

KENDALI SISTEM ENERGI UNTUK PERTANIAN RUMAH KACA¹

Agus Sugiyono
BPPT

Abstrak

Dalam kondisi krisis ekonomi saat ini, sektor pertanian mempunyai prospek yang lebih baik dibandingkan dengan sektor lain. Untuk lebih memberdayakan sektor ini perlu digunakan cara-cara modern yang dapat meningkatkan produksinya, diantaranya adalah pertanian dengan menggunakan rumah kaca.

Sistem pertanian rumah kaca mempunyai beberapa keuntungan diantaranya mudah dalam mengendalikan hama dan penyakit, meningkatkan produksi dan mutu produk yang dihasilkan. Disamping itu, sistem ini banyak memerlukan tambahan energi sehingga biaya produksinya juga akan meningkat pula. Untuk mengurangi penggunaan energi dapat digunakan PLC untuk kendali sistem energinya.

Secara desain PLC dapat digunakan sebagai kendali sistem energi dengan mempertimbangkan parameter dan karakteristik pertanian rumah kaca. Kendali dengan PLC mempunyai keuntungan karena sistemnya dapat diubah hanya dengan mengubah program dan perangkat keras mudah didapat dipasaran dengan harga yang relatif murah.

Katakunci: pertanian rumah kaca, PLC, kendali sistem energi

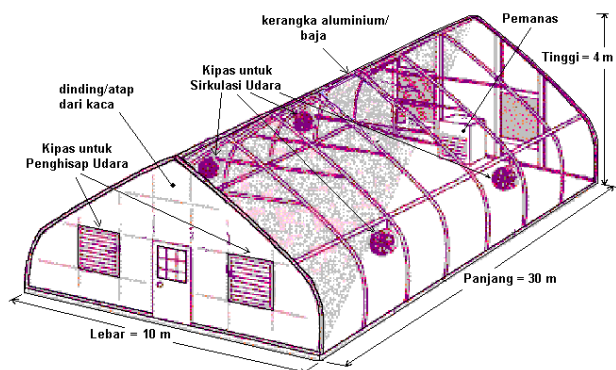
1. PENDAHULUAN

Dalam situasi krisis ekonomi saat ini, sektor pertanian masih sanggup bertahan untuk dikembangkan. Turunnya nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika membuat produk sektor pertanian mempunyai daya saing sebagai komoditi ekspor. Disamping itu harga produk pertanian yang mengalami kenaikan dalam nilai rupiah membuat sektor ini lebih mempunyai prospek dibandingkan dengan produk dari sektor lainnya. Untuk lebih memberdayakan sektor pertanian perlu upaya untuk lebih mengefisienkan dan menggunakan cara-cara yang lebih modern. Salah satu cara tersebut adalah menggunakan sistem pertanian dengan menggunakan rumah kaca, yang selanjutnya disebut pertanian rumah kaca (lihat Gambar 1).

Pertanian rumah kaca mempunyai banyak keuntungan, diantaranya : mudah dalam mengendalikan hama dan penyakit, bisa mengendalikan suhu dan kelembaban serta dapat lebih meningkatkan mutu produk pertanian yang dihasilkan. Meskipun demikian cara ini memerlukan biaya yang relatif lebih tinggi dan intensitas energi (energi yang digunakan per unit produksi) juga lebih besar dibandingkan dengan cara konvensional. Karena energi merupakan salah satu faktor penting, maka pengendalian sistem energi merupakan salah satu faktor untuk dapat menekan biaya produksi.

Dalam makalah ini akan dibahas desain dari kendali sistem energi untuk pertanian rumah kaca.

Sebagai alat kendali digunakan *Programmable Logic Controller (PLC)* yang sudah banyak digunakan saat ini. Pembahasan meliputi peralatan yang digunakan dalam sistem energi, sistem kerja PLC, dan parameter yang berpengaruh dalam pembuatan sistem kendali.



Gambar 1. Pertanian Rumah Kaca

2. PERTANIAN RUMAH KACA DAN SISTEM ENERGI

2.1. Pertanian Rumah Kaca

Pertanian rumah kaca didesain untuk meningkatkan produksi dengan cara mengendalikan cuaca. Dengan menggunakan manajemen yang baik, cara

¹ Prosiding Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumentasi pada Pertanian, hal. S5-5.1 - S5-5.4, ISBN:979-8263-19-7, MASDALI - BPPT, Oktober 1998.

ini bisa meningkatkan produksi antara 5 sampai 15 kali dibandingkan dengan cara konvensional⁽⁵⁾. Kebutuhan utama pertanian rumah kaca adalah sinar matahari dan energi yang dapat digunakan untuk pemanas dan mengatur kondisi rumah kaca. Pada masa lalu kebanyakan digunakan bahan bakar fosil untuk pemanas dan energi listrik untuk mengatur kondisi rumah kaca dan untuk penerangan.

Dinding dan atap rumah kaca terbuat dari kaca atau *polyethylene* yang tembus sinar sehingga panas matahari dapat masuk dan keluar melewatinya. Pada siang hari, sekitar 85 % dari sinar matahari yang masuk akan terperangkap di dalam rumah kaca dan menjadi panas. Di negara dengan empat musim, meskipun pada musim dingin ventilasi tetap dibutuhkan untuk mengeluarkan kelebihan panas sehingga suhu dalam rumah kaca dapat dipertahankan sesuai dengan yang dikehendaki. Bila sinar matahari tidak mencukupi (waktu mendung) atau tidak ada (waktu malam hari) maka diperlukan alat pemanas. Kerangka rumah kaca biasanya terbuat dari aluminium atau besi yang kuat dan mampu menahan beban berupa atap.

Pertanian rumah kaca sudah banyak digunakan di negara-negara maju yang mempunyai empat musim. Untuk negara tropis dengan dua musim seperti di Indonesia, pengoperasian rumah kaca mempunyai sedikit perbedaan dengan negara dengan empat musim. Di daerah tropis, energi untuk pemanas lebih sedikit sedangkan untuk keperluan ventilasi akan lebih besar. Karena di daerah tropis mempunyai intensitas sinar matahari yang relatif tinggi, maka penggunaan sel surya untuk substitusi listrik dari jaringan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) memungkinkan untuk direalisasikan.

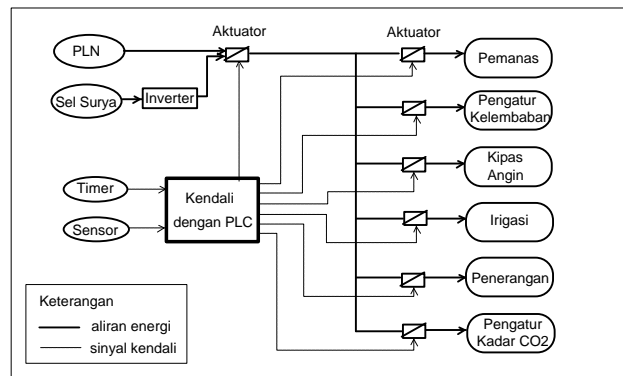
Jenis tanaman yang cocok untuk pertanian rumah kaca biasanya adalah:

- tanaman yang mempunyai siklus hidup pendek, seperti : melon, semangka, dan sayuran
- penanaman bibit pohon tanaman keras yang siklus hidupnya panjang, seperti kayu jati, sengon, dan pohon untuk hutan tanaman industri.

Disamping itu, dalam pemilihan jenis tanaman juga harus memperhatikan faktor harga produk pertanian yang dihasilkan. Jenis tanaman yang dipilih harus bisa kompetitif bila dibandingkan dengan produk serupa yang ditanam secara konvensional.

2.1. Sistem Energi

Secara umum sistem energi untuk pertanian rumah kaca dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem energi di sini meliputi sumber energi beserta peralatan pemakai energi. Sumber energi dapat berupa energi listrik yang berasal dari jaringan listrik PLN maupun dari sel surya. Peralatan pemakai energi meliputi semua peralatan yang digunakan untuk menjamin kelangsungan proses penanaman sampai menuai hasil. Yang termasuk peralatan ini adalah alat pengatur suhu dan kelembaban, alat penambah kadar CO₂, serta alat pengairan dan penerangan.



Gambar 2. Diagram Sistem Energi untuk Pertanian Rumah Kaca

Sel surya merupakan alat untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Keluaran sel surya masih berupa tegangan arus searah (DC). Supaya dapat diinterkoneksi dengan jaringan listrik PLN maka tegangan DC harus diubah dulu menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) dengan menggunakan inverter. Alat pengatur suhu dapat berupa pemanas, kipas angin, dan sensor thermostat. Pemanas dapat menggunakan bahan bakar minyak tanah atau gas, ataupun menggunakan energi listrik. *On-off* dari pemanas harus dapat diatur secara elektronik. Bila sensor *thermostat* menunjukkan level di bawah suhu yang dikehendaki maka pemanas dinyalakan. Bila di atas level maka pemanas dimatikan dan dibantu dengan menghidupkan kipas untuk sirkulasi udara ataupun kipas untuk penghisap udara. Kelembaban juga merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Dengan menggunakan pengatur kelembaban parameter ini dapat dikendalikan dan saling berpengaruh dengan parameter suhu.

Selain suhu dan kelembaban, parameter yang berpengaruh lainnya adalah kadar CO₂ di dalam rumah kaca. Kadar CO₂ diukur dengan menggunakan sensor infra merah. Dengan data pengukuran maka alat pengatur kelembaban dapat diatur sesuai dengan kadar CO₂ yang ditentukan. Peralatan yang menggunakan energi lainnya adalah pompa-pompa untuk irigasi dan lampu penerangan. Pompa irigasi dijalankan hanya pada waktu-waktu tertentu, misalnya pada sore hari. Lampu penerangan juga hanya digunakan untuk malam hari dan diusahakan menggunakan lampu yang hemat energi.

Kebanyakan rumah kaca tidak didesain dengan menerapkan konsep konservasi energi, tetapi hanya untuk keperluan menghasilkan produk pertanian yang lebih efisien dan pada kondisi cuaca yang tidak memungkinkan bila menggunakan pertanian konvensional. Meskipun demikian, secara teknis penghematan energi masih dapat dilakukan. Beberapa alternatif untuk menghemat penggunaan energi adalah :

- menutup rapat-rapat pada sambungan atau tempat-tempat yang memungkinkan terjadi kehilangan panas dengan menggunakan isolasi yang sesuai.
- menggunakan dinding dan atap yang tebal atau berlapis dengan bahan *polyethylene* atau kaca.

- menggunakan penutup atap berwarna hitam di malam hari untuk mengurangi kehilangan panas secara radiasi.
- menggunakan reflektor di sekitar alat pemanas.
- meletakkan *thermostat* di tempat yang cukup jauh dari pipa distribusi panas supaya pengukuran lebih akurat.

Disamping itu, dengan melakukan perawatan yang teratur juga akan meningkatkan efisiensinya. Perawatan tersebut dapat dilakukan misalnya dengan :

- memeriksa secara rutin katup-katup pada pipa, *thermostat*, dan peralatan mekanis supaya tetap bersih dan dapat beroperasi dengan lancar.
- memberi pelumas untuk sistem pompa dan rotor motor.
- mengganti isolasi yang sudah kurang baik untuk pipa distribusi panas maupun air.

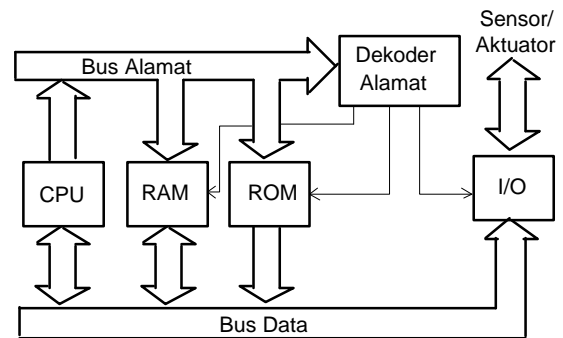
Bila ditinjau sistem energi secara keseluruhan, energi listrik memegang peranan penting. Hal ini dapat dipahami karena energi listrik mudah dikendalikan dan fleksibel untuk diubah menjadi energi panas, penerangan dan kerja mekanik sebagai substitusi untuk tenaga manusia.

3. KENDALI DENGAN PLC

PLC pada umumnya dapat digunakan untuk kendali dengan sistem digital maupun analog. PLC yang beredar di pasaran saat ini mempunyai beberapa modul yang dinamakan slot. Slot digunakan untuk memudahkan dalam merancang atau mengganti rangkaian yang diperlukan. Slot tersebut adalah : slot utama, slot *input/output* (I/O), dan slot catu daya.

- **Slot utama** dilengkapi dengan *Central Processing Unit* (CPU) dan memori dalam bentuk *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM). CPU merupakan "pikiran" dari keseluruhan sistem ini. ROM digunakan sebagai tempat penyimpan perangkat lunak untuk inisialisasi sistem, sedangkan RAM digunakan untuk menyimpan program kendali yang akan dibuat.
- **Slot I/O** dapat berupa peralatan sensor sebagai masukan ke CPU ataupun peralatan aktuator yang digerakkan oleh CPU. Setiap I/O mempunyai alamat tertentu yang dapat dihubungi oleh CPU melalui Dekoder Alamat.
- **Slot catu daya** yang merupakan alat untuk mengkonversikan tegangan AC menjadi tegangan DC yang sesuai dengan kebutuhan peralatan PLC.

Keseluruhan modul ditempatkan pada kotak yang terbuat dari aluminium atau besi untuk melindungi dari sentuhan ataupun benturan. PLC juga dilengkapi dengan keyboard dan monitor yang sangat terbatas untuk keperluan pembuatan program. Blok diagram dari sistem PLC yang paling sederhana diperlihatkan pada Gambar 3. Sistem ini juga merupakan komponen dasar dari sistem mikroprosesor.



Gambar 3. Blok Diagram dari Sistem PLC

Beberapa keuntungan dari penggunaan PLC dapat disebutkan sebagai berikut.

- **Fleksible**
Pada masa lalu setiap peralatan atau mesin memerlukan sistem kendali yang unik. Dengan adanya PLC, berbagai macam mesin dapat dikendalikan dengan perangkat keras yang sama hanya dengan mengubah programnya.
- **Mudah melakukan perubahan**
Dengan menggunakan panel *relay*, bila ada perubahan sistem kerja mesin maka harus memperbaiki sistem kabel dan kontaktor. Sedangkan dengan sistem PLC dapat diubah dalam beberapa menit yaitu dengan mengubah program. Tidak diperlukan perbaikan sistem kabel bila menggunakan PLC.
- **Tersedia kontaktor dalam jumlah besar**
Bila sistem yang dikendalikan besar maka dengan menggunakan panel *relay* akan diperlukan kontaktor dan *relay* dalam jumlah yang besar pula. Dengan PLC, setiap *coil* untuk aktuator tersedia sejumlah besar kontaktor di dalam program yang kapasitasnya hanya tergantung dari *memory* yang tersedia.
- **Murah harganya**
Perkembangan teknologi telah memungkinkan peralatan semakin kecil dan murah. Sekarang sistem PLC dengan beberapa peralatan tambahan seperti *timer* dan *counter* harganya hanya beberapa ratus dolar.
- **Pengujian skala kecil**
Sistem PLC dapat dijalankan dan dievaluasi dalam skala kecil dulu. Program dapat diuji dan diperbaiki sebelum digunakan dalam skala yang sesungguhnya. Sebaliknya, dengan menggunakan sistem *relay* konvensional maka sistem harus dipasang di tempat dan memerlukan banyak waktu.
- **Kecepatan operasi yang tinggi**
Operasi dengan sistem PLC mempunyai kecepatan yang sangat tinggi dan dalam orde milidetik untuk setiap perintah.
- **Andal dan mudah dalam perawatan**
Secara umum, peralatan elektronik lebih andal dari pada sistem mekanik. Disamping itu, peralatan elektronik juga lebih mudah dalam perawatannya.

4. DESAIN KENDALI SISTEM ENERGI

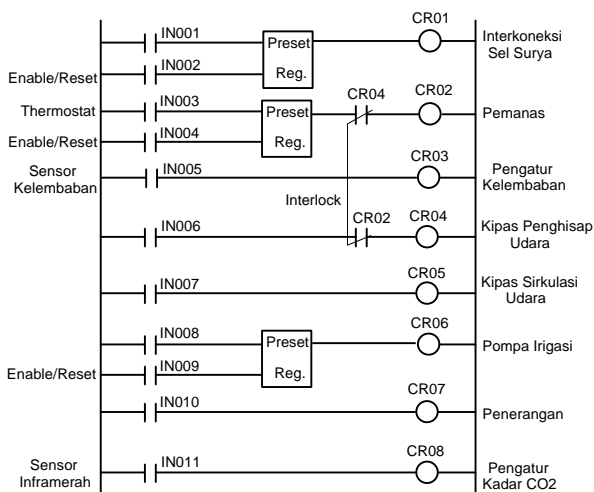
Perancangan diperlukan bila akan membuat program kendali dengan menggunakan PLC. Hal ini diperlukan supaya lebih mudah dalam pengujian program dan bila ada kesalahan juga mudah memperbaikinya. Dalam perancangan, biasanya digunakan *ladder diagram*.

Secara sederhana diagram kendali sistem energi ditunjukkan pada Gambar 2. Yang dibutuhkan dalam sistem ini adalah :

- sensor (temperatur, kelembaban, kadar CO₂) yang memonitor kondisi udara di dalam rumah kaca.
- Aktuator seperti membuka dan menutup katup pada pipa atau dapat diwujudkan dalam bentuk saklar listrik *on/off*.
- Sistem kendali dengan PLC.

PLC bekerja secara real time dan akan memberikan response bila ada perubahan parameter dari sensor. Untuk menangani *input* yang berupa sensor digunakan fungsi *interrupt*. Fungsi ini memungkinkan *output* akan *on/off* bila ada input yang menginterupsi dan tidak tergantung dari program utama.

Pada Gambar 4 ditunjukkan *ladder diagram* dari sistem kendali. Beberapa peralatan memerlukan *counter* karena hanya bekerja sesuai *setting* yang ditentukan. Untuk mengatur *setting* ini, *timing diagram* yang sesuai dengan kebutuhan atau karakteristik tanaman perlu dibuat dan dimasukkan dalam program.



Gambar 4. *Ladder Diagram*

Untuk mengimplementasikan program kendali ini, dapat menggunakan bahasa pemrograman sesuai dengan PLC yang digunakan. *Ladder logic* adalah bahasa pemrograman yang sudah biasa digunakan. Dengan *ladder logic*, pemrogram membuat *network relay* imajiner sesuai dengan kinerja sistem kendali yang dikehendaki. Saat ini sudah ada PLC yang menggunakan bahasa pemrograman BASIC ataupun yang lebih spesifik lagi yaitu bahasa Grafset, sejalan dengan makin rumitnya peralatan yang akan dikendalikan. Program ini dimasukkan ke dalam ROM sehingga setiap kali sistem dihidupkan maka langsung mengakses program tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan memperhatikan parameter-parameter untuk pertumbuhan tanaman, peralatan sistem energi dan kondisi di dalam rumah kaca maka PLC dapat digunakan untuk keperluan kendali sistem energinya. PLC mempunyai keunggulan yaitu lebih fleksibel sebagai sistem kendali karena hanya dengan mengubah perangkat lunaknya maka kendali dapat diubah sesuai dengan unjuk kerja yang diharapkan.

Sistem ini masih dalam tahapan desain dan untuk mengimplementasikan dibutuhkan prototipe. Dengan prototipe ini jenis tanaman, luas rumah kaca, jenis PLC dan perangkat lunaknya dapat dipilih dan diuji baik dari segi teknis rumah kaca maupun unjuk kerja PLC untuk dapat mengendalikan penggunaan energi secara lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

1. B.A. Stout, "Energy Use and Management in Agriculture", Breton Publishers, California, 1984.
2. <http://www.greenair.com>
3. Frans Robbers, "Energy Management System for Factory and Building Installations", Seminar Konservasi Energi 89, Jakarta, 1989.
4. John W. Webb and Ronald A. Reis, "Programmable Logic Controller : Principle and Applications", Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1995.
5. Robert N. Brewer, et.al., "Solar Applications in Agriculture", The Franklin Institute Press, Pensilvania, 1981.

KONTAK PERSON

Ir. Agus Sugiyono, M.Eng.

Direktorat Teknologi Energi
Gedung BPPT II, Lantai 20
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340
Telp. (021) 316 9774
Fax. (021) 316 9765
E-mail: sugiyono@bppt.go.id atau giyon@hotmail.com
Web-Site :

<http://www.geocities.com/Athens/Academy/1943>