)			
			D=40mm	D=50mm	D=65mm	D=75mm
Tipe point-source						
Tipe-A	13	62	17	27	40	54
	19	123	10	17	25	34
Tipe-B	13	38	14	23	33	46
	19	76	9	15	21	29
Tipe line-source						
Tipe-A	13	29	-	12	16	25
	19	59	-	7	11	16
Tipe-B	13	23	-	7	10	14
	19	48	-	4	6	9

3.4. Program Komputer

Dalam penelitian ini, kriteria hidrolika sub unit irigasi tetes juga telah dikembangkan dalam bentuk program komputer dengan tehnik komputasi numerik dan aplikasi jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) yang telah dikembangkan oleh Rudiyanto, Suroso, dan Setiawan (2003). Pengembangan model tersebut dimaksudkan untuk menyediakan perangkat perhitungan secara cepat dan relatif mudah apabila tabel dan nomogram kriteria hidrolika sub-unit akan dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai spesifikasi penetes.

Tehnik komputasi numerik hidrolika sub unit irigasi tetes dibangun dengan masukan (*input*) data tipe penetes, debit penetes (l/jam), tekanan kerja penetes (m), jarak penetes (m), jarak lateral (m), ukuran petakan/lahan: panjang (m) dan lebar (m), diameter pipa lateral

(mm), diameter pipa *manifold* (mm), dan harga pipa (Rp/4m). Keluaran (*output*) yang dihasilkan adalah panjang maksimum pipa lateral (m) dan panjang maksimum pipa *manifold* (m) dengan tiga alternatif ukuran, tata letak, dan biaya pipa sub unit.

Program komputer rancangan hidrolika sub unit irigasi tetes juga telah dikembangkan dengan jaringan syaraf tiruan, dengan lapis masukan (*input layer*) terdiri atas 6 unit, yaitu debit penetes (l/jam), jarak penetes (m), jarak lateral (m), tekanan kerja penetes (m), diameter pipa lateral (mm) dan diameter pipa *manifold* (mm). Lapis keluaran (*output layer*) dalam model ini terdiri atas 2 unit, yaitu panjang maksimum pipa lateral (m) dan panjang maksimum pipa *manifold* (m). Jumlah unit pada lapis tersembunyi (*hidden layer*) sebanyak 12 unit, sehingga terdapat 96 pembobot.

Desain Hidrolika (Newton-Raphson Method)

Input

Debit Penetes (l/Jam)

Tekanan Kerja (m)

Jarak Penetes (m)

Jarak Lateral (m)

Diameter Lateral

☒ 13 mm ☐ 25 mm

☐ 19 mm ☐ 32 mm

Diameter Manifold

☒ 25 mm ☐ 60 mm

☐ 40 mm ☐ 75 mm

☐ 50 mm ☐ 90 mm

Tipe

☒ Line Source

☐ Point Source

Output

Panjang Pipa Lateral (m)

Panjang Pipa Manifold (m)

Hitung

Reset

Keluar

Gambar 4. Tampilan program komputer rancangan hidrolika sub-unit dengan teknik komputasi numerik

Desain Hidrolika (Artificial Neural Network)

File Pembobot

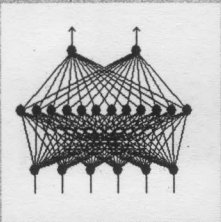
Line Source A:

Line Source B:

Point Source A:

Point Source B:

Arsitektur ANN



Input

		Min	Max
Debit Penetes (l/Jam)	10	1.1	1.35
Tekanan Kerja (m)	15	5.11	8.18
Jarak Penetes (m)	5	0.11	0.65
Jarak Lateral (m)	5	0.11	1

Diameter Lateral

☒ 13 mm ☐ 25 mm

☐ 19 mm ☐ 32 mm

Diameter Manifold

☒ 25 mm ☐ 60 mm

☐ 40 mm ☐ 75 mm

☐ 50 mm ☐ 90 mm

Tipe

☒ Line Source A ☐ Point Source A

☐ Line Source B ☐ Point Source B

Output

Panjang Pipa Lateral (m)

Panjang Pipa Manifold (m)

Hitung

Clear

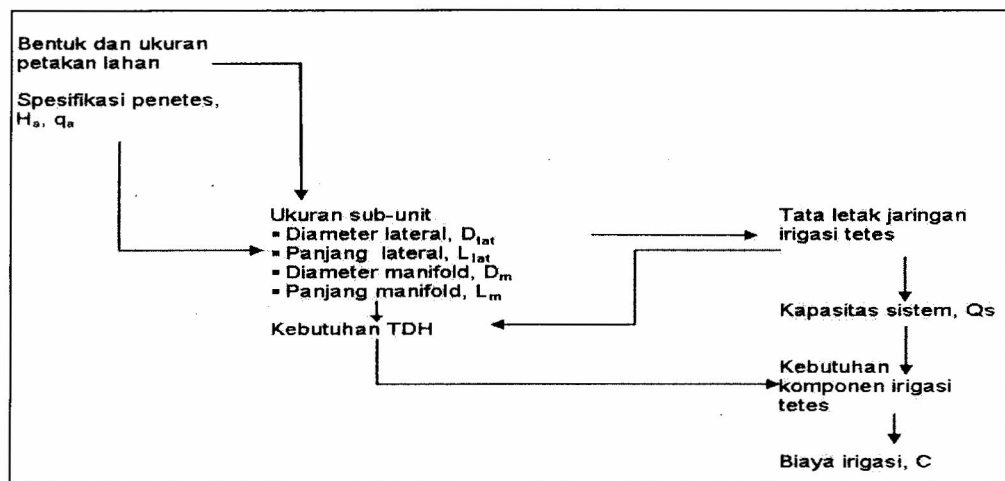
Reset

Keluar

Gambar 5. Tampilan program komputer rancangan hidrolika sub-unit dengan aplikasi jaringan syaraf tiruan (artificial neural network)

Kriteria rancangan hidrolika irigasi tetes pada JIAT dangkal yang telah dikembangkan dalam penelitian ini, merupakan masukan yang sangat berarti untuk menyempurnakan dan menyederhanakan prosedur rancangan irigasi tetes yang telah dikembangkan oleh Prastowo dan Liyantono (2002). Diagram penentuan parameter

rancangan hidrolika disajikan pada Gambar 4. Dengan kriteria tersebut, rancangan hidrolika sub-unit irigasi tetes pada JIAT dangkal dapat dilakukan dengan lebih sederhana dan sistematis untuk memperoleh suatu rancangan irigasi tetes yang mempunyai efisiensi irigasi tinggi.



Gambar 4. Diagram rancangan hidrolika irigasi tetes pada JIAT dangkal

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kriteria rancangan hidrolika sub-unit irigasi tetes pada JIAT dangkal telah dapat dikembangkan dalam bentuk tabel, nomogram, dan program komputer. Kriteria rancangan hidrolika tersebut meliputi parameter diameter pipa lateral (ϕ_{lat}), panjang maksimum pipa lateral (L_{lat}), diameter pipa manifold (ϕ_m), dan panjang maksimum pipa manifold (L_m). Dengan kriteria rancangan tersebut, perancangan irigasi tetes pada JIAT dangkal dapat dilakukan dengan lebih mudah dan sistematis, untuk memperoleh suatu rancangan irigasi tetes yang mempunyai efisiensi irigasi relatif tinggi.

4.2. Saran

1. Perlu dilakukan uji validasi secara menyeluruh di tingkat usahatani, agar kriteria rancangan hidrolika sub-unit irigasi tetes yang telah dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menyusun standar perencanaan irigasi tetes pada JIAT dangkal.
2. Tabel, nomogram, dan program komputer rancangan hidrolika pipa sub-unit irigasi tetes dalam penelitian ini dapat dikembangkan/digandakan lebih lanjut untuk berbagai spesifikasi penetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Adirahardja I., 1993, *Kinerja Penetes dan Rancangan Sistem Irigasi Tetes Pada Lahan Pertanian di Desa Cikarawang, Darmaga, Bogor (skripsi)*, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Prospek Penerapan Irigasi Sprinkler dan Drip di Indonesia (Laporan Studi)*, Departemen PU, Jakarta.
- Hathoot HM., 1993, *Analysis and Design of Drip Irrigation Laterals*. *J Irrigation & Drainage Eng*, 119(5): 756-767.
- I-Pai Wu, 1997, *An Assessment of Hydraulic Design of Micro-Irrigation System*, *J Agric Water Management*, p 275-284. <http://sciencedirect.com/science> [8 Mei 2007].
- Jensen ME, 1983, *Design and Operation of Farm Irrigation System*. St. Joseph. Michigan: American Society of Agriculture Engineers.
- Karmeli D., Peri G., Todes M., 1985, *Irrigation System: Design of Operation*, Cape Town: Oxford University Press.
- Keller J., Bliesner RD. 1990, *Sprinkler and Drip Irrigation*, New York: An avi Book-Van Nostrand Reinhold.
- Kizer MA., 1995, *Drip (Drip) Irrigation Systems*. *Oklahoma: Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University*. <http://www.osuextra.com> [7 mei 2007]
- Prastowo, Liyantono, 2002, *Prosedur Desain Irigasi Tetes (modul pelatihan)*, Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Prastowo, Hardjoamidjojo S., Awang YK., 2007, *Rancangan Hidrolika Irigasi Tetes Untuk Tanaman Semangka di Lahan Kelompok Tani Seropan Makmur, Kabupaten Gunung Kidul, DIY*. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 21(1): 37-44.
- Prastowo, Hardjoamidjojo S., Pramudya B., Murtiaksono K., 2006, *Review on Drip Irrigation Application in Groundwater Irrigation Schemes*, *Jurnal Keteknikan Pertanian* 20(1): 9-18.
- Prastowo, Hardjoamidjojo S., Pramudya B., Murtiaksono K., 2007, *Performance of Shallow Groundwater Irrigation Schemes in Nganjuk-East Java, Indonesia*, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development* vol. IX.
- Provenzano G., Pumo D., Di Dio P., 2005, *Simplified Procedure to Evaluate Head Losses in Drip Irrigation Laterals*, *J Irrigation & Drainage Eng*, 131(6):525-532.
- Solomon K., 1978, *Drip Irrigation Uniformity and Efficiency*. *J. Irrigation & Drainage Div*, 104(3): 293-306.
- Srinivasan VS, Guimaraes JA, 1996, *Criteria for The Economic Design of a Sub-unit of a Drip Irrigation System*. *J Transaction on Eco & Environ* Vol 12. www.witpress.com; www.witpress.com [7 Mei 2007].