

PEMANFAATAN TEKNOLOGI KONVERSI ENERGI SURYA UNTUK HIDROPONIK PADA SMP ALAM AR RIDHO

Mardiyono¹⁾, Sugeng Ariyono²⁾, Endro Wasito³⁾, Slamet Handoko⁴⁾

^{1,3,4)} Jurusan Teknik Elektro, ²⁾ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
email: ¹⁾m4rdiyono@yahoo.com, ²⁾s.ariyono@yahoo.com, ³⁾endro_wst@yahoo.com,
⁴⁾hands101polines@gmail.com

Abstrak

Konsep agropolitan sangat cocok diterapkan pada masyarakat perkotaan khususnya kota Semarang. Beberapa karakteristik wilayah kota meliputi sempitnya lahan, keterbatasan waktu, dan sedikitnya sentra produksi pertanian menyebabkan teknologi hidroponik menjadi pilihan untuk dikembangkan dalam mendukung terciptanya agropolitan. Dalam teknologi hidroponik diperlukan pompa untuk mengalirkan air yang membawa nutrisi bagi tanaman di dalam media tanam berupa pipa baik horisontal maupun vertikal. Penggunaan energi listrik mutlak diperlukan untuk menghidupkan pompa yang biasanya menggunakan listrik PLN. Sebenarnya energi listrik bisa didapatkan dari sinar matahari yang bersinar sepanjang tahun di wilayah tropis. Maka dari itu perlu dibuat suatu teknologi hidroponik yang digabung dengan teknologi pemanfaatan energi surya sehingga mendukung konversi energi baru dan terbarukan. Tujuan dari kegiatan ini adalah membuat teknologi cocok tanam hidroponik memanfaatkan energi surya sehingga mendukung konservasi energi pada SMP Alam Ar Ridho. Target yang diharapkan pada kegiatan ini meliputi: terciptanya teknologi hidroponik energi surya, pelatihan teknologi hidroponik energi surya kepada 10 orang guru, terciptanya role model konsep agropolitan dengan teknologi agroponik energi surya, dan penguatan produksi pangan masyarakat perkotaan. Metode yang digunakan terdiri dari tahap yaitu (1) observasi kebutuhan lapangan, (2) perancangan teknologi hidroponik energi surya, (3) pembuatan alat hidroponik, (4) pembuatan pembangkit listrik tenaga surya, (5) integrasi hidroponik energi surya, (6) pengujian, (7) pelatihan SDM tentang teknologi dan perawatannya, dan (8) pemeliharaan. Kegiatan ini telah menghasilkan purwarupa teknologi hidroponik energi surya, makalah yang siap dipublikasikan pada jurnal nasional, dan terciptanya role model agropolitan melalui sekolah.

Kata Kunci : panel surya, alat peraga, energi baru terbarukan.

A. PENDAHULUAN

Teknologi pertanian menggunakan metode hidroponik sangat cocok dikembangkan di wilayah perkotaan yang mempunyai lahan terbatas dan tenaga kerja yang sangat sedikit. Sistem yang menggunakan media tanam berupa pipa dan air yang dialirkan untuk memberikan nutrisi tanaman memerlukan tenaga pompa air terus-menerus agar tanaman dapat tumbuh dengan baik sampai bisa dipanen. Penggunaan listrik sangat penting untuk menyuplai pompa air yang biasanya diperoleh dari listrik PLN. Pemanfaatan tenaga listrik dari energi baru terbarukan seperti listrik panel surya belum terlalu banyak dimanfaatkan dalam budidaya tanaman hidroponik. Maka dari itu diperlukan kombinasi tenaga listrik gabungan (*hybrid*) antara listrik PLN dan panel surya untuk suplai tenaga listrik pada teknologi hidroponik dalam rangka konservasi energi listrik untuk masa depan.

Pada sisi yang lain, mitra kegiatan pengabdian masyarakat yaitu SMP Alam Ar Ridho bermaksud mengembangkan teknologi hidroponik dengan metode yang masih sangat sederhana. SMP yang mengembangkan pola pendidikannya berbasis pada eksplorasi alam mengembangkan juga teknologi hidroponik untuk media penelitan dan penggalian ide. Pengembangan teknologi hidroponik di sekolah ini perlu didukung dengan penambahan peralatan hidroponik baik secara vertikal maupun horisontal dan pemanfaatan tenaga listrik PLN dan panel surya (*hybrid*) guna

menambah bahan-bahan penelitiannya. Dengan demikian, sekolah diharapkan dapat memperkaya eksplorasi teknologi hidroponik dengan cara mempelajari pertumbuhan tanaman, pemanfaatan energi listrik dari sinar matahari, jenis tanaman yang cocok di lokasi, dan berbagai variabel perlakuan dalam sistem tanam hidroponik energi surya.

Penerapan pemanfaatan energi matahari menggunakan panel surya meliputi bidang pendidikan/pembelajaran (Mardiyono et al., 2016), aplikasi rumah tangga (Efrizon and Abidin, 2009)(Jatmiko, Asy'ari and Purnama, 2011)(Kasan, 2009), pemanas (Subarkah and Belyamin, 2011), dan pengolahan limbah (Sutanto, Wijayanto and Hidjan, 2012). Khusus pada teknologi hidroponik, telah diterapkan berbagai bidang disiplin ilmu untuk meningkatkan produktivitas budi daya tanaman. Penerapan kontrol otomatis pada irigasi hidroponik pada tanaman tomat telah menghasilkan tomat yang matang selama 2 bulan. Teknologi ini memungkinkan tanaman memperoleh asupan nutrisi yang proporsional (tidak kekurangan dan kelebihan)(Andaluz et al., 2016). Disamping itu terdapat penerapan teknologi monitoring dan pengontrol kadar PH dan konsentrasi nutrisi untuk tanaman selada yang meningkatkan produktivitas dan efisiensi (Domingues et al., 2012). Terdapat pula pemanfaatan panel surya untuk penyuplai tenaga listrik untuk pompa air pada sistem hidroponik (Langridge, Lawrancedagger and Wichert, 1996). Penggunaan teknologi komputer dalam mengontrol kadar nutrisi menggunakan fuzzy telah pula meningkatkan efisiensi dan penghematan sumber daya dibandingkan sistem kontrol konvensional (Melvix and Sridevi, 2014). Dari penerapan teknologi yang sudah dilakukan terkait pemanfaatan panel surya pada hidroponik terdapat peluang untuk dilakukan di SMP Alam Ar Ridho dengan beberapa modifikasi dengan sistem gabungan listrik PLN untuk mengantisipasi cuaca mendung/hujan dan menipisnya cadangan energi listrik pada baterai.

Makalah ini membahas penerapan teknologi listrik panel surya yang dipadukan dengan listrik PLN (*hybrid*) pada sistem hidroponik di SMP Alam Ar Ridho. Pemanfaatan energi baru dan terbarukan ini diharapkan dapat mengurangi konsumsi listrik PLN dan meningkatkan sisi ekonomis dalam budi daya tanaman hidroponik. Makalah ini disusun dalam sistematika meliputi bagian satu pendahuluan dilanjutkan dengan sumber inspirasi pada bagian 2, metode dijelaskan pada bagian 3, bagian 4 menerangkan tentang karya utama dilanjutkan bagian 5 tentang ulasan karya kemudian ditutup dengan kesimpulan pada bagian 6, serta dampak dan manfaat kegiatan pada bagian 7.

B. SUMBER INSPIRASI

Kegiatan ini dilandasi dari suatu permasalahan pengembangan sistem hidroponik pada SMP Alam Ar Ridho yang masih terbatas fasilitasnya berupa rumah kaca (green house) dan sistem hidroponik yang masih sederhana dengan sistem DRIP, WIG, dan ROCK WOOL. Fasilitas teknologi hidroponik yang sudah dimiliki digambarkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Rumah Kaca Hidroponik



a. Sistem DRIP



b. Sistem WIG



c. Sistem Pembibitan ROCK WOOL

Gambar 2. Sistem Hidroponik yang Dikembangkan

Gambar 1 menjelaskan tentang sarana yang sudah dimiliki oleh SMP Alam Ar Ridho berupa green house dengan ukuran lebar 5 m, panjang 7 m, dan tinggi 4 m, meja untuk media tanam, dan pipa media tanam horisontal. Disamping itu telah pula dikembangkan berbagai kegiatan penelitian oleh siswa dengan media tanam konvensional menggunakan sistem DRIP, WIG, dan ROCK WOOL untuk pembibitan (Gambar 2). Sarana ini perlu dilengkapi dengan berbagai sarana pendukung seperti pompa air, media tanam, pipa-pipa penyalur air, benih, pupuk, dan alat pembangkit listrik tenaga surya dan PLN (*hybrid*) sehingga meningkatkan kapasitas sistem hidroponik yang sudah dimiliki.

C. METODE

Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan mitra meliputi 7 langkah meliputi observasi kebutuhan lapangan, perancangan teknologi hidroponik energi surya, pembuatan alat hidroponik, pembuatan pembangkit listrik tenaga surya, integrasi hidroponik energi surya, pengujian, pelatihan SDM tentang teknologi dan perawatannya, dan pemeliharaan. Pada bagian ini dijelaskan 5 metode saja yang sangat penting dalam pembangunan sistem hidroponik berteknologi listrik panel surya dan PLN sebagai berikut:

1. Observasi kebutuhan lapangan

Kegiatan ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui sarana dan prasarana yang sudah ada serta metode pembelajaran hidroponik yang sudah dilakukan. Dari kegiatan observasi ini tim pengusul memperoleh gambaran tentang penyempurnaan teknologi hidroponik energi surya serta kebutuhan peralatannya. Selain itu direncanakan pula role model konsep agropolitan melalui pendidikan di SMP Alam Ar Ridho Semarang.

2. Pembuatan alat hidroponik

Pembuatan alat hidroponik dilakukan dengan melibatkan guru, murid, serta tenaga tukang untuk menghasilkan alat hidroponik yang memiliki model media tanam horisontal dan vertikal. Rancangan yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya diwujudkan dengan merangkai alat dan bahan seperti pipa paralon, pompa air, dan beberapa alat pendukung lainnya.

3. Pembuatan pembangkit listrik tenaga surya dan PLN

Pembuatan alat pembangkit listrik tenaga surya dilakukan di Politeknik Negeri Semarang dengan melibatkan anggota tim pengabdian dan tenaga pembantu/pelaksana. Komponen-komponen dirakit sesuai rancangan pada lampiran 3 sehingga dapat digunakan sebagai penyedia tenaga listrik dari sinar matahari. Diperlukan pula tiang penyangga panel surya serta wadah (casing) yang kedap air karena diletakkan di luar ruangan.

4. Integrasi hidroponik dan alat sel surya

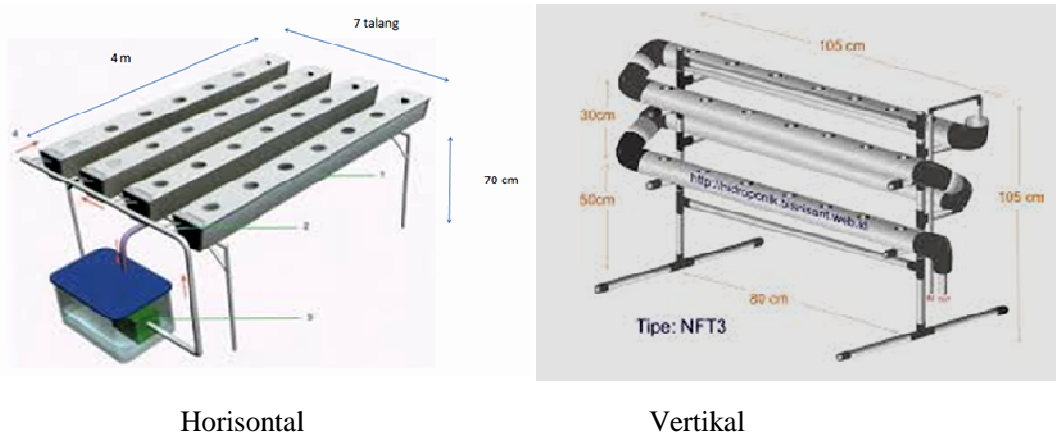
Tahapan ini menghubungkan teknologi hidroponik dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Pompa-pompa air hidroponik dihubungkan dengan sumber listrik dari PLTS. Pekerjaan ini melibatkan tim pengabdian dari Polines dan guru-guru. Keberhasilan dari tahapan ini adalah kedua alat sudah terhubung dan siap untuk dilakukan pengujian.

5. Ujicoba di lapangan

Pengujian dilakukan dengan menghidupkan saklar listrik untuk mencatu pompa air. Dilakukan beberapa pengujian meliputi PLTS mampu menghidupkan pompa air untuk mengalirkan air pada model horisontal maupun vertikal. Diukur pula tingkat konsumsi energi listrik yang diperlukan dan ketersediaan listrik keluaran panel surya untuk memastikan baterai mencukupi untuk mensuplai listrik dengan waktu tertentu.

D. KARYA UTAMA

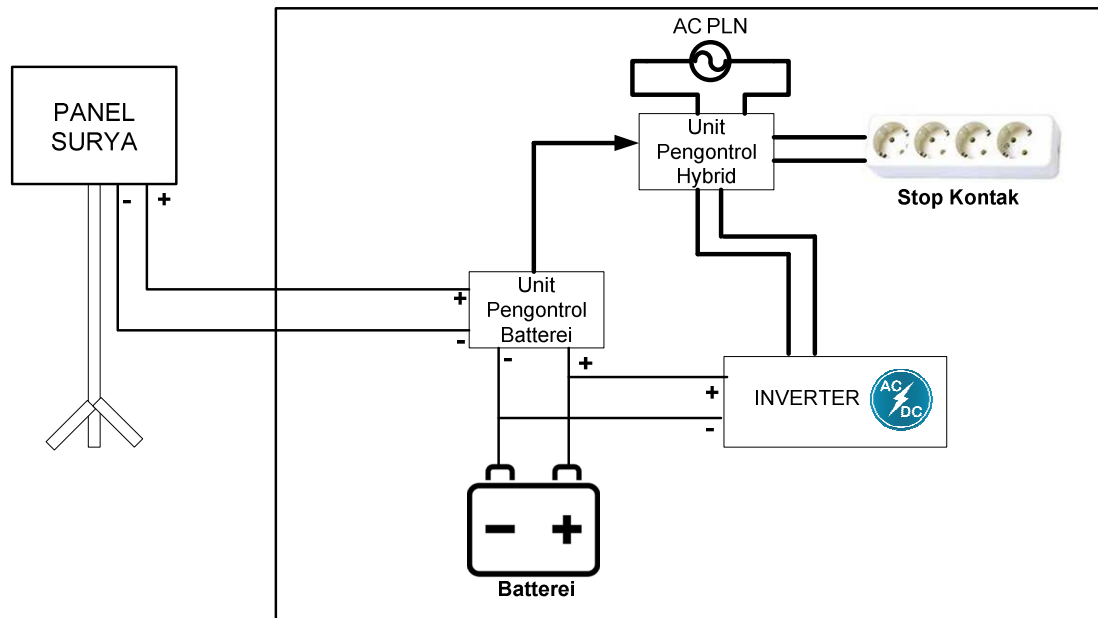
Pembuatan sistem hidroponik-energi surya dimulai dengan pembuatan rancangan sistem hidroponik, sistem PLTS dan pencatutan hybrid, penyiapan bahan-bahan, perakitan, uji coba alat, dan kelengkapan asesoris alat peraga. Rancangan dari sistem hidroponik diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar3. Rancangan Sistem Hidroponik Horizontal dan Vertikal

Gambar 3 memperlihatkan rancangan sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) horisontal dan vertikal. Pada hidroponik horisontal panjang media tanam adalah 4 meter sebanyak 7 buah dan diletakkan pada ketinggian 70 cm dari atas tanah. Pada media tanam hidroponik vertikal terdapat 4 pipa dengan panjang 105 cm dan jarak dari permukaan tanah 105 cm serta jarak antar pipa 30 cm. Jarak pipa pertama dari permukaan tanah adalah 50 cm.

Gambar 4 memperlihatkan rancangan alat penyedia tenaga listrik tenaga matahari yang dikombinasikan dengan listrik PLN (hybrid). Bagian-bagian yang terdapat pada rancangan meliputi panel surya dan tiang, unit pengontrol baterai, baterai, inverter DC ke AC, unit pengontrol tenaga listrik hybrid dan stop kontak AC. Panel surya mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang digunakan untuk mengisi listrik baterai 12V. Unit pengontrol baterai berfungsi untuk mengendalikan pengisian listrik dari panel surya ke baterai sehingga baterai tidak mengalami kerusakan akibat pengisian yang berlebihan (*over charging*) dan memberi indikator bila baterai kosong sehingga bisa memicu (*trigger*) unit pengontrol hybrid. Inverter mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC untuk mencatu beban pompa air pada sistem hidroponik. Unit pengontrol hybrid berfungsi mengatur pemberian tenaga listrik dari inverter atau PLN.



Gambar 4. Rancangan PLTS dan Pencatuan Hybrid

Bila listrik baterai kosong maka pencatuan listrik berpindah ke PLN sebaliknya bila baterai sudah terisi kembali maka pencatuan berpindah ke inverter. Dengan demikian pompa akan tetap hidup walaupun tenaga listrik baterai kosong. Stop kontak digunakan untuk menghubungkan peralatan pompa air ke sumber listrik inverter/PLN. Hasil uji coba alat diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji coba alat

No	Item Pengujian	Hasil
1.	uji tiang penyangga pengubah arah panel surya	Panel surya dapat diubah arahnya dari 0° s.d 360°
2.	pengukuran arus dan tegangan masuk dari panel surya	V IN= 13,5 V I IN= 1,8 A
3.	pengukuran arus dan tegangan keluar dari baterai tanpa beban	V OUT = 12 V I OUT = 0 A
4.	pengukuran tegangan AC keluaran inverter	V AC = 220 V
5.	uji coba beban lampu LED	Beban 1 Lampu : V OUT = 12 V I OUT = 1,3 A Beban 2 Lampu : V OUT = 12 V I OUT = 2 A
6.	uji coba pengisian baterai	Unit pengontrol baterai mampu mendeteksi kapasitas baterai isi/kosong dan mampu melakukan pengisian baterai

Tabel 1 menunjukkan bahwa peralatan mampu berfungsi dengan baik. Uji coba dilakukan di Politeknik Negeri Semarang pada pukul 11.32 siang. Selanjutnya dilakukan uji coba di lokasi Green House SMP Alam Ar Ridho yang diperlihatkan pada Gambar 5. Hasil dari ujicoba lapangan menunjukkan bahwa alat dapat bekerja menghidupkan pompa air melalui inverter yang dicatu oleh baterai dan panel surya. Apabila tenaga baterai sudah hampir habis (low) maka pencatuan dipindahkan ke PLN sehingga pompa masih tetap bekerja. Hal ini berdampak pada efisiensi energi listrik PLN dan mengoptimalkan penggunaan energi baru dan terbarukan dari matahari.



Gambar 5. Uji coba alat Panel Surya di lokasi

E. ULASAN KARYA

Teknologi yang dikembangkan berupa seperangkat sistem hidroponik dan pencatu listrik campuran panel surya dan PLN. Sistem hidroponik berbentuk horisontal dan vertikal dengan ukuran seperti pada Gambar 3. Peralatan panel surya memiliki wadah yang portabel bisa dipindah-pindah serta tiang penyangga yang mudah dibongkar pasang (*knock down*). Kapasitas baterai adalah 55 AH *deep cycle*. Baterai ini dapat digunakan selama 44 jam pada beban listrik yang membutuhkan arus 1 Ampere (*Depth of Discharge* 80%). Fitur yang dimiliki alat ini meliputi kemampuan mendeteksi daya baterai yang lemah (*low*) atau memutus pengisian baterai bila sudah penuh, dan kemampuan untuk kontrol otomatis berpindah ke listrik PLN bila indikator baterai melemah.

F. KESIMPULAN

Penerapan teknologi konservasi energi listrik dari matahari pada sistem hidroponik telah berhasil diselesaikan. Sistem hidroponik yang dikembangkan berbentuk media tanam secara horisontal dan vertikal. Alat pencatu listrik dari panel surya telah mampu menggerakkan pompa air untuk menyalurkan nutrisi ke tanaman hidroponik. Sensor kapasitas baterai juga dapat bekerja mendeteksi kondisi baterai lemah dan dapat segera berpindah ke listrik PLN. Kapasitas baterai 55 AH dapat digunakan selama 44 jam pada beban dengan arus 1 Ampere. Pengembangan alat ini dapat dilanjutkan dengan sensor monitoring dan kontrol kondisi lingkungan hidroponik seperti suhu, PH, dan konsentrasi nutrisi agar dapat meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik.

G. DAMPAK DAN MANFAAT KEGIATAN

Dampak yang diperoleh oleh mitra SMP Alam Ar Ridho tersedianya peralatan hidroponik dengan model horisontal dan vertikal bertenaga listrik *hybrid* panel surya dan PLN. Disamping itu bertambahnya 10 guru yang menguasai teknologi perawatan peralatan hidroponik dengan catu panel surya dan PLN. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan media pembelajaran bagi siswa SMP Alam Ar Ridho.

H. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Andaluz, V. H., Tovar, A. Y., Bedón, K. D., Ortiz, J. S. and Pruna, E. (2016) '*Automatic Control of Drip Irrigation on Hydroponic Agriculture : Daniela Tomato Production*', 22, pp. 27–32. doi: 10.1109/ICA-ACCA.2016.7778389.
- (2) Domingues, D. S., Takahashi, H. W., Camara, C. A. P. and Nixdorf, S. L. (2012) '*Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production*', *Computers and Electronics in Agriculture*. Elsevier B.V., 84, pp. 53–61. doi: 10.1016/j.compag.2012.02.006.
- (3) Efrizon, E. and Abidin, Z. (2009) '*Perancangan Dan Implementasi Rangkaian Charger Pada Pembangkit Sell Surya Untuk Aplikasi Rumah Tangga*', *POLI REKAYASA*, 5(1), pp. 1–6.
- (4) Jatmiko, J., Asy'ari, H. and Purnama, M. (2011) '*Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu Led Untuk Perumahan*', in *Semantik*.

- (5) Kasan, N. (2009) 'Perancangan Dan Realisasi Rangkaian Charger Pada Pembangkit Sell Surya Untuk Aplikasi Rumah', *GAMMA*, IV(2), pp. 141–146.
- (6) Langridge, D., Lawrancedagger, W. and Wichert, B. (1996) 'Development of a photo-voltaic pumping system using a brushless d.c. motor and helical rotor pump', *Solar Energy*, 56(2), pp. 151–160. doi: 10.1016/0038-092X(95)00077-5.
- (7) Mardiyono, M., Ariyono, S., Wasito, E. and Handoko, S. (2016) 'Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Dan Peningkatan Media Pembelajaran Ipa Di Sekolah Alam Ar Ridho', *DIANMAS*, 5(1), pp. 45–52.
- (8) Melvix, L. and Sridevi, C. (2014) 'Design of Efficient Hydroponic Nutrient Solution Control System using Soft Computing based Solution Grading', in *2014 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (TCCPETC)*. doi: 10.1109/ICCPEIC.2014.6915356.
- (9) Subarkah, R. and Belyamin, B. (2011) 'Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber', *POLI-TEKNOLOGI*, 10(3), pp. 225–231.
- (10) Sutanto, S., Wijayanto, D. and Hidjan, H. (2012) 'Penurunan Kekeruhan Air Limbah Secara Elektrokoagulasi Bertenaga Sel Surya', *Poli-Teknologi*, 11(2), pp. 141–148.

I. PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Semarang atas pembiayaan kegiatan ini melalui hibah pengabdian kepada masyarakat DIPA kompetitif serta Sekolah Alam Ar Ridho sebagai mitra kegiatan dalam penerapan teknologi pembangkit listrik tenaga surya pada sistem hidroponik.