

**SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA RUMAH KACA
CERDAS UNTUK BUDIDAYA BUNGA KRISAN**

**LIGHT INTENSITY CONTROL SYSTEM FOR SMART
GREENHOUSE OF CHRISANTHEMUM**

**TRACY MARSELA
P2700211447**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA RUMAH KACA
CERDAS UNTUK BUDIDAYA BUNGA KRISAN**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

Tracy Marsela

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tracy Marsela

Nomor mahasiswa : P2700211447

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2013

Yang menyatakan

Tracy Marsela

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena hanya perkenaanNya sehingga saya bisa menyelesaikan proposalpenelitian yang berjudul "Sistem Kendali Intensitas Cahaya Rumah Kaca Cerdas untuk Budidaya Bunga Krisan". Penelitian ini dibuat guna pemanfaatan energi secara efisien yang diaplikasikan pada budidaya bunga krisan.

Diharapkan melalui makalah ini seluruh pihak yang berkepentingan dengan pembangunan energi di Indonesia, baik pemerintah, swasta, perguruan tinggi maupun lembaga litbang dapat memanfaatkan sebaik-baiknya informasi yang disampaikan, untuk diterapkan sebagai bagian strategi yang disusun oleh masing-masing institusi.

Kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan untuk penyempurnaan penulisan ini.

Makassar, Juni 2013

Penulis,

Tracy Marsela

ABSTRAK

Tesis dengan Judul: **Sistem Kendali Intensitas Cahaya Rumah Kaca Cerdas untuk Budidaya Bunga Krisan** disusun oleh : **Tracy Marsela dengan pembimbing : Dr.Ir. H.Rhiza S Sadjad, MSEE dan Dr.Ir.Andani Achmad MT.**

Cahaya adalah faktor lingkungan yang diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan karena cahaya menyebabkan fotosintesis. Intensitas cahaya yang optimal selama periode tumbuh penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Krisan merupakan tanaman hari pendek. Jika tanaman ini mendapatkan penyinaran kurang dari 12 jam maka fase vegetatif (pertambahan tinggi) tidak berlangsung lama dan menyebabkan tinggi bunga krisan pada waktu panen hanya 40-an cm. Untuk mempertahankan fase vegetatif dari tanaman krisan maka perlu dilakukan penambahan cahaya di malam hari yaitu sebesar 70-100 lux. Penelitian ini bertujuan merancang sistem kendali cerdas intensitas cahaya rumah kaca untuk budidaya bunga krisan guna mencapai tinggi bunga krisan sesuai standar mutu, yaitu >76cm.

Adapun metode yang digunakan adalah metode rancang bangun. Dimana rumah kaca yang dibangun akan menjaga penambahan cahaya lampu konstan 100 lux (set point) di saat intensitas cahaya yang dideteksi sensor cahaya < setpoint. Sebaliknya jika intensitas cahaya > set point maka intensitas cahaya lampu diturunkan hingga mencapai setpoint.

Hasil pengujian menunjukkan respon sistem yang baik yaitu memerlukan waktu 1.2 detik untuk lampu mencapai setpoint pada perubahan kondisi luar yang signifikan seperti mendung di siang hari. Dari pengukuran diperoleh bahwa ketinggian bunga krisan bertambah sekitar 7-8 cm perminggunya dibandingkan dengan kondisi tidak kena cahaya tambahan di malam hari hanya sekitar 2-3 cm. Hasil penelitian ini dapat memudahkan petani budidaya tanaman bunga krisan dalam mengontrol pencahayaan buatan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: *Kendali cerdas, intensitas cahaya, bunga krisan.*

ABSTRACT

Thesis with the title: **Light Intensity Control System for Smart Greenhouse of Chrysanthemum** by : Tracy Marsela, Under Supervised by : Dr. Ir H.Rhiza S Sadjad, MSEE and Dr.Ir.Andani Achmad MT

Light is necessary for environmental factors that control the growth and development of plants because light causes photosynthesis. Optimal light intensity during the period of growing is importance for the growth and development of plants. Chrysanthemums are short-day plants. If the plant is getting less than 12 hours of irradiation the vegetative phase (high gain) did not last long and it caused high chrysanthemum flowers at harvest time is a 40-cm. To maintain the vegetative phase of the chrysanthemum plant it is necessary for the addition of light is about 70-100 lux, thus obtained chrysanthemum flowers with the high quality expected more than 76cm. This research aims to design intelligent control system for light intensity greenhouse cultivation of chrysanthemums.

The method used is the method of design. Where the greenhouse is built to keep the addition of 100 lux constant light (set point) when the light sensor detect light intensity less than setpoint.

The test results show that good system response, it takes 1.2 seconds for the lamp to reach setpoint in a significant change in external conditions such as cloudy during the day. Results of this research may facilitate the cultivation of chrysanthemum growers in controlling artificial lighting and improve plant growth.

Keywords: *Intelligent control, light intensity, chrysanthemum flowers.*

DAFTAR ISI

Prakata	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar isi	viii
Daftar tabel	
Daftar gambar	
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Prinsip Penyerapan Cahaya oleh Tumbuhan	4
B. Tanaman Krisan	5
C. Teknik Budidaya Tanaman Krisan dengan Pengaturan Cahaya tambahan	12
D. Proses Tanaman Mendapatkan Energi	15
E. Intensitas Penerangan (Iluminasi)	15
F. LDR	16

G. Arduino Mikrokontroler AVR 328	19
H. Mikrokontroler AVR 8355	23
I. Kerangka Pikir	25
J. Roadmap Penelitian	26
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu	28
B. Tahap - tahap Penelitian	29
C. Alat dan Bahan yang digunakan	32
D. Pengkonversi Analog ke Digital (<i>Analog To Digital Converter</i>)	33
E. Prototipe Sistem	37
F. Skenario Pengujian	38
G. Teknik Analisis Data	38
H. Prosedur Percobaan	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	40
B. Pengujian Perangkat Keras (Hardware)	40
C. Pembahasan Sistem	52
D. Pengujian Kualitas Sistem	55
E. Pengukuran Tinggi Bunga Krisan	57

V. PENUTUP

A. Kesimpulan 60

B. Saran 61

DAFTAR PUSTAKA 62

LAMPIRAN

Lampiran I. Jurnal

Lampiran II. Rangkaian Sistem Kendali Rumah Kaca Cerdas

Lampiran III. Source Code Sistem Kendali Rumah Kaca Cerdas

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Rumah Kaca, lokasi : desa Kakaskasen II Tomohon	13
2. Iluminasi	15
3. LDR	17
4. Grafik hubungan antara resistansi dan iluminasi	18
5. Board Arduino Uno.....	19
6. Konfigurasi pin <i>ATMega8535</i>	24
7. Kerangka Pikir Penelitian.....	25
8. Bagan kotak tahapan penelitian	29
9. Blok diagram sistem	33
10. Rangkaian Flash ADC	34
11. Rangkaian SAR	35
12. Rangkaian Pengaturan Daya Lampu Sederhana	36
13. Prototipe Tampak depan desain rumah Kaca	37
14. Prototipe tampak samping rumah kaca.....	38
15. Pengujian ADC.....	41
16. Hubungan sensor ke PIN ADC	44
17. Pengujian LDR	44
18. Pengujian rangkaian sensor cahaya.....	45
19. Grafik Perubahan Tahanan LDR terhadap Tingkat Cahaya	46
20. Grafik Perubahan tegangan output terhadap tingkat cahaya	47

21. Pengukuran rangkaian catu daya.....	48
22. Pengukuran Rangkaian driver	49
23. Hubungan Driver relay ke PIN AVR 8535.....	50
24. Grafik Tahanan LDR terhadap Tingkat Cahaya dalam Ruangan	51
25. Grafik Waktu terhadap Tingkat Cahaya Ruangan < Setpoint.....	53
26. Grafik Waktu terhadap Tingkat Cahaya Ruangan > Setpoint.....	54
27. Contoh pengaturan set point 100 lux.....	55
28. Output sistem pada kondisi intensitas cahaya < set point	55
29. Output sistem pada kondisi intensitas cahaya > set point	56
30. Bentuk fisik rumah kaca	57
31. Grafik tinggi bunga krisan pada fase vegetative	58
32. Grafik tinggi bunga krisan pada fase vegetative	58

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Syarat mutu bunga krisan potong segar	13
2. Daftar Efikasi Lampu.....	16
3. Deskripsi Arduino Uno.....	19
4. Pengujian ADC	42
5. Pengujian LDR terhadap Tingkat Cahaya	45
6. Pengujian Rangkaian Catu Daya 5V	48
7. Pengujian Rangkaian Catu Daya 12V	48
8. Pengukuran rangkaian driver	50
9. Pengujian kecerahan rumah kaca.....	51
10. Pengujian waktu kecerahan rumah kaca saat intensitas cahaya < setpoint	52
11. Pengujian waktu kecerahan rumah kaca saat intensitas cahaya > setpoint.....	54
12. Respon Sensor terhadap kondisi Lampu	56
13. Perbandingan tinggi bunga krisan selama fase vegetative.....	58

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup. Bagi tumbuhan khususnya yang berklorofil, cahaya sangat menentukan proses fotosintesis. Fotosintesis adalah proses dasar pada tumbuhan untuk menghasilkan makanan.

Pengaruh cahaya juga berbeda pada setiap jenis tanaman. memiliki reaksi fisiologi yang berbeda terhadap pengaruh intensitas, kualitas, dan lama penyinaran oleh cahaya matahari. Selain itu, setiap jenis tanaman memiliki sifat yang berbeda dalam hal fotoperiodisme, yaitu lamanya penyinaran dalam satu hari yang diterima tanaman. Perbedaan respon tumbuhan terhadap lama penyinaran atau disebut juga fotoperiodisme, menjadikan tanaman dikelompokkan menjadi tanaman hari netral, tanaman hari panjang, dan tanaman hari pendek ^[1].

Kekurangan cahaya matahari akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan. Selain itu, kekurangan cahaya saat perkembangan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolasi, dimana batang akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau). Gejala etiolasi tersebut disebabkan oleh kurangnya cahaya atau tanaman berada di tempat yang gelap^[8].

Tanaman krisan adalah tanaman hari pendek. Jika tanaman ini mendapatkan penyinaran kurang dari 12 jam maka fase vegetatif (pertambahan tinggi) tidak berlangsung lama dan menyebabkan tinggi bunga krisan pada waktu panen hanya 40-an cm. Tinggi ini tidak memenuhi syarat mutu dari bunga krisan yaitu > 76 cm. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan cahaya pada tanaman untuk mendapatkan kualitas bunga yang diharapkan. Penambahan cahaya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan cahaya matahari, untuk memacu pertumbuhan organ vegetative dan menunda fase generatif.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti merumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana mengontrol intensitas cahaya dalam rumah kaca pada siang hari ?
2. Bagaimana mengontrol intensitas cahaya lampu yang sesuai dengan kebutuhan budidaya bunga krisan pada malam hari ?
3. Bagaimana mengontrol intensitas cahaya dalam rumah kaca jika kondisi di luar hujan atau mendung ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Merancang sistem kendali intensitas cahaya sesuai syarat tumbuh budidaya bunga krisan, yaitu penambahan cahaya di malam hari sebesar 70 – 100 lux.

2. Merancang sistem yang bisa digunakan pada berbagai kondisi, yaitu siang, malam, mendung ataupun hujan.
3. Membangun sistem kendali intensitas cahaya rumah kaca cerdas untuk memperoleh tinggi bunga krisan dengan kualitas baik, yaitu > 76 cm.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan ini yaitu:

1. Memudahkan pengguna untuk mengontrol intensitas cahaya lampu.
2. Meningkatkan pertumbuhan bunga krisan melalui kontrol intensitas cahaya lampu pada rumah kaca cerdas.

E. Batasan Masalah

Mengingat kontrol intensitas cahaya lampu cakupannya sangat luas dan setting point besaran intensitas cahaya yang tidak sama untuk jenis ruang dengan fungsi yang berbeda maka penulis membatasi penelitian ini dengan :

1. Mengambil prototipe rumah kaca sebagai media ruang yang akan di kontrol intensitas cahayanya.
2. Mengambil objek bunga krisan sebagai tanaman budidaya yang akan dianalisis pengaruh kontrol intensitas cahaya dalam meningkatkan proses pertumbuhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Prinsip Penyerapan Cahaya oleh Tumbuhan

Cahaya mencakup bagian dari energi matahari dengan panjang gelombang antara 390 nm sampai 760 nm dan tergolong cahaya tampak. Kisaran ini merupakan porsi kecil dari kisaran spektrum elektromagnetik. Sifat cahaya sebagai partikel biasanya diekspresikan dengan pernyataan bahwa cahaya menyerap sebagai foton atau kuantum, yang merupakan suatu paket diskrit dari energi, dimana masing-masing dikaitkan dengan panjang gelombang tertentu. Energi dalam tiap foton berbanding terbalik dengan panjang gelombang. Cahaya biru dan ungu dengan gelombang yang lebih pendek memiliki lebih banyak foton energetik dibanding cahaya merah atau jingga dengan gelombang yang lebih panjang^[7].

Prinsip dasar penyerapan cahaya adalah bahwa setiap molekul hanya dapat menyerap satu foton pada waktu tertentu dan foton ini menyebabkan terjadinya eksitasi pada satu elektron dalam suatu molekul. Molekul-molekul pigmen yang telah menangkap foton akan berada pada kondisi tereksitasi. Energi eksitasi inilah yang dimanfaatkan untuk fotosintesis^[1].

Untuk terjadinya fotosintesis, energi dalam bentuk elektron yang tereksitasi pada berbagai pigmen harus disalurkan ke pigmen pengumpul

energi yang disebut sebagai pusat reaksi. Fotosintesis merupakan proses pembuatan makanan yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan sinar matahari dan enzim-enzim. Fotosintesis adalah fungsi utama dari daun tumbuhan. Proses fotoseintesis ialah proses dimana tumbuhan menyerap karbondioksida dan air untuk menghasilkan gula dan oksigen yang diperlukan sebagai makanannya. Tumbuhan menyerap cahaya karena mempunyai pigmen yang disebut klorofil. Klorofil terdapat dalam kloroplast. Klorofil menyerap cahaya yang akan digunakan dalam fotosintesis.

B. Tanaman Krisan

Krisan merupakan salah satu bunga tertua yang dibudidayakan. Bunga ini berperan penting dalam kehidupan serta kebudayaan Cina dan Jepang selama 3.000 tahun yang lalu. Pada tahun 1843 tanaman krisan diintroduksi ke Inggris oleh Robert Fortune dan menjadi salah satu tetua krisan *spray* dan *pompon* yang dikenal saat ini. Sebelumnya beberapa pemulia di Inggris dan Belanda mencoba memuliakan beberapa jenis Krisan lokal. Di Amerika, Smith sudah mencoba menyilangkan sendiri varietas-varietas komersil sejak tahun 1889. Tidak kurang dari 500 varietas dihasilkannya, beberapa diantaranya masih bertahan hingga saat ini ^[11].

Bunga krisan yang dikenal sekarang merupakan hibrida-hibrida yang kompleks berasal dari pemuliaan tanaman selama puluhan tahun.

Dewasa ini, bunga krisan yang beredar di Florist sudah jauh berbeda dari tetuanya di masa lampau. Variasi bentuk dan warna krisan begitu menakjubkan, seolah-olah tidak ada habisnya kultivar baru diperkenalkan setiap tahun.

Salah satu arena pameran kultivar baru krisan yang terkenal adalah di Aalsmeer, Belanda. Setiap akhir tahun selalu dipromosikan kultivar-kultivar krisan yang akan dijual pada tahun berikutnya. Sedikitnya sepuluh kultivar krisan baru diperkenalkan setiap tahun. Dalam arena itu, petani maupun penggemar krisan dapat memilih kultivar yang sesuai dengan seleranya dan memesan bibitnya.

Bibit krisan yang diperjualbelikan harus berdasarkan kontrak tertulis. Isi kontrak tersebut antara lain pembeli bibit hanya boleh membeli bibit tersebut untuk ditanam sebagai produksi bunga potong saja. Dengan perkataan lain, bibit yang ditanam tidak boleh dijadikan pohon induk untuk dibibitkan kembali. Bagi yang ingin membibitkan kembali harus menandatangani suatu perjanjian dan membayar sejumlah royalti untuk setiap batang bibit yang diperbanyaknya. Ketentuan ini berlaku secara universal melalui *Plant Variety Protection (PVP)* yaitu suatu perlindungan terhadap hak-hak pemulia yang menciptakannya ^[5].

Krisan merupakan jenis tanaman hias yang cukup penting di Indonesia. Khusus di Kota Tomohon Sulawesi Utara, tanaman ini cukup mendapat perhatian dari pengusaha bunga, karena memiliki daya tarik tersendiri, sebab selain sebagai penghias, juga sebagai tanaman pengusir

nyamuk dan penyerap polutan. Saat ini permintaan bunga potong krisan cenderung meningkat pada hari-hari besar keagamaan seperti Natal, Idul Fitri, Tahun Baru, hari kasih sayang. Bahkan pada hari-hari khusus seperti; perayaan ulang tahun, pesta perkawinan, atau acara penyambutan-tamu-tamu, ibadah hari minggu dan hari-hari ziarah ke tempat pemakaman dan lain-lain, orang mulai menggunakan bunga potong krisan.

1. Data Botani Tanaman Krisan

Klasifikasi tanaman krisan ^[3] sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Subdivisio : Angiospermae

Classis : Dicotyledoneae

Ordo : Asteraceae / Compositae

Familia : Compositae

Genus : *Chrysanthemum*

Species : *Chrysanthemum morifolium*

Ramat

Tanaman krisan merupakan tanaman tahunan dan akan berbunga terus menerus, tetapi dibudidayakan sebagai tanaman semusim. Bunga krisan termasuk tanaman bunga majemuk yang mempunyai *ray flower* (baris luar) yang terdiri atas bunga betina (pistil) dan *disk flower* (baris

tengah) terdiri atas bunga jantan dan bunga betina (biseksual) dan biasanya bersifat fertile ^[11].

Berdasarkan bentuk dan susunan floret, bunga krisan dapat diklasifikasikan dalam tipe bunga sebagai berikut ^[19] :

1. Single : bunga terdiri atas satu atau dua lapisan ray flower dengan disk flower di bagian tengahnya (bentuk aster).
2. Anemone : bentuk bunga mirip dengan single tetapi mahkota bunga bagian pinggirnya tidak sepanjang single dan bagian tengah bunganya mempunyai bantalan.
3. Spider : mahkota bunganya pipih dan panjang seperti kaki laba – laba.
4. Pompon : berbentuk bulat seperti bola, mahkota bunganya menyebar ke semua arah dan piringan dasar bunga tidak tampak.
5. Dekoratif : mirip dengan bentuk pompon, tetapi mahkota bunga bagian luarnya berkembang lebih panjang dari mahkota bunga bagian bawah.

Krisan dapat digolongkan ke dalam banyaknya kuntum bunga yang terdapat dalam satu tangkai, yaitu :

1. Tipe standar, adalah tipe krisan yang mempunyai bunga tunggal per batang. Tipe ini dihasilkan dengan membuang calon bunga samping (*lateral bud*) dan membiarkan calon bunga utama (*terminal bud*) tumbuh dan berkembang sendiri.

2. Tipe spray, adalah tipe krisan yang mempunyai bunga paling sedikit lima kuntum per batang. Tipe ini dihasilkan dengan membuang kuncup bunga utama dan membiarkan calon bunga samping.

Tanaman krisan memiliki banyak varietas diantaranya *Chrysanthemum japonicum* (berasal dari Jepang), *Chrysanthemum indicum* (berasal dari Cina) dan krisan yang paling banyak dibudidayakan secara komersial adalah *Chrysanthemum morifolium* ^[11].

2. Syarat Tumbuh Tanaman Krisan

Krisan dapat tumbuh pada semua jenis tanah, bila dikelola dengan baik. Tetapi umumnya tanaman ini tumbuh dengan baik pada tanah gembur, subur serta bebas penyakit dengan pH tanah optimal untuk bunga potong sekitar 5,6 – 6,5 ^[3]. Selain itu krisan juga membutuhkan air yang cukup selama pertumbuhan dan perkembangannya.

Krisan membutuhkan nitrogen dan kalium dalam jumlah yang besar dibanding dengan unsur hara yang lain. Pemberian nitrogen selama 7 minggu setelah tanam sangat penting karena kekurangan pada masa tersebut tidak dapat digantikan. Pemberian nitrogen tambahan setelah masa tersebut tidak dapat lagi mengembalikan kualitas bunga yang dihasilkan ^[11].

Krisan membutuhkan suhu yang hangat, suhu yang terbaik adalah $\pm 24^{\circ}\text{C}$ siang hari dan $\pm 18^{\circ}\text{C}$ pada malam hari ^[5]. Untuk menumbuhkan stek krisan dibutuhkan suhu udara $\pm 15,5^{\circ}\text{C}$ dan suhu media $\pm 21^{\circ}\text{C}$ ^[11].

Tanaman hari pendek seperti krisan, membutuhkan hari pendek atau panjang malam tertentu untuk pembungaan dan hari panjang untuk pertumbuhan vegetatif. Di daerah tropis diperlukan pencahayaan tambahan sepanjang tahun untuk pertumbuhan vegetatif [5]. Tanaman krisan membutuhkan hari panjang lebih dari 14,5 jam dan suhu minimum $\pm 15,5^{\circ}\text{C}$ untuk pertumbuhan vegetatifnya [11].

Untuk membudidayakan tanaman krisan sepanjang tahun dibutuhkan pencahayaan tambahan guna menghilangkan pengaruh hari pendek dan merangsang pertumbuhan vegetatif.

3. Peranan Cahaya Dalam Pertumbuhan Tanaman Krisan

Morphogenesis suatu organisme dapat dipengaruhi oleh faktor luar seperti cahaya, suhu, gaya tarik bumi, air dan ketersediaan hara. Cahaya merupakan faktor luar terpenting dalam mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tanaman krisan [4]. Pengendalian morfogenesis oleh cahaya disebut fotomorfogenesis.

Reaksi-reaksi fotomorfogenesis dipengaruhi oleh semacam pigmen yang disebut fitokrom. Fitokrom merupakan pigmen hijau biru penerima cahaya yang berhubungan dengan pengaruh fotoperiode dalam tanaman. Fitokrom ada pada hampir semua jenis tanaman dan berada pada sebagian besar organ tanaman termasuk akar. Fitokrom mengatur proses yang bervariasi dalam tanaman, mulai dari perkecambahan, pertumbuhan batang dan daun serta pembentukan bunga dan biji [20].

Diduga pengaruh fotoperiodik menyebabkan sintesis hormon dalam beberapa sel, dan salah satunya adalah hormon pengatur pembungaan yang disebut florigen.

Fitokrom terbagi dalam 2 tipe yaitu fitokrom merah (Pr) dan fitokrom merah panjang (Pfr). Fitokrom dapat berubah dari fitokrom merah (Pr) ke fitokrom merah panjang (Pfr) atau sebaliknya tergantung dari cahaya yang diterimanya. Kedua bentuk fitokrom tersebut menyerap energi di daerah cahaya tampak, yaitu daerah spektrum merah pada 660 nm dan daerah spektrum merah panjang 730 nm. Apabila cahaya merah (660 nm) yang diterima oleh tanaman maka fitokrom merah (Pr) akan berubah menjadi fitokrom merah panjang (Pfr) dan merangsang pertumbuhan vegetatif pada tanaman hari pendek (*Short day plant*), sedangkan apabila cahaya merah panjang (730 nm) yang diterima oleh tanaman, maka fitokrom merah panjang (Pfr) akan berubah ke bentuk fitokrom merah (Pr) dan merangsang perkembangan generatif pada tanaman hari pendek (*Short day plant*), demikian pula bila dalam keadaan periode gelap tertentu maka fitokrom merah panjang (Pfr) akan berubah menjadi fitokrom merah (Pr) dan merangsang perkembangan generative [20].

Pada tanaman hari pendek secara alamiah yang menentukan perubahan dari pertumbuhan vegetatif ke perkembangan generatif adalah panjangnya periode gelap (malam) begitu pula dengan tanaman krisan. Secara alamiah akan mengalami pertumbuhan vegetatif pada hari

panjang di musim panas tetapi mengalami perkembangan generatif pada hari pendek musim gugur. Oleh karena itu, untuk membudidayakan tanaman krisan sepanjang tahun di daerah tropis dibutuhkan pengaturan hari panjang dengan penambahan cahaya lampu untuk merangsang pertumbuhan vegetatifnya.

C. Teknik Budidaya Tanaman Krisan Dengan Pengaturan Cahaya

Tambahan

Persiapan bahan tanaman dilakukan sebelum penanaman. Bahan tanaman berupa stek pucuk diambil dari tanaman induk dengan tinggi antara 5-8 cm (jumlah daun 4-5 helai). Sebelum ditanam bagian pangkal stek diolesi Rootone F berbentuk pasta untuk merangsang pertumbuhan akar, kemudian ditanam pada tempat persemaian dengan jarak tanam 3 cm x 3 cm dan kedalaman 1 cm. Media persemaian terdiri atas pasir kali yang telah dicuci dan disterilkan dengan cara pengasapan selama 4 jam. Bedeng persemaian yang telah ditanami disiram dengan air dan ditutup dengan sungkup plastik yang tembus cahaya, kemudian di atas sungkup dipasang peneduh berupa paranet 50 persen.

Panjang batang tanaman krisan yang sesuai dengan permintaan pasar yaitu minimal 60 cm dan maksimal 80 cm. Untuk mencapai keadaan tersebut, tanaman krisan memerlukan pencahayaan tambahan bila panjang harinya kurang dari 16 jam per hari. Pada umumnya cahaya tambahan diberikan selama 4 jam kontinu atau siklus selama 3 sampai 6

minggu sejak tanam; tergantung pada teknis budidaya dan kultivarnya [5].
Intensitas cahaya yang optimum antara 70 – 100 lux [11].

Metode yang digunakan saat ini masih bersifat manual untuk teknik penambahan cahaya, oleh karena itu perlu dibuat suatu sistem kendali intensitas cahaya yang otomatis menjaga supaya besarnya intensitas cahaya tetap konstan sesuai setpoint yang ditetapkan yang mengacu pada kebutuhan pertumbuhan tanaman krisan.



(a)



(b)

Gambar 1. Rumah Kaca, lokasi : desa Kakaskasen II Tomohon
(a) Model rumah kaca (b) Teknik penambahan cahaya

Tabel 1 Syarat mutu bunga krisan potong segar

No	Jenis Uji	Satuan	Kelas Mutu			
			AA	A	B	C
1	Panjang tangkai minimum					
	- tipe standart	cm	76	70	61	Asalan
	-tipe "spray"					
	* aster	cm	76	70	61	Asalan
	* kancing	cm	76	70	61	Asalan
	* santini	cm	60	55	50	Asalan
2	Diameter tangkai bunga					
	- tipe standar, aster dan kancing	mm	>5	4.1 – 5	3 – 4	Asalan
	- santini	mm	>4	3.5 – 4	3 – 3.5	Asalan

3	Diameter bunga setengah mekar					
	- tipe standar	mm	>80	71 – 80	60 – 70	Asalan
	- tipe “spray”					Asalan
	* aster	mm	>40	>40	>40	Asalan
	* kancing	mm	>35	>35	>35	Asalan
	* santini	mm	>30	>30	>30	Asalan
4	Jumlah kuntum bunga 1/2 mekar per tangkai					
	- tipe “spray”	kuntum	>6	>6	>6	Asalan
5	Kesegaran Bunga		Segar	Segar	Segar	Asalan
6	Benda Asing / Kotoran Maksimal	%	3	5	10	>10
7	Keadaan Tangkai Bunga		kuat, lurus, tidak pecah	kuat, lurus, tidak pecah	kuat, lurus, tidak pecah	Asalan
8	Keseragaman Kultivar		Seragam	Seragam	Seragam	Seragam
9	Daun pada 2/3 Bagian Tangkai Bunga		lengkap dan seragam	lengkap dan seragam	lengkap dan seragam	Asalan
10	Penanganan Pasca Panen		mutlak perlu	perlu	perlu	Asalan
Sumber : Badan Standarisasi Nasional – BSN SNI 01-4478-1998						

Tanaman krisan yang ditanam dalam rumah kaca dengan intensitas cahaya dan transpirasi yang tinggi akan menghasilkan tangkai yang panjang, daun yang besar dibandingkan ditanam diluar rumah kaca. Menurut Badan Standarisasi Nasional (1998), mutu bunga krisan potong segar untuk setiap tipe dibagi ke dalam 5 kualitas bunga, yaitu kualitas AA, A, B, dan C dari beberapa karakter/sifat yang diuji. Kelas mutu bunga krisan potong segar selengkapnya ditampilkan pada Tabel 1. (*Badan Standarisasi Nasional – BSN SNI 01-4478-1998*)

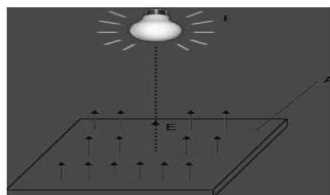
D. Proses Tanaman Mendapatkan Energi

Pada kegiatan budaya pertanian, Pengaruh unsur cahaya menjadi perhatian serius. Hal tersebut dikarenakan hampir semua objek agronomi berupa tanaman hijau yang memiliki kegiatan fotosintesa. Penerapan energi pelengkap dalam bentuk kerja manusia dan hewan, bahan bakar, mesin, alat-alat pertanian, pupuk, dan, obat-obatan tidak lain adalah sebagai usaha untuk meningkatkan proses konversi energi matahari ke dalam bentuk produk tanaman.

Tidak semua energi cahaya matahari dapat diabsorpsi oleh tanaman. Hanya cahaya tampak saja yang dapat berpengaruh pada tanaman dalam kegiatan fotosintesisnya. Tanaman juga memberikan respon yang berbeda terhadap tingkatan pengaruh cahaya yang dibagi menjadi tiga yaitu, intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan lamanya penyinaran ^[1].

E. Intensitas Penerangan (Illuminasi)

Intensitas penerangan (E) adalah pernyataan kuantitatif untuk intensitas cahaya (I) yang menimpa atau sampai pada permukaan bidang. Intensitas penerangan disebut pula iluminasi atau kuat penerangan.



Gambar 2. Iluminasi ^[18]

Besarnya iluminasi merupakan perbandingan jumlah fluks cahaya (F) terhadap luas permukaan bidang (A). Atau dapat dirumuskan :

$$E = F / A \quad (1)$$

dimana :

E = Iluminasi (lux)

F = fluks cahaya (lumen)

A = luas permukaan (m²)

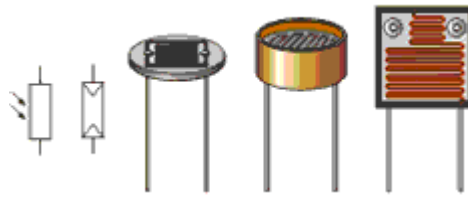
Sedangkan perbandingan fluks cahaya dengan daya listrik suatu sumber cahaya disebut efikasi atau fluks cahaya spesifik.

Tabel 2 Daftar Efikasi Lampu^[18]

Jenis Lampu	Efikasi (lumen/watt)
pijar	14
halogen	20
TL	45 – 60
Merkuri	38 – 56
Sodium SON	100 – 120
Sodium SOX	61 - 180

F. LDR

LDR (Light Dependent Resistor) adalah suatu komponen elektronik yang resistansinya berubah ubah tergantung pada intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya semakin besar maka resistansi LDR semakin kecil, jika intensitas cahaya semakin kecil maka resistansi LDR semakin besar. LDR sering juga disebut dengan sensor cahaya.



Gambar 3. LDR^[6]

LDR memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima. Bahan yang digunakan adalah Kadmium Sulfida (CdS) dan Kadmium Selenida (CdSe).

Karakteristik LDR terdiri dari dua macam, yaitu Laju Recovery dan Respon Spektral.

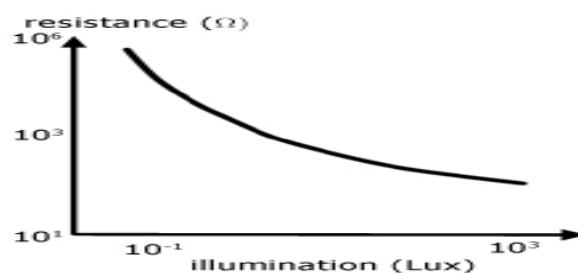
1. Laju Recovery

Bila sebuah LDR dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu kedalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR type arus harganya lebih besar dari 200 K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2. Respon Spektral

LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu **tembaga, alumunium, baja, emas, dan perak**. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

Pada keadaan gelap tanpa cahaya sama sekali, LDR memiliki nilai resistansi yang besar (sekitar beberapa Mega ohm). Nilai resistansinya ini akan semakin kecil jika cahaya yang jatuh ke permukaannya semakin terang. Pada keadaan terang benderang (siang hari) nilai resistansinya dapat mengecil, lebih kecil dari 1 KOhm. Dengan sifat LDR yang demikian maka LDR biasa digunakan sebagai sensor cahaya. Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu di jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis.



Gambar 4. Grafik hubungan antara resistansi dan iluminasi^[6]

Contoh penggunaannya adalah pada lampu taman dan lampu jalan yang bisa menyala di malam hari dan padam di siang hari secara otomatis

G. Arduino Mikrokontroler AVR 328

Arduino merupakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bersifat *open source*. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.



Gambar 5. Board Arduino Uno

Tabel 3 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V (limits)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (non-USB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin dari konektor Power.

Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- a. VIN. Tegangan input ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- b. 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di board. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator onboard, atau diberikan oleh USB .
- c. 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- d. GND.

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM. Masing-masing dari 14 pin digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 KΩ. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- a. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data TTL serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip ATmega8U2 USB-to-Serial TTL.
- b. Eksternal Interupsi: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt()` fungsi untuk rincian.
- c. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan `analogWrite()` fungsi.
- d. SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
- e. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, itu off.

Uno memiliki 6 input analog, diberi label A0 melalui A5, masing-masing menyediakan 10 bit resolusi yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara default sistem mengukur dari tanah sampai 5 volt.

- a. TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI
- b. Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference ()`.
- c. Reset.

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran board ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem.

Uno Arduino dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari Tool lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Pada ATmega328 pada Uno Arduino memiliki bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa

menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C.

Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat firmware baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

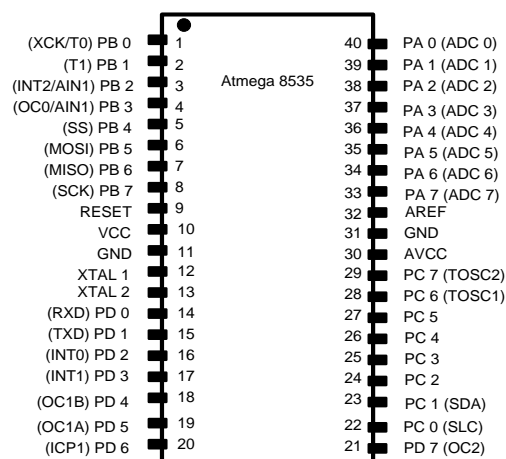
Lingkungan open-source Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-upload ke board Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya^[23].

H. Mikrokontroler AVR 8535

Mikrokontroller ATmega8535 merupakan mikrokontroller generasi AVR (*Alf and Vegard's Risk processor*). Gambar 3.5 memperlihatkan bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut :

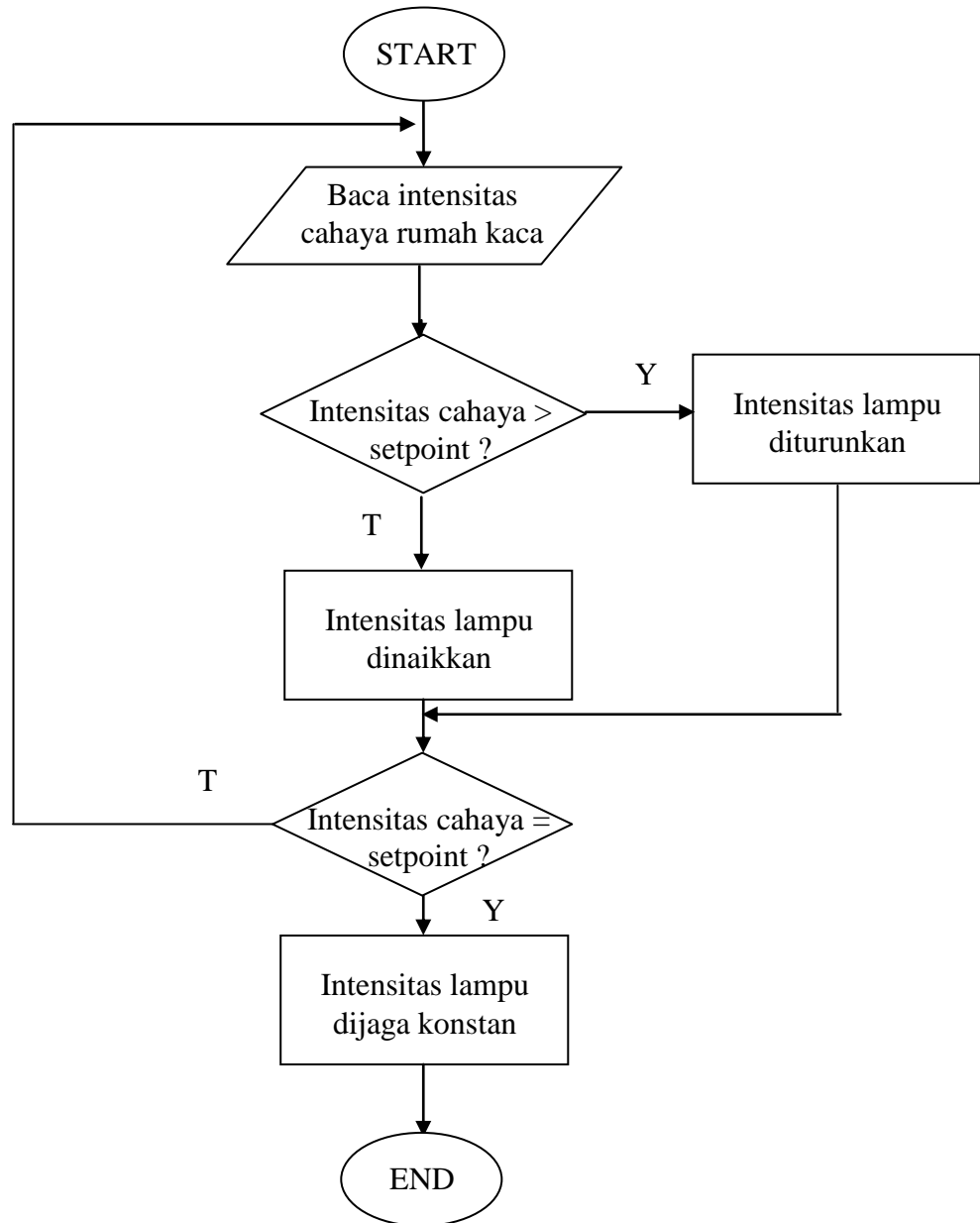
1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori *Flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.

9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
13. Sistem mikroprocessor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.



Gambar 6. Konfigurasi pin *ATMega8535*.

I. Kerangka Pikir



Gambar 7. Kerangka Pikir Penelitian

J. Roadmap Penelitian

Ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan sistem kontrol intensitas cahaya penerangan berbasis mikrokontroler sebagai acuan dan perbandingan dalam perancangan penelitian yang saya lakukan, diantaranya :

1. Penelitian oleh Putradi pada tahun 2011 tentang “Perancangan dan pembuatan sistem pengendali intensitas cahaya pada suatu ruangan berbasis mikrokontroller”. Penelitian ini terbatas pada kontrol On-OFF lampu pijar.
2. Penelitian oleh Situngkir pada tahun 2010 tentang “Pengendalian Lampu Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler AT89551”. Penelitian ini terbatas pada on-off lampu pijar.
3. Penelitian oleh Forji Nurzaman tahun 2008 tentang “Rancang bangun pensaklaran lampu otomatis yang terhubung dengan HP menggunakan mikrokontroler ATMega 8535”.

Penelitian ini difokuskan pada fungsi on – off lampu sehingga pemakaian energi listrik menjadi kurang efisien.

4. Penelitian oleh Suyanto Arifin yang dipublikasi pada jurnal agronomi tahun 2007 tentang “Pengaruh intensitas cahaya matahari dan triakontanol terhadap pertumbuhan dan hasil biji bayam.”
5. Penelitian oleh Nurheni Wijayanto yang dipublikasi pada jurnal silvikultur tropika tahun 2012 tentang “Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni”. Penelitian ini

menunjukkan bahwa intensitas cahaya merupakan salah satu faktor pendukung pertumbuhan mahoni.

Dari kelima penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya maka peneliti merasa perlu untuk merancang suatu sistem kontrol untuk intensitas cahaya pada budidaya bunga krisan mengingat belum ada penelitian tentang control intensitas cahaya dengan bunga krisan sebagai objek penelitian disamping juga karena bunga krisan merupakan salah satu jenis tanaman hias yang banyak dibudidayakan saat ini. Berdasarkan road map diatas maka dibuatlah tesis dengan judul:

“Sistem Kendali Intensitas Cahaya Rumah Kaca Cerdas untuk Budidaya
Bunga Krisan”