

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN HIDROPONIK MENGUNAKAN TENAGA SURYA

Fitria Hidayanti^{1*}

¹Fakultas Teknik dan Sains, Program Studi Teknik Fisika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia

Email: ¹fitriahidayanti@gmail.com

(* : penulis korespondensi)

Abstract

Electricity is highly essential in hydroponic agriculture. To enhance the productivity of hydroponic plants, LED grow lights are used to provide illumination during the nighttime. This electrical energy is utilized for the circulation pump of the plant's nutrients and to power the LED grow lights. To address this, the approach taken is to harness solar energy and convert it into electrical energy. This conversion of solar energy into electrical energy is known as photovoltaic, which involves the use of solar cells as the device. The hydroponic system employed in this research is the Deep Flow Technique (DFT) hydroponic system. The circulation pump operates every hour for 10 minutes, while the LED grow lights are turned on from 20:00 to 24:00. On average, the plants grow approximately 0.8 to 1.5 cm per day, and the leaves grow around 1 to 2 strands per day. The total daily electricity requirement for the circulation pump amounts to 36.4 watt-hours.

Key words: Hydroponics, Solar Cells, Deep Flow Technique, Led Grow Light, Photovoltaic.

Abstrak

Energi listrik sangat dibutuhkan dalam pertanian secara hidroponik. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik digunakan *led grow light* untuk membantu penyinaran pada malam hari. Dimana energi listrik ini digunakan untuk pompa sirkulasi nutrisi tanaman dan menyalakan lampu *led grow light*. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan yang dilakukan adalah memanfaatkan energi matahari dengan mengubahnya menjadi energi listrik. Konversi energi surya menjadi energi listrik ini dikenal dengan istilah *Photovoltaic* dengan menggunakan *device* berupa sel surya. Sistem hidroponik yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*). Pompa sirkulasi akan aktif setiap 1 jam sekali selama 10 menit sedangkan lampu *led grow light* akan menyala pukul 20.00 - 24.00. Pertumbuhan tanaman per hari rata-rata sekitar 0,8 - 1,5 cm dan pertumbuhan daun 1 - 2 helai per hari. Total kebutuhan listrik per hari yang dibutuhkan oleh pompa sirkulasi sebesar 36,4 watt jam.

Kata kunci: Hidroponik, Sel Surya, Deep Flow Technique, Led Grow Light, Photovoltaic.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik sangat dibutuhkan dalam pertanian secara hidroponik. Untuk wilayah yang tidak dialiri sumber energi listrik ini menjadi penghambat dalam pengembangan pola pertanian hidroponik dimana energi listrik ini digunakan untuk pompa sirkulasi nutrisi tanaman.

Pemenuhan kebutuhan listrik dalam skala besar menjadi tanggung jawab pemerintah. Sebagai individu, kita hanya

bisa berkontribusi pada pemenuhan kebutuhan listrik dalam skala kecil. Pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia masih sangat terbatas. Dalam *Statistic Review of World Energy 2018* dinyatakan bahwa konsumsi energi terbarukan di Indonesia masing masing sangat kurang yaitu hanya 4,3 % pada tahun 2017 naik 0,7 % dibandingkan dengan konsumsi tahun 2016. Pemerintah saat ini sedang menggalakkan penggunaan energi baru dan



terbarukan yang potensinya sangat besar di Indonesia. Salah satu energi terbarukan yang harus dimanfaatkan adalah energi surya mengingat jumlah energi matahari yang diterima oleh permukaan bumi sekitar 3×10^{24} joule per tahun. Energi ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Bila dikalkulasikan, jumlah ini adalah 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia untuk saat ini. Meskipun demikian, penggunaan energi listrik di Indonesia belum merata terlebih untuk Indonesia bagian timur.

Untuk memanfaatkan energi surya, *device* yang diperlukan adalah sel surya. Ada dua jenis sel surya yang umum digunakan yaitu monokrystalin dan sel surya polikrystalin dimana keduanya memiliki efisiensi yang berbeda.

Beberapa penelitian terkait mengenai sistem hidroponik tenaga surya diantaranya: Pemberian Larutan Hara untuk Budidaya Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) Menggunakan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan hara terhadap pertumbuhan dan hasil akar wangi. *Development of Aquaponic Sytem Using Solar Powered Control Pump*, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem aquaponic menggunakan *solar panel* untuk mengontrol pompa air dan udara berdasarkan *Peripheral Interface Controller* (PIC). *Automation System Hydroponic Using Smart Solar Power Plant Unit*. Pada penelitian ini sistem tanam hydroponic dikontrol dan di monitor menggunakan *wireless communication*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

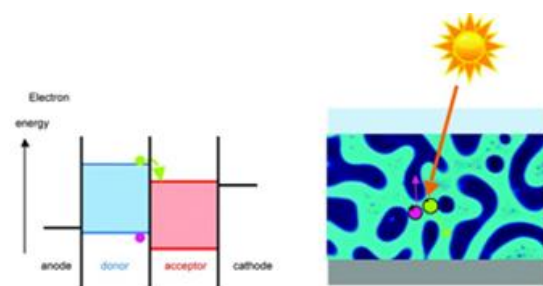
2.1 Mekanisme Efek *Photovoltaic*

Mekanisme fisis konversi foton menjadi arus listrik melalui beberapa tahapan yaitu:

- Serapan foton. Foton yang mengenai divais haruslah diserap secara maksimal, sehingga material yang digunakan harus transparan dan memiliki koefisien refleksi sangat kecil.
- Pembentukan *exiton*. *Exiton* terbentuk

pada bahan aktif sel surya setelah menyerap foton.

- Difusi dan migrasi *exiton*: *exiton* yang terbentuk akan bergerak sepanjang material melalui difusi dan melakukan migrasi.
- Disosiasi *exiton*. *Exiton* akan berdisosiasi menjadi pasangan *hole* dan elektron.
- Transport muatan. Elektron dan *hole* yang telah terdisosiasi akan bergerak menuju elektroda (logam) yang sesuai. Elektron akan menuju elektroda yang mempunyai fungsi kerja yang lebih rendah dan *hole* menuju elektroda dengan fungsi kerja yang lebih tinggi.
- Pengumpulan muatan. Elektron dan *hole* yang dapat mencapai elektroda akan menimbulkan arus foto.

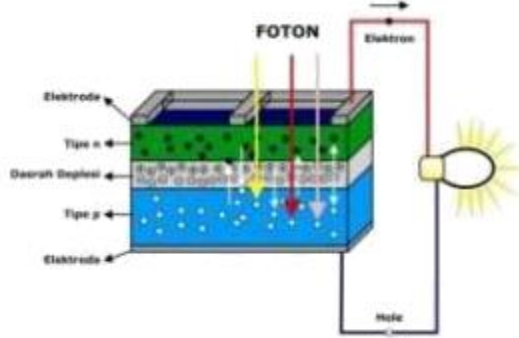


Gambar 2.1 Pergerakan Foton

2.2 Sel Surya

Elektron adalah partikel bermuatan yang mampu dipengaruhi oleh medan listrik. Kehadiran medan listrik pada elektron dapat mengakibatkan elektron bergerak. Hal inilah yang dilakukan pada sel surya sambungan p-n, yaitu dengan menghasilkan medan listrik pada sambungan p-n agar elektron dapat mengalir akibat kehadiran medan listrik tersebut. Ketika semikonduktor sambungan p-n disinari maka akan terjadi pelepasan elektron dan *hole* pada semikonduktor. Lepasnya pembawa muatan tersebut mengakibatkan penambahan kuat medan listrik di daerah deplesi. Adanya kelebihan muatan ini akan mengakibatkan muatan bergerak karena adanya medan listrik pada daerah deplesi. Pada keadaan ini, arus *drift* lebih besar daripada arus difusi sehingga secara keseluruhan dihasilkan arus berupa arus

drift, yaitu arus yang dihasilkan karena kemunculan medan listrik. Arus inilah yang kemudian dimanfaatkan oleh sel surya sambungan p-n sebagai arus listrik.



Gambar 2.2 Divais Fotovoltaik Berbasis p-n Semikonduktor

Peristiwa terlepasnya elektron dan terbentuknya *hole* ketika semikonduktor sambungan p-n disinari cahaya dan diagram energi semikonduktor sambungan p-n ditunjukkan pada Gambar 2.2.

2.1 Sistem Hidroponik

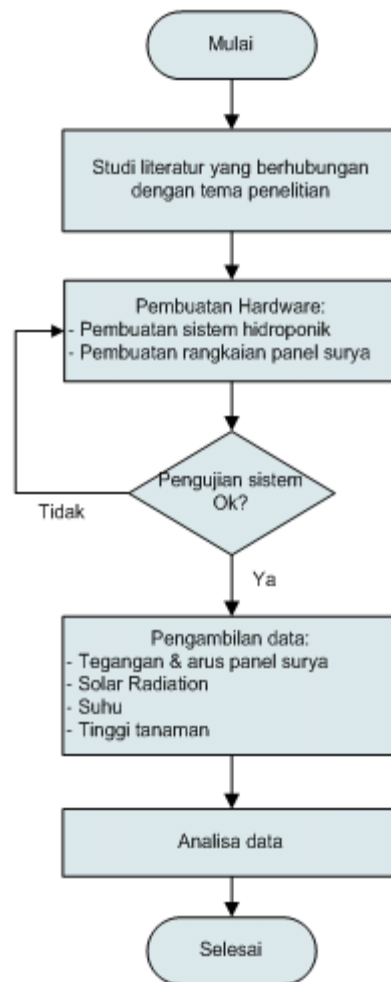
Hidroponik adalah budidaya tanaman dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman.

Beberapa metode tanam hidroponik yaitu:

- Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT), merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman.
- Hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT), prinsipnya hampir sama dengan NFT, hanya saja pada DFT talang dipasang datar dan larutan hara yang dialirkan memiliki ketinggian 8cm.
- Hidroponik *ebb and flow*, dimana tanaman ditempatkan pada sebuah tempat yang berisi media tanam, nutrisi akan diberikan berseling antara dialirkan dengan tidak dialirkan (dengan batas waktu maksimal tidak dialiri larutan selama 10 menit).

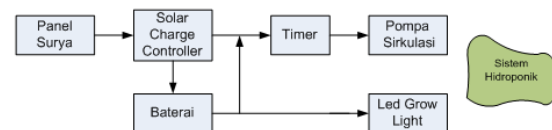
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian Perancangan Sistem Hidroponik Tenaga Surya digambarkan dalam flowchart berikut ini:



Gambar 3.1. Flowchart Perancangan sistem hidroponik tenaga surya

Skema perancangan sistem hidroponik tenaga surya ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Skema Perancangan Sistem Hidroponik Tenaga Surya

Data yang diambil adalah data tegangan, arus, suhu, solar radiation dan tinggi tanaman. Pengambilan data dilakukan mulai pukul 07.00-18.00. Hal ini

dimaksudkan agar energi matahari yang terserap oleh sel surya memiliki intensitas maksimal serta dapat memperhatikan pertumbuhan tanaman. Penambahan komponen *led grow light* diharapkan dapat menggantikan cahaya matahari pada malam hari sehingga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman.

Pengujian hasil unjuk kerja sel surya akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara arus, tegangan dari panel surya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem Hidroponik

Pada penelitian ini menggunakan sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) dimana *tray* hidroponik dipasang mendatar. Nutrisi cairan di dalam bak penampung dipompa dan dialirkan kedalam *tray* hidroponik. *Led Grow Light* ditempatkan pada *tray* bagian atas. Lampu ini akan menyala mulai pukul 20.00 sampai pukul 24.00. sedangkan pompa sirkulasi akan aktif setiap 1 jam sekali selama 10 menit. Pertumbuhan tanaman yang disinari *led grow light* lebih cepat jika dibandingkan dengan yang tidak terkena cahaya *led grow light*, dengan rata-rata pertumbuhan 0,8 - 1,5 cm/hari dan pertumbuhan daun 1- 2 helai per hari.

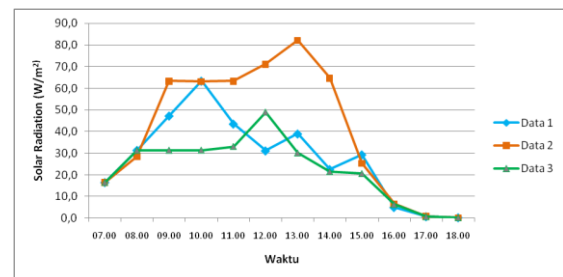


Gambar 4.1. Sistem Hidroponik

Panel surya yang digunakan adalah tipe monokristalin dengan power maksimum 10WP. Pompa sirkulasi hidroponik memiliki spesifikasi tegangan

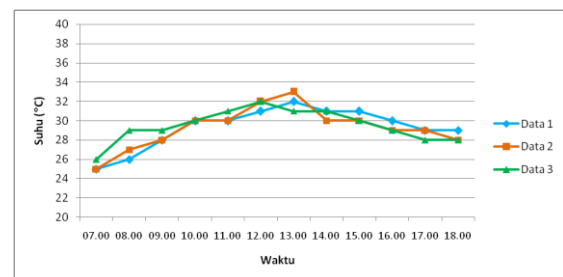
12Vdc, dengan daya 4,2 watt. Sedangkan lampu led grow light memiliki daya 7 watt.

Pengambilan data dilakukan selama tiga hari mulai pukul 07.00 - 18.00 WIB. Gambaran kondisi cuaca saat pengambilan data dapat dilihat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Solar Radiation Terhadap Waktu

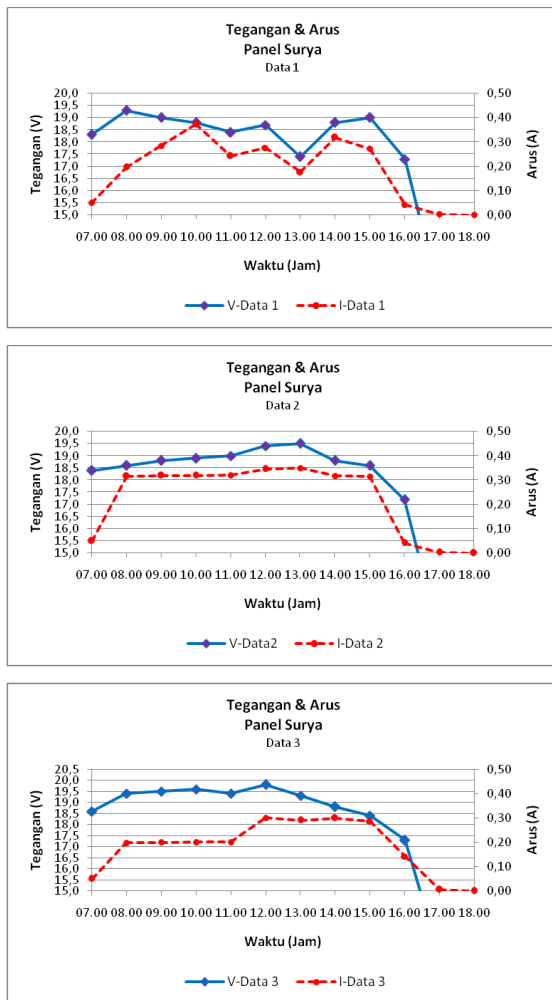
Cuaca saat pengambilan data-1 cenderung tidak stabil dimana cahaya matahari tiba-tiba redup kemudian terang kembali. Idealnya pada saat jam 12.00 saat posisi matahari tepat berada di atas dan memiliki intensitas yang besar, namun pada kondisi ini intensitasnya hanya 31,1 W/m².



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Suhu Terhadap Waktu

4.2 Pengukuran Tegangan dan Arus Panel Surya

Pada gambar 4.4 menunjukkan hubungan tegangan dan arus terhadap waktu panel surya. Tegangan maksimum data-1 = 19,3V, data-2 = 19,5V dan data-3 = 19,8V sedangkan arus maksimum data-1 = 0,37A, data-2 = 0,35A, dan data-3 = 0,30A.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Tegangan dan Arus Terhadap Waktu

4.4 Perhitungan Kebutuhan Listrik Pompa Sirkulasi

Kebutuhan listrik untuk pompa sirkulasi dapat dihitung sebagai berikut:

- a. Daya pompa = 4.2 watt
Lama penggunaan:
= 10 menit x 12 (jumlah pengambilan data)
= 120 menit
= 2 jam/hari

Kebutuhan listrik per hari:
= 4.2 watt x 2 jam
= 8,4 watt jam

- b. Daya lampu led grow light = 7 watt
Lama penggunaan:

$$= 4 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Kebutuhan listrik per hari:}$$

$$= 7 \text{ watt} \times 4 \text{ jam}$$

$$= 28 \text{ watt jam}$$

$$\text{Total kebutuhan listrik per hari:}$$

$$= 8,4 + 28 = 36,4 \text{ watt jam}$$

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem hidroponik tenaga surya telah dilakukan.
2. Pertumbuhan tanaman per hari rata-rata sekitar 0,8-1,5 cm dan pertumbuhan daun 1-2 helai per hari.
3. Kebutuhan listrik per hari untuk pompa sirkulasi dan lampu Led grow light sebesar 36,4 watt jam.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman tidak hanya pada peningkatan kinerja sistem tetapi juga pada pemilihan benih tanaman yang berkualitas.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan sistem pengontrolan pH pada larutan nutrisi tanaman untuk menjaga kestabilan pH larutan nutrisi.

REFERENSI

- [1] Becker, J., Campbell, C., Tsai, C., Zhao, Y., Lassise, M., Zhao, X., Boccard, M., Holman, Z. and Zhang, Y. (2018). Monocrystalline 1.7-eV-Bandgap MgCdTe Solar Cell With 11.2% Efficiency. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 8(2), pp.581-586.
- [2] British Petroleum Company. (2018). *Statistic Review of World Energy*. London, British Petroleum Co.
- [3] Cova, A., Freitas, F., Viana, P., Rafael, M., Azevedo Neto, A. and Soares, T. (2017). Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. *Revista Brasileira*



- de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(3), pp.150-155.
- [4] Effect of Nutrient Solution Concentration in the Second Half of Growing Period on the Growth and Postharvest Quality of Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a Deep Flow Technique System. (2017). *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 35(4).
- [5] Ikeura, H., Takahashi, H., Kobayashi, F., Sato, M. and Tamaki, M. (2017). Effects of microbubble generation methods and dissolved oxygen concentrations on growth of Japanese mustard spinach in hydroponic culture. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93(5), pp.483-490.
- [6] Islam, M., Mele, M., Choi, K. and Kang, H. (2018). Nutrient and salinity concentrations effects on quality and storability of cherry tomato fruits grown by hydroponic system. *Bragantia*, 77(2), pp.385-393.
- [7] Lee, S. and Lee, J. (2015). Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and characteristics of hydroponic food production methods. *Scientia Horticulturae*, 195, pp.206-215.
- [8] Lee, K., Min, J., Choi, J., Moon, B. and Kang, Y. (2017). Effect of In vitro Seedling Size and Different Nutrient Solutions in DFT (Deep Flow Technique) System for Good Quality Plant Production of *Polygonum multiflorum* Thunberg. *Journal of Agriculture & Life Science*, 51(1), pp.23-34.
- [9] Mohamad, N. (2013). Development of Aquaponic System using Solar Powered Control Pump. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 8(6), pp.01-06.
- [10] Resh, H. (2016). *Hydroponic Food Production*. Baton Rouge: CRC Press.
- [11] Reynolds, C., 2017, Horticulture Grow Light, USD792635S1.
- [12] Rohmatus Sa'adah, S. and Susanto, S. (2015). Pemberian Larutan Hara untuk Budidaya Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) Menggunakan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 6(2), p.75.
- [13] Seo, M., Yang, D., Kays, S., Kim, J., Woo, J. and Park, K. (2009). Effects of nutrient solution electrical conductivity and sulfur, magnesium, and phosphorus concentration on sesquiterpene lactones in hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Horticulturae*, 122(3), pp.369-374.
- [14] Siregar, S., Ike Sari, M. and Jauhari, R. (2016). Automation System Hydroponic Using Smart Solar Power Plant Unit. *Jurnal Teknologi*, 78(5-7).