PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN DURASI PENYINARAN MATAHARI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535 MENGGUNAKAN SENSOR LDR

SKRIPSI

Diajukan Sabagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Oleh:

RIDHO PRATAMA

84145 / 2007

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2013

PENGESAHAN

Nama : Ridho Pratama

NIM : 84145

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

PEMBUATAN SISTEM PENGUKURAN DURASI PENYINARAN MATAHARI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535 MENGGUNAKAN SENSOR LDR

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, januari 2013

Disetujui oleh:

		Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua	Drs. H. Asrizal, M.Si	1.
2.	Sekretaris	Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2.
3.	Anggota	Drs. Hufri, M.Si	3.
4.	Anggota	Drs. Mahrizal, M.Si	4.
5.	Anggota	Dra. Yenni Darvina, M.Si	5.

ABSTRAK

Ridho Pratama : Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 Menggunakan Sensor LDR

Penyinaran matahari merupakan salah satu unsur cuaca yang penting karena matahari merupakan sumber energi terbesar untuk kehidupan di bumi. Sinar matahari memberikan dampak besar bagi gejala-gejala alam nabati, hewani, dan gejala nonbiotik seperti cuaca. Penyinaran matahari dapat diukur intensitas dan durasi penyinarannya. Pengukuran durasi penyinaran matahari menggunakan *Campbell Stokes. Campbell Stokes* masih memiliki kelemahan karena kertas pias harus diganti setiap hari, resolusi data kurang baik, intensitas tidak terukur, dan hasil pengukuran analog. Dengan dasar ini penelitian untuk membuat instrumen pengukuran durasi penyinaran matahari perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 dan sensor LDR. Sistem ini diharapkan mampu mengukur intensitas cahaya dan durasi penyinaran matahari dengan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain yang baik.

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa. Pegumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran langsung dilakukan terhadap tegangan keluaran, intensitas cahaya dan durasi penyinaran. Pengukuran tidak langsung dilakukan terhadap ketepatan dan ketelitian sistem. Data yang didapatkan melalui pengukuran dianalisis secara grafik dan statistik.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat dikemukakan hasil penelitian ini. Pertama, sistem dibangun oleh catu daya, sensor LDR, rangkaian pembagi tegangan, mikrokontroler ATMEGA8535, dan tampilan LCD. Kedua, tegangan keluaran merupakan logaritma dari intensitas cahaya. Ketiga, hasil pengukuran variasi intensitas cahaya matahari pada hari pertama terdapat tiga selang waktu durasi penyinaran dengan durasi penyinaran total 184 menit, sedangkan pada hari kedua pengukuran intensitas cahaya matahari juga terdapat tiga selang waktu durasi penyinaran dengan durasi penyinaran total 440 menit. Keempat, ketepatan dan ketelitian pengukuran intensitas cahaya masing-masing adalah 97.145% dan 0.965. Kelima, ketepatan pengukuran durasi penyinaran matahari adalah 93.64%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur diucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya pada peneliti sehingga skipsi ini dapat diselesaikan. Sebagai judul penelitian adalah "Pembuatan Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 Menggunakan Sensor LDR"

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan dasar itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs H. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi untuk penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Bapak Drs. Hufri, M.Si, Bapak Drs. Mahrizal, M.Si dan Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si sebagai dosen penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP
5. Ibu DR. Ratna Wulan, M.Si sebagai penasehat akademis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.

7. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
9. Seluruh keluarga tercinta atas doa dan motivasinya baik secara materil maupun spiritual.

Terima kasih kepada seluruh pihak ii telah berjasa dalam membantu penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kelemahan dan kesalahan. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua.

Padang, Januari 2013

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK……..…….. **i**

KATA PENGANTAR……...…….. **ii**

DAFTAR ISI…… **iv**

DAFTAR GAMBAR…….. **vi**

DAFTAR LAMPIRAN…….. **vii**

BAB I PENDAHULUAN ……...…….. **1**

A. Latar Belakang Masalah……..... 1

B. Pembatasan Masalah ……. 3

C. Perumusan Masalah ……. 3

D. Pertanyaan Penelitian ……... 4

E. Tujuan Penelitian ……. 4

F. Manfaat Penelitian …… 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA……..…… **6**

A. Sistem Pengukuran…… 6

B. Spesifikasi Alat Ukur……..…….. 7

C. Durasi Penyinaran Matahari ……. 9

D. Elektronika Pendukung Sistem …… 13

1. Sensor Light Dependent Resistor (LDR) …… 13

2. Mikrokontroler ATMEGA8535 …… 15
3. Liquid Crystal Display (LCD) Character 2X16 ……
4. Catu Daya ……... 19

BAB III METODE PENELITIAN ……..…… 21

A. Jenis Penelitian …….…….. 21
B. Variabel Penelitian …….……. 21
C. Objek Penelitian …….……. 22
D. Prosedur Penelitian …….…… 26
E. Teknik Pengumpulan Data ……. 28
F. Teknik Analisis Data …….. 29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN……...……. 31

A. Hasil Penelitian …….. 31
B. Pembahasan …… 38

BAB V PENUTUP …… 42

A. Kesimpulan ……..…… 42
B. Saran ……...…….. 43

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR HALAMAN

1. Alat Ukur Durasi Penyinaran Matahari (*Campbell Stokes*)…..... 12
2. Light Dependent Resistor (LDR) …..... 14
3. Rangkaian Pembagi Tegangan …… 15
4. Diagram Pin Mikrokontroler ATMEGA8535...……..... 16
5. Bentuk Fisik LCD 2X16……..……..… 18
6. Rangkaian Dasar LCD 2X16 ……..... 18
7. Rangkaian Tegangan Teregulasi ……..... 20
8. Blok Diagram Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari..... 23
9. Desain Perangkat Keras....…….…… 24
10. Flowchart Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari……. 25
11. Foto Alat Pengukuran Durasi Penyinaran..…… 31
12. Tampilan LCD…….……..……..... 32
13. Rangkaian Elektronika Sistem ……... 33
14. Hubungan Intensitas Cahaya Dengan Tegangan Keluaran…..……. 34
15. Variasi Intensitas Cahaya Matahari Hari Pertama…… 35
16. Variasi Intensitas Cahaya Matahari Hari Kedua...…… 36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Rangkaian Elektronika Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran
2. Matahari Berbasis ATMEGA8535 Menggunakan Sensor *LDR*……. 46
3. Program Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari……. 47
4. Data Pengukuran Sistem……. 53
5. Foto Hasil Desain Pengukuran Durasi Penyinaran …… 56

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mampu menghasilkan berbagai instrumen yang teliti dan praktis. Pada saat ini, perkembangan teknologi dibidang elektronika telah menghasilkan komponen-komponen elektronika yang canggih seperti sensor, sistem pengolahan sinyal, pengontrolan, instrumen pengukuran, dan lain-lain. Instrumen yang dihasilkan digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Salah satu diantaranya adalah pengamatan terhadap gejala-gejala alam seperti cuaca.

Cuaca merupakan gabungan dari gejala–gejala alam yang menentukan kondisi udara pada suatu daerah dalam jangka waktu tertentu. Telah diketahui bahwa cuaca berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Cuaca mempengaruhi berbagai bidang seperti pertanian, transportasi, industri, dan jenis pakaian yang akan digunakan setiap harinya. Fakta menunjukkan cuaca juga sering menimbulkan bencana seperti badai, banjir, dan kekeringan. Dengan mengamati dan memperkirakan cuaca manusia dapat melakukan perencanaan kegiatan. Dengan demikian pengamatan terhadap cuaca penting untuk dilakukan.

Penyinaran matahari merupakan salah satu unsur cuaca yang penting. Sinar matahari menyebabkan naiknya temperatur permukaan bumi dan mempengaruhi unsur-unsur cuaca yang lainya. Kenaikan temperatur permukaan bumi menyebabkan terjadinya penguapan, angin dan mempengaruhi curah hujan. Pengukuran durasi penyinaran matahari dapat dimanfaatkan untuk berbagai

bidang seperti pertanian, peternakan, dan transportasi. Dengan demikian pengukuran durasi penyinaran matahari penting untuk dilakukan.

Sinar matahari dapat diukur intensitas dan durasi penyinarannya. Intensitas cahaya dapat diukur dengan light meter. Disisi lain, durasi penyinaran matahari dapat diukur dengan menggunakan alat perekam penyinaran matahari yaitu *Campbell Stokes.* Data durasi penyinaran matahari dapat digunakan untuk mengetahui waktu penyinaran matahari di suatu daerah, sebagai bahan untuk memperkirakan cuaca, pengembangan energi surya, penelitian mengenai cuaca, dan iklim.

Campbell Stokes yang digunakan saat ini masih memiliki beberapa kelemahan. Pertama, kertas pias pencatat didesain untuk digunakan perhari sehingga setiap hari harus diganti dengan kertas pias yang baru. Kedua, resolusi data durasi penyinaran matahari yang diperoleh kurang baik, yaitu dalam satuan jam. Ketiga, hasil pengukuran masih dalam bentuk analog dan data pengukuran yang didapatkan hanya durasi penyinaran, sedangkan intensitas cahaya matahari tidak terukur pada alat tersebut. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk menghasilkan instrumen yang dapat mengindera dan mengukur penyinaran matahari dengan lebih intensif dengan cara mengkombinasikan rangkaian elektronika dengan sensor cahaya yang sesuai.

Ada beberapa sensor cahaya yang dapat digunakan untuk mengindera penyinaran matahari. Salah satu diantaranya adalah LIGHT DEPENDENT *Resistors* (LDR). LDR merupakan suatu sensor yang mengubah stimulus berupa cahaya menjadi besaran listrik. Penggunaan sensor LDR, mikrokontroler, *Liquid Crystal Display* (LCD), dan beberapa komponen elektronika lainnya dapat menghasilkan

sistem pengukuran durasi penyinaran matahari yang lebih baik. Sistem yang diharapkan dapat mengukur durasi penyinaran matahari dengan resolusi dalam satuan detik. Durasi penyinaran dapat ditampilkan pada LCD dalam bentuk digit angka sehingga lebih praktis. Selain itu, juga dibutuhkankan instrumen yang terdiri dari komponen-komponen yang tidak terlalu mahal dan tidak memerlukan penggantian komponen setiap harinya, sehingga lebih ekonomis.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, diperlukan sebuah sistem pengukuran durasi penyinaran matahari dengan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain yang baik. Karena itu peneliti tertarik mengangkat penelitian dengan judul "Pembuatan Sistem Pengukuran Durasi Penyinaran Matahari Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 Menggunakan Sensor LDR".

B. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka peneliti merasa perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Durasi penyinaran matahari dihitung ketika intensitas cahaya yang diterima sensor LDR diatas 32000 Lux.
2. Spesifikasi performansi yang diteliti meliputi fungsi masing-masing komponen dan keluaran masing-masing blok rangkaian.
3. Spesifikasi desain yang diteliti meliputi ketepatan dan ketelitian dari sistem.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini. Sebagai perumusan masalah pada penelitian ini

adalah “Bagaimana spesifikasi performansi dan spesifikasi desain sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR ?”.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan pertanyaan penelitian. Sebagai pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi performansi sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR ?
2. Bagaimana spesifikasi desain sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sebuah sistem pengukuran durasi penyinaran matahari menggunakan sensor LDR berbasis mikrokontroler ATMEGA8535. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi performansi sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR.
2. Menetukan spesifikasi desain sistem pengukuran durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada:

1. Kelompok kajian Elektronika dalam pengembangan instrumentasi berbasis

Elektronika, kususnya dalam sistem pengukuran digital durasi penyinaran matahari berbasis mikrokontroler ATMEGA8535 menggunakan sensor LDR.

2. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian Elektronika dan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika khususnya pada sistem pengukuran.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.
4. Lembaga lain yang memerlukan sistem pengukuran durasi penyinaran matahari seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
5. Peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang penelitian fisika.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pengukuran

Sistem merupakan gabungan dari beberapa bagian yang berhubungan satu sama lain untuk tujuan tertentu. Menurut Smith (1990: 227) “Suatu sistem adalah gabungan berbagai unsur tetapi yang saling berintegrasi yang dipadukan untuk mencapai suatu sasaran menyeluruh”. Sasarannya mungkin berupa pengukuran, pengendalian, pengaturan ataupun memberikan suatu pelayanan. Pada bidang elektronika sistem dapat diartikan sebagai gabungan dari beberapa komponen elektronika yang dirakit untuk melakukan fungsi tertentu.

Pengukuran didefenisikan sebagai suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis yang dipakai sebagai satuan (Budi: 2006). Besaran merupakan sesuatu yang dapat diukur yang dinyatakan dengan angka atau nilai yang memiliki satuan. Pengukuran suatu besaran biasanya dilakukan menggunakan alat ukur. Alat ukur dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu alat ukur analog dan digital.

Alat ukur analog merupakan alat ukur yang hasil pengukurannya ditunjukkan oleh jarum pada skala meter. Pengertian alat ukur analog menurut Cooper (1991:251) adalah ”Instrumen yang menggunakan mekanisme alat ukur untuk menunjukkan nilai dari besaran yang akan diukur pada sebuah skala yang kontinu”. Pembacaan dilakukan dengan cara melihat skala yang ditunjukkan langsung oleh alat ukur. Dalam pembacaan skala ini sering terjadi kesalahan, sehingga data pengukuran yang didapatkan kurang tepat.

Alat ukur digital menggunakan jumlah digit tertentu untuk menampilkan hasil pengukuran. Cooper (1991:251) menyatakan bahwa “Bila hasil pengukuran diperagakan dalam selang waktu yang diskrit atau dalam bentuk angka (sebagai pengganti defleksi jarum penunjuk pada sebuah skala kontinu), kita membicarakan sebuah penunjukan digital”. Pemakaian sistem digital ini telah banyak menggantikan sistem analog karena hasil pengukuran menggunakan alat ukur digital lebih mudah dan lebih akurat. Pembacaan alat ukur digital biasanya menggunakan display seven segment, LCD atau dihubungkan ke komputer.

B. Spesifikasi Suatu Alat Ukur

Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail tentang produk hasil penelitian. Menurut Ilham (2009: 1) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut (nilai metrik)”. Pada umumnya spesifikasi berisikan uraian tentang desain dan performansi. Secara umum spesifikasi digolongkan atas dua tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi disebut juga dengan spesifikasi fungsional. Spesifikasi perfomansi merupakan suatu uraian rinci mengenai material-material atau komponen-komponen pembentuk sistem serta mengidentifikasi fungsi-fungsi dari setiap komponen pembentuk sistem tersebut. Pentingnya menentukan spesifikasi performansi menurut Suryana (2010) adalah ”Dalam proses perancangan, suatu sistem harus memenuhi spesifikasi performansi, agar dapat diperoleh suatu sistem yang optimal”. Performansi cenderung menunjukkan manfaat utama dari suatu produk.

Spesifikasi performansi umumnya diukur dari segi kuantitas dan kualitas pembentuk sistem, sehingga suatu sistem dapat bekerja dengan baik dan dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya. Pernyataan tersebut sesuai dengan ungkapan Ilham (2009: 1) yang menyatakan bahwa "Salah satu cara yang paling baik dalam menentukan spesifikasi awal adalah dengan menerapkan *Quality Function Deployment*/*QFD* (penyebaran fungsi kualitas)". Kualitas merupakan hal utama yang harus diperhatikan dalam menghasilkan suatu produk.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk dan bukan bagaimana produk harus bekerja (Ilham: 2009). Spesifikasi desain tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain menjelaskan tentang karakteristik statik produk, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dan dimensi sistem. Karakteristik statik suatu sistem meliputi akurasi, presisi, resolusi, histeresis, dan linieritas.

Akurasi didefinisikan sebagai beda atau kedekatan (*closeness*) antara nilai yang terbaca dari alat ukur dengan nilai sebenarnya (Fraden: 2006). Secara umum akurasi sebuah alat ukur ditentukan dengan cara kalibrasi pada kondisi operasi tertentu dan dapat diekspresikan dalam bentuk plus-minus atau persentase atau pada titik pengukuran yang spesifik. Suatu alat ukur yang baik memiliki akurasi mendekati 1 atau 100%.

Presisi merupakan kemampuan dari suatu instrumen pengukuran untuk memberikan pembacaan yang sama bila pengukuran berulang untuk besaran yang

sama. Menurut Moris (2001:17) "*Precision is a term that describes an instrument's degree of freedom from random errors*". Presisi tinggi dari alat ukur tidak mempunyai implikasi terhadap akurasi pengukuran. Suatu alat ukur yang mempunyai presisi tinggi belum tentu mempunyai akurasi tinggi.

Resolusi merupakan nilai perubahan terkecil dari variabel input yang dapat mengubah nilai output suatu instrumen. Menurut Fraden (2003:23) "*Resolution describes the smallest increments of stimulus which can be sensed*". Nilai pembacaan dari alat ukur akan berubah jika mendeteksi perubahan nilai input yang lebih besar dari resolusinya. Jika nilai perubahan nilai input lebih kecil dari resolusi, maka sistem tidak akan memberikan perubahan pada nilai output.

Histeresis adalah suatu simpangan terbesar dari nilai pengukuran yang ditandai dari titik-titik sinyal input bila didekati dari arah berlawanan. Hal ini senada dengan pandapat Fraden (2003:20) yang menyatakan bahwa "*A hysteresis error is a deviation of the sensor's output at a specified point of the input signal when it is approached from the opposite directions"*. Sebagai contoh saat suatu sensor pergeseran menghasilkan output yang berbeda bila objek berpindah dari kiri ke kanan dan dari kanan ke kiri.

C. Durasi Penyinaran Matahari

Matahari adalah sumber energi terbesar untuk atmosfer bumi. Menurut Handoko (1993) "Permukaan matahari dengan suhu sekitar 6000K memancarkan radiasi sebesar 73,5 MWm^{-2}. Energi radiasi yang sampai di permukaan atmosfer bumi sekitar 1368 Wm^{-2} nilai ini disebut dengan konstanta matahari". Tidak seluruh energi matahari mencapai permukaan bumi karena sebagian energi radiasi

dipantulkan dan diserap oleh atmosfer bumi. Perbandingan antara jumlah energi yang dipantulkan dengan energi yang diserap oleh permukaan bumi disebut dengan albedo. Jika albedo besar maka sebagian besar energi radiasi matahari dipantulkan dan hanya sedikit yang diserap.

Dalam kenyataannya semua kehidupan di bumi bergantung pada matahari. Jika dibandingkan dengan sumber energi lainnya seperti bintang dan bagian dalam bumi, energi dari matahari relatif lebih besar. Matahari yang menjadi sumber energi untuk kehidupan memberikan dampak yang besar bagi gejala-gejala alam nabati, hewani dan gejala alam non biologik seperti perubahan-perubahan cuaca (Suryatna, 1995: 4). Dibidang kajian fisika, cahaya matahari merupakan salah satu unsur cuaca.

Cuaca merupakan keadaan afmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu, biasanya diperhitungkan pada kondisi harian. Sarjani (2009:8) menyatakan bahwa "Pengertian cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat". Nicholson (2001:8) juga menyatakan bahwa "Cuaca adalah apa yang saat ini terjadi di udara. Cuaca terdiri dari beberapa unsur diantaranya temperatur udara, tekanan udara, angin, keadaan awan, curah hujan, kelembaban udara, dan penyinaran matahari". Cuaca hanya terjadi pada lapisan terbawah atmosfer yaitu troposfer. Kondisi atmosfer yang sedang terjadi meliputi perubahan suhu, angin, kelembaban, curah hujan, dan sinar matahari.

Sinar matahari dapat diukur intensitas dan durasi penyinarannya. Intensitas cahaya matahari merupakan jumlah energi cahaya perdetik yang diterima setiap satu satuan luas. Intensitas cahaya dapat diukur dengan menggunakan light meter.

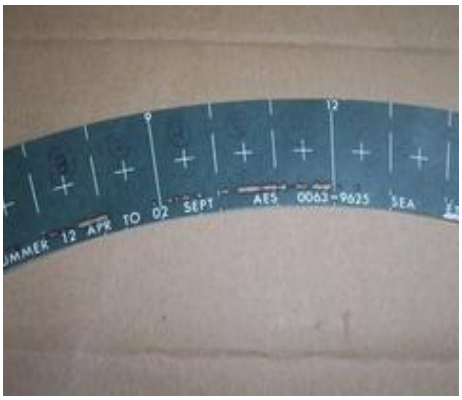
Ada beberapa satuan yang digunakan pada pengukuran intensitas cahaya diantaranya dalam Watt/m^2 dan lux. Hiscocks (2011:3) menyatakan tentang nilai intensitas cahaya matahari saat penyinaran langsung seperti pada kutipan "Intensitas cahaya matahari yang diterima bumi saat penyinaran secara langsung antara 32.000 lux hingga 130.000 lux". Jika intensitas cahaya lebih dari 32.000 lux maka matahari dianggap bersinar cerah.

Durasi penyinaran matahari merupakan rentang waktu matahari bersinar cerah dalam satu hari. Pengertian durasi penyinaran matahari menurut Susilo (1996: 27) adalah "Lamanya penyinaran matahari yang cerah. Matahari dinyatakan bersinar cerah jika dapat membakar dan meninggalkan bekas pada kertas pias *campbell stokes*. Durasi total penyinaran matahari cerah sepanjang hari didapatkan dengan mengukur panjang total dari bekas pada pias". Pendapat ini diperkuat oleh Gunawan (2001:8) yang menyatakan bahwa "Durasi penyinaran matahari adalah lamanya matahari bersinar cerah sampai permukaan bumi dalam periode satu hari mulai dari terbit sampai terbenam yang dinyatakan dalam satuan waktu, yaitu jam". Durasi penyinaran bukanlah panjang hari, panjang hari merupakan periode (jam) antara matahari terbit sampai terbenam. Lama penyinaran matahari ini seringkali tidak penuh satu hari karena sinar matahari dapat terhalang oleh awan, aerosol atau kabut.

Pengukuran durasi penyinaran matahari ditujukan untuk mengetahui lama penyinaran di suatu daerah. Data yang didapatkan dimanfaatkan sebagai bahan untuk memperkirakan cuaca, pengembangan energi surya, serta penelitian tentang cuaca dan iklim. Pengukuran durasi penyinaran matahari dan unsur-unsur cuaca

lainnya digunakan di berbagai bidang seperti pertanian, perternakan, industri, dan transportasi khususnya transportasi udara dan laut.

a



b

Gambar 1. Alat Ukur Durasi Penyinaran Matahari (*Campbell Stokes*)
a. Campbell Stokes
b. Kertas Pias *Campbell Stokes*

Campbell stokes adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengukur durasi penyinaran matahari yang digunakan saat ini. Sejak tahun 1962 alat tipe campbel sokes oleh WMO ditentukan sebagai alat baku untuk mengukur lama penyinaran matahari. *Campbell stokes* terdiri dari sebuah bola kaca berdiameter 10-15 cm dan kertas pias. Bola kaca pada dipergunakan untuk memfokuskan sinar matahari secara terus menerus tanpa terpengaruh oleh posisi matahari. Menurut Dandan (2011:4)

> Lamanya penyinaran matahari dicatat dengan jalan memfokuskan sinar matahari tepat mengenai kertas pias yang khusus dibuat untuk alat ini dan hasilnya pada pias akan terlihat bagian yang terbakar. Panjang jejak/bekas bakaran menunjukkan lamanya penyinaran matahari. Pada kertas pias terdapat skala jam, sehingga dapat dijumlahkan berapa lamanya matahari bersinar terang. Pias akan terbakar bila intensitas sinar matahari lebih dari 209 W/m^2 atau sekitar 32.000 lux.

Dari kutipan dapat dipahami prinsip kerja *Campbell Stokes*. Sinar matahari yang mengenai *Campbell Stokes* difokuskan oleh bola kaca. Jika intensitas sinar matahari lebih dari 32.000 lux, maka sinar matahari yang telah difokuskan akan

mampu membakar kertas pias. Durasi penyinaran matahari diukur dengan cara melihat panjang bekas pembakaran pada kertas pias.

Jika matahari bersinar sepanjang hari dan mengenai alat ini, maka akan diperoleh jejak pias terbakar yang tidak terputus. Disisi lain jika matahari bersinar terputus-putus, maka jejak dipiaspun akan terputus-putus. Dengan menjumlahkan waktu dari bagian-bagian terbakar yang terputus-putus akan diperoleh lamanya penyinaran matahari dalam satu hari.

D. Elektronika Pendukung Sistem

1. Sensor Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor merupakan piranti yang mengindera suatu besaran fisika kemudian mengkonversinya menjadi sinyal listrik. Fraden (2003:1) menyatakan bahwa "Sensor didefenisikan sebagai alat yang dapat menerima stimulus dan memberikan sinyal respon dari stimulus tersebut". Hal ini senada dengan pendapat Wilson (2005:12) "Sebuah sensor adalah piranti yang mengkonversikan gejala fisika kedalam sinyal listrik". Gejala fisika yang dikonversi dapat berupa energi, temperatur, gerakan, magnet, suara, dan cahaya.

Pada suatu sistem instrumentasi, sensor berfungsi sebagai gerbang isyarat masukan (input). Sensor menerima salah satu gejala fisika dan mengkonversikanya kedalam bentuk sinyal listrik sehingga dapat menjadi isyarat masukan bagi suatu instrumen. Jenis sensor yang digunakan pada sistem pengukuran durasi penyinaran matahari adalah LDR.

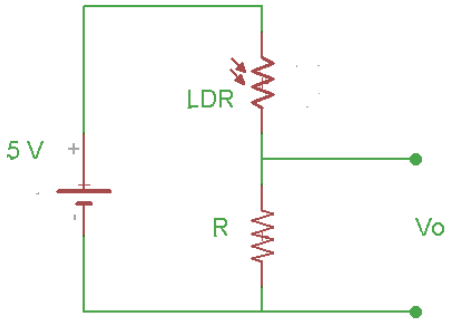
Gambar 2. Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) merupakan sensor yang merubah stimulus berupa cahaya menjadi hambatan listrik. LDR juga dikenal dengan nama fotoresistror. Menurut Ripka (2007:72) "Fotoresistor merupakan piranti yang resistansinya berubah sesuai dengan cahaya yang mengenai permukaanya". Hal ini dipertegas oleh Fraden (2003:421) "LDR atau *fotoresistor* dibuat dari bahan semikonduktor cadnium sulfide (CdS) dan cadnium selenide (CdSe) yang nilai hambatanya berubah saat dikenai cahaya". Bahan semikonduktor berbasis cadmium yang sensitif terhadap cahaya menjadikan LDR sebagai sensor cahaya yang cukup baik.

Prinsip kerja LDR berdasarkan efek fotoresistif. Pada efek fotoresistif, nilai resistansi suatu material akan berubah jika intensitas cahaya yang mengenainya berubah. Saat kondisi gelap nilai resistansi bahan tinggi. Saat terang nilai resistansi bahan menjadi kecil (Fraden:2003). Nilai hambatan LDR akan semakin kecil jika cahaya yang mengenainya semakin terang. Dengan demikian nilai resistansi berbanding terbalik dengan jumlah cahaya.

LDR merupakan komponen pasif yang memerlukan catu daya agar dapat digunakan sebagai input pada suatu. Untuk menghasilkan tegangan keluaran LDR dapat dipasang pada rangkaian pembagi tegangan. Pentingnya rangkaian pembagi tegangan menurut Asrizal (2011:8) yaitu "Rangkaian pembagi tegangan memegang peranan penting dalam elektronika karena dapat menghasilkan

tegangan sesuai dengan yang diinginkan". Rangkaian pembagi tegangan yang digunakan pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Pembagi Tegangan

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa rangkaian pembagi tegangan terdiri dari sumber tegangan, LDR dan sebuah resistor. Tegangan dari catu daya dibagi berdasarkan nilai dari resistor dan resistensi LDR. Besarnya tegangan keluaran yang dihasilkan adalah:

$$V_o = \frac{R}{R_{LDR}+R} E \qquad (1)$$

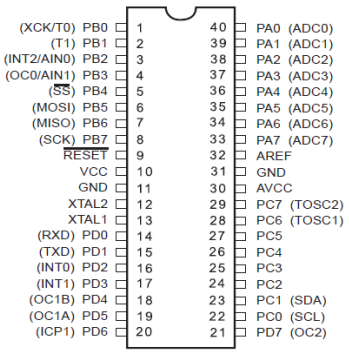
Dimana V_o adalah tegangan keluaran yang dihasilkan. Resistor (R) yang digunakan bernilai 1.1 kΩ dan R_{LDR} adalah nilai resistansi sensor LDR. E merupakan tegangan dari catu daya sebesar 5 Volt. Jika resistansi LDR berubah, maka tegangan keluaran juga akan berubah.

2. Mikrokontroller ATMEGA8535

Mikrokontroler adalah suatu komponen elektronika yang dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram tersebut. Menurut Widodo (2009:18) "Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang didalamnya memuat mikroprosesor, I/O pendukung, memori, dan ADC. Mikrokontroler digunakan untuk orientasi pengontrolan seperti

pengontrol temperatur, penampil display LCD, pemroses sinyal digital, pengontrol mesin, dan sebagainya". Secara umum mkrokontroler terdiri atas sebuah CPU (*Central Processing Unit*) yang berfungsi sebagai pengontrol program, ROM peralatan pendamping yang dikemas dalam suatu chip tunggal. Mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan program yang telah diberikan kepadanya. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem pengukuran durasi penyinaran matahari ini adalah mikrokontroller ATMEGA8535.

Mikrokontroler ATMEGA8535 merupakan mikrokontroler generasi AVR *(Alf and Vegard's Risk processor)*. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC *(Reduced Instruction Set Computing)* dengan lebar bus data 8 bit dan kecepatan maksimal 16 MHz. IC ini mempunyai 40 kaki, 32 kaki, diantaranya adalah kaki untuk keperluan port paralel. Satu port terdiri atas 8 kaki, sehingga 32 kaki tersebut membentuk 4 port paralel, yang masing-masing dikenal dengan port A, port B, port C, dan port D. Nomor dari masing-masing kaki port paralel dimulai dari 0 sampai 7.



Gambar 4. Diagram Pin Mikrokontroler ATMEGA8535
(Sumber : data sheet ATMEGA8535)

Fungsi dari masing-masing kaki (pin) mikrokontroler:

a. VCC berfungsi sebagai pin masukan catu daya.

b. GND merupakan pin ground.

c. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.

d. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus untuk Timer/Counter, Komparator analog, dan SPI.

e. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus untuk TWI, Komparator analog, dan Timer Oscilator.

f. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin khusus untuk Komparator analog, Interupsi eksternal, dan Komunikasi serial.

g. RESET (kaki 9) merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroller.

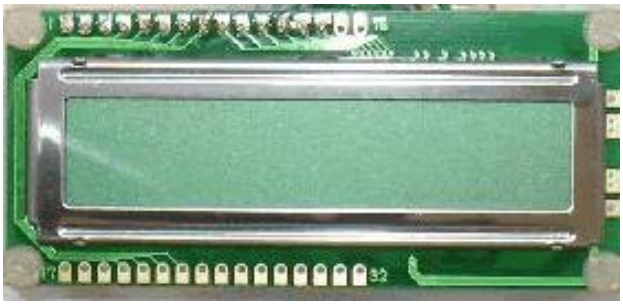
h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.

i. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.

j. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

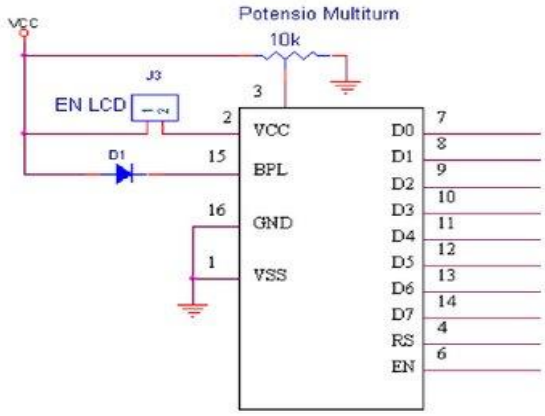
3. Liquid Crystal Display (LCD) Character 2X16

LCD merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk menampilkan data. Pengertian LCD menurut Budi (2010) adalah "LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan huruf, angka ataupun simbol-simbol tertentu". Pada sistem pengukuran durasi penyinaran matahari, LCD digunakan untuk menampilkan intensitas cahaya yang terukur dan durasi penyinaran matahari.



Gambar 5. Bentuk Fisik LCD 2x16
(Sumber: Triwiyanto:2009)

LCD yang akan digunakan mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 pin konektor atau biasa disebut sebagai LCD character 2X16. Rangkaian dasar LCD 2X16 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Dasar LCD 2X16
(Sumber: Datasheet LDC 2X16)

Jalur RS adalah jalur Register Select (pin 4). Ketika RS berlogika low “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus. Ketika RS berlogika high “1”, data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada display LCD. Jalur RW adalah jalur Read/Write. Ketika RW berlogika low “0”, maka informasi pada pin data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high “1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Jalur Enable (E) adalah jalur yang digunakan untuk memberitahu LCD bahwa

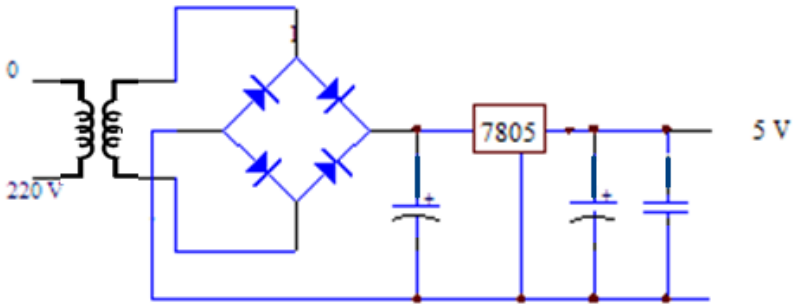
sedang melakukan pengiriman data. Untuk pengiriman data ke LCD, maka pin E berlogika low “0” dan set pada jalur RS dan RW (Triwiyanto, 2009:28).

4. Catu Daya

Catu daya merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. *Power supply* (catu daya) adalah suatu yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC Sutrisno (1999:80). *Power supply* adalah penyedia daya bagi semua blok rangkaian yang membutuhkan catu daya. Pada sistem ini catu daya berfungsi untuk mengoperasikan sensor LDR, mikrokontroler, dan LCD.

Catu daya teregulasi dapat dibangun dari IC regulator tegangan. IC regulator tegangan ini diantaranya adalah 78xx dan 79xx. Hal ini senada dengan yang dinyatakan Sutrisno (1999:80) “Untuk regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat kita dapat gunakan regulator tegangan IC tiga terminal. Regulator ini dikenal dengan 78xx dan 79xx. Regulator IC 78xx adalah regulator tegangan positif untuk xx Volt, sedangkan 79xx adalah regulator tegangan negatif untuk xx Volt”.

Dari kutipan dapat dijelaskan bahwa tegangan teregulasi yang diharapkan dapat diperoleh dengan memilih IC regulator tegangan yang sesuai. Sebagai contoh IC 7805 artinya tegangan teregulasi yang diberikan adalah 5 Volt. Salah satu catu daya teregulasi dengan tegangan keluaran dapat divariasikan secara kontiniu. Dengan menggunakan komponen seperti ini, dengan mudah dapat dibuat rangkaian catu daya yang sangat baik regulasi tegangan keluarannya. Salah satu bentuk rangkaian catu daya teregulasi dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Rangkaian Teregulasi Tegangan

Penyearah gelombang penuh model jembatan dengan filter memerlukan empat buah dioda. Dua dioda akan berkondusi saat isyarat positif dan dua dioda akan berkonduksi saat isyarat negatif. Rangkaian penyearah dengan empat buah dioda berfungsi mengubah tegangan AC menjadi DC yang diperlukan rangkaian. Kapasitor pada keluaran rangkaian penyearah berfungsi sebagai filter yang menghasilkan bentuk tegangan riak. Tegangan keluaran rangkaian penyearah dengan filter sebagai input pada IC 7805 sebagai regulator tegangan. Pada sistem pengukuran durasi penyinaran matahari catu daya yang digunakan hanya catu daya 5 Volt.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Spesifikasi performansi sistem pengukuran durasi penyinaran matahari adalah sistem ini terdiri dari LDR, mikrokontroler, LCD, dan catu daya. LDR befungsi sebagai sensor yang mengindera cahaya matahari. Mikrokontroler ATMEGA8535 menerima masukan dari sensor, mengolah sinyal, dan mengatur tampilan LCD. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran. Catu daya berfungsi untuk menyediakan daya bagi semua blok rangkaian yang membutuhkan catu daya.
2. Spesifikasi desain dari sistem pengukuran durasi penyinaran matahari adalah

a. Tegangan keluaran rangkaian sensor LDR merupakan logaritma dari intensitas cahaya.
b. Hasil pengukuran variasi intensitas cahaya matahari pada hari pertama terdapat tiga selang waktu durasi penyinaran dengan durasi penyinaran total 184 menit, sedangkan pada hari kedua pengukuran intensitas cahaya matahari juga terdapat tiga selang waktu durasi penyinaran dengan durasi penyinaran total 440 menit.
c. Ketepatan sistem untuk mengukur intensitas cahaya yaitu 97.145%.
d. Ketelitian sistem untuk mengukur intensitas cahaya yaitu 0.965.
e. Ketepatan sistem untuk mengukur durasi penyinaran matahari adalah 93.64%

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor yang lebih banyak dan disusun membentuk setengah lingkaran untuk menyesuaikan posisi terhadap gerak semu tahunan matahari
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem on/off secara otomatis menggunakan baterai atau timer.
3. Penelitian juga dapat dilanjutkan dengan menghubungkan sistem dengan PC
4. Sistem ini bisa digunakan di laboratorium elektronika dan instrumentasi fisika
5. Sebagai peralatan praktikum ataupun untuk penelitian selanjutnya
6. Diharapkan sistem pengukuran durasi penyinaran matahari ini dapat diapikasikan sebagai salah satu alat observasi cuaca di BMKG