

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PELACAK MATAHARI MENGUNAKAN ARDUINO

Tumbur Hari Boando, Slamet Winardi.

Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Narotama
Surabaya

Email : tumbz87@gmail.com

Abstrak

Penggunaan panel surya saat ini di Indonesia sudah mulai marak, hal ini merupakan suatu perubahan yang positif dimana masyarakat mulai beralih ke energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Penggunaan panel surya kebanyakan masih berupa panel surya yang bersifat statis yang berakibatnya kurang optimalnya pemanfaatan energi matahari. Untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi matahari oleh panel surya, maka penulis mencoba membuat suatu alat yang dapat mengorientasikan panel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari, pada penelitian ini menggunakan sebuah sistem minimum Arduino yang menggunakan mikrokontroler AT Mega 328 sebagai pusat kendali dan menggunakan dua buah rangkaian sensor LDR dengan outputnya berupa pergerakan motor servo. Penelitian ini menghasilkan suatu alat yang dapat membantu panel surya selalu menghadap ke arah cahaya matahari. Diharapkan alat ini mampu mengoptimalkan penggunaan energi matahari serta mampu menjadikan suatu sistem otomasi yang terjangkau harganya.

Kata kunci : Sistem minimum, Arduino, Sistem Otomasi.

Pendahuluan

Di era globalisasi ini perkembangan teknologi berkembang begitu pesat seiring dengan kemajuan pola pikir sumber daya manusia yang semakin maju. Keinginan untuk selalu menciptakan suatu hasil karya mengalami perubahan secara bertahap yang bersifat kompetitif agar dapat menciptakan kemudahan bagi manusianya sendiri yang di dukung dengan perangkat - perangkat canggih. Kondisi tersebut menginspirasi penulis selaku mahasiswa untuk menciptakan suatu produk yang bersifat ekonomis dan efisien dengan hasil yang bersifat kualitatif. Hal itu tidak akan tercapai apabila suatu industri masih menggunakan sistem manual yang mayoritas menggunakan jasa tenaga kerja manusia.

Penggunaan panel surya di Indonesia sudah mulai marak, hal ini tentunya merupakan sesuatu hal yang positif dimana masyarakat Indonesia mulai beralih ke energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Indonesia yang merupakan negara tropis sehingga mendapatkan pancaran cahaya matahari yang baik, sayangnya energi ini kurang dimanfaatkan secara optimal yang dapat kita lihat dimana masih banyak panel surya yang bersifat statis. Cahaya matahari ini dapat diubah menjadi energi listrik oleh sel surya dan menghasilkan energi yang cukup besar untuk mencukupi kebutuhan listrik masyarakat yang sebagian besarnya disuplai oleh sumber energi tak terbarukan. Untuk pengoptimalan energi matahari diperlukan sebuah alat yang dapat mengorientasikan panel surya ke matahari.

Sistem pelacak matahari merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mengarahkan panel surya ke matahari. Sistem ini bekerja dengan menggunakan dua buah modul LDR dan satu motor servo sebagai aktuator penggerakannya. Sistem ini dikendalikan oleh Arduino Uno yang menjalankan program yang ditanamkan oleh *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*).

Arduino Uno akan membandingkan nilai masing masing LDR. Nilai LDR 1 akan di bandingkan nilai LDR 2, mikrokontroler akan menggerakkan motor servo ke arah nilai LDR yang terbesar. Dari hasil penelitian ini diharapkan dengan menggunakan sistem pelacak matahari ini, penggunaan energi matahari dapat dioptimalkan melalui media panel surya serta mampu menjadi suatu sistem otomasi yang murah dan efisien.

Tinjauan Pustaka

Tinjauan Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai masukan serta bahan pengkajian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pemanfaatan Mikrokontroler Sebagai Pengendali Solar Tracker Untuk Mendapatkan Energi Maksimal, *Dedy Dhomo A, 2007.*

Penelitian ini membahas tentang pengoptimalan energi solar cell yang dibantu dengan

menggunakan solar tracker agar solar cell selalu dapat mengikuti arah pergerakan matahari dengan demikian energi yang terfokus pada solar cell lebih banyak. Pada penelitian ini menggunakan sensor LDR yang di letakkan di empat penjuru arah mata angin yaitu timur, barat, utara, selatan, dan yang sebuah lagi di letakkan ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing – masing fokus yang diterima oleh LDR yang terkuat. Selain memanfaatkan sensor peka cahaya realisasi alat ini juga didukung dengan beberapa rangkaian terkombinasi antara lain terdapat unit penampil data daya yang dihasilkan oleh penerimaan energi oleh solar cell, sedangkan sebagai penggerak menggunakan DC motor terkopel gearbox dan sistem pengontrolannya menggunakan mikrokontroler AT 89S52. Prinsip kerja dari alat yang dibuat ini adalah dimana LDR pada kondisi mendapatkan cahaya maka tahanannya turun, sehingga dengan metode rangkaian diatas pada LDR yang mendapatkan kuat cahaya terbesar maka tegangan yang dihasilkan adalah tertinggi. Masing-masing tegangan keluaran LDR terhubung dengan terminal *inverting* rangkaian komparator. Sehingga dengan sistem rangkaian diatas, komparator akan menghasilkan logika tinggi jika salah satu dari ke empat LDR mempunyai tegangan keluaran lebih besar dari tegangan keluaran pembandingnya. Logika keluaran rangkaian komparator inilah yang digunakan sebagai sinyal informasi bagi rangkaian pemrograman untuk menggerakkan motor DC menuju arah LDR dengan tegangan terbesar tersebut. Dengan demikian Tracker akan mencari sumber cahaya terkuat hingga didapatkan kondisi tegangan keluaran LDR pembanding sama atau bahkan lebih besar dari keempat LDR yang dituju tersebut. Pada kondisi ini keluaran komparator berlogika rendah sehingga melalui pemrograman pada mikrokontroler putaran motor DC akan dihentikan.

Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51, *Budi Yuwono, 2005.*

Pada penelitian ini penulisnya menitik beratkan permasalahan bagaimana menggunakan panel sel surya untuk mendapatkan keluaran listrik yang optimal dimana pemakaian panel sel surya umumnya diletakkan dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan, sebagai contoh panel sel surya dihadapkan ke atas. Dengan posisi panel menghadap ke atas dan jika panel dianggap benda yang mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$.

Dengan rumusan masalah diatas penulisnya berusaha membuat suatu sistem mikrokontroler yang

dapat mengatur arah panel surya tersebut dengan mekanisme algoritma yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler. Pada penelitian ini menggunakan AT89C51 sebagai pengontrolnya, tegangan sel surya sebagai hasil outputnya dan motor stepper sebagai penggeraknya. Dengan perhitungan tertentu terhadap karakteristik sel surya dan sudut datang sinar radiasi matahari maka ditetapkan rumusan algoritma yang akan dimasukkan kedalam program assembly pada AT89C51 untuk diolah algoritmanya. Setelah perhitungan algoritma pada sistem ini maka dapat diketahui cara kerja dari sistem ini adalah mikrokontroler yang mengolah algoritma tertentu memberikan rutin untuk menggerakkan motor stepper sebanyak 40 detak untuk menggerakkan panel sel surya atau sebesar 1,31 derajat setiap 5 menit.

Hasil dari pengujian sistem diatas hasil output tegangan antara panel sel surya yang statis dengan panel sel surya dengan sistem pelacak terlihat sama pada saat siang hari dengan rentang antara pukul 12.45 sampai dengan pukul 13.25. Tetapi perbedaan mulai terlihat saat pukul 14.25 hingga menjelang sore, output tegangan panel sel surya statis terlihat menurun sedangkan panel sel surya dengan sistem pelacak terlihat stabil.

Comparison of Efficiencies of Solar Tracker system with static panel Single – Axis Tracking System and Dual – Axis Tracking System with Fixed Mount, *R. Dhanabal, V. Barathi, 2013.*

Penelitian ini membahas tentang perbandingan tegangan output yang di keluarkan oleh panel surya dengan metode sistem pelacak sumbu tunggal, sistem pelacak dua sumbu, dan panel surya statis. Pada panel surya yang menggunakan sistem pelacak sumbu tunggal menggunakan 2 sensor LDR dan 1 motor penggerak. Panel surya dengan menggunakan sistem pelacak sumbu tunggal dapat melacak matahari dari timur ke barat dengan menggunakan satu pivot point untuk memutar. Sedangkan panel surya menggunakan sistem pelacak 2 sumbu menggunakan 4 sensor LDR dan 2 motor penggerak. Sistem pelacak 2 sumbu ini dapat melacak matahari dari timur ke barat dan utara ke selatan dengan menggunakan dua pivot untuk memutar.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa panel surya yang menggunakan sistem pelacak 2 sumbu dapat memberikan output yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pelacak 1 sumbu dan panel surya statis. Panel surya yang menggunakan sistem pelacak 2 sumbu mampu melacak pergerakan matahari sepanjang tahun. Penelitian ini menyimpulkan dari pembacaan output ketiga sistem yang di buat yaitu pembacaan efisiensi sistem pelacak 2 sumbu 81,68% lebih tinggi dari panel surya statis sedangkan sistem pelacak 1 sumbu 32,17% lebih tinggi dari panel surya statis.

Teori Dasar Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer dalam sebuah chip. Didalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.

Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika anda sudah bisa melakukan hal itu anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika anda sudah mahir membaca dan menulis data maka anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan anda. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- 1 Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
- 2 Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
- 3 Pencarian gangguan akan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya kompak.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimum

paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan reset, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Yang dimaksud dengan sistem minimum adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimum mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama.

AVR ATmega 328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

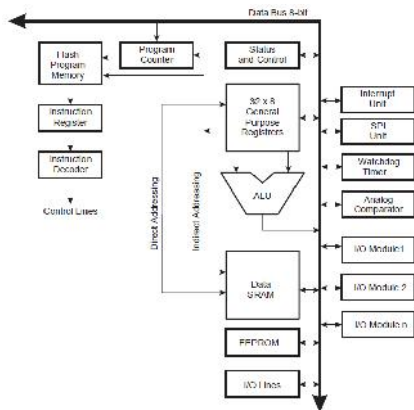
Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit register serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
4. 32 KB *Flash memory* dan pada Arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
5. Memiliki *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena *EEPROM* tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
6. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2 KB.
7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin, 6 diantaranya *PWM* (*Pulse Width Modulation*) output.
8. *Master/Slave SPI Serial Interface*.

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/ Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.

Berikut adalah tampilan architecture ATmega 328:



Gambar1. Architecture ATmega328

Berikut adalah konfigurasi pin ATmega328 :

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT15/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	ARFF
(PCINT5/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICF1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar2. Konfigurasi pin ATmega328

Port Pin	Alternate Functions
PD7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PD5	SCK (SPI Bus Master clock input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PD4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PD1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PD0	ICF1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Unbuffered System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

Gambar4. Konfigurasi Port B

Port Pin	Alternate Function
PC8	RST-T (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	AUX0 (AUX Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

Gambar5. Konfigurasi Port C

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC2A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	IC1 (Timer/Counter1 External Counter Input) OC2B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	SCK (USART1 Internal Clock Input/Output) IC0 (Timer/Counter0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	IN1 (External Interrupt 1 Input) OC2C (Timer/Counter2 Output Compare Match C Output) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)
PD2	IN0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT15 (Pin Change Interrupt 15)

Gambar6. Konfigurasi Port D

Arduino Uno

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. Arduino adalah merupakan sebuah *board* minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19.

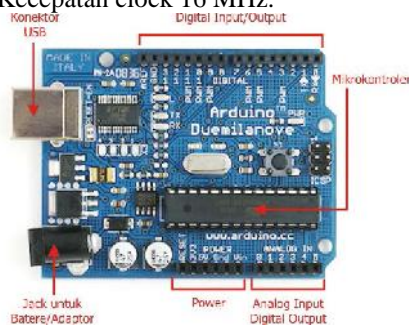
Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-19.

Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

Berikut adalah deskripsi arduino uno :

1. Mikrokontroler ATmega328.
2. Beroperasi pada tegangan 5 V.
3. Tegangan input (rekomendasi) 7 – 12 V.
4. Batas tegangan input 6 – 20 V.
5. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM).
6. Pin analog input 6.
7. Arus pin per input/output 40 mA.
8. Arus untuk pin 3.3 V adalah 50 mA.
9. Flash memory 32 KB (ATmega328) dimana 2 KB digunakan oleh bootloader.
10. SRAM 2 KB (ATmega328).
11. EEPROM 1 KB (ATmega328).
12. Kecepatan clock 16 MHz.



Gambar7. Tampilan Arduino Uno

Catu Daya

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 *supply* diberikan kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan 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:

1. 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.

2. 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 .
3. 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Arus maksimum adalah 50 mA.
4. GND.

Memori

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.

Input/Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino 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 K Ohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. 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.
2. 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.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10 dan 11. Menyediakan 8-bit output PWM dengan analog `Write ()` fungsi.
4. SPI: 10 (SS), 11 (mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI.
5. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin adalah nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin adalah RENDAH, LED off.

Komunikasi

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.

Manfaat Modul Arduino

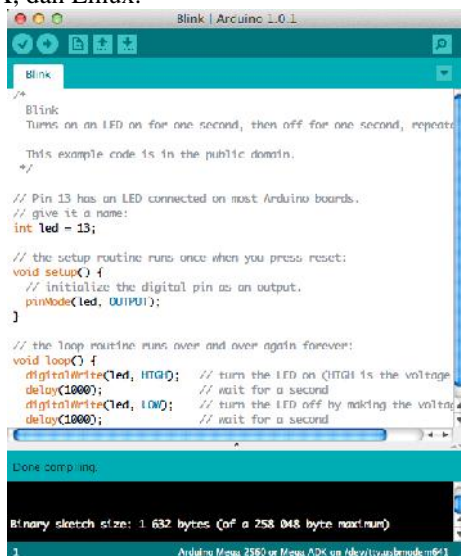
Arduino Uno adalah papan rangkaian elektronik yang *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Arduino Uno adalah mikrokontroler yang berbasis Atmega 3288, Arduino Uno memiliki 4 pin input/output, 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin analog input, crystal 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino Uno dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

Programing

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 tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Modul 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.

Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *open-source Arduino* memudahkan untuk menulis kode dan meng-upload ke *board Arduino*. *Software* ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux.



Gambar8. Tampilan Framework Arduino menggunakan pemrograman dengan bahasa C. Berikut ini adalah sedikit penjelasan yang

ditujukan kepada anda yang hanya mempunyai sedikit pengalaman pemrograman dan membutuhkan penjelasan singkat mengenai karakter bahasa C dan software Arduino. Untuk penjelasan yang lebih mendalam, web Arduino.cc adalah sumber yang lengkap.

Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada yaitu :

1. `void setup() { }`
Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
2. `void loop() { }`
Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi `void setup`) selesai. Setelah dijalankan satu kali, fungsi ini akan dijalankan lagi dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepas.

Syntax

Berikut adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk penulisan:

1. `//(komentar satu baris)`
Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.
2. `/* */(komentar banyak baris)`
Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.
3. `{ } (kurung kurawal)`
Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).
4. `;(titik koma)`
Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

Variable

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya.

1. `int (integer)`
Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 *byte* (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.
2. `long (long)`
Digunakan ketika *integer* tidak mencukupi lagi. Memakai 4 *byte* (32 bit) dari memori (RAM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.

3. *boolean (boolean)*
Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai *TRUE* (benar) atau *FALSE* (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.
4. *float (float)*
Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari $-3.4028235E+38$ dan $3.4028235E+38$.
5. *char (character)*
Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

Sensor LDR

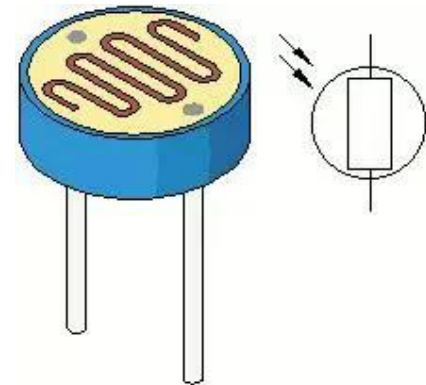
Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tenaga dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya. Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik yang proporsional.

Salah satu sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*). LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Biasanya LDR terbuat dari *cadmium sulfida* yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya.

LDR biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahananannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya akan semakin kecil. Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10 M dan dalam keadaan terang sebesar 1 K atau kurang. Dengan bahan energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Prinsip kerja LDR adalah pada saat gelap atau cahaya redup, bahan semikonduktor tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah relatif kecil, sehingga hanya ada sedikit elektron untuk muatan listrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat cahaya gelap atau redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut, sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan listrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik,

atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang (Rivanna Nugraha, 2014).



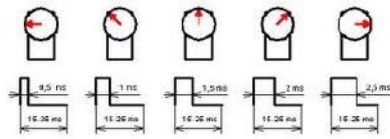
Gambar 9. Simbol dan fisik sensor cahaya LDR

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari motor dc, rangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas dari sudut putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor dc servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan. Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. Yaitu motor servo standart dan motor servo *continous*. Servo motor tipe standart hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standart sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat "*Robot Arm*" (Robot Lengan). Sedangkan servo motor *continous* dapat berputar sebesar 360 derajat, motor servo *continous* sering dipakai untuk *mobile robot*. Untuk dapat mengoperasikan motor ini di perlukan pulsa digital yang akan dibaca oleh kontroler motor servo untuk mengatur sudut servo (Elektronika Dasar, 2013). Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengendalikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Untuk penelitian ini penulis menggunakan motor servo standart, sudut putarnya adalah 180

derajat yang dapat dioperasikan dalam dua arah (*clock wise/counter clock wise*).



Gambar10. Lebar pulsa untuk mengatur sudut servo



Gambar11. Konstruksi motor servo

Flowchart

Flowchart adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Tujuan pembuatan flowchart adalah untuk menggambarkan tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, rapi, dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol standart.

Perancangan dan Pegujian Alat Analisis Kebutuhan

Dalam pembuatan prototipe sistem pelacak matahari ini membutuhkan beberapa perangkat hardware dan software antara lain :

Hardware

Arduino Uno

Rangkaian ini bisa disebut juga sebagai CPU *board* yang berfungsi sebagai pengendali utama dari keseluruhan sistem atau dapat disebut otak. Rangkaian dilengkapi dengan mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

Rangkaian Sensor LDR

Terdapat 2 rangkaian sensor LDR yang masing-masing terdiri dari sebuah LDR dan resistor. Masing-masing LDR akan menangkap cahaya dan akan diteruskan menjadi sinyal analog ke mikrokontroler untuk dibandingkan nilai LDR satu dengan LDR yang lain.

Motor Servo

Motor servo digunakan sebagai output dimana motor akan bergerak kearah LDR yang mendapatkan banyak cahaya yang dikontrol oleh mikrokontroler.

3.1.2 Software

Proteus 7 Profesional

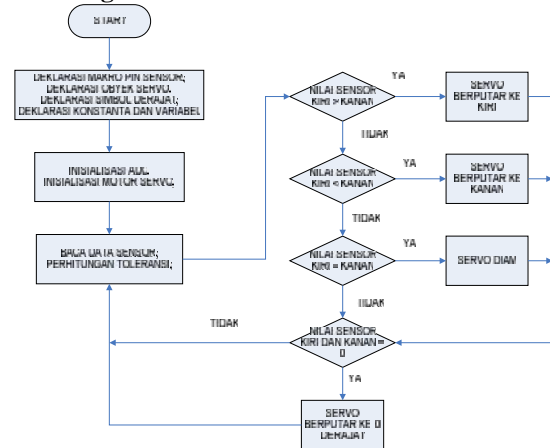
Proteus sebagai program yang digunakan untuk merancang rangkaian elektronik. Dalam

perancangan skema maupun simulasi dapat menggunakan software proteus ini.

Arduino IDE

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. *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 tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Modul ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. *Software* ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux.

Diagram Alir Sistem Pelacak Matahari



Gambar12. Flowchart Sistem Berjalan

Berikut adalah penjelasan singkat dari flowchart :

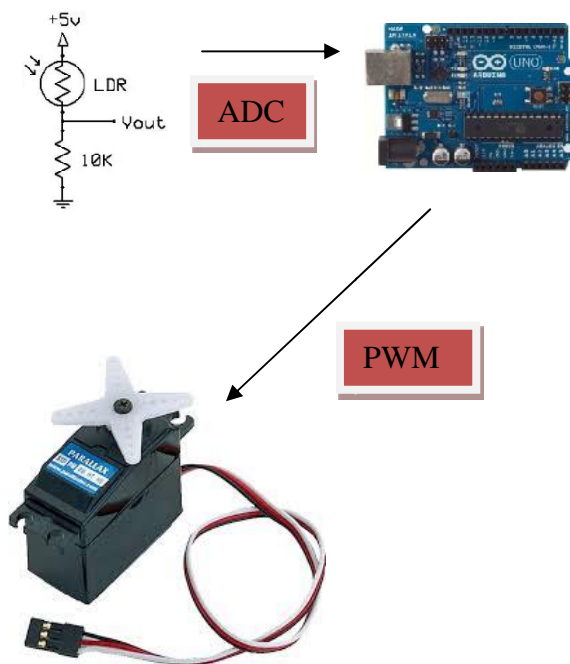
1. Program akan melakukan inialisasi awal untuk makro (nama lain/alias) pin, variable, serta obyek yang akan digunakan pada program.
2. Program kemudian akan melakukan inialisasi nilai referensi ADC, kemudian mengarahkan motor servo ke sudut 0°.
3. Selanjutnya program akan melakukan pembacaan nilai analog masing – masing sensor serta melakukan perhitungan toleransinya.
4. Program kemudian akan membandingkan hasil perhitungan nilai sensor, dimana hasilnya akan digunakan untuk menggerakkan motor servo.
5. Program akan memeriksa apakah nilai pembacaan dari kedua sensor adalah 0 atau tidak. Apabila ya, maka servo akan diarahkan ke sudut 0°.

Perancangan Skematik

Perancangan papan rangkaian menggunakan *software* Proteus 7 Profesional. Langkah pertama adalah menggambar skema rangkaian pada *schematic editor*, kemudian dari *schematic editor* komponen yang dirangkai dipindahkan ke *layout PCB*.



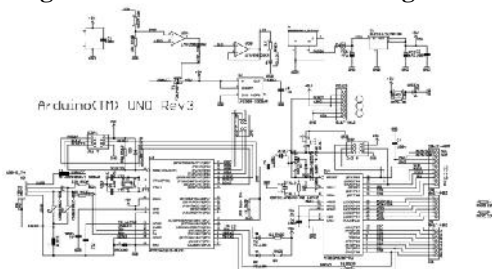
Gambar13. Blok Diagram Sistem Perancangan diagram blok ini dimaksudkan untuk mempermudah pembuatan alat prototipe Sistem Pelacak Matahari.



Gambar14. Blok Diagram Prototipe Sistem Pelacak Matahari

Pada sistem ini menggunakan dua buah sensor LDR sebagai pendeteksi cahaya. Penentuan posisi matahari akan dilakukan sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima oleh dua buah sensor LDR. Sistem ini menggunakan modul Arduino Uno sebagai kontroler utamanya, dan sebuah motor servo sebagai outputnya.

Rangkaian Sistem Minimum ATmega328



Gambar15. Rangkaian Arduino Uno Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital

input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-19.

Tabel1. Hubungan port arduino uno dengan rangkaian input/output (I/O)

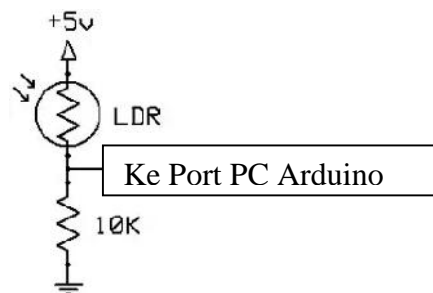
Rangkaian Input/Output (I/O)	Port Minimum ATmega328	Sistem
Sensor LDR	PC	
Motor Servo	PD	

Rangkaian Sensor LDR

Dalam sistem solar tracker ini menggunakan 2 sensor LDR, dengan gambar rangkaian dibawah ini. Rangkaian ini dibuat sebanyak 2 buah dan akan dihubungkan ke port PC di sistem minimum. Berikut adalah port yang akan dipakai untuk sensor LDR .

Tabel2. Port pada sensor LDR

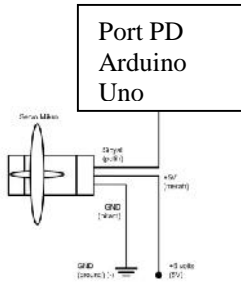
Sensor LDR	Port Sistem Minimum ATmega328
1	PC0 (ADC0)
2	PC1 (ADC1)



Gambar16. Rangkaian sensor LDR

Rangkaian Motor Servo

Dalam penelitian ini menggunakan motor servo dan yang digunakan adalah jenis motor servo standart yang bisa berputar 180 derajat, gambar dibawah ini adalah konfigurasi kabel motor servo. Untuk dapat mengatur sudut putar motor servo, salah satu pin kabelnya di hubungkan ke PD2 (INT0) pada port sistem minimum.



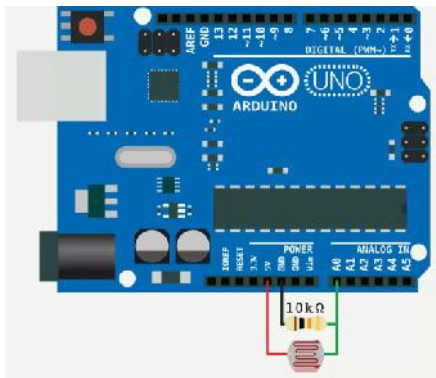
Gambar17. Rangkaian motor servo

Tabel3. Port pada Motor Servo

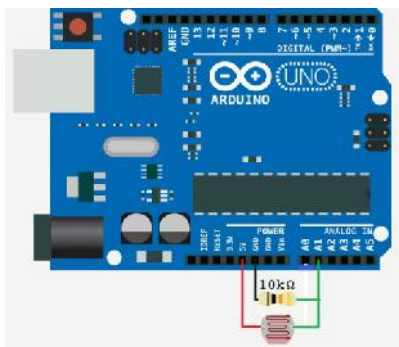
Motor Servo	Port Sistem	Minimum
1	PD2 (INT0)	

Tahap Penyelesaian

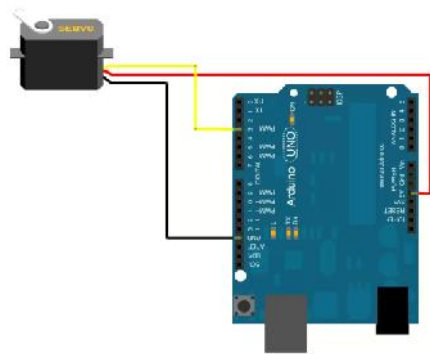
Setelah melakukan perancangan alat-alat, langkah selanjutnya adalah perakitan dengan menghubungkan modul – modul dengan menggunakan kabel jumper, setelah itu lakukan pengecekan kembali dengan menggunakan multimeter, apakah koneksi antar modul sudah benar atau tidak. Pastikan juga tidak terdapat hubungan singkat antara jalur VCC dan GND sebelum memberikan catu daya. Ilustrasi koneksi antar modul adalah seperti gambar di bawah ini:



Gambar18. Koneksi Sensor LDR 1



Gambar19. Koneksi Sensor LDR 2



Gambar20. Koneksi Motor Servo

Pemrograman Arduino Uno

Pemrograman dilakukan setelah semua komponen elektronika dan komponen mikrokontroler terpasang dengan benar. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa C. Program dapat langsung ditulis pada software Arduino IDE. Sebelum menulis program kita harus memilih dahulu jenis board yang akan kita program.



Gambar21. Tampilan Arduino IDE

Setelah memilih jenis board yang akan kita program, selanjutnya kita menulis programnya dan verify untuk mengecek apakah ada error dalam program kita.

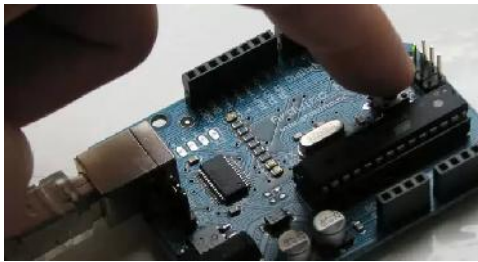


Gambar22. Verify Program

Setelah yakin tidak ada program kita yang error, langkah selanjutnya adalah mengupload program kita kedalam Arduino Uno dengan cara menghubungkan Arduino ke PC atau ke laptop kita, jika COM sudah terdeteksi maka Arduino siap untuk diprogram dengan cara klik UPLOAD pada Arduino IDE.



Gambar23. Tampilan Upload Program



Gambar24. Tampilan Koneksi Arduino

Finishing

Setelah semuanya terpasang dengan baik maka tahap selanjutnya adalah tahap finishing dengan merapikan kabel – kabel dan memasukan ke dalam box serta membuat *mock-up* prototipe yang akan diuji.

Uji Coba

Setelah terpasang menjadi sebuah prototipe dengan baik, maka dilakukan uji coba. Ujicoba dilakukan dengan meletakkan prototipe diluar ruangan yang terkena sinar matahari. Sebelum meletakkan alat, perlu diketahui arah Timur dan Barat sehingga alat dapat diletakkan dengan benar. Pengujian dilakukan dari pagi hingga petang hari, dan dapat dilihat hasil pengujian alat apa pergerakannya mengikuti arah matahari.

Hasil dan Pembahasan

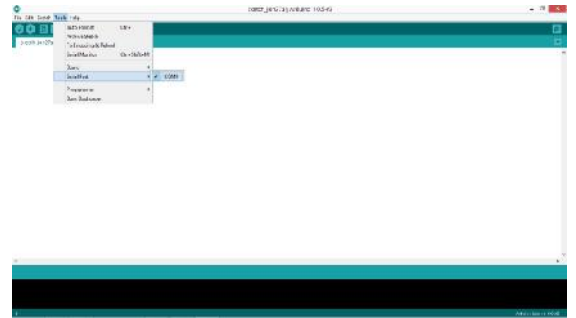
Hasil Uji Coba Alat

Setelah pembuatan prototipe Sistem Pelacak Matahari selesai, tahap berikutnya adalah melihat hasil ujicoba dari kerja alat ini. Pengujian dilakukan untuk mengetahui cara kerja dan fungsi dari masing-masing komponen utama serta mengetahui pengoperasian alat ini.

Pengujian Sistem Minimum Arduino

Pengujian sistem minimum arduino dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Lakukan instalasi driver Arduino Uno yang bisa di download di website resmi Arduino.
2. Buka aplikasi Arduino untuk menuliskan programnya.
3. Pastikan COM Port nya terdeteksi di PC.



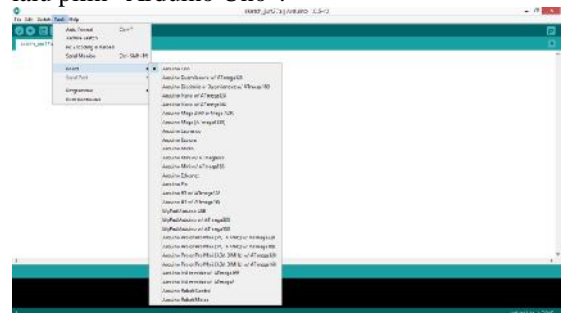
Gambar25. Setting Serial Port

4. Didalam aplikasi Arduino sudah terdapat beberapa contoh program sederhana yang bisa langsung di upload pada board Arduino.
5. Untuk membuka contoh program sederhana nya dapat dilakukan dengan cara klik menu “File” lalu klik menu “Example”, lalu kita pilih “Basic” lalu pilih “Blink” maka program akan tampil pada layar. Program ini untuk menyalakan dan mematikan lampu LED yang ada pada board Arduino.



Gambar26. Cara membuka contoh program

6. Jangan lupa untuk memilih jenis board pada aplikasi Arduino dengan cara klik “Tools” lalu pilih “Arduino Uno”.




Gambar27. Cara memilih board

7. Pastikan board Ardino sudah dikoneksikan menggunakan kabel USB ke komputer.
8. Sebelum mengupload program yang sudah ada, maka perlu melakukan compile program terlebih dahulu dengan cara klik tanda Verify (V).



Gambar28. Cara verify

9. Jika tidak ada pesan error, maka program siap untuk diupload dengan cara klik tanda () Upload.



Gambar29. Cara upload

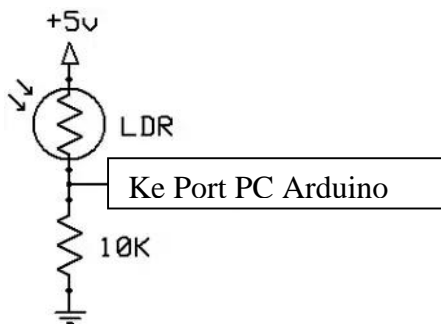
Maka dapat dilihat hasil contoh program sederhana yang sudah tersedia pada aplikasi Arduino yaitu LED yang terdapat pada board Arduino akan meyalah berkedip sesuai delay yang sudah diprogramkan. Delay program dapat kita rubah untuk mendapatkan hasil yang berbeda pada nyala lampu LED.

Pengujian Rangkaian LDR

Dalam sistem solar tracker ini menggunakan 2 sensor LDR, dengan gambar rangkaian dibawah ini. Rangkaian ini dibuat sebanyak 2 buah dan akan dihubungkan ke port PC di sistem minimum Arduino. Berikut adalah port yang akan dipakai untuk sensor LDR

Tabel4. Port pada sensor LDR

Sensor LDR	Port Sistem Minimum ATmega328
1	PC0 (ADC0)
2	PC1 (ADC1)



Gambar30. Rangkaian sensor LDR

Pengujian Rangkaian LDR dengan cara menghubungkan rangkaian LDR ini pada board Arduino sesuai keterangan diatas. Untuk mengetahui cara kerja rangkaian ini adalah dengan cara

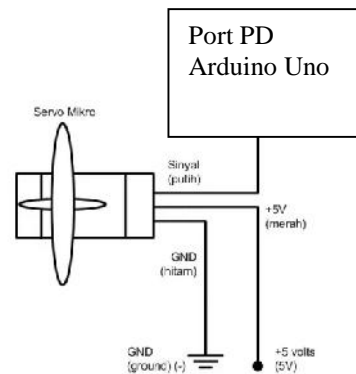
menuliskan program pada aplikasi Arduino, dimana cahaya yang diterima oleh LDR akan di terjemahkan oleh arduino sebagai sebuah nilai dimana nilai LDR satu dengan yang lainnya berbeda. Nilai ini dapat kita lihat pada serial monitor di dalam aplikasi arduino. Pada saat melakukan pengujian rangkaian LDR ini didapatkan hasil bahwa nilai LDR1 pada saat mendapatkan cahaya matahari yaitu sekitar 402, sedangkan pada LDR2 mempunyai nilai sekitar 398. Dari nilai tersebut maka di dapatkan sebuah nilai error yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk membandingkan kedua LDR tersebut.



Gambar31. Serial monitor LDR pada Arduino Uno

Rangkaian Motor Servo

Untuk mengetahui cara kerja motor servo adalah dengan menghubungkan motor servo ke board Arduino untuk mengontrolnya. Gambar dibawah ini adalah konfigurasi kabel motor servo. Untuk dapat mengatur sudut putar motor servo, sal pin kabel sinyalnya di hubungkan ke PD2 (INT0) pada port sistem minimum.



Gambar32. Rangkaian motor servo

Tabel5. Port pada Motor Servo

Motor Servo	Port Sistem Minimum ATmega328
1	PD2 (INT0)

Setelah tersambung dengan benar, maka kita perlu menuliskan program sederhana pada aplikasi Arduino untuk mengetahui kerja motor servo ini. Setelah program di upload pada board Ardino, maka didapatkan hasil motor servo akan bergerak bertambah 1 derajat terus menerus, dan jika sudah sampai 180 derajat maka motor servo akan bergerak minus 1 derajat terus menerus sampai ke titik 0

derajat servo akan kembali lagi bergerak bertambah 1 derajat dan seterusnya.



Gambar33. Contoh program sederhana motor servo

Hasil Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian rangkaian keseluruhan dilakukan setelah pengecekan mulai dari bagian masing-masing rangkaian penyusun dan pengisian program ke dalam sistem minimum Arduino. Adapun langkah-langkah dalam pengujian alat ini adalah :

1. Tentukan dulu arah Timur dan Barat.
2. Letakkan alat pada posisi pivot Timur dan Barat di area yang terbuka dan tidak ada penghalang.
3. Hubungkan kabel dari rangkaian ke listrik.

Rangkaian ini bekerja berdasarkan pergerakan cahaya matahari yang mengenai kedua rangkaian LDR. Sistem minimum akan membandingkan nilai error pada kedua rangkaian LDR. Motor akan bergerak ke arah LDR yang memiliki nilai error yang paling mendekati acuan error pada sistem minimum.

Setelah pengujian alat didapatkan hasil bahwa alat ini akan mengikuti arah pergerakan cahaya matahari sekalipun keadaan langit berawan ataupun mendung, alat ini tetap dapat bekerja dengan baik.



Gambar34. Prototipe sistem pelacak matahari

**Penutup
Kesimpulan**

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pengendali utama pada pemrosesan

data error yang di dihasilkan dari rangkaian LDR.

2. Motor servo akan bergerak sesuai dengan arah datangnya cahaya matahari.

Saran

Dari hasil penelitian dalam pembuatan prototipe Sistem Pelacak Matahari menggunakan Arduino, maka penulis memberikan saran sebagai masukan sebagai berikut :

1. Perlu adanya pengembangan terhadap protipe ini nanti sistem minimum ini tidak mengorientasikan sel surya terhadap matahari, tetapi juga bisa mengontrol penyimpanan tegangan pada baterai.
2. Pembuatan box khusus yang tahan terhadap segala cuaca.

Daftar Pustaka:

[1] R. Dhanabal and V. Bharati. 2013. *Comparison of Efficiencies of Solar Tracker systems with static panel Single- Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount*. SRM University, Chennai, India.

[2] Mostefa, Ghassoul. 2013. *Design of an Automatic Solar Tracking System to Maximize Energy Extraction*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering.

[3] Yuwono, Budi. 2005. *Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Jurusan Fisika Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.

[4] Dhomo A, Dedy. 2007. *Pemanfaatan Mikrokontroler Sebagai Pengendali Solar Tracker Untuk Mendapatkan Energi Maksimal*. Teknik Elektro UNIKA Soegijaprata Semarang.