

# Pengaturan Intensitas Cahaya pada Rumah Kaca

Riyo Wardoyo  
Pusat Penelitian Informatika  
riyo002@lipi.go.id

## Abstrak

*Dalam penelitian ini, dirancang suatu sistem pengaturan untuk memanipulasi salah satu parameter iklim yang mendukung untuk budidaya tanaman yaitu intensitas cahaya. Sistem pengaturan yang digunakan adalah close loop control system, yang berfungsi membandingkan besarnya intensitas dalam rumah kaca sesuai dengan kebutuhan. Metode pengaturan yang digunakan adalah kontrol proporsional. Kontrol proporsional berfungsi mengatur/mempercepat proses penambahan dan pengurangan intensitas cahaya agar besarnya intensitas cahaya yang dibutuhkan stabil. Dari hasil pengujian tanggapan sistem pada alat yang telah dirancang, diperoleh bahwa untuk setting value 80 Lux, 90 Lux, 100 Lux terjadi overshoot hingga 25% dan terjadi offset sekitar 3%, untuk setting value 110 Lux sampai 200 Lux terjadi offset antara 1,57% hingga 15,45% dari setting value. Sistem pengaturan intensitas cahaya yang telah dirancang mampu mengatasi gangguan dengan terjadi offset sekitar 11% dari setting value.*

*Kata kunci: Sistem Pengaturan, Intensitas Cahaya*

## 1. Pendahuluan

Proses budidaya dan penelitian tanaman selama ini dilakukan pada kondisi lingkungan (iklim) yang sesuai dengan tanaman. Jika tanaman dipindah ke daerah dengan kondisi lingkungan (iklim) yang berbeda maka tanaman tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik atau mungkin bisa mati. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dibuat suatu iklim buatan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Rumah kaca (*green house*) merupakan media yang tepat untuk proses pembuatan parameter iklim buatan (suhu, kelembaban, kadar air tanah/konduktivitas, dan intensitas cahaya) dan budidaya tanaman. Dalam proses pembuatan iklim buatan melibatkan peralatan elektronik yang dapat bekerja bersama-sama untuk didapatkan kondisi lingkungan dalam rumah kaca sesuai kebutuhan.

Pada penelitian ini dirancang suatu alat untuk merekayasa salah satu parameter iklim dalam rumah kaca yaitu intensitas cahaya. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari sensor, pengkondisi sinyal, unit pengolah

dan aktuator serta *plant*. Perangkat keras yang dirancang bekerja berdasarkan pada sistem pengaturan lup tertutup (*close-loop*). Sistem pengaturan *close-loop* berfungsi untuk membandingkan harga yang sebenarnya dari keluaran *plant* dengan harga yang diinginkan, menentukan deviasi, dan menghasilkan suatu sinyal kontrol yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai harga yang kecil, pengaturan sistem secara keseluruhan menggunakan mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler AT89S51 berfungsi untuk mengolah dan memproses setiap masukan dan menghasilkan keluaran sehingga pengaturan intensitas cahaya pada rumah kaca dapat berjalan secara otomatis dan kondisi intensitas cahaya yang dibutuhkan stabil.

## 2. Landasan Teori

Sistem pengaturan merupakan hubungan timbal balik antara unsur-unsur yang membentuk suatu sistem agar memberikan hasil sesuai dengan yang dikehendaki. Berdasarkan ada tidaknya pengukuran keluaran yang dijadikan acuan untuk melakukan aksi kendali terhadap proses,

sistem pengaturan dapat dibedakan menjadi dua yaitu sistem pengaturan lup terbuka (*open loop*) dan sistem pengaturan lup tertutup (*close loop*).

## 2.1 Kontrol Proporsional

Kontrol proporsional adalah kontroler yang memiliki keluaran sebanding dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Hubungan antara sinyal kesalahan  $e(t)$  dan sinyal keluaran  $m(t)$  dalam waktu kontinyu ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$m(t) = K_p e(t) \quad (1)$$

atau dalam besaran laplace adalah

$$M(s) = K_p E(s) \quad (2)$$

Sedangkan untuk sistem waktu diskrit, persamaan pengaturan proporsional dirumuskan dengan persamaan :

$$m(k) = K_p e(k) \quad (3)$$

## 2.2 Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 adalah sebuah sistem mikrokontroler 8 bit dengan 4 Kbyte *In-System Programable Flash Memory*. Instruksi-instruksi maupun pinnya kompatibel dengan standar MCS51. Dengan jenis memori flash memudahkan memori program untuk diprogram ulang sistem.

*Chip* mikrokontroler merupakan kombinasi antara CPU 8 bit dengan *In-System Programable Flash* sehingga AT89S51 menjadi sebuah mikrokomputer yang sangat berdaya guna, memberikan solusi yang sangat efektif, murah dan sangat fleksibel untuk beberapa aplikasi pengendalian. AT89S51 memiliki beberapa kelebihan antara lain: 4 Kbyte *Flash Memory*, pewaktu *Watchdog*, dua data pointer, RAM 128 byte, 32 jalur *input-output*, dua timer/counter 16 bit, lima vektor interupsi 2 level, *port* serial dua arah, rangkaian detak (*clock*), dan osilator internal.

## 2.3 Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (listrik DC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik berupa putaran rotor. Prinsip dasar motor arus searah adalah jika sebuah kawat penghantar dialiri arus listrik diletakkan dalam medan magnet, maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang mempunyai arah seperti yang ditunjukkan oleh kaidah tangan kiri *Fleming*.

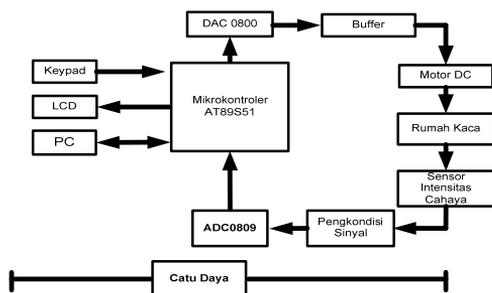
## 2.4 Rumah Kaca

Rumah kaca merupakan alat pelindung tanaman secara tertutup dari bahan yang terbuat dari plastik atau bahan lain, yang mana bahan tersebut diletakkan menyelubungi suatu tanaman dengan ketinggian tertentu sehingga diperoleh iklim basah dan hangat serta bebas dari stress yang menyebabkan pertumbuhan tanaman. Dalam rumah kaca faktor iklim mempunyai pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Iklim merupakan faktor yang paling dominan yang mempengaruhi keduanya dan dapat direkayasa oleh manusia. Tanaman tidak dapat bertahan dalam iklim yang buruk, walaupun dapat bertahan tidak akan dapat diharapkan hasil panen yang optimal. Secara umum iklim dalam *green house* yang baik dicirikan oleh temperatur, penyinaran matahari, kelembaban relatif dan CO<sub>2</sub>.

Salah satu faktor iklim yang mempunyai pengaruh bagi kehidupan tanaman adalah cahaya. Cahaya bagi tanaman digunakan dalam proses fotosintesis untuk mempercepat pertumbuhan dan memperbanyak jumlah daun serta untuk produksi bunga. Setiap jenis tanaman memerlukan cahaya yang berbeda tergantung dimana mereka hidup pada habitat aslinya. Cahaya yang diperlukan tumbuhan diukur dengan satuan *foot-candle* (fc) atau umumnya dengan satuan lux (lx). Untuk perbandingan cahaya, cahaya diluar rumah pada tengah hari kira-kira 10.000 fc ( 100.000 lux), sedangkan di dalam rumah 50 fc (500 lux).

### 3. Perancangan Sistem

Diagram skematik perancangan sistem pengaturan intensitas cahaya pada iklim buatan dalam rumah kaca ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram skematik perancangan sistem

Sistem pengaturan intensitas cahaya menggunakan sistem pengaturan lup tertutup (*close loop control system*). Pada sistem pengaturan intensitas cahaya, besarnya intensitas cahaya aktual yang ada di dalam rumah kaca akan diumpankan ke kontroler oleh sensor melalui sebuah konverter analog ke digital. Kontroler akan membandingkan dan menghitung sinyal aktual dengan sinyal referensi yang kemudian diolah sesuai dengan algoritma kontrol yang digunakan dan mengeluarkan sinyal kontrol ke aktuator/penggerak melalui konverter digital ke analog untuk memberi pengaruh pada *plant* sehingga didapatkan sinyal aktual sesuai atau mendekati sinyal referensi.

#### 3.1 Miniatur rumah kaca

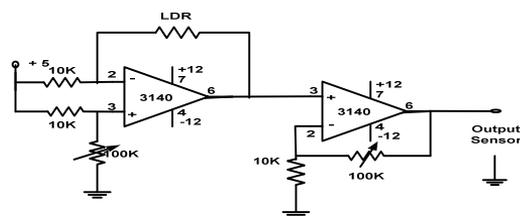
Miniatur rumah kaca merupakan *plant* yang akan dikontrol besar intensitas cahaya yang ada didalamnya. Miniatur rumah kaca yang dijadikan sebagai tempat untuk mensimulasikan proses pengaturan intensitas cahaya terbuat dari bahan kaca yang berukuran 60cm x 30cm x 30cm yang dilengkapi dengan sirip-sirip pengatur cahaya. Sumber cahaya yang dijadikan acuan untuk mengatur keadaan intensitas cahaya dalam rumah kaca adalah lampu TL 20 Watt. Intensitas cahaya rumah kaca

maksimal saat kondisi sirip membuka penuh sebesar 400 lux. Intensitas cahaya inilah yang dijadikan acuan dalam sistem pengaturan intensitas cahaya. Untuk mendapatkan sistem pengaturan intensitas cahaya yang diinginkan maka sensor dan penggerak ditempatkan sedemikian rupa pada rumah kaca.

#### 3.2 Pengkondisi Sinyal Sensor Intensitas Cahaya

Pada perancangan penelitian ini, sensor digunakan sebagai peralatan untuk mengindra besaran fisis dalam rumah kaca yang berupa besaran intensitas cahaya yang diubah menjadi besaran listrik. Untuk mendeteksi intensitas cahaya menggunakan *Light Dependent Resistor (LDR)*. Untuk mendapatkan keluaran sensor yang sesuai dengan sistem maka digunakan pengkondisi sinyal. Gambar 2 adalah perancangan rangkaian pengkondisi sinyal sensor intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian.

Pada Gambar 2 menunjukkan rangkaian pengkondisi sinyal berupa rangkaian penguat diferensial dan rangkaian penguat tidak membalik. Rangkaian penguat diferensial berfungsi untuk mengetahui perubahan tegangan akibat pengaruh perubahan resistansi dari LDR. Semakin kecil nilai resistansi LDR maka tegangan keluaran rangkaian penguat diferensial semakin besar begitu pula sebaliknya.



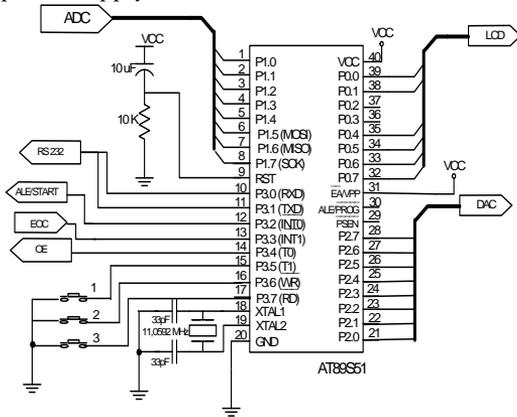
Gambar 2 Rangkaian pengkondisi sinyal sensor intensitas cahaya

Rangkaian penguat tidak membalik berfungsi untuk menguatkan tegangan keluaran dari rangkaian penguat diferensial agar diperoleh tegangan yang dapat dimengerti oleh ADC 0809. ADC 0809 akan

mengubah perubahan tegangan ke dalam besaran digital agar dapat diproses oleh mikrokontroler.

### 3.3 Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51

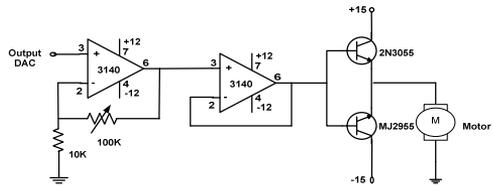
Mikrokontroler AT89S51 digunakan untuk membaca dan mengolah data yang masuk melalui port masukan dan mengeluarkan data yang telah diolah melalui port keluaran. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler terlihat pada Gambar 8. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler dirancang sebagai *single chip*, sehingga dalam perancangannya cukup dibutuhkan rangkaian pembangkit *clock* (crystal dan kapasitor), rangkaian reset, dan rangkaian *power supply*.



Gambar 3 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51

### 3.4 Driver Motor DC

Tegangan keluaran DAC 0800 yang jangkauannya  $-5$  volt sampai dengan  $5$  volt ternyata belum bisa menggerakkan motor DC maka diperlukan sebuah penguat tegangan luar yang dapat diatur sehingga mampu menggerakkan motor DC. Perancangan rangkaian penguat tegangan luar terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian penguat tegangan dan arus dari DAC

Penguat *non inverting* berfungsi untuk menguatkan tegangan yang berasal dari keluaran DAC 0800. Keluaran dari penguat *non inverting* dimasukkan ke dalam rangkaian pengikut tegangan yang berfungsi sebagai buffer, agar arus yang ditarik oleh motor tidak berasal dari DAC 0800 maka perlu ditambah rangkaian penguat arus yang dilengkapi catu daya luar.

### 3.5 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dalam penelitian ini secara garis besar berfungsi untuk mengatur besarnya intensitas cahaya dalam rumah kaca sesuai dengan nilai referensi. Perangkat lunak juga berfungsi untuk menggerakkan motor DC ke kanan atau ke kiri sesuai dengan aksi kontrol. Gerakan motor DC ke kanan dan ke kiri berfungsi untuk proses pengurangan/penambahan intensitas cahaya. Gerakan motor akan berhenti jika nilai aktual sama atau mendekati nilai referensi.

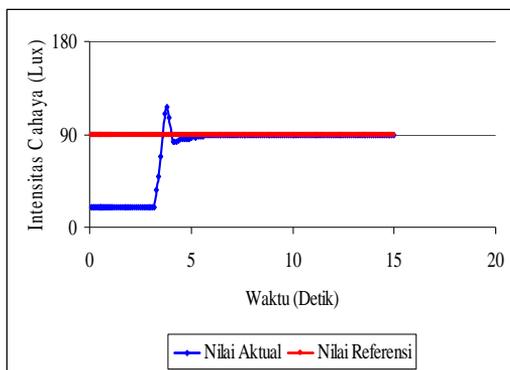
### 4. Pengujian dan Analisa

Untuk mengetahui performansi dari sistem pengaturan yang telah dirancang, maka dilakukan pengujian terhadap tanggapan sistem. Sebagai acuan dalam membuat grafik tanggapan sistem adalah data besarnya intensitas cahaya setiap  $100$  ms. Data yang diambil berasal dari proses pembacaan sensor yang telah dikonversi oleh ADC. Pada penelitian ini menggunakan lampu TL sebagai sumber cahaya yang mempunyai pengaruh terhadap besar kecilnya intensitas cahaya yang ada dalam ruangan rumah kaca. Besar kecilnya intensitas cahaya dalam ruangan rumah kaca

diatur dengan menggunakan sirip pengatur cahaya.

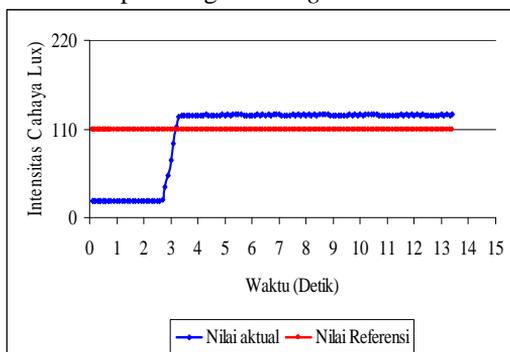
#### 4.1 Tanggapan Sistem Pada Variasi *Setting Value*

Pengujian tanggapan sistem dengan variasi *setting value* ditunjukkan pada Gambar 5 sampai Gambar 6.



Gambar 5 Grafik tanggapan sistem untuk *setting value* 90 lux

*Setting value* 90 terjadi *overshoot* hingga mencapai 15% tetapi kemudian turun mendekati pada angka *setting value*



Gambar 6 Grafik tanggapan sistem untuk *setting value* 110 lux

Dari grafik tanggapan sistem yang diperoleh secara umum terlihat bahwa hasil pengaturannya tidak stabil secara sempurna pada suatu nilai. Ditunjukkan secara nyata oleh gerakan sirip pengatur cahaya yang cenderung bergerak ke kiri atau ke kanan. Penyebabnya adalah kelemahan sistem antara lain LDR yang peka terhadap perubahan cahaya (perubahan sedikit cahaya

sekitar akan mempengaruhi resistansi LDR), ADC 0809 yang tidak stabil dalam mengkonversi ke digital, jangkauan masukan DAC 0800 yang terlalu sempit, dan adanya gesekan pada roda-roda gigi motor serta jarak sirip pengatur yang terlalu lebar yang mengakibatkan jangkauan pengaturan terlalu sempit.

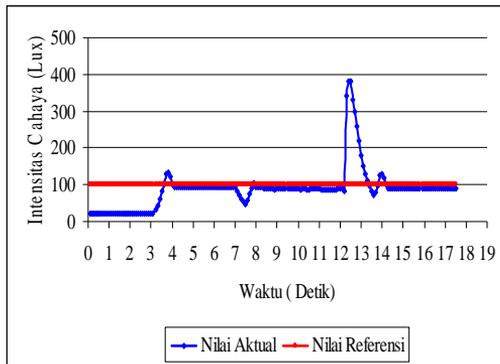
Gambar 6 tidak terjadi *overshoot* namun terjadi kesalahan keadaan tunak atau *offset* yang nilainya diatas nilai *setting value*. Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa *time respond* untuk mencapai/mendekati referensi kurang dari 1 detik. Keadaan *overshoot* maupun *offset* yang terjadi menunjukkan angka yang berbeda-beda, hal ini disebabkan akibat sensor cahaya LDR yang mempunyai karakteristik non linier, jarak *setting value* dengan jangkauan (*range*) ideal atau yang mampu memberikan nilai sesuai dengan *setting value*-nya (semakin jauh dari kondisi ideal, *offset* dan *overshoot* yang terjadi semakin besar) dan adanya gesekan yang terjadi pada roda-roda gigi serta jangkauan tegangan keluaran yang masuk pada motor terlalu sempit.

#### 4.2 Pengujian Tanggapan Sistem Terhadap Gangguan

Untuk mengetahui daya tahan sistem terhadap gangguan, maka dilakukan pengujian dengan memberikan gangguan berupa penghalang cahaya yang berasal dari kertas yang didekatkan pada sirip pengatur cahaya. Pengujian sistem terhadap gangguan luar dilakukan hanya untuk *setting value* 100 lux. Hal ini diakibatkan jangkauan gerakan sirip pengatur cahaya yang terlalu sempit. Hasil pengujian terlihat pada Gambar 7.

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, gangguan diberikan pada detik ke 7 dengan mendekatkan kertas diatas sirip pengatur cahaya, hasil yang terjadi adalah intensitas cahaya turun hingga harga 46 lux namun kemudian normal kembali mendekati *setting value*. Waktu pemulihan menuju kestabilan berlangsung cepat yaitu kurang dari 1 detik. Pada saat kertas penghalang diambil terjadi

*overshoot* sebesar 280 lux dan osilasi disekitar harga 10 lux dari nilai *setting value* selanjutnya intensitas cahaya akan normal kembali.



**Gambar 7** Grafik tanggapan sistem untuk *setting value* 100 lux dengan diberi gangguan luar pada detik ke 7

Garber M, Thomas Paul, “*Indoor Plants, Agricultural and Environmental Sciences*”, The University at Georgia.  
 Moh. Ibnu Malik, Anistardi, “*Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*”, Elek Media Komputindo, Jakarta, 1997.  
 Ogata, Katsuhiko, “*Teknik Kontrol Automatik*”, Jilid I, Edisi keempat, Alih bahasa Edi Laksono, Erlangga, Jakarta, 1991.  
 Ogata, Katsuhiko, “*Discrete Time Control Systems*”, Prentice Hall, Inc. New Jersey.

## 5. Kesimpulan

1. Sistem pengaturan intensitas cahaya yang dibuat mempunyai jangkauan pengaturan antara 80 lux sampai 200 lux dengan terjadi *offset* hingga 15,45%.
2. Sistem pengaturan intensitas cahaya tidak dapat bekerja jika sirip pengatur cahaya melebihi batas pengaturan dan jika nilai intensitas cahaya yang dideteksi tidak mencapai harga *setting value*.
3. Hasil pengujian sistem pengaturan intensitas cahaya diperoleh tanggapan sistem tanpa osilasi pada *setting value* 80 lux sampai 200 lux
4. Hasil pengujian yang diperoleh untuk *setting value* 80 lux, 90lux ,100 lux terjadi *overshoot* hingga 25% lux dan cenderung stabil mendekati harga *setting value* dengan *offset* sekitar 3%, untuk *setting value* 110 lux sampai 200 lux tidak terjadi *overshoot* tetapi terjadi *offset* sebesar 1,57% hingga 15,45%.

## 6. Daftar pustaka