

TEKNOLOGI IRIGASI TETES DALAM MENGOPTIMALKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DI LAHAN PERTANIAN

Rizky Tirta Adhiguna^{1,*} dan Amin Rejo²

^{1,2}Jurusan Teknologi Pertanian, Kampus Universitas Sriwijaya Jalan Raya
Palembang-Prabumiulih Km 32 Indralaya-Ogan Ilir-Sumatera Selatan, Indonesia

*rizky_adhiguna@unsri.ac.id

ABSTRAK

Efisiensi penggunaan air di lahan pertanian dapat dioptimalkan melalui penggunaan teknik irigasi yang tepat. Teknologi irigasi merupakan salah satu komponen penting untuk meningkatkan efisiensi dan produksi hasil pertanian berdasarkan kondisi tanah, kebutuhan tanaman dan iklim mikro. Pada periode tertentu saat musim kemarau, sistem irigasi saluran terbuka cenderung kurang efisien karena akar tanaman hanya menyerap 10 persen air yang diberikan dan sisanya terbuang melalui perkolasi, evaporasi dan lainnya. Irigasi tetes memiliki nilai efisiensi 80-95 persen dibandingkan dengan irigasi curah dan irigasi permukaan. Pemberian air dalam volume kecil dan berkelanjutan melalui irigasi tetes bertujuan untuk menjaga kelembaban tanah dan terhindar dari kehilangan seperti perkolasi dan limpasan sehingga ketersediaan air bagi tanaman terpenuhi. Komponen penyusun sistem irigasi tetes terdiri dari sumber air, pompa dan tenaga penggerak, jaringan pipa saluran air. Tingkat kehilangan energi dalam jaringan irigasi tetes terjadi pada pompa dan pada jaringan pipa baik *major losses* (akibat gesekan) maupun *minor losses* (akibat tahanan, penyempitan, pembesaran penampang dan belokan pipa). Pengendalian air secara otomatis pada irigasi tetes dapat dilakukan karena sektor elektrikal dan penggunaan sensor pada kondisi aktual dapat memerintahkan pompa untuk menyedot dan mendorong air dari sumber air ke zona perakaran. Pengendalian air secara otomatis pada irigasi tetes sebagai terobosan baru untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pada zona perakaran tanaman melalui kondisi aktual level kelengasan tanah pada lahan pertanian.

Kata kunci : Teknologi, irigasi tetes, efisiensi, air, lahan, zona perakaran.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang terjadi memberikan dampak terhadap sektor pertanian baik produksi maupun produktivitas komoditas pangan yang dihasilkan. Perubahan iklim global ditandai dengan terjadinya perubahan pola hujan, peningkatan suhu udara dan permukaan air laut serta frekuensi banjir dan kekeringan. Pada negara tropis seperti Indonesia sangat mengandalkan sektor pertanian selain sektor lainnya seperti sektor energi, tambang dan pariwisata.

Lebih lanjut alih fungsi lahan pertanian sebagai akibat perubahan pola hidup manusia menjadi lahan non pertanian dapat memberikan dampak secara langsung terhadap usaha dan pencapaian kemandirian pangan yang diusung oleh pemerintah. Luas lahan pertanian di Indonesia mencapai 76 juta ha dan lebih dari 89 persen merupakan lahan kering. Lebih lanjut lahan kering yang tersedia tersebut sekitar 70 persen produk pangan seperti jagung, kedelai, kacang hijau, ubi kayu, ubi jalar dihasilkan dari lahan kering. Indikator untuk menentukan kondisi tanaman yang mengalami ada atau tidaknya cekaman air dapat diketahui melalui jumlah hari kering selama musim tanam. Kondisi tanaman selama 7 hari atau lebih tanpa



memperoleh pasokan air terutama yang bersumber dari hujan dapat mengakibatkan proses pertumbuhan tanaman terhambat dan akar tanaman masih terbatas pada beberapa sentimeter lapisan permukaan (Agus *et al.* 2005).

EFISIENSI PEMBERIAN AIR PADA LAHAN PERTANIAN

Pemberian air bagi tanaman di lahan pertanian dapat dilakukan melalui tiga cara yaitu pemberian air melalui permukaan tanah, bawah permukaan dan penyiraman. Pemberian air melalui permukaan tanah dilakukan dengan cara mengalirkan air di atas tanah. Pemberian air melalui bawah permukaan dapat dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah dibawah zona perakaran baik melalui sistem terbuka maupun dengan menggunakan saluran pipa porus. Pemberian air dengan cara penyiraman dilakukan dengan menggunakan tekanan baik secara pancaran (*sprinkler irrigation*) maupun secara tetesan (*drip irrigation*). Efisiensi penggunaan air pada lahan pertanian dapat didefinisikan sebagai jumlah produksi tanaman (biomassa) per satuan air yang digunakan selama satu musim tanam (Arsyad, 2010).

Zhang *et al.* tahun 2003 mendefinisikan efisiensi penggunaan air sebagai rasio hasil tanaman (hasil yang memiliki nilai ekonomi) terhadap air yang digunakan selama berproduksi. Beberapa cara meningkatkan efisiensi penggunaan air di lahan pertanian yaitu melalui efisiensi transpirasi, meningkatkan total suplai air dan menurunkan kehilangan air selain yang digunakan untuk transpirasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penggunaan air menurut Svehlik tahun 1987 diantaranya teknik atau metoda irigasi, persiapan tanah, pengolahan tanah dan kondisi topografi, sifat-sifat tanah (infiltrasi, tekstur dan struktur), kelembaban tanah pada zona perakaran, kondisi iklim, tata letak sistem irigasi dan operasional serta dimensi irigasi (kedalaman dan frekuensi). Efisiensi penggunaan air di lahan pertanian dapat dioptimalkan melalui penggunaan teknik irigasi yang tepat (Haryati *et al.* 2011).

PRINSIP DASAR TEKNOLOGI IRIGASI

Teknologi irigasi merupakan salah satu komponen penting untuk meningkatkan efisiensi dan produksi hasil pertanian berdasarkan kondisi tanah, kebutuhan tanaman dan iklim mikro. Irigasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akar tanaman untuk tumbuh dan berkembang, terlebih pada kondisi kemarau di lahan kering.

Irigasi didefinisikan sebagai suatu proses menyadap atau mengambil air dari sumbernya untuk keperluan pertanian guna memenuhi kebutuhan air tanaman (PP Irigasi No. 20, 2006). Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi tanaman agar dapat tumbuh normal. Air irigasi merupakan selisih dari jumlah air yang diperlukan untuk evapotranspirasi dan curah hujan efektif (Dastane, 1974).

Evapotranspirasi (Etc) merupakan perwujudan dari aktifitas pemakaian air konsumtif oleh tanaman pada suatu lahan yang digunakan untuk proses transpirasi, diuapkan dari tanah dan permukaan air serta diintersepsi oleh tanaman (Arsyad, 2010). Karakteristik tanaman (Kc) mempengaruhi besaran



evapotranspirasi yang memiliki nilai yang bervariasi tergantung jenis tanamannya. Evapotranspirasi dinyatakan dalam satuan volume air per satuan waktu (mm/hari).

Pendugaan terhadap nilai besaran evapotranspirasi suatu tanaman dapat dilakukan melalui evapotranspirasi acuan (ET_o) yang merupakan laju evapotranspirasi rumput hijau (*green crop*) dengan tinggi seragam (8-15 cm) yang tumbuh secara aktif menutup tanah dengan sempurna pada kondisi tidak kekurangan air (Doorenbos dan Pruitt, 1977).

Evapotranspirasi acuan dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu (mm/hari). Besarnya evapotranspirasi acuan dapat ditentukan melalui metode *Blaney-Crindle*, radiasi, *Penmann* dan metode panci evaporasi.

Besaran evapotranspirasi (Etc) dapat diperoleh melalui persamaan (Mahmud, 2011) sebagai berikut:

$$ET_c = K_c ET_o \dots \dots \dots (1)$$

Besarnya evapotranspirasi yang terjadi pada saat kondisi air tersedia cukup untuk pertumbuhan tanaman didefinisikan sebagai evapotranspirasi potensial. Besaran dari nilai evapotranspirasi potensial dapat ditentukan melalui pendugaan dengan pendekatan terhadap faktor-faktor iklim dan karakteristik tanaman.

Kemampuan tanah pada lahan pertanian untuk menyerap dan menyimpan air sangat dipengaruhi oleh kondisi tekstur, struktur dan profil tanah (Hansen *et al.* 1992). Jumlah air yang diberikan melebihi dari kemampuan tanah untuk menyimpan air dapat mengakibatkan air bergerak sepanjang permukaan (aliran permukaan) atau bergerak ke lapisan bawah tanah (perkolasi) (Haryati, 2014).

Tanah yang memiliki tekstur berpasir menyebabkan air akan mudah dialirkan dan mengalami evapotranspirasi, sedangkan tanah liat menyebabkan serapan dan drainase air lebih terhambat. Agus *et al.* tahun 2005 menjelaskan bahwa tanah yang sesuai untuk penyediaan air adalah tanah yang memiliki selisih pori pada kondisi kapasitas lapang dan titik layu permanen berkisar antara 18-23 %.

Kapasitas lapang tanah adalah jumlah air maksimum yang dapat ditahan oleh tanah setelah mengalami drainase, sedangkan titik layu permanen adalah jumlah air yang terkandung dalam tanah dimana akar tanaman tidak memiliki kemampuan untuk menyerap air sehingga tanaman menjadi layu.

Faktor iklim dapat memberikan pengaruh terhadap sistem irigasi yang diterapkan terutama curah hujan. Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang efektif dan berguna untuk kebutuhan air tanaman selain perkolasi dan aliran permukaan. Curah hujan andalan merupakan curah hujan yang dapat ditentukan berdasarkan peluang tertentu. Peluang curah hujan (Udiana *et al.* 2014) dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana F adalah peluang terjadi, m sebagai urutan data ke-i dan n sebagai jumlah data. Semakin banyak jumlah data yang digunakan maka semakin besar tingkat akurasi peluang hujan terjadi.



TEKNOLOGI IRIGASI MIKRO

Pada periode tertentu saat musim kemarau, sistem irigasi saluran terbuka cenderung kurang efisien karena akar tanaman hanya menyerap 10 persen air yang diberikan dan sisanya terbuang melalui perkolasi, evaporasi dan lainnya (Roscher, 1990; Umar, 2012).

Irigasi mikro merupakan sistem irigasi yang dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan produktivitas lahan kering. Irigasi mikro sebagai sistem irigasi yang pemberian airnya di sekitar zona perakaran tanaman. Irigasi mikro terdiri dari irigasi tetes (*Drip Irrigation*), *microspray*, *mini sprinkler*, dan irigasi *sub surface* (Wiyono, 2006; Ridwan *et al.* 2014).

Penggolongan irigasi mikro didasarkan pada tipe outlet atau pengeluaran air. Karakteristik utama yang membedakan irigasi mikro dengan teknologi pemberian air bertekanan lainnya adalah besaran alirannya rendah, terlokalisasi, pembasahan permukaan, dan volume tanah parsial karena pemberian tekanan air yang lebih rendah (Ridwan *et al.* 2014).

Irigasi mikro memiliki keunggulan dibandingkan dengan teknologi pemberian air lainnya karena menghemat air, memiliki laju aliran air yang rendah sehingga akar tanaman lebih efektif dalam menyerap air, dapat diterapkan secara bersamaan dengan proses pemupukan serta dapat disesuaikan dengan topografi lahan pertanian. Penggunaan teknologi irigasi mikro tidak membutuhkan lahan yang luas dan dapat memanfaatkan sumber air yang tersedia di sekitar lahan.

Teknologi irigasi mikro sesuai diterapkan pada lahan kering, berpasir, berbatu atau sukar didatarkan. Langkah penghematan air di lahan pertanian dapat dilakukan melalui teknologi ini yang tidak hanya dapat diterapkan pada lahan kering, tetapi juga dapat diterapkan di daerah perkotaan (Ridwan *et al.* 2014).

Imanudin dan Prayitno tahun 2015 melaporkan bahwa penerapan irigasi mikro di Indonesia mencapai 9.067, 015 ha dari keseluruhan lahan kering yang tersedia seluas 143.945.000 ha atau sebesar 99,99 persen lahan berpotensi untuk dikembangkan. Penghematan air dapat dilakukan sebanyak 63,8 persen jika irigasi mikro diaplikasikan pada lahan kering tersebut.

TEKNIK IRIGASI TETES

Irigasi tetes merupakan metode pemberian air dengan debit rendah dan frekuensi tinggi secara berkelanjutan pada tanaman baik melalui permukaan tanah maupun langsung ke zona perakaran menggunakan emiter baik tunggal maupun dalam bentuk *drip line* (selang berlubang). Aliran air pada irigasi tetes memanfaatkan gaya kapilaritas dan gravitasi yang bergerak secara vertikal dan horizontal dalam profil tanah (Hansen *et al.* 1992).

Irigasi tetes memiliki nilai efisiensi 80-95 persen dibandingkan dengan irigasi curah dan irigasi permukaan (Valenzuela, 1997; Shock, 2003; Mechram, 2008). Pemberian air dalam volume kecil dan berkelanjutan melalui irigasi tetes bertujuan untuk menjaga kelembaban tanah dan terhindar dari kehilangan seperti perkolasi dan limpasan sehingga ketersediaan air bagi tanaman terpenuhi.

Komponen penyusun sistem irigasi tetes terdiri dari sumber air, pompa dan tenaga penggerak, jaringan pipa saluran air. Jaringan pipa irigasi tetes terdiri dari





emiter (penetes), pipa lateral, pipa sub utama (*manifold*), pipa utama dan komponen pendukung (Dirjen PLA, 2008).

Emitter berfungsi sebagai komponen yang menyalurkan air dari pipa lateral ke tanah secara berkelanjutan dengan debit rendah dan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Pipa lateral berfungsi sebagai tempat diletakkan emiter yang biasanya terbuat dari pipa jenis PVC atau PE dengan diameter 0,5-1,5 inchi. Pipa sub utama berfungsi sebagai penyalur air ke pipa lateral yang biasanya dari jenis pipa PVC berdiameter 2-3 inchi. Pipa utama berfungsi sebagai penyalur air dari sumber air ke pipa distribusi dalam jaringan dengan ukuran diameter 7,5-25 cm yang dapat dipasang di atas atau permukaan tanah. Komponen pendukung terdiri dari katup-katup, saringan, pengatur tekanan dan debit, tangki bahan kimia dan lain sebagainya (Dirjen PLA, 2008).

Dalam merancang irigasi tetes, jumlah pemberian tetesan emitter, waktu dan debit air dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$EDR = \frac{q}{s \cdot l} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana laju tetesan emitter (EDR) dinyatakan dalam mm/jam, debit emitter (q) dinyatakan dalam m³/jam jarak antar lubang emitter (s) dan jarak lateral emitter (l) dinyatakan dalam m. Waktu pengoperasian irigasi tetes dapat dinyatakan sebagai hasil perbandingan kebutuhan air tanaman terhadap laju tetesan emitter (EDR), sedangkan debit air pada irigasi tetes diperoleh dari hasil perkalian debit emitter (q) dan jumlah lubang emitter terhadap per satuan waktu (jam) (Udiana *et al.* 2014).

KOEFISIEN KEHILANGAN ENERGI DAN KEBUTUHAN DAYA PADA IRIGASI TETES

Tingkat kehilangan energi dalam jaringan irigasi tetes terjadi pada pompa dan pada pipa baik *major losses* (akibat gesekan) maupun *minor losses* (akibat tahanan, penyempitan, pembesaran penampang dan belokan pipa). Kehilangan energi pada pompa ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_d^2}{2g} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana H dinyatakan sebagai head total pompa, h_a dinyatakan sebagai perbedaan tinggi antara pipa hisap dan pipa keluar (m), Δh_p dinyatakan sebagai kehilangan energi statis pompa (m), h_l dinyatakan sebagai berbagai kerugian head di pipa, belokan, katup diantara titik A dan titik B (m), g dinyatakan sebagai percepatan gravitasi (9,81 m/s²) dan V_d dinyatakan sebagai kecepatan aliran air pada pompa (m/s).

Kehilangan energi akibat gesekan dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H_f = f \frac{L V^2}{d 2g} \dots \dots \dots (5)$$



Variabel h_f dinyatakan sebagai kehilangan energi oleh permukaan pipa (m), f dinyatakan sebagai koefisien tahanan permukaan pipa atau dikenal sebagai faktor gesekan Darcy-Weisbach, L dinyatakan sebagai panjang pipa (m), d dinyatakan sebagai diameter (m), V dinyatakan sebagai kecepatan aliran air dalam pipa (m/s). Selanjutnya tingkat kehilangan energi akibat tahanan bentuk pipa dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H_v = K_v \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(6)$$

Variabel H_v dinyatakan sebagai kehilangan energi akibat katup (m), K_v dinyatakan sebagai koefisien energi akibat katup. Nilai koefisien kehilangan energi akibat katup bervariasi tergantung jenis katup, sudut belokan dan bentuk percabangan T terhadap aliran. Nilai K_v dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai K_v untuk penampang aliran

Jenis perlengkapan pipa	Nilai K_v
Katup terbuka penuh	
Bola	10
Pintu	0,2
Swing-Check	2,0
Sudut	2,0
Fogt	0,8
Tikungan balik	
90 derajat	1,5
45 derajat	0,4
Bentuk T	
Aliran induk	0,9
Aliran cabang	2,0

Sumber: Klass (2009)

Kehilangan energi akibat penyempitan (*contraction*) dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H_c = K_c \frac{(V_r)^2}{2g} \dots\dots\dots(7)$$

Tabel 2. Nilai K_c dalam perbandingan D_2/D_1

Nilai Perbandingan D_2/D_1	Nilai K_v
0	0,50
0,20	0,45
0,40	0,38
0,50	0,33
0,60	0,28
0,80	0,14
1,00	0

Sumber: Klass (2009)

Variabel H_c dinyatakan sebagai kehilangan energi akibat penyempitan (m), K_c dinyatakan koefisien kehilangan energi akibat penyempitan dan V_r dinyatakan



sebagai kecepatan aliran rata-rata air dalam pipa (m/s). Nilai koefisien K_e untuk berbagai nilai perbandingan diameter akhir pipa (D_2) dan diameter awal pipa (D_1) dapat dilihat pada Tabel 2.

Kehilangan energi akibat pembesaran penampang (*expansion*) dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H_e = K_e \frac{V_2^2}{2g} \dots \dots \dots (8)$$

Variabel H_e dinyatakan sebagai kehilangan energi akibat pembesaran penampang (m), K_e dinyatakan sebagai koefisien energi akibat pembesaran penampang. V_2 dinyatakan sebagai kecepatan rata-rata aliran pada akhir pipa. Lebih lanjut koefisien kehilangan pada belokan pipa yang dinyatakan sebagai K_b dan kehilangan energi akibat belokan sebagai H_b dalam satuan m memiliki hubungan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$H_b = K_b \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (9)$$

Koefisien kehilangan akibat belokan K_b merupakan fungsi jenis dinding dan sudut belokan terhadap bidang horizontal dengan nilai yang berbeda-beda sesuai kemiringan sudut belokan (α) seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai K_b berbagai sudut belokan α

Sudut Belokan (α)	Nilai K_b
20 ⁰	0,50
40 ⁰	0,45
60 ⁰	0,38
80 ⁰	0,33
90 ⁰	0,28

Sumber: Triatmodjo (1996)

Perhitungan kehilangan energi diperoleh dari kehilangan energi pada pompa pada persamaan 4 sebagai bentuk kemampuan pompa untuk mengalirkan air ke jaringan irigasi tetes.

Daya yang dibutuhkan pompa untuk menaikkan air dapat dtentukan melalui persamaan sebagai berikut (Udiana *et al.* 2014):

$$D = \frac{QH\gamma}{75\eta} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana D dinyatakan daya pompa (hp), Q dinyatakan debit aliran (m³/s), H dinyatakan sebagai tinggi tekanan efektif (m), γ dinyatakan sebagai berat jenis air (kgf/m³) dan η dinyatakan sebagai efisiensi pompa.

SISTEM IRIGASI BERBASIS SISTEM KENDALI OTOMATIS

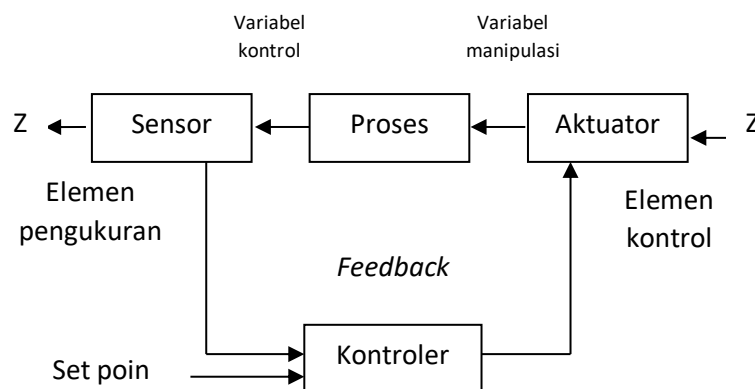
Beberapa penelitian telah dilaporkan mengenai irigasi otomatis. Setiawan *et al.* tahun 2002 dan Saptomo *et al.* tahun 2004 telah mengembangkan sistem pengendalian air di lahan basah yang menggunakan pompa untuk mengalirkan air.



Pengendalian air secara otomatis pada irigasi tetes dapat dilakukan karena menggunakan pompa sebagai komponen untuk menyedot dan mendorong air dari sumber air ke zona perakaran.

Sistem otomatis pada irigasi terdiri dari tiga komponen penting yaitu komponen pengukuran (sensor), elemen kendali (actuator) dan kontroler. Elemen pengukuran terdiri dari sensor, transduser dan *transmitter* yang memberikan umpan balik (*feedback*) ke sistem kendali berupa kondisi aktual dari proses yang dikendalikan. Elemen kendali memiliki actuator, sirkuit pengatur daya dan catu daya yang berfungsi sebagai aktualisasi perintah yang diberikan oleh pengendali atau kontroler. Kontroler memiliki unit untuk memproses yang dilengkapi dengan memori dan sirkuit pembandingan set poin dengan nilai yang terbaca oleh sensor (Saptomo *et al.* 2013).

Unit untuk memproses selanjutnya akan menentukan sinyal koreksi berdasarkan selisih antara set poin dan input dari sensor, sehingga memberikan perintah pengaturan aktuator. Set poin adalah nilai atau level dari suatu parameter yang diinginkan seperti tingkat kelembapan, ketinggian muka air dan sebagainya (Saptomo *et al.* 2013). Skema sistem kendali otomatis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema sistem kendali (Dunn, 2006)

Perancangan sektor elektrikal berupa perakitan pengendali mikro dan komponennya menjadi rangkaian elektrik sistem kendali. Sensor terhadap tingkat kelengasan tanah dapat digunakan yang memberikan keluaran voltase yang menunjukkan level kelengasan tanah basis volume. Proses membuka dan menutup aliran air dalam pipa utama digunakan katup selenoida yang bekerja dengan tegangan listrik yang dialirkan melalui relay dari sumber listrik (Saptomo *et al.* 2013).

Sensor lengas tanah dapat ditanam pada kedalaman antara 5-10 cm. Relay diaktivasi oleh pengendali mikro dan mengalirkan arus untuk mengaktifkan katup selenoida membuka aliran. Rangkaian pengendali dihubungkan dengan komputer menggunakan koneksi kabel Universal serial Bus (USB). Komputer berfungsi sebagai antar muka pengguna untuk memonitor dari hasil bacaan sensor, waktu dan aktivitas sistem kendali irigasi serta untuk mengubah setting pengendalian yang diinginkan. Pengendali diprogram menggunakan algoritma sehingga air irigasi dialirkan dengan membuka katup selenoida yang diaktifkan dengan



perintah dari sistem kendali yang memberikan sinyal listrik ke saklar magnetis (*relay*) untuk mengalirkan arus listrik ke katup (Saptomo *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Teknologi irigasi tetes mampu mengelola pemberian air pada zona perakaran tanaman secara berkelanjutan sehingga dapat meningkatkan produktifitas lahan dan kegiatan budidaya dapat berlangsung sepanjang waktu. Penerapan sistem irigasi tetes berbasis sistem pengendali otomatis dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanaman karena mampu bekerja berdasarkan kondisi aktual lahan pertanian melalui level kelengasan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., E. Surmaini dan N. Sutrisno. 2005. Teknologi Hemat Air dan Irigasi Suplemen. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering dalam Adimihardja dan Mappaona (eds). Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Edisi II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Deptan. Hlm: 223 – 245.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB (IPB Press). 472 p
- Dastane, N.G. 1974. Effective Rainfall in Irrigated Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper. FAO, UN. Rome. 84 p
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air Departemen Pertanian. 2008. Pedoman Irigasi Bertekanan (Irigasi Sprinkler dan Irigasi Tetes). Jakarta.
- Doorenbos, J dan W.O. Pruitt. 1977. Guideline for Predicting Crop Water Requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper. Vol. 24. Rome. 91 p
- Dunn, W.C. 2005. Fundamental of Industrial Process Control. The McGraw-Hill. New York.
- Hansen, V.E., O.W. Israellsen, dan G.E. Stringham. 1992. Dasar-dasar dan Praktek Irigasi. Terjemahan Erlangga. Jakarta
- Haryati, U., A. Abdurachman dan K. Subagyono. 2011. Efisiensi Penggunaan Air Berbagai Teknik Irigasi Untuk Pertanaman Cabai di Lahan Kering Pada Typic Kanhapludult Lampung. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor, 30 November-1 Desember 2010. Buku III. Pengelolaan Air, Iklim dan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Hlm: 23 - 46
- Haryati, U. 2014. Teknologu Irigasi Suplemen untuk Adaptasi Perubahan Iklim pada Pertanian Lahan Kering. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8 (1) : 43-57.
- Imanudin, M. S dan Prayitno. 2015. Pengembangan Irigasi Bawah Tanah untuk Irigasi Mikro Melalui Metoda Kapilaritas Tanah. Prosiding Seminar Nasional “Swasembada Pangan” Politeknik Negeri Lampung 29 April 2015. Hlm 376-381.
- Klaas, D. K.S.Y. 2009. Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi. Bandung. Mandar Maju.
- Machmud, A. 2011. Hidrologi Teknik. Universitas Hasanudin, Makasar.



- Mechram, S. 2008. Penentuan Head Loss Emitter Tipe Selang Kecil dari Bahan Lokal Sepanjang Pipa Lateral pada Sistem Irigasi Tetes. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9 (2) : 114-120.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi. Kementerian Sekretaris Negara Republik Indonesia
- Ridwan, D., A. B. Prasetyo dan M. D. Joubert. 2014. Desain Jaringan Irigasi Mikro Jenis Mini Sprinkler (Kasus Di Laboratorium Outdoor Balai Irigasi). *Jurnal Irigasi*, 9 (2) : 96-107.
- Roscher, R. I. 1990. Irrigation Delivery Scheduling. Departement of Irrigation and Civil Engeneering, Agriculture University, Wagenigen, The Netherland.
- Saptomo, S.K., R. Isnain dan B.I. Setiawan. 2013. Irigasi Curah Otomatis Berbasis Sistem Pengendali Mikro. *Jurnal Irigasi*, 8 (2) : 115-125.
- Saptomo, S.K., B.I. Setiawan and Y. Nakano. 2004. Water Regulation in Tidal Agriculture using Wetland Water Level Control Simulator. The CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript LW 03 001.
- Shock, C. C. 2003. An Introduction to DripIrrigation. Malheur Experiment Station. Oregon State University, Corvallis Oregon, USA.
- Svehlik, Z.J. 1987. Estimation of irrigation water equirements. In Rydzewsky, J. R. (ed) Irrigation Development planning, An Introduction for Engineers. John Willey & Sons. Chichester. pp. 115-143.
- Triatmodjo, B.1996. Hidrolika 1, Beta Offset, Yogyakarta.
- Udiana, I. M., W. Bunganaen dan R. A. P. Padjaja. 2014. Perencanaan Sistem Irigasi Tetes (Dripp Irrigation) Di Desa Besmarak Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 3 (1): 63-74.
- Umar, S. 2012. Sistem Irigasi Tetes untuk Mengatasi Kekeringan dan Meningkatkan Produktivitas Tanaman di Lahan Rawa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7 (2): 42-49.
- Valenzuela, H. 1997. Crop Production Guidlines Drip Irrigation. HITAHR, University of Hawaii, West Oahu, USA.
- Wiyono, J. 2006. Kemarau Datang Irigasi Mikro pada Lahan Kering Jadi Pilihan. Tabloid Sinar Tani tanggal 23 Agustus 2006.
- Zhang Yongqiang, Yu Qiang, Shen Yanjun, Liu Changming. 2003. Impact of Irrigation Schedules on Crop Production and Water Use Efficiency in The North China Plain. Proceedings of the 1st International conference on Hydrology and water recources in Asia Pasific region Vol 1. APHW 2003. Palu-lu Plaza, Kyoto, Japan 13 – 15 March 2003.

