

## Makalah Seminar Tugas Akhir

### SISTEM PENGATURAN INTENSITAS CAHAYA PADA IKLIM BUATAN DALAM RUMAH KACA (*GREEN HOUSE*)

Sunardi, Mahasiswa TE Undip, Sumardi ST. MT, Iwan Setiawan ST.MT, Staf Pengajar TE Undip

**Abstrak** — Budidaya 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 tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik atau bahkan mati. Untuk mengatasi keadaan ini maka dibuat suatu rekayasa iklim yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Pembuatan rumah kaca (*Green House*) merupakan solusi yang baik untuk media budidaya tanaman dan merekayasa/memanipulasi unsur-unsur fisik lingkungan (parameter iklim). Dengan demikian memungkinkan tanaman dari daerah tertentu dapat hidup dan berkembang dengan baik. Untuk memanipulasi/merekayasa unsur-unsur fisik lingkungan/parameter iklim (temperatur, kelembaban, konduktivitas, intensitas cahaya, dan pH) melibatkan peralatan elektronik yang terdiri dari sensor, unit pengolah dan driver yang dapat bekerja secara otomatis.

Dalam penelitian tugas akhir 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% setting value.

**Kata kunci:** Sistem Pengaturan, Intensitas Cahaya, mikrokontroler AT89S51

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

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 tugas akhir 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. Dalam tugas akhir ini, 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.

### Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis akan membuat batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari pokok pembahasan yang sebenarnya. Hal-hal yang dibuat dan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat keras hanya digunakan untuk mengatur intensitas cahaya yang nilainya dipertahankan sesuai dengan yang diinginkan.
2. Tidak melakukan identifikasi sistem
3. Metode kontrol yang digunakan adalah kontrol proporsional dan penyetelan konstantanya ditentukan dengan coba-coba.
4. Sumber cahaya untuk simulasi pengaturan intensitas cahaya menggunakan cahaya lampu sebagai pengganti cahaya matahari.
5. Jangkauan intensitas pengaturan cahaya antara 80 lux–200 lux dan untuk pengaturan dengan gangguan kertas penghalang pada intensitas cahaya 100 lux.
6. Simulasi pengaturan intensitas cahaya dilakukan pada siang hari/keadaan cerah.
7. Analisa dititikberatkan pada respon yang dihasilkan dari proses pengolahan mikrokontroler.

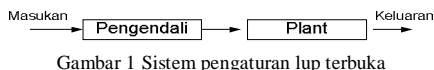
## II. DASAR TEORI

### 2.1 Dasar Sistem Pengaturan

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*).

**2.1.1 Sistem Pengaturan Lup Terbuka (Close Loop)**

Sistem pengaturan lup terbuka adalah sistem pengaturan yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengaturan. Gambar 1 menunjukkan hubungan antara masukan keluaran sistem pengaturan lup terbuka.

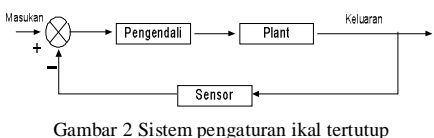


Gambar 1 Sistem pengaturan lup terbuka

Kelemahan utama dari sistem ini adalah jika sistem mendapatkan gangguan maka sistem tidak dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

**2.1.2 Sistem Pengaturan Lup Tertutup (Close Loop)**

Sistem pengaturan lup tertutup adalah sistem pengaturan dimana sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengaturan. Gambar 2 menunjukkan hubungan masukan keluaran dari sistem pengaturan lup tertutup.

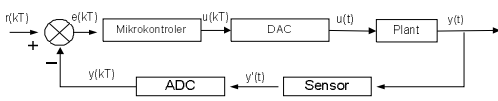


Gambar 2 Sistem pengaturan ikal tertutup

Pada sistem ini, sinyal kesalahan merupakan selisih antara masukan dan sinyal umpan balik yang diumpangkan ke pengendali untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan.

**2.1.3 Sistem Pengaturan Diskret**

Sejalan dengan perkembangan teknologi komputer digital, maka teknik pengaturan sistem mengarah pada pengaturan sistem secara diskret dengan jalan menggunakan komputer/mikrokontroler sebagai unit pengendalinya. Gambar 3 menunjukkan diagram blok sistem kendali digital.



Gambar 3 Diagram blok sistem pengaturan digital

**2.1.4 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.

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

atau dalam besaran laplace adalah

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

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

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

**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 Analog to Digital Converter (ADC)**

ADC merupakan piranti yang mengubah sinyal analog menjadi besaran digital. Ada banyak jenis IC ADC di pasaran salah satunya adalah IC ADC 0809. ADC 0809 merupakan IC pengubah tegangan analog menjadi besaran digital dengan masukan 8 kanal yang dapat dipilih melalui penyandi alamat. ADC 0809 mempunyai ketelitian sebesar 1 bit LSB. Dalam melakukan konversi tegangan analog ke digital, ADC 0809 menggunakan metode SAR (*Successive Approximation Register*) dengan resolusi 8 bit dan waktu konversi 100  $\mu$ s

ADC 0809 memerlukan sinyal denyut untuk bekerja, sinyal denyut ini berasal dari rangkaian luar ADC 0809. Waktu yang diperlukan untuk konversi tegangan analog menjadi besaran digital, sekitar 64 periode dari sinyal denyut, dengan demikian makin tinggi frekuensi sinyal denyut semakin cepat pula waktu konversi. Frekuensi sinyal denyut dari ADC 0809 sesuai dataheet adalah 10 KHz sampai 1280 KHz. Pada umumnya dipakai 640 KHz.

**2.4 Digital to Analog Converter (DAC)**

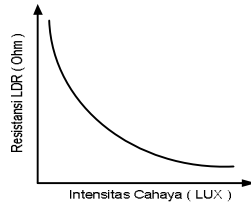
DAC merupakan piranti yang mengubah besaran digital ke sinyal analog. Salah satu jenisnya adalah IC DAC 0800. IC DAC 0800 ini merupakan IC pengubah besaran digital ke arus analog yang mempunyai resolusi 8 bit dengan kecepatan tinggi yang dicirikan dengan waktu penetapan (*settling time*) 100 ns. Keluaran DAC 0800 berupa arus yang komplemen dengan ketelitian 1 bit LSB. Untuk dapat menyesuaikan dengan berbagai level tegangan IC digital salah satu pinnya yaitu pin  $V_{LC}$  digroundkan

**2.5 Light Dependent Resistor (LDR)**

*Light dependent resistor* (LDR) adalah sebuah bahan semikonduktor yang terbuat dari komponen Cadmium Sulfida atau Silicon. Prinsip kerja LDR adalah jika ada sebuah cahaya yang mengenai bahan semikonduktor pada LDR maka cahaya tersebut akan memberikan energi pada semikonduktor yang akan diserap oleh ikatan elektron. Energi ini memutuskan ikatan antara atom-atom sehingga elektron menjadi lepas dari ikatan dan bebas untuk bergerak dalam LDR. Hal ini mengakibatkan sejumlah arus besar mengalir dalam semikonduktor. Dengan demikian resistansi dari *Light Dependent Resistor* akan berkurang dengan bertambahnya intensitas cahaya.

Grafik hubungan resistansi LDR terhadap intensitas cahaya ditunjukkan Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat bahwa LDR mempunyai karakteristik berupa nilai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan banyaknya cahaya yang jatuh padanya. Nilai resistensinya semakin tinggi ketika tidak

terkena cahaya tetapi nilai resistansinya akan turun dengan drastis ketika LDR terkena cahaya.



Gambar 4 Grafik hubungan resistansi LDR terhadap intensitas cahaya

## 2.6 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*

## 2.7 Rumah Kaca Dan Faktor Iklim Yang Mempengaruhinya

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).

## 2.8 M1632 module LCD 16 x 2 Baris

Modul LCD M1632 merupakan salah satu alat yang digunakan untuk tampilan. LCD M1632 adalah modul dot-matrix tampilan kristal cair (LCD) dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya rendah.

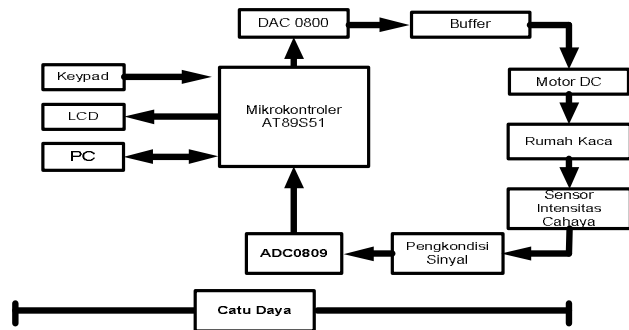
Modul LCD jenis M1632 merupakan buatan *Seiko Instrument* yang memiliki karakteristik:

1. Terdapat 16 x 2 baris karakter yang bisa ditampilkan dan setiap huruf terdiri 5x7 *dot-matrix* + *cursor*
2. ROM pembangkit karakter untuk 192 tipe karakter ( bentuk karakter:5x7 matrik titik)

3. Pembangkit RAM untuk 8 tipe karakter
4. RAM data tampilan 80x8 bit (maksimum 80 karakter)
5. Memungkinkan antarmuka dengan mikrokontroler dengan akses penulisan 8 bit maupun 4 bit
6. Data tampilan RAM dan pembangkit karakter RAM dapat dibaca oleh mikrokontroler
7. *Reset* otomatis saat suplai dihidupkan.

## III. PERANCANGAN SISTEM

Diagram skematik perancangan sistem pengaturan intensitas cahaya pada iklim buatan dalam rumah kaca ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 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

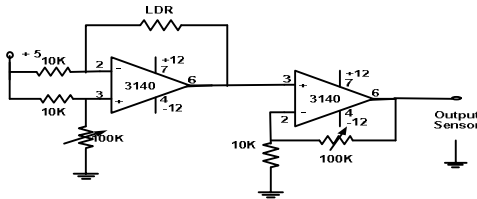
Miniatur rumah kaca merupakan *plant* yang akan dikontrol besar intensitas cahaya yang ada didalamnya. Miniatur rumah kaca yang dijadikan sebagai tempat untuk mensimulasikan proses pengaturan intensitas cahaya terbuat dari bahan kaca yang berukuran 60cm x 30cm x 30cm yang dilengkapi dengan sirip-sirip 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 tugas akhir ini, sensor digunakan sebagai peralatan untuk mengindra besaran fisis dalam rumah kaca yang berupa besaran intensitas cahaya untuk 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 6 adalah perancangan rangkaian pengkondisi sinyal sensor intensitas cahaya yang digunakan dalam tugas akhir.

Pada Gambar 6 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.

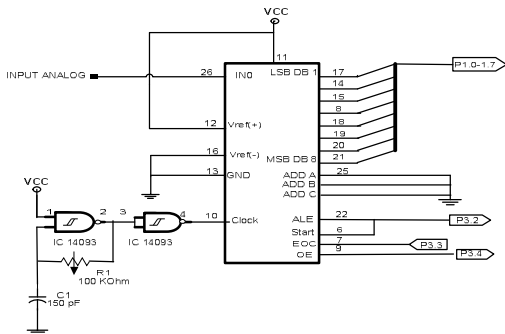


Gambar 6 Rangkaian pengkondisi sinyal sensor intensitas cahaya

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 Pengubah Analog ke Digital 0809 (ADC0809)

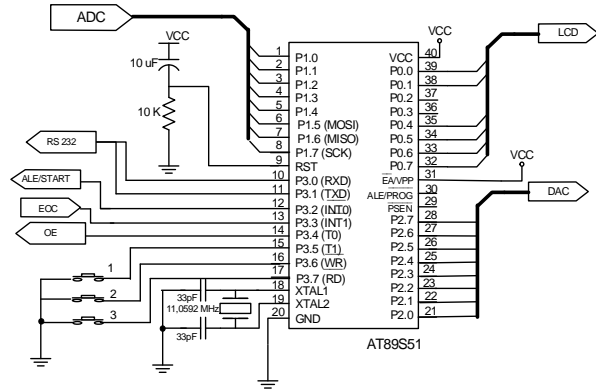
Perancangan rangkaian ADC yang digunakan dalam tugas akhir terlihat pada Gambar 7. Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa ADC 0809 memerlukan sinyal denyut untuk bekerja, sinyal denyut ini berasal dari luar ADC 0809. Pada Gambar 7 rangkaian denyut tersebut dibangkitkan lewat bantuan resistor R1 dan kapasitor C1 serta IC 140LS93 yang merupakan IC gerbang *Not Smith Trigger*. Rangkaian clock ini dihubungkan pada pin 10 ADC 0809.



Gambar 7 Rangkaian ADC 0809

### 3.4 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 8 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51

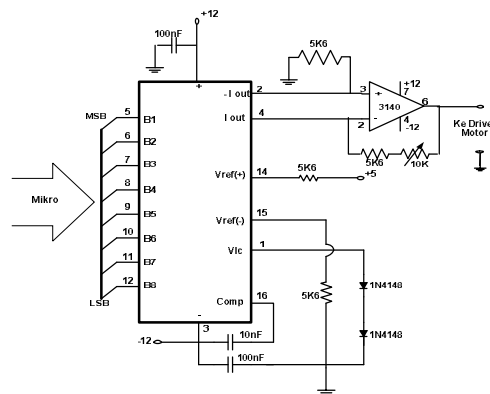
### 3.5 Pengubah Digital ke Analog 0800 (DAC 0800)

Gambar 9 merupakan perancangan rangkaian DAC yang digunakan dalam tugas akhir. Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa data kendali digital paralel 8 bit yang berasal dari mikrokontroler dimasukkan ke pena B8 - B1 (kaki 5 sampai kaki 12) IC DAC 0800, bobot biner dari besaran digital diubah menjadi besaran analog berupa arus  $I_{out}$  (kaki 4 DAC 0800) dan  $I_{out}^*$  (kaki 2 DAC 0800), oleh IC Operasional Amplifier CA 3140 arus diubah menjadi tegangan.

Tegangan yang dihasilkan dinyatakan dalam rumus yang terlihat pada Persamaan 5, selain tergantung pada bobot besaran digital yang diumpangkan, tegangan ini tergantung pula pada besarnya nilai  $V_{ref}$  (kaki 14 DAC 0800).

$$V_{out} = V_{ref} \left( -\frac{255}{256} + \frac{2x}{256} \right) \dots \dots \dots (5)$$

$x =$  nilai biner input DAC 0800



Gambar 9 Rangkaian DAC 0800

Dengan tegangan acuan sebesar +5 Volt pada pena  $V_{ref}(+)$  dan pena  $V_{ref}(-)$  dihubungkan dengan pentanahan menghasilkan jangkauan tegangan keluaran dari -5 volt sampai 5 volt.

### 3.6 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 10.

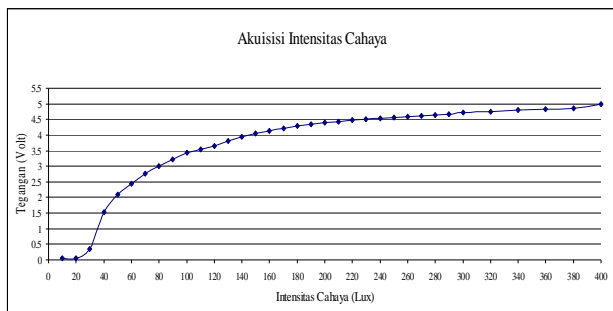


Berdasarkan lampiran data DAC menunjukkan bahwa tegangan keluaran dari DAC 0800 adalah tegangan bipolar.

#### 4.4 Pengujian Rangkaian Sensor Intensitas Cahaya

Pengujian ini dilakukan dengan bantuan sebuah Luxmeter dan Voltmeter digital. Sensor intensitas cahaya (LDR) yang telah diberi tegangan masukan 5 Volt kemudian ditempatkan dalam ruangan yang akan diatur intensitas cahayanya. Intensitas cahaya dalam ruangan ini juga diukur dengan luxmeter yang digunakan untuk standar pengukuran. Intensitas cahaya mula-mula pada saat sirip pengatur intensitas cahaya menutup adalah sebesar 10 lux kemudian dinaikkan intensitas cahayanya dengan cara membuka sirip pengatur sampai terbuka penuh sehingga didapatkan nilai intensitas cahaya yang maksimal sebesar 400 lux. Untuk setiap kenaikan intensitas cahaya sebesar 10 lux, dicatat tegangan keluaran sensor. Hasil pengujian dapat dibuat sebuah grafik kalibrasi LDR, terlihat pada Gambar 13

Grafik pada Gambar 13 menunjukkan ketidaklinieran hubungan antara intensitas cahaya dan tegangan. Setiap penambahan intensitas cahaya 10 lux peningkatan tegangan yang terjadi tidak sama. Semakin tinggi penambahan lux semakin kecil penambahan tegangan.



Gambar 13 Grafik kalibrasi LDR

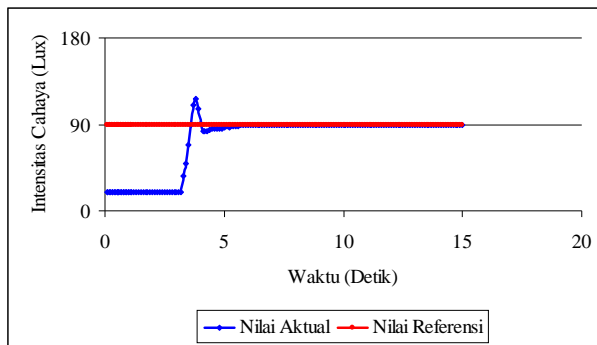
LDR mempunyai karakteristik nonlinier. Data LDR memberikan nilai tegangan yang berubah-ubah kadang untuk kenaikan 10 lux memberikan perubahan lebih besar atau hampir tidak terjadi perubahan kemungkinan disebabkan kekurangakuratan penggunaan luxmeter analog dan jarak sirip pengatur cahaya yang terlalu lebar.

#### 4.5 Pengujian dan Analisa Tanggapan Sistem

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.

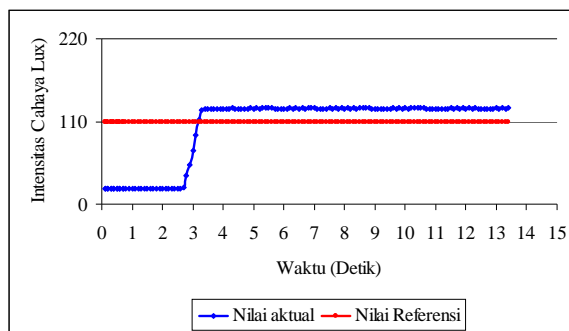
##### 4.5.1 Tanggapan Sistem Pada Variasi Setting Value

Pengujian tanggapan sistem dengan variasi *setting value* ditunjukkan pada Gambar 14 sampai Gambar 15. Untuk *setting value* yang lain dapat dilihat pada Lampiran.



Gambar 14 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 15 Grafik tanggapan sistem untuk *setting value* 110 lux

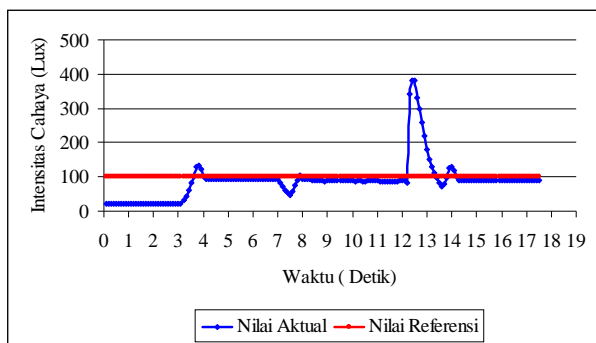
Dari grafik tanggapan sistem yang diperoleh secara umum terlihat bahwa hasil pengaturannya tidak stabil secara sempurna pada suatu nilai. Ditunjukkan secara nyata oleh gerakan sirip pengatur cahaya yang cenderung bergerak ke kiri atau ke kanan. Penyebabnya adalah kelemahan sistem antara lain LDR yang 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 15 tidak terjadi *overshoot* namun terjadi kesalahan keadaan tunak atau *offset* yang nilainya diatas nilai *setting value*. Gambar 14 dan Gambar 15 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.

##### 4.5.2 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 16.



Gambar 16 Grafik tanggapan sistem untuk *setting value* 100 lux dengan diberi gangguan luar pada detik ke 7

Berdasarkan grafik pada Gambar 17, 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.

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan terhadap sistem secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

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%.
5. Sistem pengaturan intensitas cahaya membutuhkan waktu kurang 1 detik untuk menuju nilai referensi.
6. Sistem mampu mempertahankan harga intensitas cahaya yang diinginkan dengan *offset* sekitar 11% ketika terjadi gangguan berpa kertas penghalang cahaya.
7. Waktu pemulihan terhadap jenis gangguan karena pengaruh kertas penghalang cahaya kurang dari 1 detik.

## 5.1 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk memperoleh tanggapan sistem yang lebih baik maka perlu dicoba dengan mengubah sirip pengatur cahaya dengan jarak yang tidak begitu lebar, memperbesar bit dari ADC dan DAC, dan mengganti aksi kontrol dengan aksi kontrol fuzzy, kontrol adaptif, maupun aksi kontrol yang lain.
2. Untuk menghilangkan gesekan pada roda gigi motor yang terlalu besar perlu adanya perhitungan perbandingan roda gigi yang tepat.
3. Agar sirip pengatur cahaya tidak bergerak melebihi batas yang ditentukan diperlukan saklar pendeteksi posisi dan untuk mengatasi kekurangan intensitas cahaya, dapat ditambahkan sebuah lampu yang dapat diatur intensitas cahayannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Garber M, Thomas Paul, *Indoor Plants*, Agricultural and Environmental Sciences, The University at Georgia.
- [2] Johnson, Curtis D, *Process Control Instrumentation Technology*, Edisi kelima, Prentice Hall International.
- [3] Moh. Ibnu Malik, Anistardi, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, Elek Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [4] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik*, Jilid I, Edisi keempat, Alih bahasa Edi Laksono, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [5] Ogata, Katsuhiko, *Discrete Time Control Systems*, Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- [6] Paulus Andi N, *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003.
- [7] Putra, Agfianto Eko, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- [10] Sutanto H, *Konsep Mikrokontroler*, Makalah Internet, 2003
- [11] Sumanto, *Mesin Arus Searah*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 1991..
- [12] Sasmito, Panganggit, Sistem Pengendalian Iklim Buatan Pada Rumah Kaca, Caltron, Nomor 6, Tahun 1, April, 2003.
- [13] [www.atmel.com/8051/at89s51](http://www.atmel.com/8051/at89s51)
- [14] [www.national-semiconductor.com](http://www.national-semiconductor.com),
- [15] Rahtomo Wahyu, *Pengendalian Luminansi Pada Rumah Cerdas Dengan Fuzzy Kontroler*, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.



Sunardi (L2F099651), mahasiswa S-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, dengan pilihan konsentrasi kontrol.

Semarang, Desember 2004  
Mengetahui,

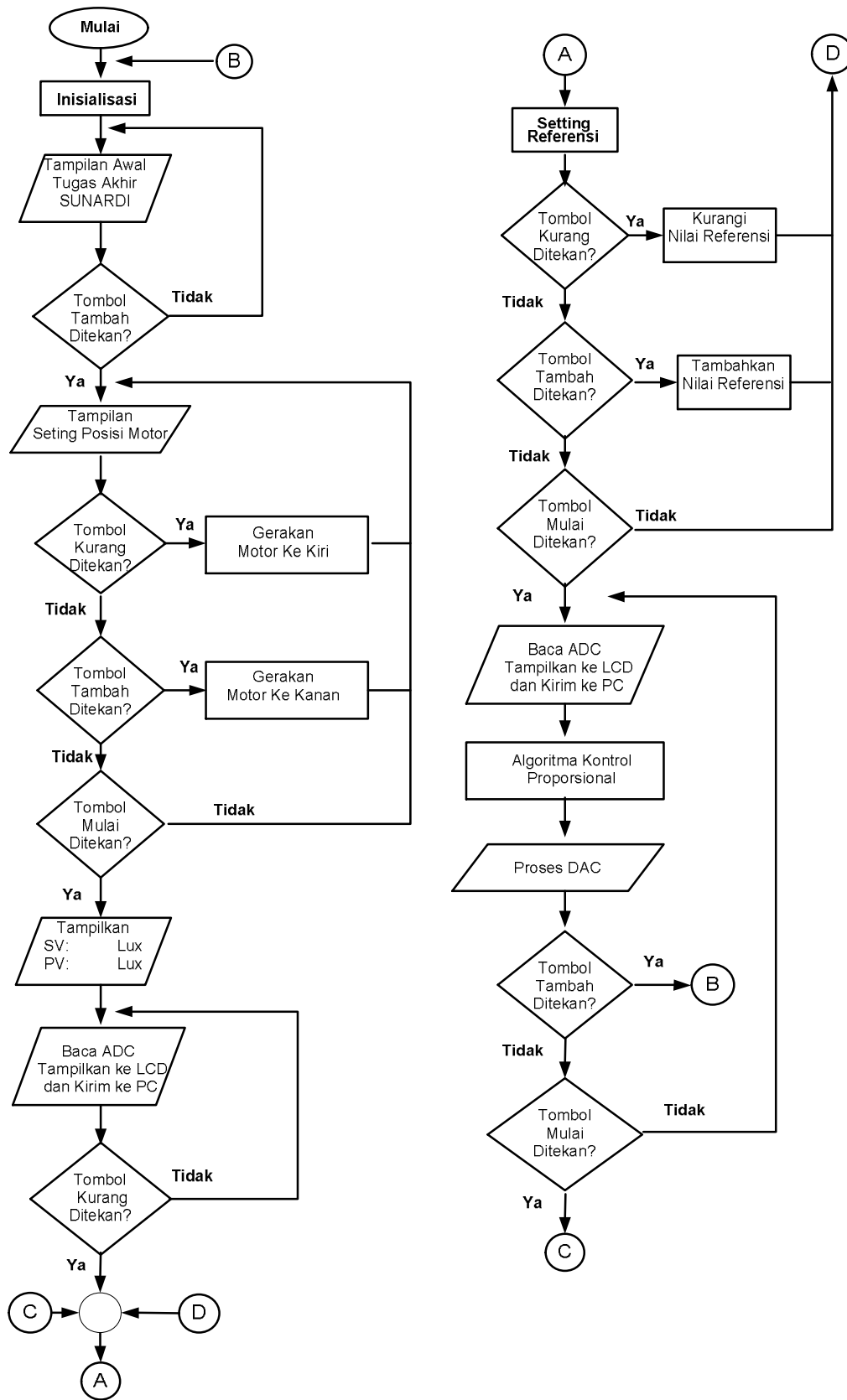
Pembimbing I

Pembimbing II

**Sumardi, ST, MT**  
NIP. 132 125 670

**Iwan Setiawan, ST, MT**  
NIP. 132 283 183

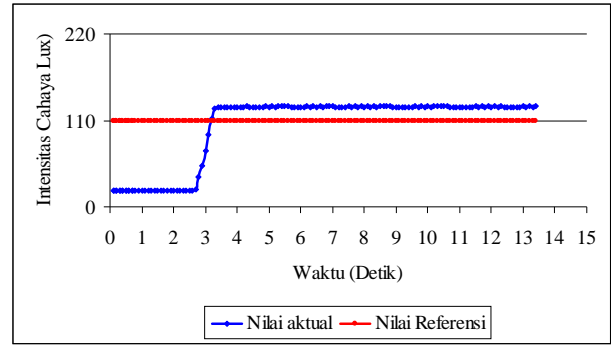
## **Lampiran**



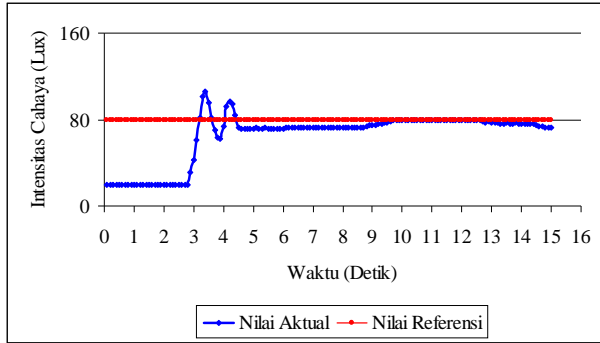
Gambar 1 Diagram alir program utama

Tabel 1 Data hasil pengujian rangkaian DAC 0800

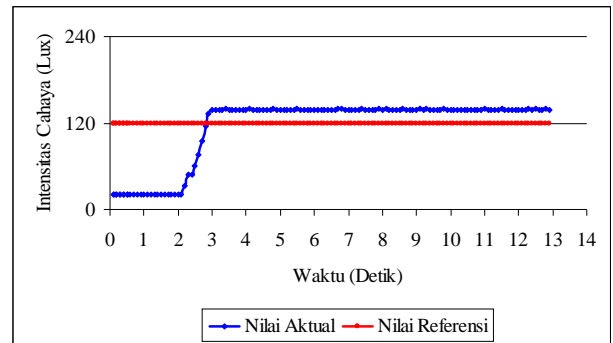
Masukan Digital	Keluaran DAC Volt	Masukan Digital	Keluaran DAC Volt
00H	-4.935	87H	0.274
0FH	-4.353	96H	0.852
1EH	-3.774	A5H	1.436
2DH	-3.23	B4H	2.017
3CH	-3.267	C3H	2.605
4BH	-2.06	D2H	3.187
5AH	-1.48	E1H	3.77
69H	-0.896	F0H	4.351
78H	-0.315	FFH	4.931



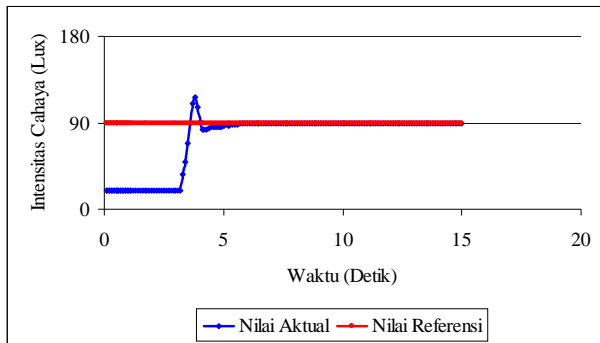
Gambar 4 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*110 lux



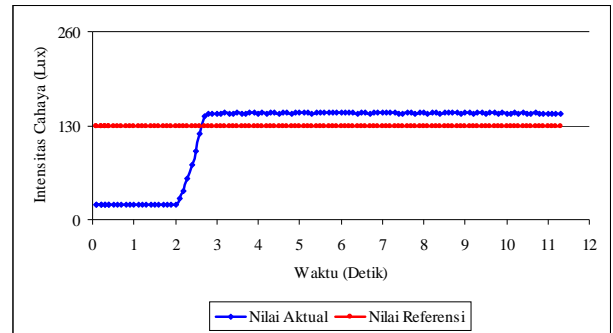
Gambar 1 Grafik tanggapan sistem pada *setting value* 80 lux



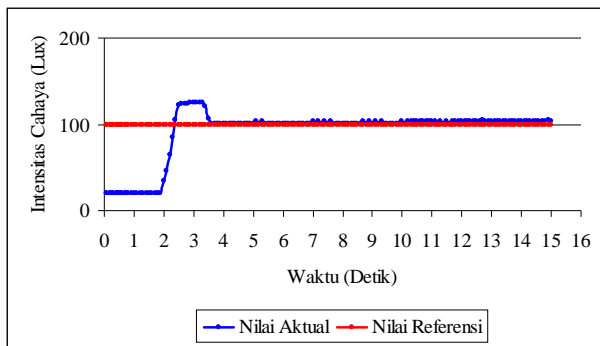
Gambar 5 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*120 lux



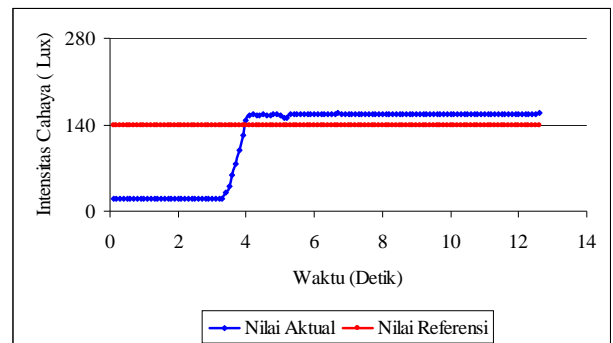
Gambar 2 Grafik tanggapan sistem pada *setting value* 90 lux



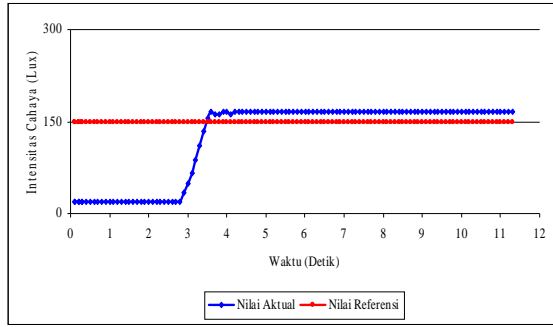
Gambar 6 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*130 lux



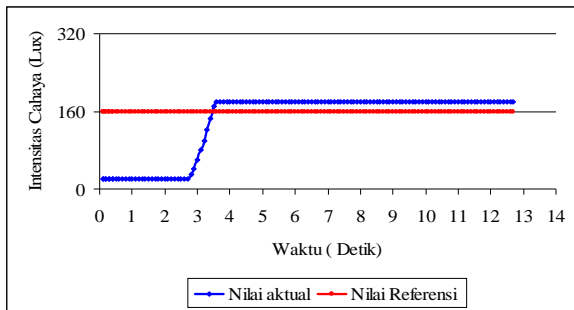
Gambar 3 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*100 lux



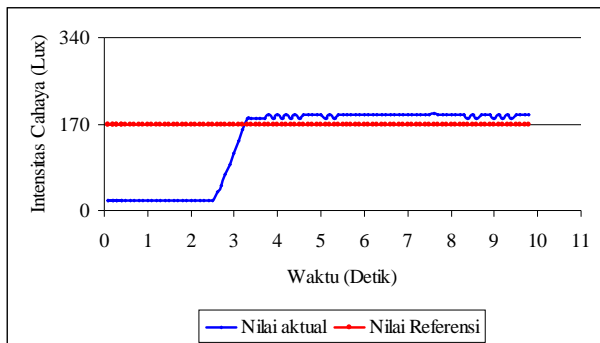
Gambar7 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*140 lux



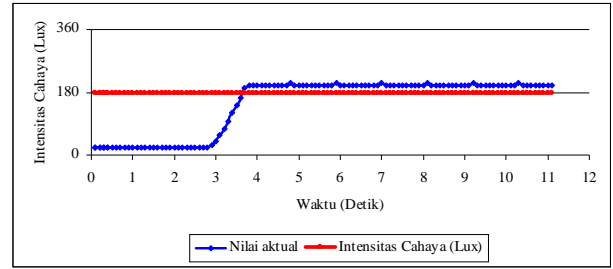
Gambar8 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*150 lux



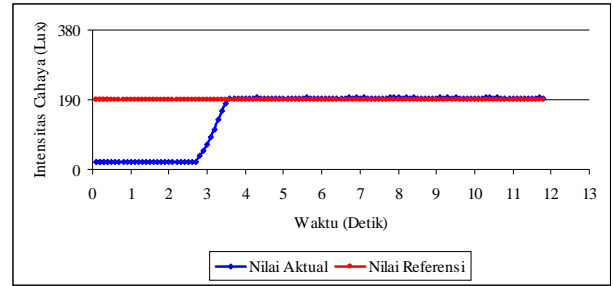
Gambar9 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*160 lux



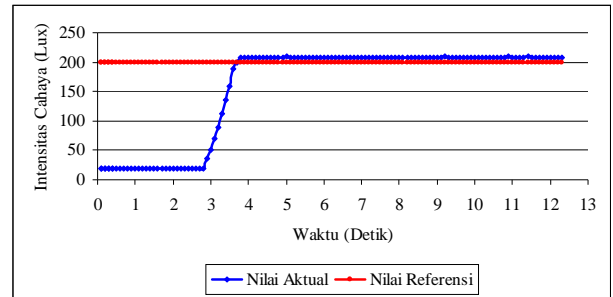
Gambar10 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*170 lux



Gambar11 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*180 lux



Gambar12 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*190 lux



Gambar13 Grafik tanggapan sistem pada *settingvalue*200 lux