

PENGEMBANGAN SISTEM IRIGASI TETES DI LAHAN PERTANIAN TIDAK BERIRIGASI

Muhammad Anzar Alpandi¹⁾, Yudha Hanova²⁾

¹⁾ Mahasiswa Strata-1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²⁾ Staf Pengajar, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

anzaralpandi96@gmail.com

Abstrak

Kesulitan untuk mendapatkan suplai air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan lahan pertanian menjadi salah satu faktor penelitian ini. Penggunaan metode irigasi hemat air merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan suplai air irigasi pada lahan kering. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan menjadikan salah satu alternatif penggunaan air yang optimal dan efisien bagi lahan pertanian. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Agustus 2022 yang berlokasi di Desa Lama Kec. Hamparan Perak Kab. Deliserdang. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dan terdiri dari beberapa tahapan seperti melakukan studi baik lapangan maupun referensi jurnal kemudian survey lapangan, konsep desain, gambar desain, pembuatan model sampai pengujian dan hasil. Rancangan model yang diusung yaitu menggabungkan saluran drip dengan saluran terbuka dan mengadopsi sistem irigasi yang tersirkulasi. Berdasarkan hasil penelitian, sistem sirkulasi air irigasi mampu memberikan efisiensi pemanfaatan air, kemudian berdasarkan hasil perhitungan, saluran mampu menampung debit 7,247 liter/detik dengan dimensi penampang saluran lebar 0,2m dan tinggi 0,1m, selanjutnya saluran terbuka mampu menggantikan peran pipa sebagai media untuk mengalirkan air sehingga bisa mengurangi biaya produksi.

Kata Kunci : *Irigasi Tetes, Saluran Terbuka, Sirkulasi, Biaya, Produksi*

I. PENDAHULUAN

Mengingat kondisi lahan pertanian nya terbilang cukup kompleks dimana pada saat musim kemarau kadar air tanah menyusut secara signifikan. Kebutuhan dan ketersediaan air tanaman mungkin tidak seimbang sebagai akibat dari kondisi ini. Masalah kekurangan air akan menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal (Haryati 2011). Penerapan teknologi pengelolaan irigasi yang efektif dan efisien diperlukan untuk mengatasi masalah kelangkaan air dan meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air irigasi, sehingga konsumsi air irigasi per satuan berat barang pertanian yang dihasilkan menurun. (Haryati 2011, Marpaung, 2013, Rizky 2018). Salah satu kendala yang dihadapi masyarakat Desa Lama yaitu kesulitan dalam upaya menyuplai air, selama ini masyarakat sangat bergantung pada bantuan mesin pompa air guna menyuplai kebutuhan air tanamannya, kemudian karena kurang tepatnya sistem pendistribusian air menyebabkan penggunaan mesin harus digunakan secara maksimal. Hal ini menyebabkan biaya operasional mengalami peningkatan, di mana seharusnya dengan adanya irigasi yang sistematis bisa menekan biaya produksi, yang semula mesin pompa harus diaktifkan terus menerus sampai seluruh area pertanian mendapatkan suplai air, kini mesin pompa air hanya di gunakan untuk mengangkat air ke permukaan. Tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Pemanfaatan

teknologi irigasi hemat air merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan pasokan air irigasi di lahan kering. Salah satu teknologi irigasi hemat air adalah sistem *Drip Irrigation* atau irigasi tetes (Kurniati, 2014). Irigasi tetes adalah suatu sistem pemberian air melalui pipa atau selang berlubang dengan menggunakan tekanan tertentu, dimana air yang keluar berupa tetesan - tetesan langsung pada daerah perakaran tanaman (Afriyana 2011). Irigasi tetes digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan air tanpa harus membasahi seluruh lahan. Ini mengurangi kehilangan air dari penguapan yang berlebihan, memanfaatkan air dengan lebih baik, dan mengurangi limpasan, serta menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma, jenis irigasi ini dinilai lebih efisien untuk mengairi tanah tandus atau kering untuk menanam tanaman sejenis semangka dan melon yang membutuhkan pengairan yang lancar dan teratur, jenis irigasi ini juga yang memudahkan petani dalam hal pengairan. Penelitian ini bertujuan untuk memperlancar pengairan tumbuhan ditanah tandus (Haryati 2011). Salah satu masalah paling signifikan yang dihadapi setiap tahun adalah masalah kurangnya pasokan air sebagai akibat dari curah hujan yang pendek, tidak konsisten, dan rendah. Untuk menangani masalah ini maka teknik pengairan secara konvensional dengan irigasi tetes perlu diterapkan agar 3 tanaman cepat beradaptasi dengan lingkungan sehingga pertumbuhannya meningkat. Penggunaan air dari kolam, mata air, sungai, dan penampungan air hujan perlu dipertimbangkan selain penggunaan wadah yang murah dan tersedia di lokasi penanaman untuk irigasi tetes, seperti bambu, botol air mineral, dan pot tanah liat. Irigasi

tetes adalah metode memasok tanaman dengan air dan meneteskan air ke bawah pipa di dekat atau di sepanjang garis tanaman (Hadiutomo 2012). Meskipun hanya sebagian dari area akar yang dibasahi di sini, semua air yang ditambahkan diserap dengan cepat dalam kondisi kelembaban tanah yang rendah. Karena itu, keuntungan metode ini adalah penggunaan air irigasi yang sangat baik. Adapun penelitian yang dilakukan bertujuan untuk Mengetahui efektifitas metode kolaborasi antara sistem jaringan pipadan saluran terbuka di bandingdengansistem irigasi pada umumnya yang di terapkan para petani yang berlokasi di Desa Lama, mengetahui besaran nilai efisiensi jika gabungan irigasi tetes dan saluran terbuka di diterapkan, di bandingkan sistem pengairan yang biasa di gunakan para petani, dan menjadikan salah satu alternative penggunaan air yang optimal bagi lahan pertanian.

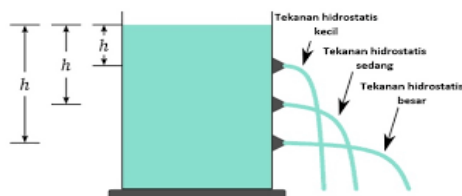
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi Tetes

Drip Irrigation, irigasi yang menggunakan jaringan aliran dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Salah satu inovasi terbaru dalam industri irigasi, irigasi tetes telah tersebar hampir di mana-mana. Di Israel, teknologi ini pertama kali diperkenalkan, dan segera menyebar ke hampir setiap bagian dunia. Teknologi ini sangat baik digunakan pada kondisi tanah berpasir, sedikit air, iklim kering, dan tanaman bernilai ekonomis (Pasaribu, dkk, 2013). Metode penyediaan air dengan meneteskan air melalui pipa di sekitar tanaman atau di sepanjang jalurnya dikenal sebagai irigasi tetes. Meskipun hanya sebagian kecil dari area akar yang dibasahi di sini, semua air yang ditambahkan dapat dengan cepat diserap pada kondisi kelembaban tanah yang rendah. Keuntungannya adalah penggunaan air irigasi yang sangat efisien. Irigasi tetes menghasilkan nilai ekonomi yang lebih baik untuk air daripada irigasi permukaan. (Marpaung, 2013).

2.2 Tekanan

Variasi debit emitor inilah yang menentukan keseragaman pasokan air. Variasi tekanan operasi merupakan faktor dalam keseragaman aliran karena debit merupakan fungsi dari tekanan operasi. Debit emitor dipengaruhi oleh tekanan, jadi semakin tinggi level air di tangki penampung, semakin tinggi tekanannya, Sehingga debit akan semakin besar (Rizal, M. 2012).



Gambar 1. Tekanan hidrostatis

2.3 Debit

Debit adalah banyaknya volume air yang mengalir per satuan waktu. Hanya beberapa liter per jam yang digunakan dalam irigasi tetes. Pemasok peralatan biasanya menyediakan debit rata-rata dari emitor. Jenis tanah dan tanaman yang digunakan untuk irigasi tetes menentukan debit. Debit irigasi tetes yang paling umum adalah 4 ltr/jam, tetapi beberapa praktik pengelolaan pertanian menggunakan debit 2, 6, atau 8 ltr/jam. Penggunaan debit berdasarkan jarak tanam dan waktu operasi (Bliesne R & Keller, 1990).

2.4 Saluran

Saluran adalah suatu sarana untuk memindahkan cairan dari suatu lokasi ke lokasi yang lain, saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka (*open channel*). Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*) (Suripin, 2004: 119).

Aliran permukaan bebas dapat dikategorikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan/atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sedangkan fungsi ruang, maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*).

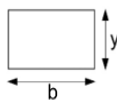
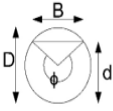
Terdapat dua jenis aliran, aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Saluran terbuka merupakan saluran dimana fluida mengalir dengan permukaan bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam) sifat aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Sifat tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan debit aliran dan sebagainya (Triatmodjo, 2015).

Pipa merupakan saluran tertutup yang biasanya berbentuk lingkaran yang digunakan untuk mengalirkan fluida dengan volume aliran penuh. Fluida yang di alirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair di dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk dalam aliran saluran terbuka atau karena tekanan di dalam pipa sama dengan tekanan atmosfer (zat cair di dalam pipa tidak penuh), aliran termasuk dalam pengaliran terbuka.

2.5 Dimensi Saluran

Berdasarkan kebutuhan air tersebut maka diperlukan perencanaan dimensi yang tepat.

Tabel 1. Rumus Perencanaan Dimensi Saluran

	Rectangle	Circle
Design		
Area, A	by	$\frac{1}{8}(\phi - \sin \phi)D^2$
Wetted perimeter P	$b + 2y$	$\frac{1}{2}\phi D$
Top width B	b	$(\sin \phi/2)D$
Hydraulic radius R	$By/(b+2y)$	$\frac{1}{4} \left(\frac{\sin \phi}{\phi} \right) D$
Hydraulic mean depth D_m	y	$\frac{1}{8} \left(\frac{\phi - \sin \phi}{\sin (1/2\phi)} \right) D$

(Sumber: Pengertian hidrolika – *ilmusipil.com*)

Persamaan yang digunakan adalah persamaan *Manning Geukler Strickler* dan perhitungan debit yang mengalir di saluran menggunakan rumus:

- Rumus *Manning*

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$
- Rumus *Chezy*

$$V = C \sqrt{R \cdot I}$$
- Rumus *Strickler*

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Dapat diketahui bahwa, Q merupakan simbol untuk debit rencana/Kapasitas saluran (m³/det), V adalah kecepatan air rata-rata di saluran (m/det), A merupakan luas penampang basah (m²), K yaitu koefisien *strickler*, n merupakan koefisien kekasaran manning, R = A/PP=b+2h menjelaskan jari-jari hidraulic (m), I yaitu kemiringan saluran (%), b adalah lebar dasar saluran (m), dan h menunjukkan tinggi permukaan air (m).

2.6 Ukuran Dan Bentuk Saluran

Adapun rumus yang digunakan adalah untuk saluran yang berpenampang persegi :

Luas Penampang

$$A= B \times H$$

Keliling Basah

$$P = B + 2H$$

Jari-jari Hidraulic

$$Rh = \frac{A}{P}$$

Dengan, A adalah luas penampang [m²], Pmerupakan keliling basah [m], Byaitu lebar[m], Hmerupakan tinggi [m], dan Rh adalahjari-jari hidraulic. Rumus tersebut menunjukkan ukuran saluran sangat mempengaruhi untuk besar kecilnya luas penampang yang kemudian luas penampang digunakan untuk distribusi kecepatan aliran yang mana semakin besar luas penampang maka relatif semakin kecil kecepatannya.

2.7 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran merupakan waktu yang dibutuhkan per jarak yang ditempuh oleh suatu partikel untuk berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lainnya (Triyanti Anasiru, 2005). Kecepatan aliran pada setiap bidang saluran terbuka mempunyai bentuk berupa diagram kecepatan. Untuk mendapatkan kecepatan aliran pada saluran terbuka yaitu pengukuran dengan alat current meter dan dengan metode point integrated sampling, dimana metode ini melakukan pengukuran kecepatan pada beberapa titik dan dari titik tersebut diukur kecepatannya pada kedalaman aliran tertentu.

III. METODE PENELITIAN

Studi literatur berfungsi sebagai landasan teoretis untuk solusi masalah ilmiah.Setelah topik ditentukan pada tahapan lain dilakukan studi literature yang dapat menunjang pengerjaan penelitian. Buku-buku pendukung bahan penelitian, jurnal, dan tesis dari penelitian sebelumnya digunakan pada tahap ini. Langkah selanjutnya adalah pengamatan Lapangan, yaitu kegiatan pengamatan secara langsung terhadap kondisi lahan pertanian, yang dilakukan untuk mengetahui proses pemeliharaan tanaman dan menemukan gejala-gejala permasalahan yang teridentifikasi di lahan pertanian, yang kemudian, gejala-gejala tersebut akan dijadikan sebagai objek penelitian.Survey lapangan sangat penting dalam merencanakan suatu kegiatan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi mengidentifikasi penyebabnya.

3.1 Membuat Gambar Rancangan

Gambar rancangan di gunakan sebagai acuan dasar pada saat akan melaksanakan pekerjaan agar terhindar dari kesalahan. Gambar rancangan didesain berdasarkan hasil survey di lapangan serta mengumpulkan gagasan dari konsep rancangan. Setelah selesai membuat sebuah gambar rancangan, kemudian mempersiapkan keperluan berupa alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.Setelah memastikan semua alat dan bahan yang di butuhkan tersedia, selanjutnya bahan-bahan yang akan digunakan akan di rangkai sesuai dengan gambaran desain yang sudah di rancang.

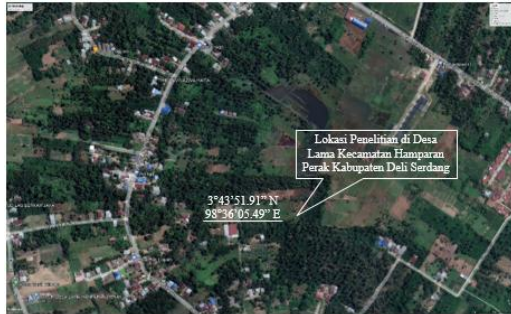
3.2 Metode Pendekatan Dan Pengumpulan Data

Metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan kualitatif, di mana informasi atau data yang disajikan berupa pernyataan yang diperoleh dari data Primer dan data Sekunder selama penelitian.Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah metode observasi, di mana pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati atau meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untukmendapatkan

informasi yang lebih detail terhadap keadaan yang terjadi di lapangan.

3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Lama, Kecamatan Hampan Perak, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara yang terletak pada 3°43'51.91"N dan 98°36'05.49" E dengan ketinggian 5 m di atas permukaan laut.



Gambar 2. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)



Gambar 3. Lokasi Penelitian
pantauan udara ketinggian 100 m
(Sumber: Google Earth)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

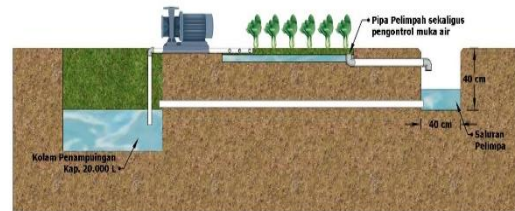
4.1 Hasil Survey Lapangan

Lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian terletak di Desa Lama Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang, lokasi ini merupakan sisa lahan yang sampai saat ini masih di gunakan sebagai lahan pertanian di mana sebagian besar lahan pertanian di sana sudah beralih fungsi menjadi kompleks perumahan.

4.2 Konsep Desain

Konsep desain yang diusung tertuju pada pemanfaatan kembali air limpasan agar sirkulasi air tetap terjaga untuk memastikan jumlah air tetap tersedia pada saat musim kemarau. Pada desain ini memanfaatkan kolam penampungan dengan kedalaman ± 1 m, artinya lebih rendah dari lahan sekitar, dimana nantinya air yang ada di sekitar akan mengalir menuju kolam penampungan, di sana air permukaan akan dikumpulkan dan menjadikanya

sumber air permukaan untuk lahan pertanian. Air akan diangkat ke saluran dengan bantuan mesin pompa, dari mesin pompa air dialirkan ke pipa dan di distribusikan ke saluran konvensional sehingga air sampai ke tanaman. Selanjutnya setelah air didistribusikan sampailah ke ujung saluran dimana sudah disiapkan pipa pelimpah sekaligus pengontrol muka air agar air tidak *over capacity*, air akan di alirkan ke saluran pelimpah sehingga air yang berlebih akan ditampung sementara dan dialirkan kembali pada kolam penampungan.

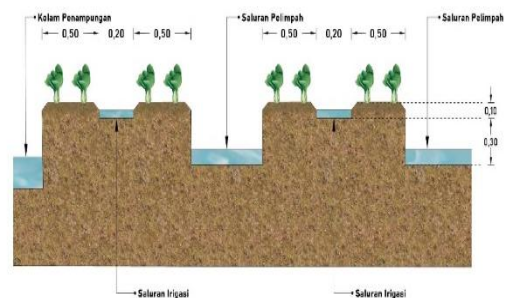


Gambar 4. Gambar konsep ilustrasi rancangan

(Sumber: Hasil Rancangan menggunakan Software Sketchup Design 2021, Sketchup Layout 2021 dan Photoshop)

4.3 Desain Rancangan

Pada rancangan ini luas lahan yang dibutuhkan adalah 437,8 m² dimana 8,5 % dari lahannya nya di gunakan sebagai kolam penampungan dengan luasan 37 m², dimana kolam penampungan ini dapat menampung air sebanyak 22,2 m³ air atau 22.200 liter air, yang mana di rasa cukup untuk menyuplai air ke media tanam.



Gambar 5. Detail desain rancangan
(Sumber: Hasil Rancangan)



Gambar 6. Perspektif 1 desain rancangan
(Sumber: Hasil Rancangan)



Gambar 7. Perspektif 2 desain rancangan
(Sumber: Hasil Rancangan)

4.4 Pemodelan Alat

Pengujian ini dilakukan dengan bantuan mesin pemompa air untuk mengangkat air ke pipa di permukaan kemudian di alirkan dan distribusikan ke saluran terbuka dengan maksud untuk memberikan air ke tanaman, sampai jumlah air terpenuhi kemudian jika air sudah di distribusikan sampai ujung dan berlebih maka air akan di alirkan ke pipa pembuangan dan di alirkan langsung ke saluran pelimpah.

4.5 Analisa Perhitungan Pompa

Pompa air yang digunakan pada penelitian ini merupakan pompa type *Gasoline Engine Water Pump* dengan kapasitas alir maksimum 0,0061 m³/detik. Diketahui volume air yang mengalir sebesar 2 liter dengan periode waktu 33,31 detik

$$V = 2 \text{ Liter}$$

$$= 0,002 \text{ m}^3$$

$$T = 33,31 \text{ detik}$$

Debit air yang mengalir

$$Q = V/T$$

$$Q = 0,002/33,31$$

$$= 0,00006 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.6 Hasil Percobaan Simulasi Lapangan

Air akan di alirkan ke pipa penghantar dengan bantuan mesin pompa kemudian di bagi merata keempat titik saluran dan akan di distribusikan ke tanaman, kemudian jika air berlebih akan dialirkan ke saluran pembuang dan selanjutnya akan di kembalikan kedalam kolam penampungan dan sirkulasi air terus berjalan tanpa ada limpahan air yang terbuang sia-sia.

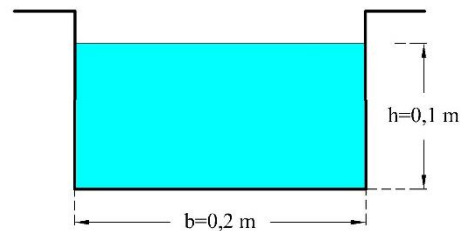


Gambar 8. Simulasi pemodelan drip
(Sumber: Dokumentasi peneliti)



Gambar 9. Simulasi model saluran terbuka
(Sumber: Dokumentasi peneliti)

4.7 Saluran Terbuka



Gambar 10. Cros section saluran terbuka
(Sumber: Rancangan)

Berdasarkan tabel koefisien kekasaran *Manning*, Nilai koefisien *Manning* pada saluran tanah bersih yaitu :

$$n = 0,022$$

Luas penampang basah

$$A = 0,2 \times 0,1$$

$$= 0,02$$

Keliling basah

$$P = 0,2 + (2 \times 0,1)$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

Di dapatlah nilai jari-jari hidraulis

$$R = \frac{0,02}{0,4}$$

$$R = 0,05 \text{ m.}$$

Perencanaan sistem irigasi pipa dan saluran terbuka ini bertujuan untuk mengetahui seberapa optimal air dapat didistribusikan ke tanaman, dan penggunaan sistem sirkulasi air irigasi yang bisa meningkatkan efisiensi penggunaan air. Pada

penelitian ini upaya yang dilakukan adalah untuk menekan biaya operasional serta berfokus pada sistem rekayasa teknik agar bisa mempermudah dan meringankan kerja para petani. Fokus pada penelitian ini merencanakan sistem irigasi yang tersirkulasi dimana pemanfaatan air secara optimum bisa terwujud dengan cara menciptakan kolam penampungan dimana pada musim hujan air dapat ditampung kemudian pada saat musim kemarau air pada kolam penampungan bisa dimanfaatkan secara optimal dan bisa didistribusikan dengan mekanisme resapan kemudian debit air akan di control dengan adanya saluran pelimpah yang nantinya akan di salurkan kembali ke kolam penampungan tanpa adanya sisa air yang terbuang percuma. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode deskriptif, yaitu dengan memadukan rancangan teknik yang terdiri dari dua konsep mekanisme dimana sistem *drip* yang digunakan adalah sebagai sarana untuk penghantar air serta mekanisme saluran terbuka sebagai sistem pendistribusian air ke tanaman.

V. KESIMPULAN

1. Gabungan saluran ini dirasa lebih efektif di karenakan bisa mengurangi nilai infiltrasi dan bisa menekan biaya produksi, juga biaya operasional.
2. Data perolehan hasil perhitungan menunjukkan bahwa saluran mampu menampung debit sebanyak 7,247 liter/detik dengan dimensi penampang saluran lebar 0,2 m dan tinggi 0,1 m dan mampu mendistribusikan air ke tanaman,
3. Penggunaan saluran terbuka sebagai sarana pendistribusian air mampu menggantikan peran pipa, sehingga bisa mengurangi biaya operasional.
4. Sistem sirkulasi air irigasi mampu memberikan efisiensi pemanfaatan air secara berkelanjutan dan dengan efektif tetap menjaga suplai air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Afriyana, D., A. Tusi, & Oktafri. 2011. *Analisis Pola Pembasahan Tanah dengan Sistem Irigasi Tetes Bertekanan Rendah*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 1 (1): 43-50.
- [2.] Bliesner & Keller. 1990. *Springkler and Trickle Irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- [3.] Hadiutomo, K. 2012. *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor.
- [4.] Hansen Vaughen E. Dkk. 1992. *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi*. Erlangga. Jakarta.
- [5.] Haryati, U., Abdurachman, A., & Subagyono, K. 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. Kementrian Pertanian. 23 – 46.
- [6.] Kurniati, E., Bambang, S., & Afrilia, T. 2014. *Desain Jaringan Irigasi (Springkler Irrigation) pada Tanaman Anggrek*. Jurnal Teknologi Pertanian, 8(1) 35-45.
- [7.] Sosrodarsono, Suyono & Kensaku, Takeda. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita : Jakarta, 1976