

# Pendekatan Profesionalisme dalam Proyek Keinsinyuran: Studi Kasus Smart Greenhouse Bertenaga Surya.

M. Asep Rizkiawan<sup>1\*</sup>, Tita Aisyah<sup>2</sup>, Harry Ramza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mekatronika, Politeknik Takumi, Jl. Raya Kodam, RT.004/RW.002, Serang, Cikarang Sel., Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

<sup>1,2</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur (PSPPI), Institut Teknologi Indonesia, Jalan Raya Puspitek, Serpong, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314, Indonesia. Telepon: (021) 7560542.

<sup>3</sup>Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13830

## Keywords:

Profesionalisme  
keinsinyuran;  
PLTS;  
*Smart greenhouse*;  
Otomasi PLC;

Etika insinyur.

## Correspondent Email:

[aseprizkiawan10@gmail.com](mailto:aseprizkiawan10@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian ini mengeksplorasi profesionalisme keinsinyuran melalui implementasi *smart greenhouse* yang ditenagai oleh sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan otomasi berbasis PLC di lingkungan kawasan industri. Dengan menerapkan prinsip-prinsip profesionalisme - seperti integritas, kompetensi teknis, dan tanggung jawab sosial - proyek ini menunjukkan bagaimana insinyur dapat merancang dan mengoperasikan sistem mandiri energi sambil menjaga etika kerja dan keselamatan. Metode penelitian menggunakan studi kasus dengan perancangan sistem PLTS berkapasitas 600 Wp, pemrograman PLC, pengukuran beban harian, dan analisis performa. Hasil menunjukkan bahwa sistem PLTS menghasilkan energi 2 kWh per hari, sedangkan kebutuhan beban *greenhouse* hanya sekitar 1,5 kWh per hari, menunjukkan surplus energi dan efisiensi tinggi. Selain itu, kontrol otomatis menjaga stabilitas suhu dan kelembapan di dalam *greenhouse*. Kesimpulan menegaskan bahwa profesionalisme secara signifikan berkontribusi dalam keberhasilan teknis, operasional, dan keselamatan sistem, serta merekomendasikan integrasi profesionalisme dalam pendidikan dan praktik *engineering* berkelanjutan.



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

**Abstract.** This study explores engineering professionalism through the implementation of a smart greenhouse powered by a solar power system and PLC-based automation in an industrial area. By applying the principles of professionalism - such as integrity, technical competence, and social responsibility - this project demonstrates how engineers can design and operate energy-independent systems while maintaining work ethics and safety. The research method used a case study with the design of a 600 Wp solar power plant system, PLC programming, daily load measurements, and performance analysis. The results show that the PLTS system generates 2 kWh of energy per day, while the greenhouse load requirement is only around 1.5 kWh per day, indicating energy surplus and high efficiency. In addition, automatic control maintains temperature and humidity stability inside the greenhouse. The conclusion confirms that professionalism significantly contributes to the technical, operational, and safety success of the system and recommends the integration of professionalism in education and sustainable engineering practices.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi keinsinyuran pada era Revolusi Industri 4.0 menuntut insinyur untuk tidak hanya menguasai kompetensi teknis, tetapi juga menunjukkan profesionalisme yang tinggi dalam setiap tahap perancangan, implementasi, dan evaluasi proyek. Profesionalisme tersebut mencakup integritas, akuntabilitas, keselamatan, etika, serta kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi secara tepat guna demi memberikan manfaat yang sebesar-besarnya kepada masyarakat [1]. Dalam konteks sektor pertanian modern, kebutuhan akan profesionalisme keinsinyuran semakin penting seiring meningkatnya kebutuhan sumber pangan, efisiensi energi, serta adaptasi terhadap lingkungan industri yang penuh keterbatasan. Salah satu tantangan utama di kawasan industri, seperti Cikarang dan sekitarnya, adalah keterbatasan lahan hijau dan meningkatnya suhu lingkungan akibat kepadatan aktivitas industri [2]. *Greenhouse* menjadi solusi efektif dalam mengelola pertanian di area seperti ini. Namun, *greenhouse* konvensional masih menghadapi sejumlah kendala terkait kebutuhan energi, ketidakstabilan suhu dan kelembapan, serta ketergantungan pada pengoperasian manual [3], [4]. Suhu dan kelembapan suatu ruangan sangat penting untuk diatur berdasarkan kebutuhan [5]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan keinsinyuran yang tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan aspek etika, keberlanjutan, dan tanggung jawab profesional.

Sistem *smart greenhouse* yang ditenagai oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan dikendalikan secara otomatis melalui Programmable Logic Controller (PLC) merupakan salah satu implementasi nyata dari profesionalisme keinsinyuran tersebut. Sistem ini memungkinkan pengelolaan iklim mikro yang lebih efisien, stabil, dan aman, serta mengurangi ketergantungan terhadap listrik PLN. Integrasi energi terbarukan dan otomasi tidak hanya meningkatkan kinerja teknis, tetapi juga menunjukkan bagaimana seorang insinyur menerapkan etika profesi: mengutamakan keselamatan, keberlanjutan lingkungan, dan manfaat jangka panjang bagi pengguna.

Selain itu, proyek penerapan *smart greenhouse* berbasis PLTS menuntut insinyur untuk melakukan berbagai proses profesional,

mulai dari analisis kebutuhan energi, pemilihan kapasitas panel surya, perhitungan beban listrik, desain sistem kelistrikan, pemrograman PLC, hingga pengujian lapangan dan evaluasi performa. Setiap langkah tersebut memerlukan ketelitian dan tanggung jawab tinggi agar sistem bekerja optimal dan aman. Dengan demikian, studi kasus ini tidak hanya berfokus pada pencapaian teknis, tetapi juga pada bagaimana insinyur menjalankan profesionalisme dalam pengambilan keputusan teknis maupun etis [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan profesionalisme keinsinyuran melalui proyek *smart greenhouse* bertenaga surya, serta menjelaskan bagaimana prinsip-prinsip keinsinyuran baik teknis maupun etis mempengaruhi hasil akhir sistem. Dengan menelaah hubungan antara profesionalisme dan keberhasilan implementasi PLTS 600 Wp yang mampu menyuplai kebutuhan energi 1,5 kWh per hari, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap literatur mengenai peran insinyur dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan sistem kontrol otomatis di bidang pertanian modern. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran nyata bagi mahasiswa profesi insinyur, akademisi, dan praktisi industri tentang bagaimana profesionalisme dapat diterapkan dalam proyek rekayasa yang kompleks dan berorientasi keberlanjutan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Profesionalisme insinyur mencakup prinsip-prinsip etika (integritas, transparansi), kompetensi teknis, dan tanggung jawab terhadap masyarakat [7], [8]. Organisasi profesi insinyur menekankan pentingnya insinyur yang tidak hanya ahli teknis tetapi juga beretika [9], [10], [11], [12]. PLTS dan Energi Terbarukan, PLTS sebagai sumber energi terbarukan banyak dipelajari dalam literatur rekayasa energi. Kapasitas sistem, perhitungan beban, efektivitas inverter, dan manajemen baterai adalah aspek teknis penting [13]. Energi terbarukan, khususnya teknologi fotovoltaik surya (PV), menawarkan solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kemandirian dan ketahanan sistem pertanian cerdas [14], [15]. Otomasi PLC dalam Sistem Kontrol Industri, PLC (Programmable Logic Controller) banyak digunakan untuk kontrol otomatis

dalam aplikasi industri dan agrikultur karena keandalannya dan fleksibilitas pemrograman logika (ladder diagram) [16], [17], [18]. *Smart Greenhouse* dan Kontrol Iklim Mikro Pengaturan suhu dan kelembapan penting untuk pertumbuhan tanaman [19]. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kontrol otomatis dapat meningkatkan stabilitas lingkungan dan efisiensi energi [20].

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus rekayasa (*engineering case study*) yang berfokus pada implementasi sistem *smart greenhouse* bertenaga surya di kawasan industri. Metodologi dirancang untuk mengevaluasi aspek teknis sekaligus aspek profesionalisme keinsinyuran dalam proses perancangan, instalasi, dan pengujian. Tahapan metodologi terdiri dari enam langkah utama, yaitu: identifikasi kebutuhan sistem, perancangan teknis PLTS dan kontrol, analisis beban listrik, pemrograman PLC, implementasi lapangan, dan evaluasi performa.

#### 3.1. Identifikasi Kebutuhan Sistem dan Spesifikasi Teknis

Tahap pertama dilakukan dengan mengumpulkan kebutuhan fungsional *greenhouse*, seperti stabilitas suhu, kontrol kelembapan, kebutuhan energi harian, serta kondisi lingkungan industri sekitar. Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan:

1. Tingkat radiasi matahari rata-rata di lokasi
2. Spesifikasi area *greenhouse* ( $3 \times 3$  meter)
3. Rentang suhu dan kelembapan ideal
4. Ketersediaan ruang untuk panel surya dan baterai

Identifikasi ini menjadi dasar dalam menentukan kapasitas PLTS, konfigurasi baterai, pemilihan perangkat kontrol, serta sistem perlindungan keselamatan kerja.

#### 3.2. Perancangan Sistem PLTS

Pada Perancangan PLTS dilakukan dengan prinsip rekayasa sistem mandiri (*stand-alone solar PV system*) yang mampu mensuplai energi selama 24 jam. Komponen utama terdiri dari:

1. 2 modul panel surya 300 Wp, total 600 Wp

2. 2 baterai 12 V 100 Ah, disusun seri (24 V), kapasitas penyimpanan 2,4 kWh
3. Inverter 2000 W sebagai konversi AC
4. Solar Charge Controller PWM 30 A sebagai regulator daya

Perancangan dilakukan berdasarkan standar SNI 04-6953 dan IEC 61730, termasuk optimasi sudut kemiringan panel, perhitungan *shading*, serta penempatan komponen untuk meminimalkan risiko panas berlebih.

Formula umum perancangan energi harian:

$$E_{\text{harian}} = P_{\text{Wp}} \times \text{PSH} \times \eta \quad (1)$$

Dengan PSH rata-rata 4,5 jam dan efisiensi sistem 75%.

Hasil perhitungan menunjukkan estimasi produksi energi harian  $\pm 2,0$  kWh

#### 3.3. Analisis Beban dan Perhitungan Energi Konsumsi

Analisis beban dilakukan untuk mengidentifikasi total energi yang dibutuhkan *greenhouse* setiap hari. Beban dihitung berdasarkan rating daya (Watt) dan durasi pemakaian (Jam), menghasilkan total konsumsi energi harian. Tabel perhitungan menunjukkan total beban harian mencapai 1.449 Wh (1,5 kWh). Beban terdiri atas:

1. Kontrol PLC (24 jam)
2. Blower/exhaust (operasional variabel, dikendalikan otomatis)
3. Pompa air, motor sprayer, dan lampu
4. Pompa air Simizu

Analisis ini memastikan bahwa kapasitas PLTS mencukupi seluruh kebutuhan operasional. Perbandingan kapasitas dan konsumsi energi dilakukan untuk menentukan margin cadangan energi.

#### 3.4. Perancangan dan Pemrograman PLC

Tahap selanjutnya adalah perancangan algoritma kontrol iklim mikro. PLC Haiwell MPU AC165S0R dipilih karena kompatibel dengan sensor RS485 dan mendukung ladder logic. Sensor yang digunakan adalah Room Sensor RN-WSP-RS485, dengan akurasi  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  dan  $\pm 3\%$  RH. Data sensor diolah PLC untuk menjalankan logika:

1. Jika suhu  $> 30^\circ\text{C}$  maka blower/exhaust ON
2. Jika kelembapan  $< 75\%$  maka sprayer ON

3. Saat parameter kembali normal maka perangkat OFF

Pemrograman dilakukan menggunakan Haiwell Programming Software (HPS). Diagram ladder disusun berdasarkan standar IEC 61131-3. Pengujian dilakukan menggunakan mode simulasi dan mode *runtime*.

### 3.5. Implementasi Lapangan dan Integrasi Sistem

Perangkat PLTS dan PLC dipasang pada *greenhouse* berukuran 3×3 meter. Tahap implementasi meliputi:

1. Pemasangan mekanik panel surya dan strukturudukan
2. Pemasangan inverter, Proteksi listrik, solar charge controller, baterai, serta kabel DC/AC sesuai standar keselamatan
3. Integrasi sensor suhu-kelembapan dan aktuator (*blower* dan *sprayer*)
4. Pengkabelan kontrol, konfigurasi RS485, dan uji komunikasi data
5. Pengujian fungsional setiap komponen sebelum *system-level testing*

Seluruh proses dilakukan dengan memperhatikan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Untuk implememtasi panel surya beserta strukturudukan dapat dilihat pada gambar 1 sedangkan panel kontrol listrik pada gambar 2.



Gambar 1. Panel Surya dan strukturudukan nya



Gambar 2. Panel kontrol listrik sistem

### 3.6. Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Pengujian operasional dilakukan selama 7 hari berturut-turut, pada kondisi cuaca variatif. Parameter yang diukur meliputi:

1. Suhu (°C) dan kelembapan (%) dalam *greenhouse*
2. Energi yang dihasilkan oleh PLTS
3. Konsumsi energi harian *greenhouse*
4. Stabilitas respon PLC terhadap kondisi ekstrem

### 3.7. Evaluasi Profesionalisme Keinsinyuran

Aspek profesionalisme dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif yang mencakup:

1. Integritas teknis: validitas perhitungan energi, akurasi data, dokumentasi teknis
2. Kompetensi teknis: perancangan, pemrograman, troubleshooting
3. Etika profesi: keselamatan, keberlanjutan, manfaat social
4. Manajemen risiko: perlindungan listrik, manajemen baterai, proteksi hubung singkat
5. Refleksi insinyur atas masalah dan solusi selama implementasi

Analisis ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana profesionalisme memengaruhi kualitas dan keamanan sistem secara keseluruhan.

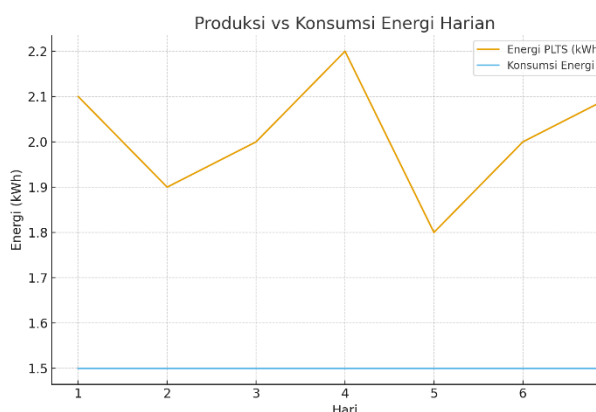
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil pengujian sistem secara teknis, performa energi, performa kontrol iklim mikro, serta analisis

profesionalisme keinsinyuran dalam keseluruhan proses rekayasa. Analisis mencakup perbandingan antara kondisi sebelum otomatisasi dan sesudah otomatisasi, serta evaluasi terhadap keandalan PLTS sebagai sumber energi mandiri.

#### 4.1 Hasil Produksi Energi PLTS dan Performa Sistem Penyimpanan

Hasil pengukuran lapangan menunjukkan bahwa sistem PLTS 600 Wp menghasilkan energi rata-rata 2,0 kWh per hari, dengan variasi produksi disebabkan oleh intensitas radiasi surya yang berubah-ubah sepanjang hari. Pada hari cerah, produksi mencapai 2,2 kWh, sedangkan pada hari berawan turun ke 1,7–1,8 kWh. Dengan konsumsi energi *greenhouse* sebesar 1,5 kWh/hari, sistem memiliki surplus energi sekitar 0,5 kWh/hari, yang digunakan untuk menjaga kondisi baterai tetap penuh dan memberikan cadangan saat cuaca ekstrem. Performa baterai 12 V 100 Ah (seri, total 24 V) menunjukkan stabilitas tegangan dalam rentang 23,5–25 V selama siklus harian, yang mengindikasikan pengisian dan pengosongan berjalan normal dan aman. Hasil ini mengonfirmasi bahwa perancangan kapasitas PLTS didasarkan pada perhitungan profesional yang mempertimbangkan kebutuhan beban, intensitas radiasi lokal, dan faktor derating sistem. Grafik produksi Energi PLTS dengan Konsumsi Energi Harian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Produksi Energi PLTS vs Konsumsi Energi Harian

#### 4.2 Performa Kontrol Otomatis Suhu dan Kelembapan Greenhouse

Sistem PLC Haiwell MPU AC165S0R berhasil mengendalikan aktuator *greenhouse* sesuai logika kontrol: *blower/exhaust* aktif saat suhu melampaui 30°C, sementara *sprayer* aktif saat kelembapan turun di bawah 75%.

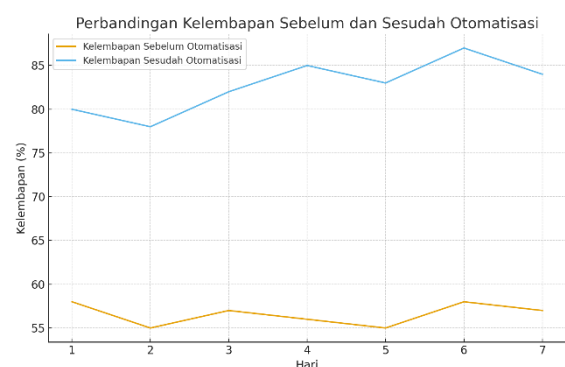
Sebelum otomatisasi

1. Suhu siang hari sering mencapai 34–38°C
2. Kelembapan menurun hingga 55–60%
3. Pengoperasian manual mengalami keterlambatan respon
4. Operator harus memantau *greenhouse* selama aktivitas siang hari

Sesudah otomatisasi

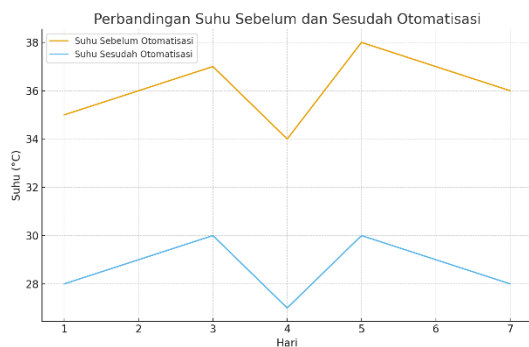
1. Suhu stabil pada rentang 24–30°C
2. Kelembapan terjaga pada 75–90%
3. Respon sistem < 5 detik setelah sensor mendeteksi perubahan
4. Operator hanya melakukan pengawasan, bukan intervensi langsung

Perubahan ini menunjukkan bahwa sistem kontrol otomatis berbasis PLC memberikan peningkatan signifikan dalam stabilitas iklim mikro, yang merupakan parameter krusial bagi keberlangsungan pertumbuhan tanaman hortikultura di *greenhouse*. Grafik antara kelembapan dan suhu sebelum dan sesudah otomatisasi dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Perbandingan Kelembapan sebelum dan sesudah otomatisasi





Gambar 5. Perbandingan Suhu sebelum dan sesudah otomatisasi

#### 4.3 Efisiensi Energi dan Dampaknya pada Operasi Greenhouse

Efisiensi sistem dihitung berdasarkan rasio konsumsi energi terhadap energi yang dihasilkan PLTS. Dengan asumsi rata-rata produksi 2,0 kWh/hari dan konsumsi 1,5 kWh/hari, efisiensi operasional mencapai:

$$Efisiensi = \frac{E_{load}}{E_{PV}} \times 100\% \quad (2)$$

$$Efisiensi = \frac{1,5}{2,0} \times 100\% = 75\%$$

Namun, karena konsumsi lebih rendah dari produksi, efisiensi penggunaan energi PLTS dalam arti penyediaan energi mencapai 100%, artinya seluruh kebutuhan *greenhouse* dapat dipenuhi tanpa ketergantungan pada PLN.

Fakta ini memperlihatkan:

1. Profesionalisme dalam perhitungan kebutuhan beban
2. Ketepatan dalam perancangan kapasitas PV dan baterai
3. Kesesuaian perencanaan dengan praktik lapangan

Dengan sistem ini, *greenhouse* menjadi mandiri energi (*energy autonomous*), sehingga dapat berfungsi tanpa risiko gangguan suplai listrik dari PLN

#### 4.4 Evaluasi Keandalan Sistem dan Respon Operasional

Selama periode pengujian 7 hari, sistem menunjukkan tingkat keandalan tinggi dengan beberapa pencapaian berikut:

1. Tidak terjadi kegagalan sistem kontrol
2. Tidak ada *over-discharge* pada baterai
3. Data sensor stabil dan menunjukkan deviasi kecil
4. *Switching* aktuator optimal tanpa keterlambatan atau kesalahan logika

Satu-satunya gangguan minor terjadi pada hari ke-4, ketika *sprayer* terlambat aktif karena sensor membaca kelembapan sedikit lebih tinggi karena embun pagi, tetapi kondisi kembali normal setelah kalibrasi ulang ringan. Hal ini menunjukkan pentingnya pemeliharaan sensor dalam sistem otomatis

#### 4.5 Pembahasan: Kaitan Profesionalisme Keinsinyuran dengan Keberhasilan Sistem

Keberhasilan teknis sistem *smart greenhouse* ini tidak terlepas dari penerapan profesionalisme keinsinyuran pada seluruh tahapan rekayasa. Secara umum, ada empat aspek profesionalisme yang paling berpengaruh:

1. Integritas teknis, Seluruh perhitungan PLTS, pengukuran beban, dan logika PLC didasarkan pada data aktual. Kejujuran teknis ini memastikan spesifikasi yang dipilih benar-benar sesuai kebutuhan.
2. Kompetensi rekayasa, Perancangan sistem PLTS 600 Wp, pengaturan rasio *input-output* baterai, serta pemrograman ladder diagram mencerminkan kemampuan teknis yang terstruktur dan berbasis standar industri.
3. Keselamatan dan K3, Pemasangan MCB/DC breaker, hingga penempatan baterai dan inverter menunjukkan bahwa keselamatan menjadi prioritas utama, sesuai etika profesi insinyur.

Tanggung jawab sosial dan keberlanjutan, Penggunaan PLTS sebagai sumber energi utama mencerminkan tanggung jawab insinyur dalam mendorong energi terbarukan dan mengurangi jejak karbon industri.

#### 4.6 Interpretasi Umum Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan profesionalisme tidak hanya meningkatkan keberhasilan teknis, tetapi juga:

1. Meningkatkan efisiensi energi,
2. Meminimalkan *human error* dalam operasional,
3. Meningkatkan prediktabilitas sistem,
4. Menciptakan lingkungan kerja yang aman,
5. dan menghasilkan sistem yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

Sistem ini dapat dijadikan model penerapan keinsinyuran yang profesional dan etis untuk proyek-proyek otomasi dan energi terbarukan lainnya

#### 5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan profesionalisme keinsinyuran memiliki peran penting dalam keberhasilan perancangan dan implementasi sistem *smart greenhouse* bertenaga surya. Pengintegrasian PLTS 600 Wp dengan sistem kontrol otomatis berbasis PLC terbukti mampu menjaga stabilitas iklim mikro serta menyediakan suplai energi yang andal dan mandiri. Sistem PLTS menghasilkan rata-rata 2,0 kWh per hari, melebihi kebutuhan energi *greenhouse* sebesar 1,5 kWh per hari, sehingga memastikan ketersediaan energi berkelanjutan tanpa ketergantungan terhadap jaringan listrik PLN.

Dari sisi performa lingkungan, sistem otomatis mampu menurunkan suhu yang sebelumnya mencapai 34–38°C menjadi stabil pada rentang 24–30°C, serta meningkatkan kelembapan dari 55–60% menjadi 75–90%. Hal ini menunjukkan efektivitas logika kontrol PLC dalam merespons perubahan kondisi lingkungan secara cepat dan konsisten. Optimalisasi iklim mikro tersebut memberikan potensi peningkatan kualitas pertumbuhan tanaman dan efisiensi operasional *greenhouse*.

Dari perspektif profesionalisme keinsinyuran, keberhasilan sistem ini merupakan hasil penerapan integritas teknis, kompetensi dalam perhitungan energi dan pemrograman PLC, serta komitmen terhadap keselamatan dan keberlanjutan. Seluruh aspek rekayasa mulai dari analisis kebutuhan energi, pemilihan komponen, pemrograman logika

kontrol, hingga pengujian lapangan dilakukan dengan pendekatan sistematis sesuai prinsip etika profesi. Hal ini menegaskan bahwa profesionalisme bukan hanya menjadi landasan perilaku insinyur, tetapi juga faktor kunci dalam menghasilkan solusi teknis yang andal, aman, dan berkelanjutan.

Dengan demikian, proyek *smart greenhouse* bertenaga surya ini dapat dijadikan contoh praktik baik (*best practice*) dalam penerapan profesionalisme keinsinyuran pada proyek energi terbarukan dan otomasi industri. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi penerapan sistem pada skala yang lebih besar serta mengkaji aspek ekonomi, ketahanan sistem dalam jangka panjang, dan inovasi tambahan seperti penerapan IoT untuk pemantauan jarak jauh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang terlibat dalam proyek *smart greenhouse* ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jeffry Yuliyanto Waisapi, "Profesionalisme Keinsinyuran," *Formosa Journal of Social Sciences (FJSS)*, vol. 1, no. 3, 2022, doi: 10.55927/fjss.v1i3.1285.
- [2] L. Gandharum, D. M. Hartono, A. Karsidi, and M. Ahmad, "Monitoring Urban Expansion and Loss of Agriculture on the North Coast of West Java Province, Indonesia, Using Google Earth Engine and Intensity Analysis," *Scientific World Journal*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/3123788.
- [3] A. A. Dewanto, A. Qurthobi, and M. R. Kirom, "Analisis Perbandingan Suhu Sistem Terkontrol dan Sistem Konvensional Pada Pertumbuhan Tanaman Kangkung Hidroponik Sistem Rakit Apung," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [4] E. Yulianti and S. N. Farida, "Perbandingan Produktivitas dan Kualitas Pertanian Sawi Pagoda antara Metode Konvensional dan Metode Digitalisasi dengan Mesin Otomasi Hidroponik dan Greenhouse," *Jurnal Kajian dan Penelitian Umum*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [5] M. A. Rizkiawan, H. Ramza, N. Nuroji, and A. Sofwan, "Data Center Room Monitoring Based on Temperature and Humidity with Internet of Things," *Jambura Journal of*

- Electrical and Electronics Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 115–123, Jul. 2024.
- [6] F. Njoko, N. A. Husin, G. Prihantono, R. Bayuaji, and B. Suswanto, “Penerapan Profesionalisme, Etika Profesi, dan Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3) pada Pembangunan Jalan Tol di Pulau Jawa dengan Metode Span-by-Span dan Sistem External Post-Tension pada Struktur Box Girder,” *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, vol. 6, no. 1, Jun. 2025, doi: 10.23960/jpi.v6n1.144.
- [7] I. P. J. Arsana, *ETIKA PROFESI KEINSINYURAN: Membangun Sikap Profesionalisme Sarjana Teknik*. 2018.
- [8] S. Wignjosoebroto, “Professional Engineer & Etika Profesi (Insinyur),” *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2020.
- [9] T. Ahmad, “PI5001 – Kode Etik dan Etika Profesi Insinyur,” *Tematik Universitas Negeri Medan*, vol. 11, no. 1, 2021.
- [10] K. aliran, “Prosiding Seminar Nasional Keinsinyuran,” *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 2, no. 3, 2019.
- [11] Hendriyanto, “Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP),” *Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [12] Wahyudi A, “Seminar NasioSeminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)nal Keinsinyuran (SNIP),” *Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [13] L. Mahfudz Hayusman and N. Saputera, “Studi Perencanaan Panel Kendali PLTS-PLN Berdasarkan Kapasitas Baterai untuk PLTS Off-Grid,” *Jurnal Sain Terapan*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [14] Rocky Alfan, A. H. A. Aqbal, and Wahyuni Martiningsih, “Smart Farm Agriculture Design by Applying a Solar Power Plant,” *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, 2023, doi: 10.25077/jnte.v12n2.1085.2023.
- [15] G. F. Sargentis, P. Siamparina, G. K. Sakki, A. Efstratiadis, M. Chiotinis, and D. Koutsoyiannis, “Agricultural land or photovoltaic parks? The water—energy—food nexus and land development perspectives in the thessaly plain, Greece,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 16, 2021, doi: 10.3390/su13168935.
- [16] S. Manesis and G. Nikolakopoulos, *Introduction to Industrial Automation*. 2018. doi: 10.1201/9781351069083.
- [17] T. A. Ardiansyah and R. Risfendra, “Rancangan Sistem Mounting Device Berbasis PLC Menggunakan HMI,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.16.
- [18] D. C. Permatasari, M. A. R. Fahreza, H. Haitsam, and D. W. Pamungkas, “Rancang Bangun Alat Trainer Kontrol Berbasis PLC Omron CP2E untuk Media Pembelajaran,” *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.33650/jeeecom.v5i1.5814.
- [19] M. Benganem, A. Mellit, and M. Khushaim, “Environmental monitoring of a smart greenhouse powered by a photovoltaic cooling system,” *Journal of Taibah University for Science*, vol. 17, no. 1, 2023, doi: 10.1080/16583655.2023.2207775.
- [20] P. Kirci, E. Ozturk, and Y. Celik, “A Novel Approach for Monitoring of Smart Greenhouse and Flowerpot Parameters and Detection of Plant Growth with Sensors,” *Agriculture (Switzerland)*, vol. 12, no. 10, 2022, doi: 10.3390/agriculture12101705.