



Pembuatan Sistem Penyedia Energi Ramah Lingkungan berbasis Cahaya Matahari untuk Sistem Penerangan dan Pengairan pada sistem Aquaponik terintegrasi IoT di Desa Citeureup

Indra Wahyudhin Fathona*, Mamat Rokhmat, Asep Suhendi

¹ Program Studi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

² *indrafathonah@telkomuniversity.ac.id, mamatrokhmat@telkomuniversity.ac.id, suhendi@telkomuniversity.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima 08 Maret 2022

Direvisi 04 April 2022

Disetujui 12 Oktober 2024

Tersedia Online 14 Oktober 2024

ABSTRAK

Pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini telah dilakukan pemanfaatan panel surya untuk kebutuhan pengairan pada tanaman hidroponik dan untuk penerangan di salah satu tempat daerah Desa Citeureup Kabupaten Bandung. Sistem yang sudah dibangun bisa memasok listrik dengan daya 155 Watt dihasilkan dari 8 solar panel 100 Wp. Baterai yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi untuk sistem ini sejumlah 6 unit sehingga dapat mempertahankan penggunaan kapasitas baterai di kisaran 50% demi menjaga umur pakai baterai lebih lama. Pemeliharaan dan pengecekan berkala dilakukan bekerja sama dengan masyarakat sekitar dan perangkat desa seperti Kepada Desa Citeureup, ketua RW, ketua Karang Taruna, Ketua Ibu PKK. Wilayah desa Citeureup sebagian besar merupakan tanah permukiman dan hanya beberapa daerah pertanian serta industri, sehingga tidak memiliki lahan yang luas untuk pertanian konvensional. Teknik Hidroponik dan aquaponic cocok diterapkan untuk lahan yang tidak terlalu luas sehingga masyarakat bisa memenuhi kebutuhan akan sayuran yang bervitamin. Keberlanjutan dari pengabdian masyarakat ini memiliki target memenuhi kebutuhan daya listrik dan juga penggunaan *Internet of Things* (IoT) sebagai pemantauan jarak jauh.

Keyword: Panel Surya, Energi listrik, Sinar Matahari, Hidroponik, Aquaponik.

Korespondensi:

Program Studi S1 Teknik Fisika, Fakultas Elektronika, Universitas Telkom)

Jl. Telekomunikasi No. 1, Terusan Buah Batu, Bandung, 40257)

Indonesia.

E-mai: indrafathonah@telkomuniversity.ac.id

ORCID ID:

Penulis Pertama: Nama Penulis Ke-1

<https://doi.org/xxx>

Page 11-19 © The Authors. Published by Directorate of Research and Community Service, Telkom University. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Desa Citeureup merupakan desa binaan dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat (abdimas) yang berada di Kecamatan Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung dan memiliki wilayah seluas 250 ha. Desa Citeureup dihuni oleh penduduk yang berjumlah 20.537 jiwa [1]. Jarak desa dari Universitas Telkom sekitar 3,4 km dengan masyarakat berada pada ekonomi kelas menengah. Sebagian warganya memiliki penghasilan yang tidak tetap dan pada masa pandemik ini menjadi lebih sulit dikarenakan adanya pembatasan kegiatan. Hal ini menjadi permasalahan masyarakat, sehingga untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari diperlukan kemandirian dalam hal pemenuhan pangan, lauk pauk, dan sayuran. Masyarakat memerlukan alternatif solusi yang bisa membantu memenuhi kebutuhan tersebut dan cocok diterapkan dengan keterbatasan yang ada di desa tersebut.

Pemenuhan kebutuhan sayuran yang segar dan bervitamin bisa dilakukan dengan menanam secara mandiri. Penanaman sayuran secara konvensional dengan lahan yang cukup luas tidak mungkin dilakukan di daerah perkotaan yang padat penduduk dan memerlukan modal yang besar. Metoda hidroponik dan aquaponic merupakan alternatif solusi untuk menanam sayuran di daerah dengan lahan sempit dan modal yang tidak terlalu tinggi. Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa membutuhkan tanah dengan lahan yang luas dan bahkan warga dapat mengaplikasikannya di halaman atau atap rumah yang terbatas [2]. Gambar 1A menunjukan foto satelit Desa Citeureup dengan keadaan pemukiman yang padat. Lahan luas untuk pertanian konvensional hampir tidak ada, dan hanya tersedia lahan dengan luas sekitar 150-200 m² yang tidak terpakai (Gambar 1B). Komunikasi dengan pihak pemerintah desa menjadi suatu langkah awal dalam pelaksanaan hidroponik di Desa Citeureup. Dengan demikian, metoda bercocok tanam secara hidroponik sangat sesuai diterapkan di Desa Citeureup untuk kemandirian pemenuhan kebutuhan sayuran.



Gambar 1. (A) Foto satelit dari Google maps Desa Citeureup, (B) Lahan sekitar 150-200 m² di RW 6 Desa Citeureup, (C) Jalan di RW 6 Desa Citeureup, (D) komunikasi dengan perangkat Desa Citeureup.

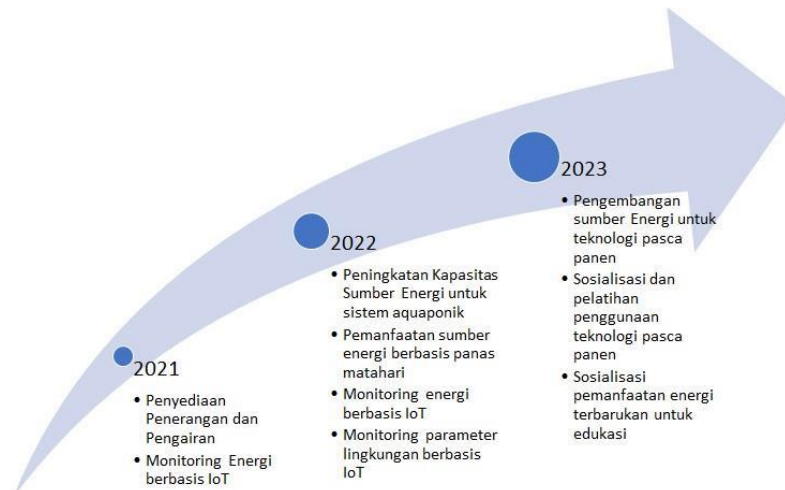
Sistem bercocok tanam dengan hidroponik memerlukan beberapa perangkat pendukung utama seperti pompa air untuk aliran, kolam perairan, dan tempat penanaman tumbuhan. Pada sistem hidroponik yang lebih maju, pengaturan pemberian nutrisi pada kolam perairan diatur secara otomatis. Parameter lingkungan kolam perairan dan lingkungan udara seperti keasaman, suhu, dan kelembaban juga dimonitoring dan dipantau untuk mengkondisikan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan tanaman [1–3][3–5]. Pada era internet of things, perangkat pendukung ini bisa dikondisikan dan dipantau melalui internet dari jarak jauh [4–9][6–11]. Peralatan pendukung ini memerlukan catu daya agar bisa berfungsi, dimana pada lahan hidroponik sangat dianjurkan menggunakan sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan seperti panel surya. Beberapa penelitian tentang pemakaian panel surya untuk sumber energi pada hidroponik telah dilakukan. Penyediaan catu daya untuk beberapa perangkat seperti pompa air berdaya rendah sampai sedang bisa didapatkan dari panel surya. Beberapa perangkat monitoring dan kontrol pun sudah dipasok dengan energi dari panel surya. Dengan demikian, penggunaan panel surya sangat membantu dalam penyediaan energi listrik untuk bercocok tanam secara hidroponik.

Dalam memenuhi kebutuhan tersebut, sebagai bagian dari sivitas akademik kampus Universitas Telkom, Prodi S1 Teknik Fisika yang di dalamnya terdapat Kelompok Keahlian Rekyasa Instrumentasi dan Energi mendukung dan menggerakkan civitas akademika yang meliputi dosen dan mahasiswa untuk mengembangkan ide dan pemikiran dalam rangka menerapkan teknologi Mandiri Pangan, Ekonomi, dan Energi berbasis 4.0. Dukungan tersebut mendorong tim civitas akademika untuk membuat suatu kerangka kerja global selama 3 tahun dengan tema Civitas Akademika Teknik Fisika Bersama Masyarakat Desa Citeureup untuk Mandiri Pangan, Ekonomi, dan Energi berbasis Internet of Thing (IoT). Pada tahap pertama di tahun pertama pelaksanaan, kami membangun sistem panel surya untuk penyediaan energi listrik pada sistem hidroponik. Sistem yang dibangun telah digunakan untuk memasok kebutuhan daya sebesar 155 W.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat didanai dari skema *Community Service Engagement* (CSE) dengan kurun waktu 3 tahun. Kegiatan yang diawali dengan peninjauan dan diskusi mengenai masalah dan solusinya telah dilakukan. Diskusi dilakukan antara perwakilan Tim CSE dan perwakilan aparat setempat. Ketua RW, kepemudaan dan Pengurus PKK menjadi perwakilan masyarakat yang hadir. Kesepakatan telah dicapai untuk membantu menyelesaikan permasalahan pemenuhan sayuran dengan solusi penanaman mandiri menggunakan metode hidroponik. Kegiatan dilaksanakan pada hari Sabtu tanggal 3 April 2021 berlokasi di RW 06 desa Citeureup. Kemudian metode yang telah dilaksanakan pada kegiatan ini berupa metode pembuatan dan penyediaan fasilitas peningkatan sumber energi listrik berbasis cahaya matahari untuk sistem penerangan dan

pengairan pada sistem hidroponik yang sudah diinisiasi pada program PHP2D dan Inovillage 2020. Peta jalan untuk program CSE ini ditunjukkan pada gambar 2. Target pada tahun pertama (2021) yang telah dilaksanakan adalah penyediaan sumber listrik dari solar panel untuk penerangan dan pengairan (sirkulasi). Peningkatan sumber energi dan pemantauan parameter lingkungan dengan IoT akan dilaksanakan pada tahun ke 2 (2022). Selanjutnya adalah pengembangan sumber energi untuk kegiatan pasca panen, sosialisasi penggunaan dan pemanfaatan sumber energi untuk keperluan pasca panen akan dilakukan pada tahun ke 3 (2023).



Gambar 2. Peta jalan abdimas skema CSE.

Perhitungan pengandaan bahan dan instalasi sistem termasuk peningkatan daya dari sistem yang sudah ada telah dilakukan. Sistem yang telah dibangun mampu memasok energi listrik dengan daya 155 Watt untuk pengairan dan penerangan dengan waktu 24 jam. Daya tersebut dihasilkan dari perangkat yang ditunjukkan pada Tabel 1. Total kebutuhan saat ini ada di angka 3060 Wh sehingga dibutuhkan minimal sejumlah 7 panel surya 100 Wp. Baterai yang dibutuhkan untuk sistem ini sejumlah 5 buah untuk dapat mempertahankan penggunaan kapasitas baterai di kisaran 50% untuk menjaga agar umur pakai baterai lebih lama. Pada pelaksanaannya, kami menggunakan 8 panel surya dan 6 unit baterai. Rumah hidroponik yang telah direncanakan dan dibangun ditunjukkan pada gambar 3.



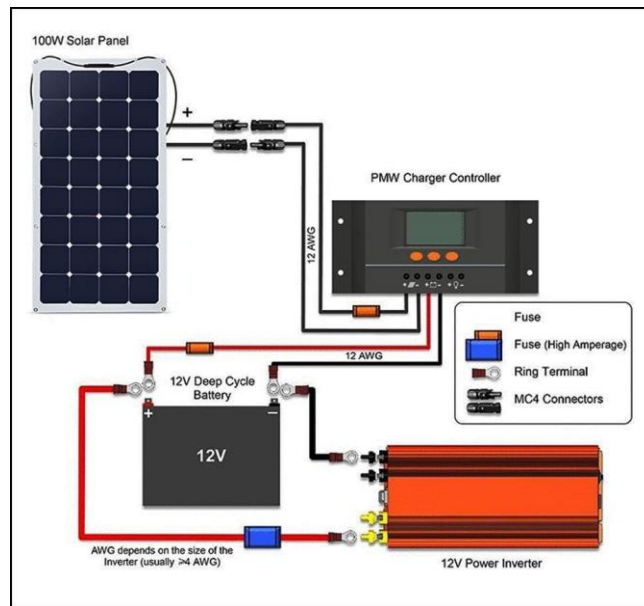
Gambar 3. Greenhouse untuk hidroponik (kiri), Panel surya (kanan)

Tabel 1. Perhitungan kebutuhan perangkat panel surya dan pendukungnya

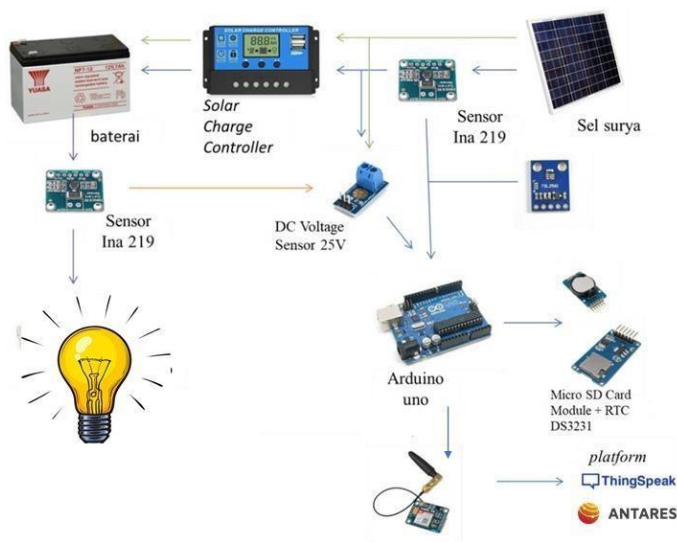
Kebutuhan Pendayaan			
Peralatan	Daya (W)	Waktu (h)	Energi (Wh)
Lampu	15	12	180
Pompa	100	24	2400
Kontroler	20	24	480
Total kebutuhan energi (Wh)			3060
Kebutuhan Solar Panel			
	Jam Efektif Penyinaran (h)		5
	Daya Peak Solar Panel (Wp)		100
Jumlah Kebutuhan Panel 100 Wp			7
Kebutuhan Jumlah Baterai			
Kapasitas menjaga 50% (Wh)			6120
Tegangan Baterai (V)			12
Kapasitas (Ah)			100
Jumlah Kebutuhan Baterai			5

Perancangan sistem sumber listrik berbasis energi matahari ditunjukkan pada Gambar 4. Sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, 8 panel surya dengan daya puncak 100Wp/panel digunakan. Pemasangan secara paralel yang diparalel dilakukan untuk mendapatkan arus yang besar dan kemudian disalurkan ke *Solar Charge Controller* (SCC). Pengisian 6 baterai dilakukan setelah dikontrol oleh SSC. Arus listrik dari baterai merupakan listrik DC, dengan demikian digunakan inverter untuk mengubahnya menjadi AC sehingga dapat digunakan untuk penerangan *greenhouse* dan penyediaan daya untuk pompa sirkulasi sistem Hidroponik dan Aquaponik yang ada di *greenhouse*.

Pemantauan energi yang masuk dan keluar dari sistem panel surya dilakukan dengan menerapkan sistem pemantauan jarak jauh berbasis IoT yang skemanya ditunjukkan pada Gambar 5. Dalam pemantauan energi listrik yang masuk kedalam sistem hidroponik dilakukan pembacaan nilai tegangan dan arus untuk menghitung daya dan energi yang dihasilkan dari sel surya. Pemantauan daya yang digunakan oleh beban dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus pada beban yang diterapkan. Pengembangan lebih lanjut akan menarget pemantauan penggunaan daya melalui aplikasi *android*. Sistem hidroponik dan aquaponic dalam *greenhouse* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Perancangan sistem sumber listrik berbasis energi matahari



Gambar 5. Skema pemantauan energi berbasis IoT.

3. Hasil dan Evaluasi

Perancangan sistem sumber listrik berbasis energi matahari ditunjukkan pada Gambar 4. Sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, 8 panel surya dengan daya puncak 100Wp/panel digunakan. Pemasangan secara paralel dilakukan untuk mendapatkan arus yang besar dan kemudian disalurkan ke Solar Charge Controller (SCC). Pengisian 6 baterai dilakukan setelah dikontrol oleh SSC. Arus listrik dari baterai merupakan listrik DC, dengan demikian digunakan inverter untuk mengubahnya menjadi AC sehingga dapat digunakan untuk penerangan greenhouse dan penyediaan daya untuk pompa sirkulasi sistem Hidroponik dan Aquaponik yang ada di

greenhouse. Pada saat ini, daya 155 W telah digunakan untuk 2 unit pompa air 60 W, satu unit pompa air 35 W, dan lampu penerangan LED 10 W.

Pemantauan energi yang masuk dan keluar dari sistem panel surya dilakukan dengan menerapkan sistem pemantauan jarak jauh berbasis IoT yang skemanya ditunjukkan pada Gambar 5. Dalam pemantauan energi listrik yang masuk ke dalam sistem hidroponik dilakukan pembacaan nilai tegangan dan arus untuk menghitung daya dan energi yang dihasilkan dari sel surya. Pemantauan daya yang digunakan oleh beban dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus pada beban yang diterapkan. Pengembangan lebih lanjut akan menarget pemantauan penggunaan daya melalui aplikasi android. Sistem hidroponik dan aquaponik dalam greenhouse ditunjukkan pada gambar 6. Tanaman kangkung berhasil ditumbuhkan di *greenhouse* dengan tinggi sekitar 20-30 cm. sedangkan tanaman lain yang ditanam adalah selada, sosin, dan bayam merah.



Gambar 6. *Greenhouse* dengan tanaman kangkung dan

Berdasarkan hasil ini, beberapa analisis SWOT telah dilakukan dan ditabulasi ke dalam tabel 2 berikut

Tabel 2. Analisis SWOT

<i>Strength</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pendidikan warga mayoritas SMA dan lebih terbuka dengan teknologi • Ada fasilitas desa yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan warga • Ada kader PKK dan Karang Taruna yang dapat dilibatkan • Sudah terjalin hubungan baik dengan Teknik Fisika Universitas Telkom melalui program sebelumnya (PHP2D) • Lahan untuk hidroponik cukup luas dan mendapat penyinaran matahari yang cukup
<i>Weakness</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah partisipan yang terlibat dalam program masih sedikit dan terbatas pada kader PKK dan Karang Taruna. • Membutuhkan dana yang tidak sedikit

	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi ekonomi membuat masyarakat masih perlu subsidi • Masyarakat belum terlalu mandiri sehingga perlu didampingi
<i>Opportunity</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kader PKK dan Karang Taruna bisa menjadi penggerak dan memotivasi warga lain. • Adanya dukungan dana dari universitas sehingga dapat dijadikan modal dasar di awal program • Adanya keterlibatan pihak dosen dan mahasiswa dalam program pemberdayaan dan pendampingan
<i>Threat</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jika pendampingan dari dosen dan mahasiswa berhenti dan masyarakat belum menguasai teknologi pemeliharaan alat, bisa jadi program akan terhenti. • Potensi pencurian dan perusakan alat mahal seperti baterai

4. Kesimpulan dan Saran

Pengabdian kepada masyarakat dengan skema pendanaan CSE tahap 1 (tahun 2020-2021) telah dilakukan oleh Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Fisika bersama dengan Dosen Prodi Tekni Fisika. Desa Citeureup RW 6 menjadi masyarakat sasaran dan mitra dalam kegiatan ini. Pemanfaatan panel surya untuk kebutuhan listrik pompa sirkulasi air pada tanaman hidroponik dan untuk penerangan telah dilakukan. Sistem yang sudah dibangun bisa memasok listrik dengan daya 155 Watt dihasilkan dari 8 solar panel. Baterai yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi untuk sistem ini sejumlah 6 unit sehingga dapat mempertahankan penggunaan kapasitas baterai di kisaran 50% demi menjaga umur pakai baterai lebih lama. Pada saat ini, daya 155 W telah digunakan untuk 2 unit pompa air 60 W, satu unit pompa air 35 W, dan lampu penerangan LED 10 W. Untuk pengembangan dimasa mendatang (tahap 2 dan 3), akan dilakukan peningkatan daya dan pemantauan penggunaan daya melalui IoT.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sistem Informasi Desa Citeureup, "Statistik Warga" 2019. [Online]. Available: <https://www.citeureup-bandung.desa.id/first/statistik/13>.

[2] B. P. S. K. Sukabumi, "Hidroponik, Solusi Pertanian Lahan Sempit" 2021. [Online]. Available: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3186>

- [3] D.S. Domingues, H.W. Takahashi, C.A.P. Camara, S.L. Nixdorf, Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production, *Comput. Electron. Agric.* 84 (2012) 53–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.02.006>.
- [4] P. Xylia, A. Chrysargyris, G. Botsaris, P. Skandamis, N. Tzortzakis, Salmonella Enteritidis survival in different temperatures and nutrient solution pH levels in hydroponically grown lettuce, *Food Microbiol.* 102 (2022) 103898. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103898>.
- [5] S. Zhang, Y. Guo, S. Li, Z. Ke, H. Zhao, J. Yang, Y. Wang, D. Li, L. Wang, W. Yang, Z. Zhang, Investigation on environment monitoring system for a combination of hydroponics and aquaculture in greenhouse, *Inf. Process. Agric.* (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.06.006>.
- [6] S.-B. Jeon, S.-J. Park, W.-G. Kim, I.-W. Tcho, I.-K. Jin, J.-K. Han, D. Kim, Y.-K. Choi, Self-powered wearable keyboard with fabric based triboelectric nanogenerator, *Nano Energy.* 53 (2018) 596–603. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2018.09.024>.
- [7] C.-L. Chang, S.-C. Chung, W.-L. Fu, C.-C. Huang, Artificial intelligence approaches to predict growth, harvest day, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a IoT-enabled greenhouse system, *Biosyst. Eng.* 212 (2021) 77–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.015>.
- [8] I. Ezzahoui, R.A. Abdelouahid, K. Taji, A. Marzak, Hydroponic and Aquaponic Farming: Comparative Study Based on Internet of things IoT technologies., *Procedia Comput. Sci.* 191 (2021) 499–504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.07.064>.
- [9] T. Khaoula, R.A. Abdelouahid, I. Ezzahoui, A. Marzak, Architecture design of monitoring and controlling of IoT-based aquaponics system powered by solar energy, *Procedia Comput. Sci.* 191 (2021) 493–498. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.07.063>.
- [10] A.R. Yanes, P. Martinez, R. Ahmad, Towards automated aquaponics: A review on monitoring, IoT, and smart systems, *J. Clean. Prod.* 263 (2020) 121571. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121571>.
- [11] M. Mehra, S. Saxena, S. Sankaranarayanan, R.J. Tom, M. Veeramanikandan, IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks, *Comput. Electron. Agric.* 155 (2018) 473–486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.015>.