

Implementasi Panel Surya Sebagai Sumber Energi pada Sistem Kendali Ph dan Level Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik

¹Fitria Hidayanti ²Mutma Innah & ²Fitri Rahmah

^{1,2,3} Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional

*E-mail Penulis**: ¹fitriahidayanti@gmail.com, ²mutma.innah215@gmail.com & ³fitri.rahmah@civitas.unas.ac.id

Abstrak

Hidroponik adalah teknik bercocok tanam dengan menggunakan media selain tanah, contohnya adalah air. Air merupakan nutrisi bagi tanaman yang disirkulasikan dengan pompa. Sirkulasi air beroperasi secara terus-menerus, untuk itu memerlukan daya listrik dalam jumlah besar, sehingga membutuhkan panel surya sebagai alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya digunakan untuk menyalakan pompa dan sistem kendali pH dan level larutan nutrisi. Panel surya diuji dengan variasi kemiringan sudut, sedangkan sistem kendali pH dan level larutan nutrisi diuji menggunakan respon waktu. Set point kendali pH yaitu 6-7 dan kendali level larutan nutrisi yaitu 18-20 cm. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, panel surya menghasilkan daya listrik terbesar 20,59 watt pada sudut 0° Pukul 12:15, sedangkan daya terkecil 2,54 watt pada sudut 30° pukul 15:00. Adapun rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengendalikan pH <6 yaitu 12 menit, sedangkan kondisi >7 yaitu 18 menit, dan waktu yang dibutuhkan untuk mengendalikan level larutan < 20 cm yaitu 1 menit. Rata-rata perhari daya listrik yang dihasilkan panel surya adalah 244,4 watt dan daya yang digunakan untuk mengoperasikan pompa hidroponik beserta sistem kendalinya yaitu 123,9 watt. Dengan demikian, panel surya yang digunakan dapat mengoperasikan sistem pengendalian pH dan level air nutrisi tanaman hidroponik sampai masa panen.

Kata Kunci: Hidroponik, Panel Surya, Kendali, pH, Level Larutan

1 Pendahuluan

Panel surya adalah modul fotovoltaik yang terdiri dari susunan sel surya yang digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik [1]. Selain itu, panel surya merupakan energi terbarukan yang sangat bermanfaat untuk kebutuhan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan listrik. salah satu contoh penerapan panel surya adalah dalam bidang pertanian yaitu pemanfaatan pada

Hidroponik adalah teknik bercocok tanam dengan menggunakan media selain tanah, namun digantikan oleh nutrisi. selain itu, penggunaan pupuk lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan tanah dan hidroponik menghasilkan produktivitas yang tinggi [2]. Hidroponik diketahui lebih efisien daripada bercocok tanam dengan media tanah. Namun, pemberian nutrisi ditambahkan pada air yang digunakan dan tanamannya di tanam di air [3]. Pemeliharaan tanaman hidroponik pun lebih mudah karena tempat budidayanya relatif bersih, media tanaman steril, tanaman terlindung dari terpaan hujan, serangan hama dan penyakit relatif kecil, serta tanaman lebih sehat dan produktivitas tinggi [4]. Untuk mendapatkan hasil tanaman yang berkualitas, perlu memperhatikan kebutuhan nutrisinya, salah satu contoh adalah pemenuhan kebutuhan pH.

pH atau derajat keasaman tanaman memiliki nilai tertentu. Apabila nilai pH tidak sesuai dengan nilai yang dibutuhkan tanaman, maka akan berakibat buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Untuk itu, dibutuhkan suatu kontrol agar nutrisi pakcoy tetap terjaga sesuai dengan nilai pH yang dibutuhkan. Namun, pada sistem hidroponik pompa harus dinyalakan

secara terus menerus. Hal ini tentu menjadi masalah, sebab daya listrik yang dibutuhkan akan lebih besar. Untuk itu, diperlukan suatu alat hemat energi, sehingga sistem hidroponik dapat beroperasi tanpa mengeluarkan biaya yang besar.

2 Teori Dasar

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah modul fotovoltaik yang terdiri dari susunan sel surya yang digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik [1]. Panel surya dapat dianalogikan sebagai *device* dengan dua terminal atau sambungan, ketika kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi sebagai dioda dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 sampai 1 volt dan arus *short-circuit* dalam skala *milliampere* per cm². Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul *solar cell*. Satu modul *solar cell* biasanya terdiri dari 28-36 *solar cell*, dan total menghasilkan tegangan DC sebesar 12 V dalam kondisi peninaran standar (*Air Mass 1.5*) [5].

2.2 Hidroponik

Hidroponik adalah teknik bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah. Media tanah dapat digantikan dengan air, arang sekam, *cocopeat*, jely, potongan kayu dan sebagainya. Namun, metode ini diperlukan suatu penambahan nutrisi, karena media yang digunakan tidak memiliki unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti yang terkandung dalam tanah. Hidroponik merupakan cara yang baik untuk mengatur tingkat nutrisi dan komposisi suatu tanaman. Hal yang perlu diatur tergantung pada jenis tanaman, tahap pertumbuhan, metode pertumbuhan, dan iklim [6].

2.3 Larutan Nutrisi

Pupuk hidroponik adalah larutan nutrisi dalam bahan kimia formulir hadir di bagian Stock A, dan solusi Stock B (A & B solusi) yang mengandung enam nutrisi penting: Nitrogen, Kalium, Sulfur, Fosfor, Kalsium dan Magnesium saat dicampur bersama [7]. Pembagian tersebut dimaksudkan agar dalam kondisi pekat tidak terjadi endapan, karena Ca jika bertemu dengan sulfat atau fosfat dalam keadaan pekat menjadi kalsium sulfat atau kalsium fosfat dan membentuk endapan [8].

2.4 Derajat Keasaman

Nutrisi yang diberikan pada tanaman erat kaitannya dengan pH air atau derajat keasaman air. Parameter pH nutrisi hidroponik sangat penting karena akan mempengaruhi ketersediaan dan penyerapan beberapa unsur atom 16 yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Ketika pH tersebut turun, maka ketersediaan unsur makro berkurang dan penyerapan nutrisi mikro dapat mencapai tingkat beracun [9]. Penurunan dan peningkatan pH larutan nutrisi dapat dilakukan melalui penambahan asam (HNO₃, H₃PO₄ atau H₂SO₄) atau penambahan basa (KOH) ke larutan nutrisi [10]. Pengaturan kadar pH pada penelitian ini dilakukan dengan menambahkan larutan asam sulfat (H₂SO₄) selanjutnya disebut pH asam agar nutrisi menjadi lebih asam. Demikian sebaliknya, digunakan larutan kalium hidroksida (KOH), selanjutnya disebut pH basa, agar nutrisi menjadi lebih basa [11].

2.5 Sensor pH

Sensor pH adalah kategori sensor kimia, karena sensor ini dapat mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen sensor pH terdiri atas elektroda pengukuran, elektroda referensi, dan transmitter. Elektroda pengukuran sensitif terhadap ion hydrogen dan menjadi kutub positif. Sedangkan elektroda referensi menjadi kutub negative. pH larutan dapat diketahui karena terdapat perbedaan tegangan antara kedua kutub. [12].

2.6 Sensor Level Ultrasonik

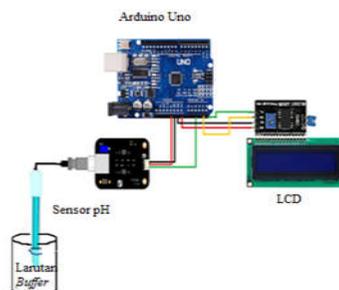
Sensor ultrasonik adalah alat yang dapat mengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik mengirimkan gelombang suara dan menerima pantulan gelombang tersebut, sehingga dapat mengukur jarak antara sensor dengan objek[13].

3 Metode Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu kalibrasi sensor, pengujian panel surya, instalasi panel surya, dan implementasi panel surya pada hidroponik.

3.1 Kalibrasi Sensor pH

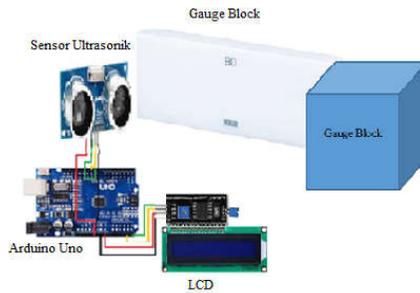
Besaran yang dikendalikan dalam penelitian ini salah satunya adalah pH. Untuk itu pengukuran pH dengan menggunakan sensor pH memerlukan kalibrasi agar nilai pH yang dihasilkan oleh alat ini sesuai dengan nilai pH yang sebenarnya. Proses kalibrasi dilakukan dengan mencelupkan pH sensor pada larutan buffer seperti gambar 1.



Gambar 1. rangkaian kalibrasi sensor pH

3.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik

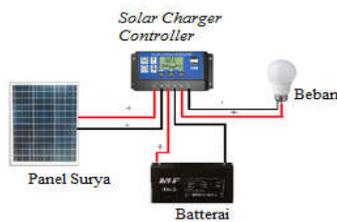
Besaran lain yang dikendalikan yaitu level larutan nutrisi dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini dikalibrasi menggunakan *gauge block*. *Gauge block* yang digunakan memiliki panjang 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Gambar 2 rangkaian kalibrasi sensor ultrasonik.



Gambar 2. rangkaian kalibrasi sensor ultrasonik

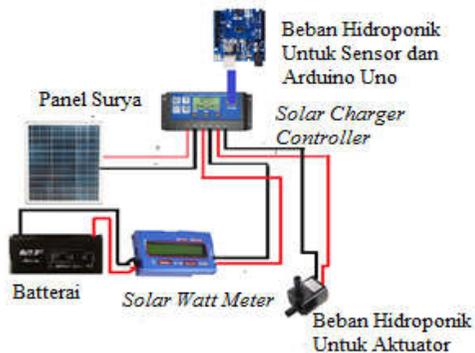
3.3 Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya yang dilakukan adalah dengan mengukur nilai tegangan dan arus yang masuk ke panel surya ketika di arahkan ke sinar matahari. Panel surya yang akan diaplikasikan di hiroponik bersifat statis. Untuk itu akan dilakukan pengujian kemiringan sudut terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh panel surya. Berikut adalah gambar skematik pengujian panel surya.



Gambar 3. skematik pengujian panel surya

3.4 Instalasi Panel Surya

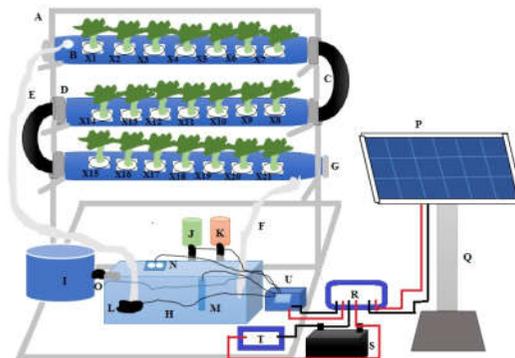


Gambar 4. instalasi panel surya

Instalasi panel surya menggunakan battrei untuk menyimpan sumber energi yang dihasilkan panel surya. *Solar charger controller* berfungsi untuk mengatur nilai tegangan yang tersimpan pada battrei, agar tidak mengalami *over charging*. Selain itu, digunakan *solar watt meter* untuk mengetahui besar nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya dan besarnya daya yang dikonsumsi oleh beban hidroponik. Gambar 4 instalasi panel surya dengan beban pompa hidroponik, arduino, dan *solenoid valve*.

3.5 Rancangan Hidroponik

Sistem hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)*. Tanaman yang menjadi objek penelitian adalah pakcoy dengan kebutuhan nutrisi pH yaitu 6-7.



Gambar 5 rancangan implementasi panel surya pada hidroponik

Keterangan Gambar :

- A : Tiang Penyangga Hidroponik
- B : Pipa / Wadah Hidroponik
- C : Elbow Penghubung Pipa
- D : Dopp Penutup Pipa Elbow
- E : Selang dari Bak Nutrisi
- F : Selang ke Bak Nutrisi
- G : Dop Penutup Pipa
- H : Bak Nutrisi Utama
- I : Bak Nutrisi Cadangan
- J : Larutan pH Asam
- K : Larutan pH Basa
- L : Pompa Hidroponik
- M : Sensor pH
- N : Sensor Ultrasonik HC-SR04
- O : *Solenoid Valve*
- P : Panel Surya
- Q : Tiang Penyangga
- R : *Solar Charger Controller*
- S : Aki
- T : *Solar Watt Meter*

U : *Box Controller*
 X1-X21 : *Tanaman*

4 Hasil dan Pembahasan

Implementasi penggunaan panel surya sebagai sumber energi untuk kendali pH dan level larutan nutrisi tanaman hidroponik diuji dalam beberapa kondisi.

4.1 Analisis Pengujian Sensor

Pengujian pertama yang dilakukan adalah melakukan kalibrasi terhadap masing-masing sensor yang digunakan. Kalibrasi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk masing-masing titik ukur. Kalibrasi sensor pH menggunakan standard ukur larutan *buffer* dengan nilai 4,01, 7,01, dan 10,01. Sedangkan kalibrasi sensor ultrasonik menggunakan standard *gauge block* yang memiliki ukuran 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Hasil kalibrasi sensor pH dan ultrasonik terdapat pada Tabel 1 dan 2 Hasil perhitungan nilai kesalahan pembacaan sensor masih berada pada batas toleransi, sehingga sensor dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur besaran fisis.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kalibrasi Sensor pH

pH Larutan <i>Buffer</i>	Hasil Kalibrasi	Koreksi (standard-alat)	(<i>Error</i>)
4,01	3,98	0,03	0,75 %
7,01	6,99	0,02	0,28 %
10,01	9,97	0,04	0,40 %

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai koreksi tertinggi pada titik ukur 10,01 sebesar 0,04 dan terendah pada titik ukur 7,01 sebesar 0,02. Adapun nilai *error* tertinggi pada titik ukur 4,01 yaitu 0,75 % dan terendah pada titik ukur 7,01 yaitu 0,28 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *error* sensor pH yang digunakan dalam penelitian ini tidak melebihi toleransi.

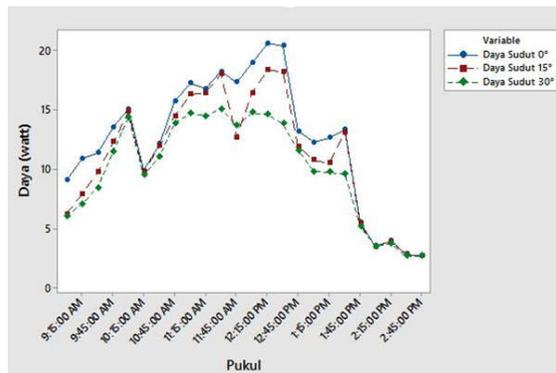
Tabel 2. Hasil Perhitungan Kalibrasi Sensor Ultrasonik

Panjang <i>Gauge Block</i> (cm)	Hasil Kalibrasi (cm)	Koreksi (standard-alat) (cm)	(<i>Error</i>)
10	10,0007	0,0007	0,007 %
20	19,9900	0,0100	0,05 %
30	29,9700	0,0300	0,40 %
40	40,0020	0,0020	0,1 %
50	50,0025	0,0025	0,005 %

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi pada titik ukur 40 cm yaitu 0,1 % dan terendah pada titik ukur 50 cm yaitu 0,005 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *error* sensor level ultrasonik yang digunakan

4.2 Analisis Pengujian Panel Surya

Komponen instalasi energi surya terdiri dari panel surya, aki, *solar charger controller*, dan kabel *jumper*. Sebelum instalasi panel surya digunakan untuk mengoperasikan sistem pengendalian dan pemantauan hidroponik yang telah dibuat, terlebih dahulu dilakukan pengujian panel surya untuk mengetahui tegangan, arus, dan daya yang diserap oleh panel surya dari jam 09:00 sampai dengan 15:00 dengan posisi sudut 0°, 15°, dan 30°. Pengambilan data dilakukan tiap 15 menit sekali.

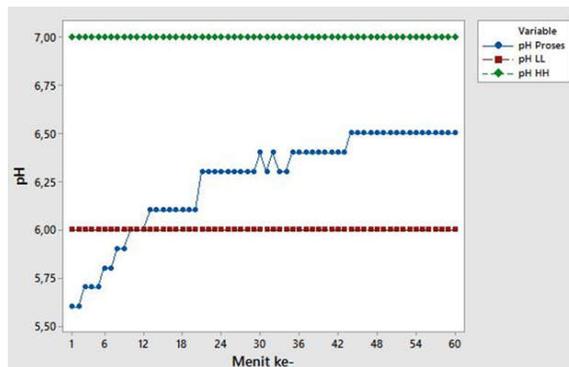


Gambar 6. hasil pengujian panel surya berdasarkan daya yang diserap

Gambar 6. adalah daya yang dihasilkan oleh panel surya tiap waktu pada posisi sudut yang berbeda-beda. Grafik hubungan antara waktu dan daya menunjukkan bahwa panel surya akan menghasilkan daya yang besar apabila diletakkan pada posisi sudut 0° (daya terbesar yaitu 20,59 watt pukul 12;15 dan terendah 2,68 watt pukul 15:00) paling kecil jika berada pada sudut 30° (daya terbesar yaitu 15,05 watt pukul 11;30 dan terendah 2,54 watt pukul 15:00).

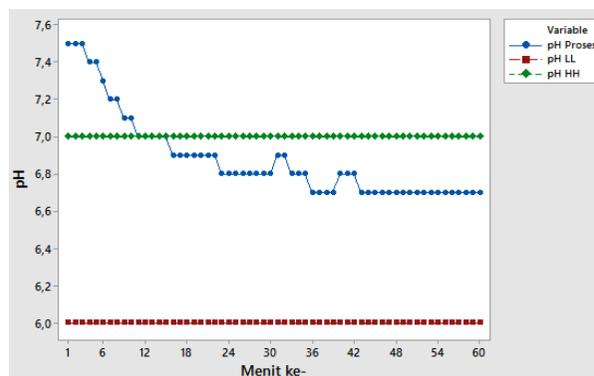
4.3 Analisis Pengujian Sistem Kendali

Analisis berikutnya adalah terhadap pengujian sistem kendali pH dan level air. Pengujian dilakukan untuk mengetahui respon waktu yang dibutuhkan oleh sistem kendali ketika sensor mendeteksi adanya parameter nilai yang tidak sesuai dengan nilai yang ditentukan. Pengujian sistem kendali parameter pH dilakukan dengan mengondisikan nilai pH pada kondisi asam, yaitu kurang dari 6 dan kondisi basa, yaitu lebih dari 7.



Gambar 7. grafik respon waktu pengendalian terhadap nilai pH asam

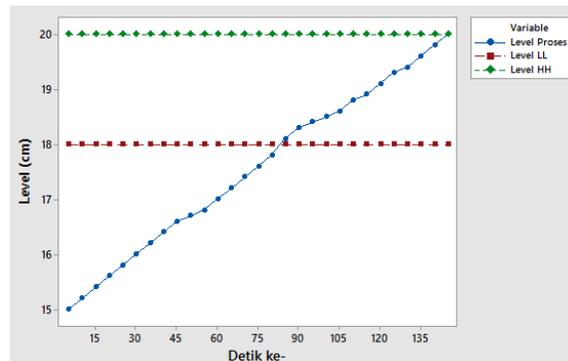
Gambar 7 menunjukkan bahwa kondisi air memiliki pH kurang dari 6 yaitu 5,6. Untuk itu, *solenoid valve* pada larutan pH up akan membuka dan mengalir ke larutan nutrisi. waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai pH yang diinginkan yaitu selama 9 menit, ketika sensor sudah mendeteksi nilai pH 6 maka *solenoid valve* otomatis akan tertutup. Nilai tertinggi yang dideteksi oleh sensor pH adalah 6,5 dan nilai tersebut masih dalam rentang nilai pH yang diinginkan, karena pH yang dibutuhkan berkisar antara 6 (pH LL) - 7 (pH HH).



Gambar 8. grafik respon waktu pengendalian terhadap nilai pH basa

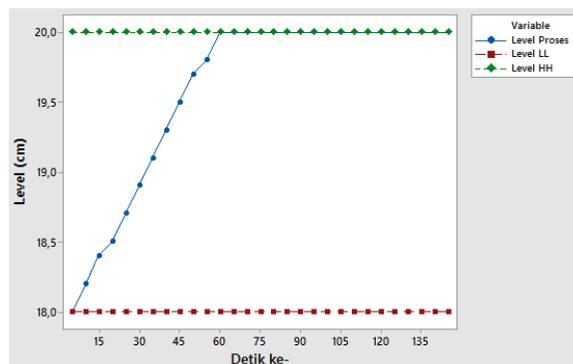
Gambar 8 menunjukkan bahwa kondisi air memiliki pH lebih dari 7. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai pH yang diinginkan yaitu selama 11 menit, ketika sensor sudah mendeteksi nilai pH 7 maka *solenoid valve* otomatis akan tertutup. Nilai terendah yang dideteksi oleh sensor pH adalah 6,7 dan nilai tersebut masih dalam rentang nilai pH yang diinginkan, karena pH yang dibutuhkan berkisar antara 6 (pH LL) - 7 (pH HH).

Pengujian sistem kontrol level air dilakukan pertiga puluh detik untuk mengamati berapa lama *solenoid valve* bekerja sampai air pada bak nutrisi utama terisi sesuai dengan batas yang ditentukan. *Solenoid valve* akan membuka otomatis ketika sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian kurang dari 18,0 cm dan akan menutup otomatis ketika sensor mendeteksi ketinggian 20,0 cm.



Gambar 9. grafik respon waktu pTerhadap nilai level larutan nutrisi awal 15 cm

Gambar 9 menunjukkan bahwa ketinggian air mula-mula yaitu 15,0 cm kemudian box nutrisi utama terisi dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian air 20,0 cm adalah 145 detik. Sedangkan pada pengujian 2 yang memiliki ketinggian awal 16,0 cm, untuk mencapai ketinggian air 20,0 cm waktu yang dibutuhkan adalah 115 detik.



Gambar 10. grafik respon waktu pTerhadap nilai level larutan nutrisi awal 18 cm

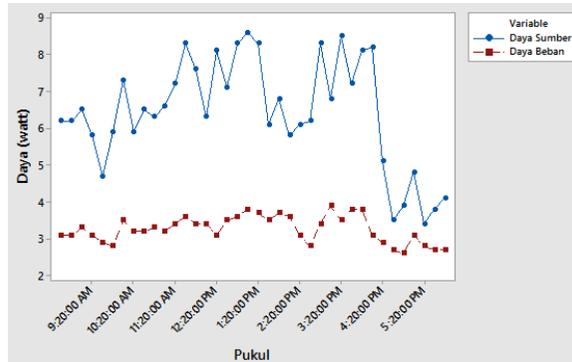
Gambar 10 adalah pengujian sistem pengendalian level air pada ketinggian awal 18,0 cm. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian 20,0 cm yaitu 65 detik.

4.4 Analisis Terhadap Penggunaan Panel Surya

Sistem pengendalian dan pemantauan parameter pH dan level air tanaman hidroponik menggunakan sumber energi dari panel surya. Beban yang digunakan pada penelitian ini yaitu, pompa hidroponik 3,6 watt, 3 buah selenoid valve masing-masing 8 watt (24 watt), dan 2 buah arduino uno 0,2 watt (0,4 watt). Dengan demikian total beban pada sistem hidroponik yaitu 28 watt. Beban yang bekerja terus-menerus yaitu pompa dan arduino uno. Untuk selenoid valve bekerja, ketika sensor mendeteksi nilai yang tidak sama dengan nilai acuan.

Adapun panel surya yang digunakan memiliki daya maksimal sebesar 50 WP dan daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh panel surya adalah 250 watt. Namun, dalam pengaplikasiannya, jumlah daya pada solar watt meter dengan pengambilan data dilakukan

pada pukul 08:35 sampai pukul 17:50 yaitu sebesar 244,4 watt, sedangkan jumlah daya yang dikonsumsi beban pada pukul 08:35 sampai pukul 17:05 adalah 123,9 watt, sehingga daya yang tersimpan di aki yaitu 120,5 watt.



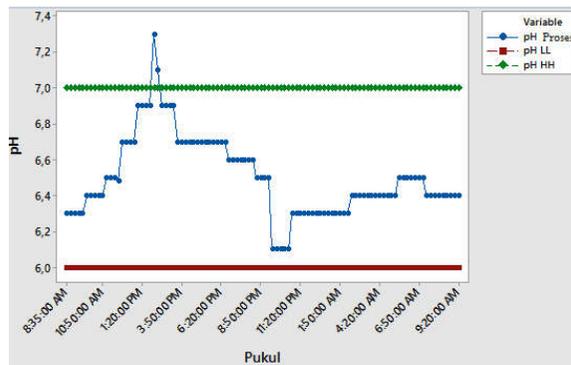
Gambar 11. perbandingan antara daya sumber dan daya beban

Gambar 11 adalah daya yang dihasilkan panel surya dan daya yang dikonsumsi oleh beban hidroponik mulai pukul 08:35 sampai pukul 17:50. Pengambilan data yang dimulai pukul tersebut mengacu kepada *solar charger controller*, yaitu setelah pukul 17:50 indikator panel surya tidak terbaca, karena panel surya tidak menerima cahaya atau dikatakan bahwa setelah pukul 17:50 kondisi sudah gelap. Pada grafik tersebut bersifat fluktuatif, yaitu bahwa daya yang dihasilkan dan dikonsumsi naik turun setiap waktu.

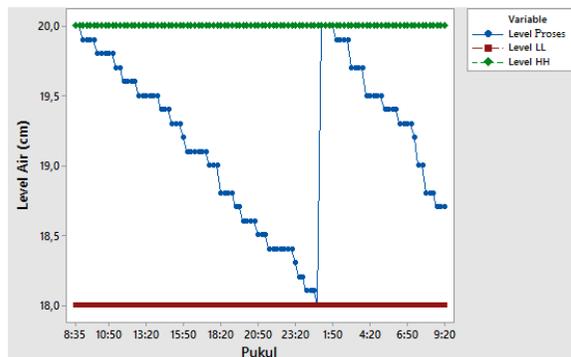
4.5 Data pH dan Level Air

Data pengukuran pH dapat dilihat pada gambar 12. Pada grafik tersebut dapat diperoleh informasi bahwa pada pukul 8:35 sampai dengan pukul 14:50 nilai pH tetap berada pada rentang nilai yang dibutuhkan tanaman pakcoy. Pada pukul 15:05 nilai pH melebihi angka 7, sehingga *solenoid valve* pada pH down secara otomatis terbuka dan larutan pH down mengalir ke bak nutrisi. dalam waktu 30 menit yaitu pada pukul 15:45 sampai seterusnya pH kembali pada rentang nilai yang dibutuhkan oleh tanaman pakcoy. Nilai pH tertinggi yaitu 7,3 pada pukul 14:05, hal ini membuktikan bahwa pada siang hari tanaman menyerap oksigen ke akar yang menyebabkan kondisi pH berubah ke arah *alkaline* (basa) dan pH terendah 6,1 pada pukul 21:35. karena pada pukul tersebut tanaman tidak mendapatkan sinar matahari yang cukup, sehingga tanaman hanya melakukan proses respirasi (pernafasan) dan pH berubah ke tingkat asam.

Gambar 13 merupakan data pemantauan level air nutrisi. pada grafik tersebut terlihat bahwa level air mengalami penurunan. Ketinggian awal yaitu 20,0 cm. Pada pukul 0:50 ketinggian air mencapai 18,0 cm dengan demikian *solenoid valve* otomatis terbuka dan mengalirkan air nutrisi ke bak nutrisi utama. Setelah 15 menit kemudian level air berada pada ketinggian 20,0 cm dan *solenoid valve* menutup secara otomatis.



Gambar 12. pengukuran pH larutan nutrisi



Gambar 13. pengukuran level larutan nutrisi

4.6 Hasil Tanaman

Implementasi panel surya sebagai sumber energi untuk kendali pH dan level air nutrisi tanaman hidroponik terbukti dapat melakukan beroperasi selama masa tanam yaitu 25 hari (sampai panen). Selain itu, pengendalian nilai pH dan level larutan nutrisi juga tetap terkendali Penerapan sistem kendali ini berakibat pada hasil pertumbuhan tanaman pakcoy yang mengalami pertumbuhan secara signifikan. Hasil pertumbuhan ditinjau dari banyaknya jumlah daun yang tumbuh setiap harinya serta ukuran panjang daunnya.

Tabel 3. Hasil Pertumbuhan Tanaman Pakcoy

Pot	Panjang Daun (cm) Hari ke-					Jumlah Daun Hari ke-				
	1	3	9	18	25	1	3	9	18	25
1	1.3	1.6	3.3	10.2	12.5	3	3	5	10	11
2	1.5	1.8	3.4	10.1	12.9	4	4	6	10	11
3	1.5	1.7	3.4	10.3	13.1	4	4	5	10	11
4	1.3	1.6	3.2	10.5	12.8	4	5	5	10	11
5	1.4	1.7	3.3	10.2	12.7	3	4	6	10	11
6	1.5	1.8	3.4	10.4	12.8	4	5	6	10	11
7	1.5	1.8	3.4	9.5	12.5	4	5	6	10	10

Tabel 3 di atas memberikan informasi bahwa pertumbuhan tanaman berdasarkan jumlah daunnya tidak homogen, sementara pemenuhan nutrisi tanaman pakcoy sudah sesuai dengan ketentuan yang ada. Ketidakhomogenan pertumbuhan jumlah daun diakibatkan oleh proses penyemaian yang tidak homogen disetiap tanaman. Selain itu, ukuran daun

mengalami pertumbuhan, ukuran daun yang tidak konstan setaip harinya, sementara pemenuhan nutrisi tanaman pakcoy sudah sesuai dengan ketentuan yang ada. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti faktor lingkungan yang tidak diikutsertakan dalam penelitian ini.

5 Kesimpulan

Adapun kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi untuk kendali pH dan level larutan nutrisi hidroponik terbukti mampu mengoperasikan semua perangkat dalam waktu 24 jam selama masa tanam.
2. Sistem kendali bekerja bekerja pada saat sensor pH mendeteksi nilai <6 maka *solenoid valve* pada pH up secara otomatis terbuka dan mengalir ke larutan nutrisi. Begitupun ketika sensor mendeteksi pH >7, maka *solenoid valve* akan membuka dan larutan pH down akan mengalir ke larutan nutrisi. *Solenoid valve* akan menutup kembali ketika sensor mendeteksi pH pada rentang 6-7. Adapun pengendalian level air bekerja ketika sensor ultrasonik mendeteksi nilai 18 cm maka *solenoid valve* akan membuka dan air nutrisi mengalir ke bak nutrisi, *solenoid valve* menutup kembali ketika sensor mendeteksi nilai 20 cm.

6 Daftar Pustaka

- [1] Singh, M dkk. 2016. "Efficient Autonomous Solar Energy Harvesting System Utilizing Dynamic Offset Feed Mirrored Parabolic Dish Integrated Solar Panel". IEEE WiSPNET 2016 conference.
- [2] Santos JD, Lopes da Silva AL, da Luz Costa J, Scheidt GN, Novak AC, Sydney EB, et al. Development of a vinasse nutritive solutions for hydroponics. *Journal of Environmental Management* 2013;114: 8-12.
- [3] Saha, S dkk. 2016. Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under soilless agricultural systems. *Annals Of Agricultural Science* 61: 181-186.
- [4] Yuvaraju, M dan Vasanthabalan. 2017. DIY Sensor Besed Control for Hydroponic Gardening. *IJESRT International Journal of Engineering Sciences and Technology*. ISSN : 2277 - 9655
- [5] Nurhadi, dkk. 2017. "Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap *Output* Tegangan *Solar Cell* Pengisi Baterai Kendaraan Listrik". *Prosiding Sentrinnov volume 3* - ISSN: 2477 - 2097.
- [6] Lee, G dkk. 2007. *Tomato Hydroponic in Korea*. Fruit Vegetable and Cereal Science and Biotechnology : Global Science Books.
- [7] Steiner AA. *Soilless Culture*. *Proceedings of the IPI 1968 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute; 1968; Florence, Italy*. p. 324-341.
- [8] Sutiyoso, S. 2004. *Meramu Pupuk Hidroponik*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- [9] Erawati, Tina. 2004 "Pengaruh Sistem Pemberian Air Mengalir Metode NFT dan DFT Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Brassica Juncca dan Efisiensi Penggunaan Air dengan Menggunakan Larutan Nutrisi Setelah Panen ke-2.", FTP Universitas Brawijaya, Malang.
- [10] Indrawati, R dkk. 2002 "Pengaruh Komposisi Media dan Kadar Nutrisi Hidroponik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)", *Vegetalika*, Vol. 1 No.3, Universitas Gajah Mada.

- [11] Pancawati, D & Yulianto, A. 2016. "Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur pH Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). Vol : 5, No. 2, Juli. ISSN: 2302-2949.
- [12] Glasoe, P. K. & Long, F. J. T. J. O. P. C. 1960. Use of glass electrodes to measure acidities in deuterium oxide1, 2. 64, 188-190.
- [13] CARULLO, A. & PARVIS, M. 2001. An ultrasonic sensor for distance measurement in automotive applications. *IEEE Sensors journal*, 1, 143.