



**POMPA AIR BERTENAGA HIBRID UNTUK IRIGASI TANAMAN BUAH NAGA**

*HYBRID-POWERED WATER PUMP IRRIGATION FOR DRAGON FRUIT PLANT*

**Danar Susilo Wijayanto<sup>1</sup>, Indah Widiastuti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret,  
Jalan Ahmad Yani No. 200 Pabelan Surakarta.

*danarsw@staff.uns.ac.id*

Diterima: 12 Oktober 2016. Disetujui: 21 November 2016. Dipublikasikan: 30 Desember 2016

**ABSTRACT**

*The utilization of wind and solar radiation as an energy source to reduce dependence on fossil fuel use, reduce operating costs in the long term, and supports the conservation of natural resources. This submission applies the use of renewable energy sources to pump water used as a source of irrigation of crops of fruit and vegetables on an organic farm in Balai Percontohan Pertanian (BPP) Ngasinan, Kelurahan Beji, Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri. Hybrid technology combines wind turbines and solar cells to provide power supply to the pumps that lift water with the Total Dynamic Head (TDH) 12 meters. Hybrid system of wind turbines and solar cells able to turn on the water pump, so that the pump can drain water from the well to the water reservoir. The drip irrigation system from reservoir to plant cause dragon fruit plant always moist, thereby reducing the risk of drought and crop disease.*

**Keywords:** *fruit drop irrigation, hybrid, solar cell, renewable energy, wind turbine.*

**ABSTRAK**

Pemanfaatan angin dan radiasi matahari sebagai sumber energi bisa mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil, mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang, dan mendukung konservasi sumber daya alam. Pengabdian ini menerapkan penggunaan sumber energi terbarukan untuk pompa air yang digunakan sebagai sumber irigasi tanaman buah dan sayuran pada pertanian organik di Balai Percontohan Pertanian (BPP) Ngasinan, Kelurahan Beji, Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri. Teknologi hibrid menggabungkan turbin tenaga angin dan sel surya untuk memberikan pasokan listrik kepada pompa yang mengangkat air dengan Total Dynamic Head (TDH) 12 meter. Sistem hibrid turbin angin dan solar sel mampu menghidupkan pompa air, sehingga pompa bisa mengalirkan air dari sumur ke tandon air. Sistem irigasi tetes dari tandon ke tanaman buah naga menyebabkan tanaman selalu lembab, sehingga mengurangi resiko kekeringan dan penyakit tanaman.

**Kata Kunci:** *energi terbarukan, irigasi tanaman buah, sel surya, hibrid, turbin angin.*

## **PENDAHULUAN**

Sejak tahun 2010, di Desa Semin dan Kelurahan Beji Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri dikembangkan budidaya buah naga, jeruk pabelan dan pepaya California yang dijadikan sebagai komoditi unggulan. Jenis tanah dominan adalah tanah laterit yang cenderung tidak subur. Kesulitan memperoleh air adalah permasalahan utama yang harus dihadapi oleh petani selama musim kemarau. Meski berada di daerah dengan kondisi alam yang kurang menguntungkan, warga desa tersebut dengan bimbingan Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) mengupayakan berbagai kegiatan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Melalui Program Penganekaragaman dan Ketahanan Pangan (P2KP), warga desa mampu memanfaatkan lahan pekarangan untuk melakukan budidaya aneka buah dan sayur.

Masih terdapat beberapa kendala dalam pengembangan agrowisata di wilayah Semin dan Beji. Komoditas tanaman buah dan sayur kurang mampu tumbuh secara optimal selama musim kemarau. Meskipun tanaman buah naga termasuk tanaman kaktus yang tahan kekeringan, kondisi kekurangan air akan menyebabkan tanaman ini menjadi sukar berbuah. Tanaman buah naga membutuhkan pengairan yang rutin untuk membantu proses fisiologis tanaman pada masa pertumbuhan. Pada musim penghujan dengan tingkat curah hujan tinggi,

penyiraman tanaman kadang tidak diperlukan. Pada saat musim kemarau, terutama pada masa vegetatif (masa tumbuhnya akar dan cabang), penyiraman harus dilakukan 3 s/d 4 hari sekali untuk menjaga ketersediaan air. Kekurangan air pada masa vegetatif dapat menyebabkan tanaman layu dan malas bertunas.

Penggunaan air sumur untuk keperluan irigasi memang masih belum lazim digunakan pada pertanian di Indonesia karena alasan ekonomis, di mana biaya yang terlalu besar untuk kebutuhan energi jika diperhitungkan ke dalam harga produk akan mengakibatkan harga jual yang terlalu tinggi. Sebaliknya jika tidak dikalkulasi sebagai komponen biaya produksi, maka petani akan merugi. Sehingga penggunaan sumber energi terbarukan untuk mengangkat air untuk keperluan irigasi tersebut diharapkan bisa memberikan wawasan bagi petani untuk secara sistematis memanfaatkan potensi air yang tersedia untuk irigasi pengembangan budidaya tanaman hortikultura di lahan kering.

Cara pemberian air yang umum dipakai warga dilakukan dengan mengalirkan air dari sumur artesis ataupun sumber air lainnya yang masih tersedia. Selanjutnya air tersebut disimpan dalam bak penampungan untuk disiramkan pada tanaman di seluruh lahan. Volume air yang dibutuhkan terbatas dengan debit tidak terlalu besar, sehingga penggunaan air untuk penyiraman ini harus berbagi dengan penggunaan air untuk kebutuhan sehari-

hari warga. Kegiatan penyiraman menunjukkan bahwa usaha tani yang dilakukan warga sangat intensif. Pada lahan yang lebih luas dengan radius penyiraman yang lebih jauh, seperti misalnya kebun milik Kelompok Tani, dibutuhkan tenaga kerja dan usaha yang lebih keras untuk melakukan penyiraman tanaman. Penyiraman tanaman dilakukan secara bergiliran oleh tiap anggota dengan frekuensi 2 s/d 3 kali seminggu.

### LANDASAN TEORI

Penggunaan sumber energi terbarukan dalam sistem irigasi pertanian sudah banyak diterapkan di negara maju. Aplikasi sumber energi alternatif dalam pertanian membantu menekan penggunaan bahan baku fosil dan mengurangi emisi gas buang secara signifikan (Bueno and Carta, 2005). Sumber energi terbarukan (seperti angin, air, sinar surya) tersedia bebas di alam, pemanfaatan sumber energi tersebut tidak membutuhkan biaya rutin, karena penggunaan yang habis pakai atau biaya berlangganan. Sumber energi terbarukan dari turbin angin, misalnya, telah dimanfaatkan untuk menghilangkan ketergantungan terhadap pengadaan bahan bakar fosil (Bueno and Carta, 2006).

Pemanfaatan angin sebagai sumber energi merupakan prinsip kerja yang mengubah gerakan kinetik angin menjadi gerakan mekanik turbin (Islam, Ting et al. 2008) yang bisa digunakan untuk memutar poros alternator. Alternator tersebut akan

membangkitkan listrik yang secara langsung digunakan untuk menggerakkan pompa air.

Sumber energi terbarukan lain yang banyak digunakan adalah tenaga surya. Meskipun teknologi sel surya masih dinilai cukup mahal untuk mencukupi kebutuhan listrik berdaya besar, dengan berkembangnya teknologi pompa air berkapasitas tinggi kebutuhan sel surya bisa ditekan. Konsekuensinya, investasi sistem pompa tenaga surya bisa semakin kecil. Teknologi irigasi tenaga surya mengkonversi radiasi matahari menjadi listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa air (Xu, Liu et al. 2013).

Dengan permasalahan tersebut, maka perlu dikembangkan sistem pompa air bertenaga *hybrid* untuk keperluan irigasi tanaman buah di Kelurahan Beji Kecamatan Nguntoronadi Kabupaten Wonogiri.

### METODE PELAKSANAAN

Teknologi yang digunakan dalam kegiatan ini adalah memanfaatkan angin sebagai sumber energi merupakan prinsip kerja yang mengubah gerakan kinetik angin menjadi gerakan mekanik turbin (Islam, Ting et al. 2008) yang bisa digunakan untuk memutar poros alternator. Alternator tersebut akan membangkitkan listrik yang bisa secara langsung digunakan untuk menggerakkan pompa air. Sumber energi terbarukan lain yang banyak digunakan adalah tenaga surya. Solar panel adalah alat yang digunakan untuk mengubah radiasi

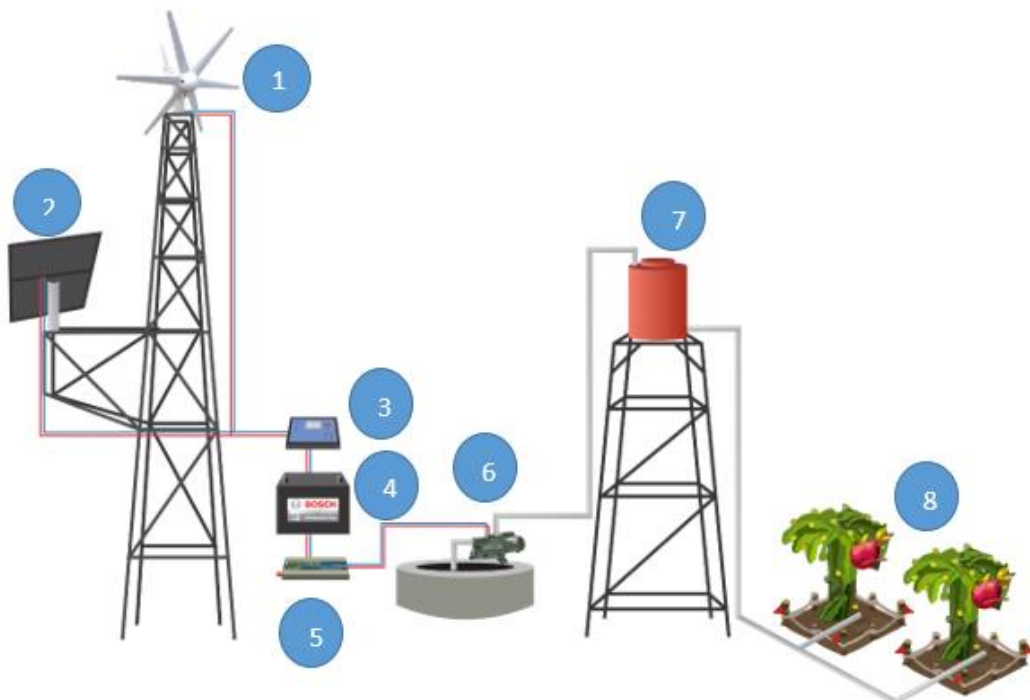
matahari menjadi energi listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa.

Kedua sumber energi listrik tersebut di *hybrid* untuk menggerakkan pompa yang nantinya dapat memompa air dari sumber yang nantinya untuk sistem irigasi tetes di BPP (Balai Penyuluhan Pertanian) Lingkungan Beji, Nguntoronadi.

Teknologi irigasi tetes yang digunakan adalah pemanfaatan turbin angin dan solar panel *hybrid* sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan pompa yang nantinya dapat memompa air ke tandon air yang nantinya dapat digunakan sebagai sistem irigasi tetes. Skema kerja teknologi sistem irigasi tetes dapat dilihat pada gambar 1.

Cara kerja dari teknologi sistem irigasi tetes adalah turbin angin menghasilkan listrik dengan mengubah gerak mekanik dari alternator yang

digerakkan oleh energi gerak angin dan solar panel menghasilkan listrik dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari. Kedua sumber energi terbarukan tersebut dijadikan satu dengan nama turbin angin-solar panel *hybrid*. Hasil listrik dari turbin angin-solar panel *hybrid* masuk ke dalam baterai yang dikontrol oleh kontroler *hybrid*. Baterai yang berfungsi untuk menyimpan arus listrik DC dari turbin angin solar panel *hybrid* harus diubah menjadi arus listrik AC dengan bantuan inverter. Arus listrik AC digunakan sebagai sumber energi pompa air yang nantinya memompa air dari sumber air ke dalam tandon penampungan. Air di dalam tandon penampungan akan mengalirkan air untuk instalasi sistem irigasi tetes. Sistem irigasi tetes bekerja dengan otomatis dan sistem kerjanya meneteskan air langsung ke tanaman dengan alat *drip*.

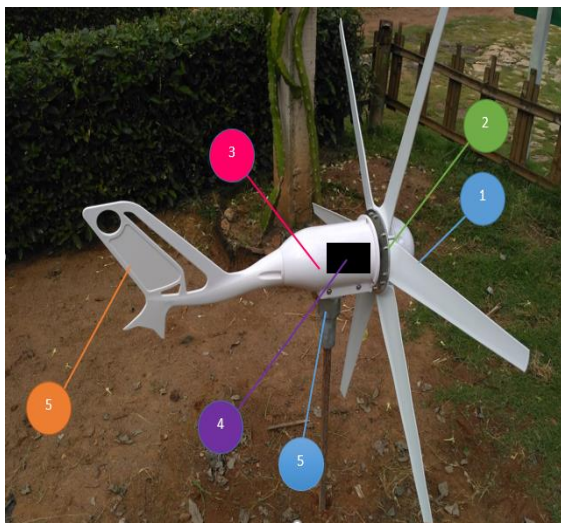


Gambar 1. Skema Kerja Teknologi Irigasi Tetes

Komponen-komponen yang digunakan dalam teknologi sistem irigasi tetes adalah:

1. Turbin angin
2. Solar panel
3. Controller
4. Baterai
5. Inverter
6. Pompa air
7. Tandon air
8. Instalasi irigasi tetes

Turbin angin sebagai pengkonversi energi angin terdiri dari beberapa bagian utama dengan fungsi yang berbeda dan saling melengkapi. Turbin angin yang digunakan menghasilkan daya hingga 300 Watt.



Gambar 2. Komponen-komponen turbin angin

Keterangan Gambar :

1. Sudu-sudu, berfungsi sebagai penangkap energi potensial yang terdapat pada angin.
2. Hub, merupakan kedudukan dari rotor (*blade* dan jari-jari *blade*) dan

*Danar Susilo Wijayanto, Indah Widiastuti* menghubungkan putaran ke mekanisme poros yang di belakangnya.

3. *Chasing* (Penutup), berfungsi sebagai pelindung dan juga sebagai penambah estetika dari turbin angin.
4. Generator, berfungsi sebagai pembangkit energi listrik.
5. Ekor, berfungsi menyesuaikan arah kedudukan sudu terhadap arah datangnya sumber angin.
6. *Bearing* atau bantalan berfungsi sebagai penunpu poros supaya dapat berputar dengan baik.

Panel Surya (*Photovoltaic*) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. *Photovoltaic* dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Panel surya yang digunakan berkapasitas 120W.



Gambar 3. Solar Panel

*Controller Hybrid* adalah *charger* baterai yang disuplai dari turbin angin panel surya *hybrid*. Perangkat elektronik ini berfungsi untuk mengatur arus dari turbin angin panel surya *hybrid* ke dalam baterai. Perangkat ini memiliki fitur yang lengkap dan pengoperasian yang mudah dengan satu potensiometer untuk pengaturan

tegangan mengambang/*floating voltage*, dan kompensasi suhu ruang otomatis, sehingga masa pakai baterai akan lebih lama.



Gambar 4. *Controller Hybrid*

Baterai merupakan suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi energi kimia dan saat pengeluaran energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai yang digunakan adalah baterai aki yang berfungsi untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* dan dimanfaatkan kembali untuk menyalakan pompa air.



Gambar 5. Baterai

Inverter adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik

bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, accu, panel surya /*solar cell* menjadi AC. Tujuan dasar sistem inverter panel surya adalah untuk mengubah listrik arus searah dari modul PV (saat terhubung dengan utilitas grid) dan baterai (berdiri sendiri atau diikat dengan baterai cadangan) untuk listrik arus *alternating*, dan untuk daya beban arus bolak balik dari 12V DC ke 220V AC seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Inverter

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi *hybrid* menggabungkan turbin tenaga angin dan sel surya untuk memberikan pasokan listrik kepada pompa yang mengangkat air dengan Total Dynamic Head (TDH) 12 meter. Sistem hibrid turbin angin dan solar sel mampu menghidupkan pompa air, sehingga pompa bisa mengalirkan air dari sumur ke tandon air. Lingkungan desa Beji dengan ketinggian 150 m dari permukaan air laut memungkinkan kecepatan angin dan sinar matahari yang efektif, sehingga sangat mendukung untuk diterapkan sistem hibrid turbin angin dan solar panel. Berdasarkan data awal pengukuran kecepatan angin, kecepatan angin di desa Beji rata-rata 3 m/s. Kecepatan angin ini memungkinkan

untuk memutar turbin angin. Sistem hibrid mampu menghasilkan debit air yang masuk ke dalam tandon sebesar 11.62 liter/menit, sehingga tandon air dengan kapasitas 500 liter terisi penuh air dalam waktu 43 menit.

Irigasi tetes merupakan cara pemberian air dengan jalan meneteskan air melalui pipa-pipa di sekitar tanaman atau sepanjang deretan tanaman. Hanya sebagian dari daerah perakaran yang terbasahi, tetapi seluruh air yang ditambahkan dapat diserap cepat pada keadaan kelembaban tanah yang rendah. Jadi keuntungan cara ini adalah penggunaan air irigasi yang sangat efisien (Hakim dkk, 2005). Sifat dan jenis tanah yang diperhatikan adalah kedalaman tanah, tekstur tanah, permeabilitas tanah dan kapasitas penyimpanan air (James, 1993).



Gambar 7. Irigasi Tetes

Pemberian air yang ideal adalah sejumlah air yang dapat membasahkan tanah di seluruh daerah perakaran sampai keadaan kapasitas lapang. Jika air diberikan berlebihan mengakibatkan penggenangan di tempat-tempat tertentu yang memperburuk aerasi tanah. Pedoman umum tentang

waktu pemberian air adalah sekitar 60% air yang tersedia di tanah (Hakim dkk, 2005).

Tujuan irigasi tetes adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tanpa harus membasahi keseluruhan lahan, sehingga dapat mereduksi kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan, pemakaian air lebih efisien, mengurangi limpasan, serta menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma (Hansen, 1986).

Komponen-komponen yang digunakan untuk instalasi sistem irigasi tetes yaitu :

1. Tandon Air

Tandon air adalah alat yang digunakan untuk menampung air yang nantinya untuk mengalirkan air ke instalasi pipa-pipa irigasi tetes. Tandon air harus ditempatkan di tempat yang lebih tinggi dari instalasi irigasi tetes agar aliran air besar dan nantinya mampu menyirami tanaman yang jaraknya jauh.



Gambar 8. Tandon Air

## 2. Instalasi Pipa

Instalasi pipa adalah rangkaian pipa yang dipasang untuk mengalirkan air langsung dari tandon ke tanaman untuk irigasi tetes. Instalasi pipa yang digunakan untuk irigasi tetes ada 2 yaitu pipa utama dan pipa kapiler. Pipa utama adalah pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari tandon air lalu ke pipa kapiler. Pipa kapiler adalah pipa yang digunakan untuk mengalirkan air langsung dari pipa utama ke *dripper* tanaman.



Gambar 9. Instalasi Pipa

## 3. *Dripper* (alat tetes)

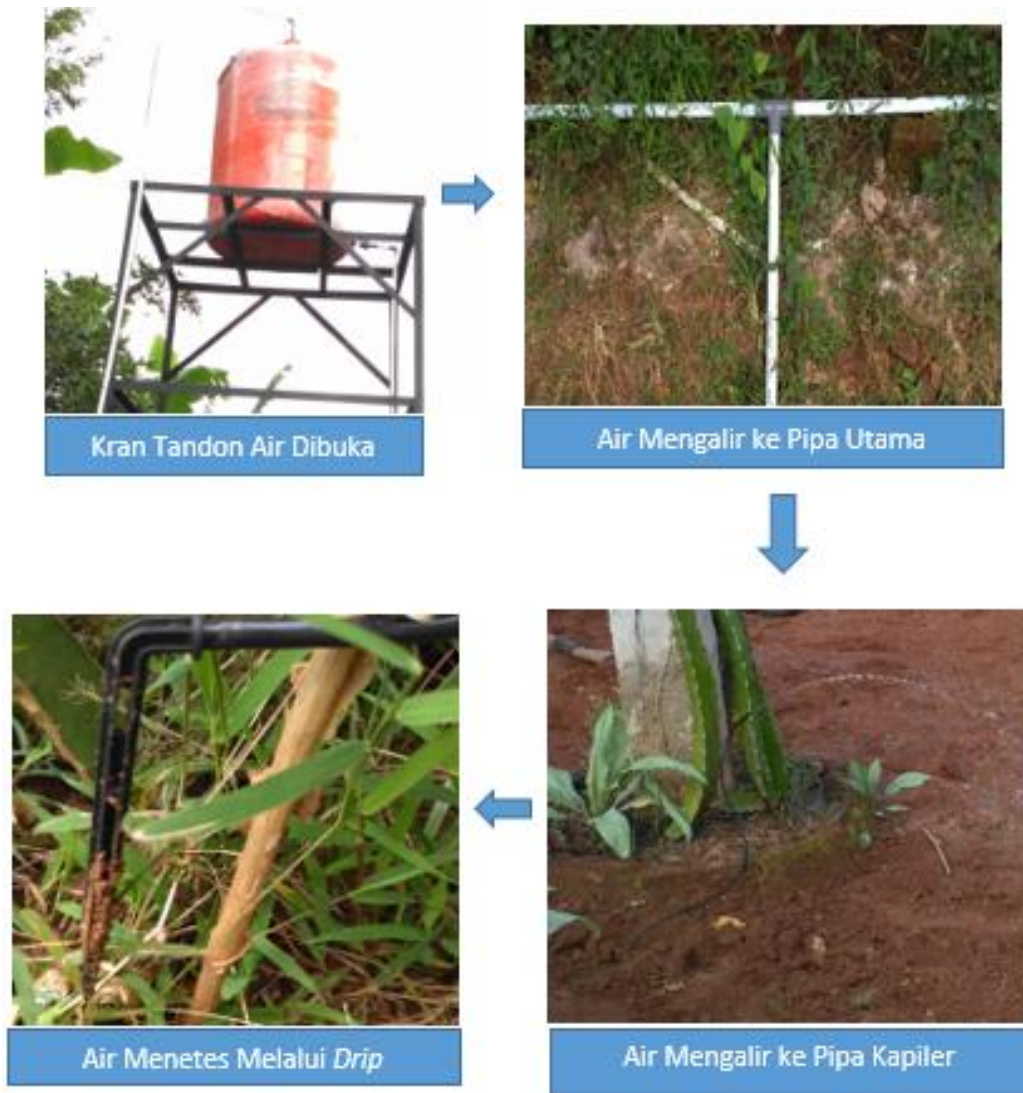
*Dripper* adalah alat yang digunakan untuk meneteskan air langsung ke dalam akar tanaman. *Dripper* dipasang atau dimasukkan pada pipa kapiler dan langsung ditancapkan ke dalam tanah yang dekat dengan akar tanaman.



Gambar 10. *Dripper*

Mekanisme sistem irigasi tetes adalah saat stop kran pada tandon air dibuka air akan mengalir ke instalasi pipa. Air mengalir pada pipa utama lalu air dialirkan ke pipa-pipa kapiler yang terdapat pada setiap tanaman. Pipa-pipa kapiler dipasang *dripper* (alat tetes) untuk meneteskan air ke dalam akar secara langsung. Pengaturan untuk mekanisme sistem irigasi tetes ini dengan kita mengatur stop kran yang dipasang pada pipa utama tertentu untuk mengatur arah penyiraman dan untuk mengatur kapasitas air untuk penyiraman tanaman.





Gambar 11. Mekanisme Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes memiliki kelebihan dibandingkan sistem irigasi lainnya antara lain (Keller dan Bliesner, 1990) :

1. Efisiensi irigasi tetes relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sistem irigasi lain. Pemberian air dilakukan dengan kecepatan yang telah ditentukan, dan hanya dilakukan di daerah perakaran tanaman, sehingga mengurangi penetrasi air yang berlebihan, evaporasi dan limpasan permukaan.
2. Mencegah timbulnya penyakit *leaf burn* (daun terbakar) pada tanaman tertentu, karena hanya daerah perakaran yang dibasahi, sedangkan bagian tanaman lain dibiarkan dalam kondisi kering.
3. Mengurangi terjadinya hama penyakit tanaman dan timbulnya gulma yang disebabkan kondisi tanah yang terlalu basah, karena sistem irigasi tetes hanya membasahi daerah perakaran tanaman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sistem *hybrid* dapat disimpulkan bahwa sistem *hybrid* turbin angin dan solar sel mampu menghidupkan pompa air, sehingga pompa bisa mengalirkan air dari umur ke tandon air. Sistem irigasi tetes dari tandon ke tanaman buah naga menyebabkan tanaman selalu lembab, sehingga mengurangi resiko kekeringan dan penyakit tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bueno, C. and J. A. Carta (2005). "*Technical Economic Analysis of Wind-Powered Pumped Hydrostorage Systems. Part II Model Application to the Island of El Hierro.*" Solar Energy 78: 9.
- Bueno, C. and J. A. Carta (2006). "*Wind Powered Pumped Hydro Storage Systems, a means of Increasing the Penetration of Renewable Energy in the Canary Islands.*" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 10 (4): 312-340.
- Hakim, N; Muhammad, Y.N; dan A.N Lubis; dkk., (1986) *Dasar - Dasar Ilmu Tanah*. Lampung : Unila Press.
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen., dan Glen, E.S., (1986) *Dasar - Dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta : Erlangga.
- Islam, M., et al. (2008). "*Aerodynamic Models for Darrieus-type Straight-Bladed Vertical Axis Wind Turbines.*" Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 (4): 1087-1109.
- Keller. J and R.D. Bliesner., (1990) *Sprinkle and Trickle Irrigation*. Publishing by Van Nostrand Reinhold. New York.
- Xu, H., et al. (2013). "*Feasibility Analysis of Solar Irrigation System for Pastures Conservation in a Demonstration Area in Inner Mongolia.*" *Applied Energy* 112: 697-702.