

## RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL *SEQUENCE* PADA MEKANISME PENGANTI CD *PLAYER* SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P

\*Venesa Bagus Anandya<sup>1</sup>, Dwi Basuki Wibowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: venesabagus5@gmail.com

### Abstrak

Sistem otomasi merupakan suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer (mikroprosesor, PLC atau mikro). Semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator (mekanik) sehingga akan memiliki fungsi tertentu. Adapun beberapa perangkat otomasi yaitu mikroprosesor, mikrokontroler dan PLC. Pada penelitian ini CD *Changer* menggunakan perangkat mikrokontroler. Mikrokontroler adalah suatu IC (*Integrated Circuit*) dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, yang terdiri dari : CPU, RAM, ROM, Input/Output Serial dan Paralel, Timer, dan Interrupt Controller. CD *Changer* adalah sebuah alat pengganti CD secara otomatis yang bekerja secara bertahap yang didukung oleh rangkaian komponen elektronik yang dilengkapi dengan sensor photoelektrik, motor DC dan motor servo. Kontrol yang digunakan berbasis mikrokontroler ATmega 328P, dimana mikrokontroler ini mengendalikan sistem sesuai dengan program yang diinginkan dan sudah terprogram didalamnya. Perangkat lunak didalam sistem ini dibuat menggunakan bahasa ARDUINO dengan compiler ARDUINO IDE 1.5.4. Hasil analisa diperoleh bahwa dengan penambahan osilator kristal 16MHZ kecepatan mencapai 16 MIPS (*Millions of Instructions Per Second*) memiliki akurasi dan stabilitas yang tinggi, sehingga pada pengujian mekanisme pada setiap step dan pengujian kehandalan sistem tidak terjadi kesalahan.

**Kata kunci:** sistem otomasi, mikrokontroler atmega 328p, arduino

### Abstract

*The automation system is a technology that deals with the application of mechanical, electronic and computer-based systems (microprocessor, PLC or micro). All of them joined together to provide the function of the manipulator (mechanical) so it will have a specific function. As for some of the automation device is a microprocessor, microcontroller and PLC. In this research CD Changer using microcontroller devices. The microcontroller is an IC (Integrated Circuit) with a very high density, where all the parts needed for a controller already packed in a single chip, which consists of: CPU, RAM, ROM, Input / Output Serial and Paralel, timer, and interrupt controller. Changer CD is a CD replacement tool that works automatically gradually supported by a series of electronic components equipped with photoelectric sensors, DC motors and servo motors. Microcontroller-based control used ATmega 328P, where the microcontroller control system in accordance with the desired program and already programmed in it. The software in this system is built using the Arduino with the Arduino IDE 1.5.4 compiler. The results of the analysis found that the addition of speed 16MHz crystal oscillator reaches 16 MIPS (Millions of Instructions Per Second) has a high accuracy and stability, so that at each step in the testing mechanism and system reliability test is not an error.*

**Keywords:** automation systems, microcontroller atmega 328p, Arduino

## 1. PENDAHULUAN

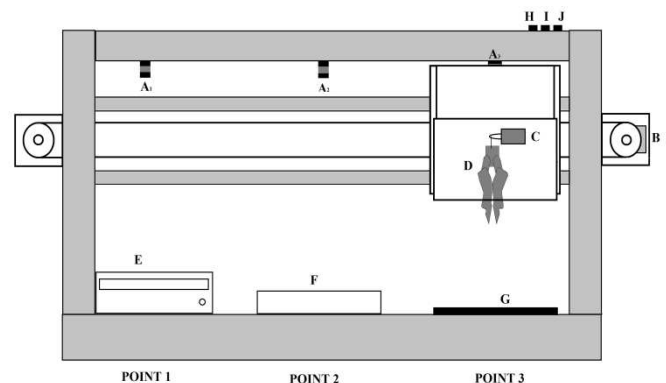
Berkembangnya ilmu pengetahuan dewasa ini telah memberikan dampak yang besar bagi perkembangan kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang sering dikembangkan saat ini adalah sistem otomasi. Dengan sistem ini untuk menjalankan langkah-langkah tertentu manusia tidak perlu melakukan *step by step* namun dengan 1 (satu) tahap saja bisa menjangkau beberapa tahap atau langkah. Sistem otomasi sangat banyak kita jumpai misalnya dalam rumah tangga terdapat pada microwave, AC (*Air Conditioner*), oven listrik, mesin cuci, televisi, dvd player dan lain-lain. Pabrik besar maupun kecil pun memakai sistem otomasi. Hal ini dikarenakan memudahkan dalam memproduksi serta dapat menghemat waktu dan biaya.

Sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer (komputer, PLC atau mikro). Semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator (mekanik) sehingga akan memiliki fungsi tertentu. Penggunaan komputer dalam suatu sistem otomasi akan menjadi lebih praktis karena dalam sebuah komputer terdapat milliaran komputasi dalam beberapa milli detik, dan ringkas karena sebuah PC memiliki ukuran yang relatif kecil dan memberikan fungsi yang lebih baik daripada pengendali mekanis. Adapun beberapa perangkat otomasi yaitu , mikroprosesor, mikrokontroler dan PLC.<sup>[1]</sup>

Mikroprosesor disebut juga sebagai CPU (*Central Processing Unit*) adalah suatu rangkaian digital yang memiliki ukuran dimensi sangat kecil, berbentuk chip IC (*Integrated Circuit*) yang terdiri dari beberapa rangkaian yaitu ALU (*Arithmetic Logic Unit*), CU ( *Control Unit*), dan Register. Mikrokontroler atau disebut juga pengendali mikro adalah suatu IC (*Integrated Circuit*) dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, yang terdiri dari : CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), ROM (*Read Only Memory*), Input/Output Serial & Parallel, Timer, Interrupt Controller. PLC adalah suatu peralatan kontrol berbasis mikroprosesor yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. [1]. Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah rancang bangun sistem kontrol yang mampu mengendalikan seluruh mekanisme yang di buat oleh saudara Adhi Jati, merancang sistem kontrol *sequence* untuk menggerakkan tahap demi tahap, sistem kontrol yang dirancang mampu menjamin ketepatan dalam pengambilan serta peletakan CD dengan kegagalan yang relatif kecil dan alat yang dibuat sebagai peraga pendidikan yang bertujuan untuk memperlihatkan mekanisme tahap demi tahap yang dapat diamati sehingga alat relatif besar.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perancangan Alat dan Skematik Rangkaian Elektronik



Gambar 1. CD changer yang dibuat

Keterangan gambar :

- |                                  |                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------|
| a) Sensor photo elektrik point 1 | f) Tempat CD ( <i>Compact Disc</i> )           |
| b) Motor servo standar           | g) Tempat peletakan CD ( <i>Compact Disc</i> ) |
| c) Motor servo kontinyu          | h) Tombol <i>Reset</i>                         |
| d) Gripper                       | i) Tombol <i>Open/Close</i>                    |
| e) CD Drive                      | j) Tombol <i>Change/Run</i>                    |

### 2.2 CD Drive

Pada CD drive menggunakan CD drive tipe **CD-RW DRIVE SH-R522** Merk SAMSUNG.



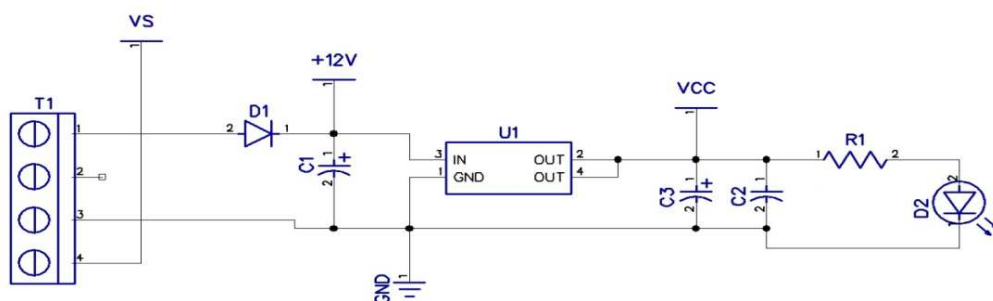
Gambar 2. CD Driver

### 2.3 Catu Daya

Rangkaian catu daya memberikan supply tegangan pada alat. Rangkaian catu daya memanfaatkan sumber tegangan dari PLN sebesar 220 VAC. Tegangan 220 VAC ini kemudian diturunkan menjadi 5 dan 12 VDC melalui adaptor ac-dc.



Gambar 3. Adaptor AC-DC



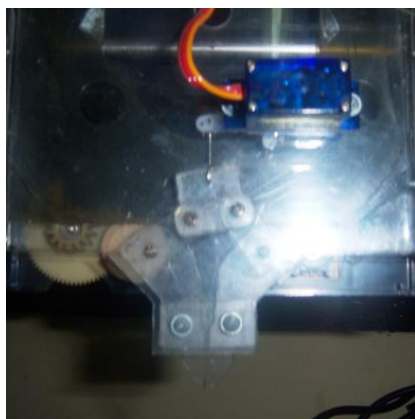
Gambar 4. Skematik catu daya pada mikrokontroler

### 2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, *variable resistor* (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Servo motor mempunyai 3 buah pin yang terdiri dari VCC, GND dan pin SIGNAL. Motor servo dibagi menjadi 2 tipe yaitu motor servo standar dan motor servo kontinyu. [2]

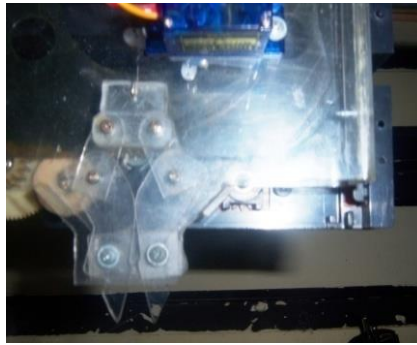
#### a. Motor servo standar

Pada motor servo standar berfungsi sebagai penggerak pada gripper pada saat menjepit dan melepaskan CD hingga proses selesai. Menggunakan motor servo Tower Pro SG90. Dikarenakan awal pada gripper (saat posisi tidak menjepit) tidak tepat  $0^\circ$  melainkan  $6,48^\circ$  pada motor servo. Sehingga lamanya waktu (lebar pulsa) yang diperlukan pada sudut motor servo sebesar  $6,48^\circ$  adalah  $1080 \mu s$ .

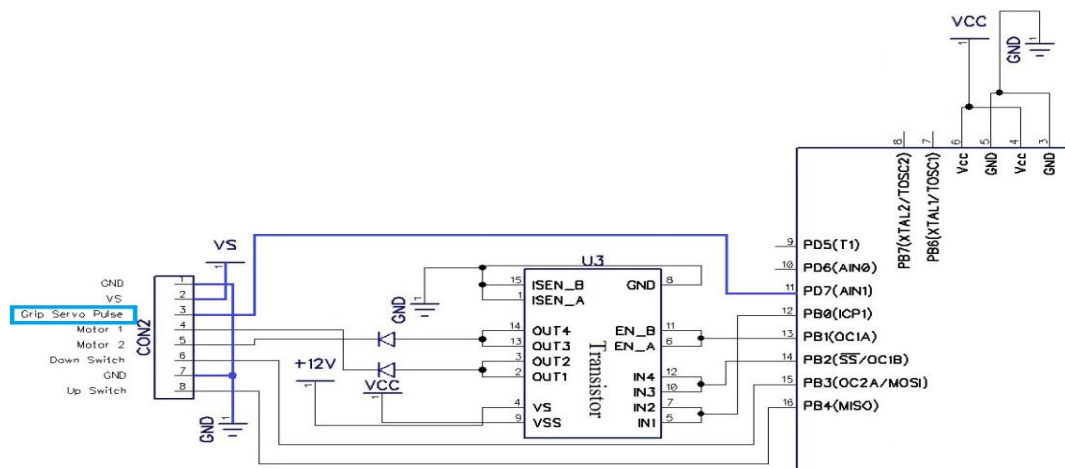


Gambar 5. Posisi gripper saat menutup

Sedangkan pada saat gripper menjepit membentuk sudut  $7,74^\circ$ . Sehingga waktu yang diperlukan untuk pulsa (lebar pulsa) yang dibutuhkan adalah  $1290 \mu s$ .



Gambar 6. Posisi gripper saat menjepit CD



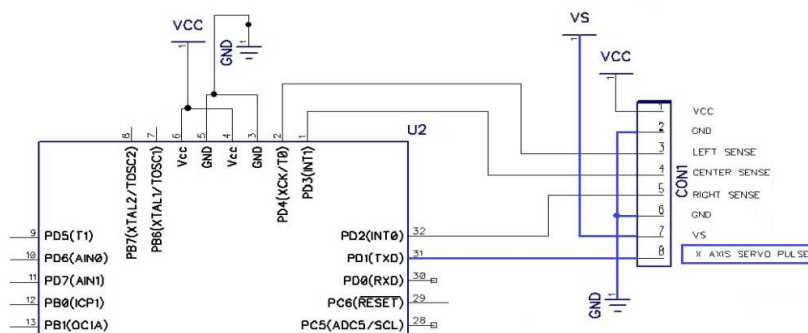
Gambar 7. Skematik motor servo standar pada mikrokontroler

#### b. Motor servo kontinyu

Motor servo kontinyu berfungsi sebagai penggerak komponen gripper yang bertugas dari point 1 ke point-point berikutnya hingga proses selesai. Menggunakan motor servo Tower Pro SG5010. Dalam pemberian pulsa motor servo SG 5010 jika diberi pulsa dengan waktu 1000  $\mu$ s maka putaran yang ditimbulkan motor servo searah jarum jam, jika diberi pulsa dengan waktu 2000  $\mu$ s maka putarannya berlawanan arah jarum jam dan jika diberi pulsa dengan waktu 1500  $\mu$ s maka akan diam.



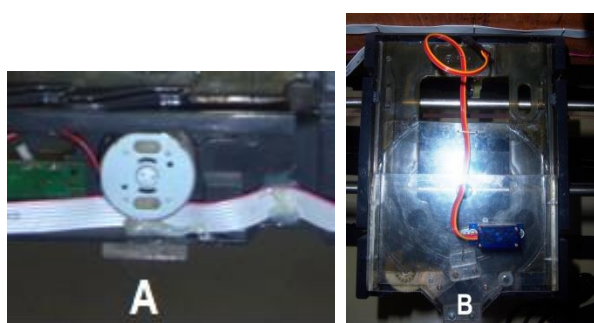
Gambar 8. Motor servo kontinyu



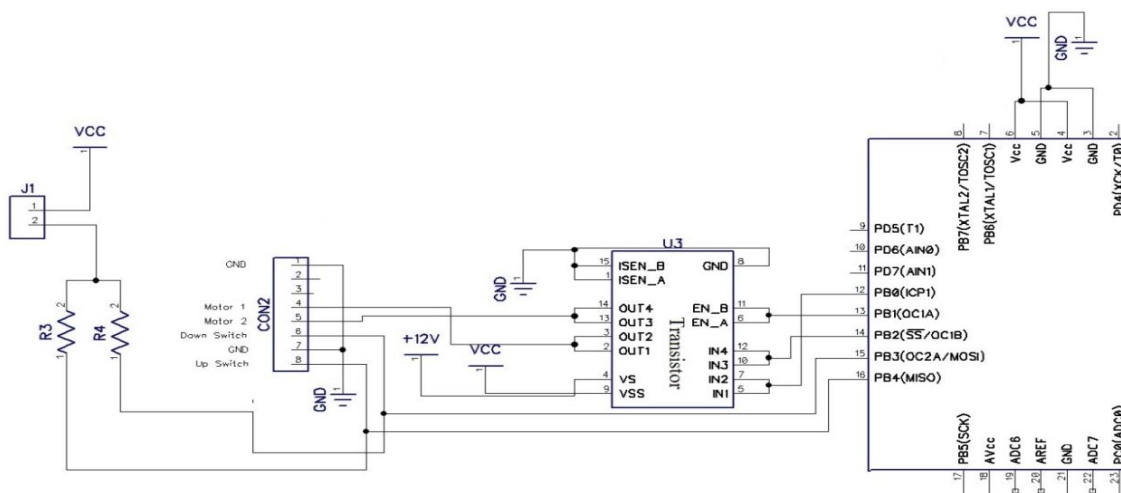
Gambar 9. Skematik motor servo kontinyu pada mikrokontroler

## 2.5 Motor DC

Bekerja dengan prinsip elektromagnet, ketika diberikan sumber tegangan medan magnet di bagian yang diam atau disebut stator akan terbentuk. Medan magnet ini membuat rotor atau bagian yang berputar dapat digunakan untuk memutar benda lain. Dalam hal ini digunakan untuk menggerakkan komponen gripper sehingga dapat naik dan turun.



Gambar 10. A.Motor DC dan B. Komponen gripper

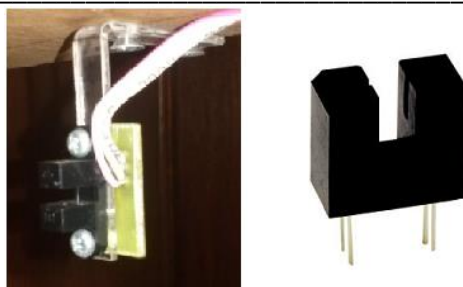


Gambar 11. Skematik motor DC pada mikrokontroler

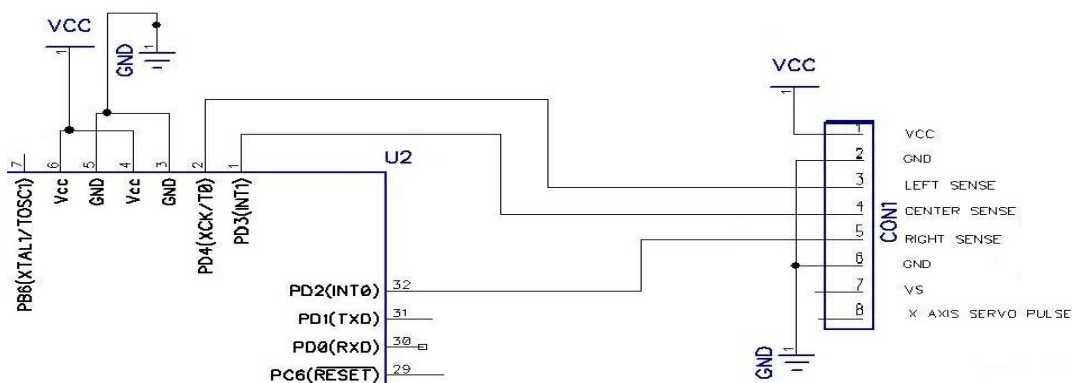
## 2.6 Sensor Photoelektrik

Photoelektrik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor, yang kemudian dipantulkan kembali ke receiver sensor. Sensor ini bersifat seperti saklar, apabila sensor mendeteksi benda maka saklar akan ON, apabila tidak mendeteksi benda maka sensor OFF. Sensor photoelektrik dapat beroperasi sebagai tipe transmitif, dimana objek yang dideteksi memotong melewati seberkas sinar cahaya yang umumnya adalah radiasi sinar merah dan akan berhenti ketika mencapai detector. Sebagai tipe reflektif dimana objek yang dideteksi memantulkan seberkas sinar cahaya menuju detektor. [3]

Pada sensor photoelektrik menggunakan tipe transmitif, yaitu dapat beroperasi dimana objek yang dideteksi memotong melewati seberkas sinar cahaya, yang umumnya adalah radiasi sinar merah dan akan berhenti ketika mencapai detektor. Sensor yang dipakai adalah dengan merek Vishay TCST 1202. Pada rangkaian ini memakai 3 buah sensor photoelektrik yang sejenis. Dari ketiga sensor tersebut masing-masing memiliki lokasi yang berbeda. Tempat sensor diatur sesuai dengan tempat peletakan dan pengambilan pada CD driver (pada point 1), maupun pengambilan CD (pada point 2), serta tempat peletakan CD (pada point 3).



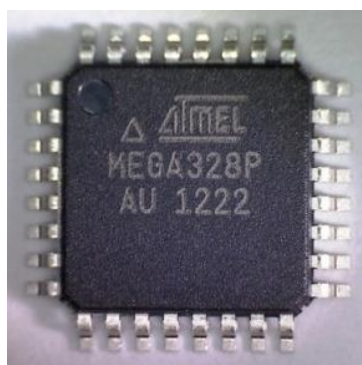
Gambar 12. Sensor photoelektrik



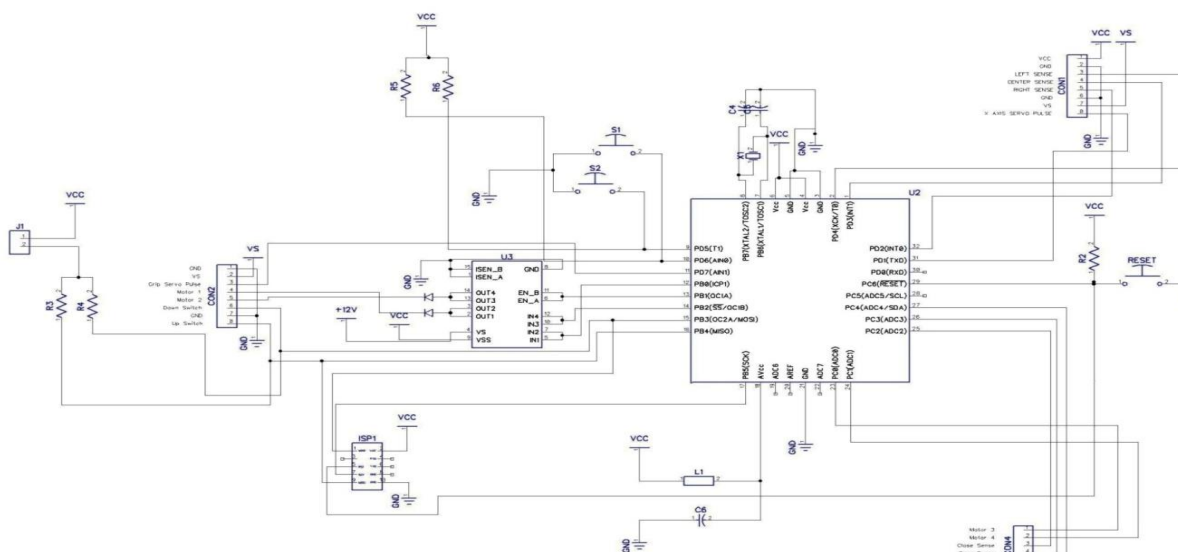
Gambar 13. Skematik sensor photo elektrik pada mikrokontroler

## 2.7 Mikrokontroler ATmega 328P

ATMega 328P adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai instruksi RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang melaksanakan proses eksekusi lebih cepat dibandingkan pada instruksi CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ATmega 328P memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Mikrokontroler ATmega 328P ini memiliki ukuran yang kecil dan memiliki 32 kaki/pin. [4]



Gambar 14. Mikrokontroler Atmega 328P



Gambar 15. Skematik mikrokontroler

## 2.8 Pemrograman Arduino

Arduino merupakan pemrograman dengan menggunakan bahasa C. Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu :

- **void setup() { }**  
Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
- **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*) dilepaskan. [5]

### a. Compiler dan Upload Program

*Compiler* merupakan modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode pemrograman) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler. Sedangkan upload program adalah modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam mikrokontroler. Pada *software* Arduino IDE memiliki fitur *compiler* sedangkan untuk *upload* program menggunakan USBisp yang dihubungkan ke port ISP pada papan rangkaian mikrokontroler. Pada proses ini akan merubah bahasa pemrograman dari digital ke bahasa analog yang dapat dipahami mikrokontroler.



Gambar 16. Program Arduino IDE 1.5.4

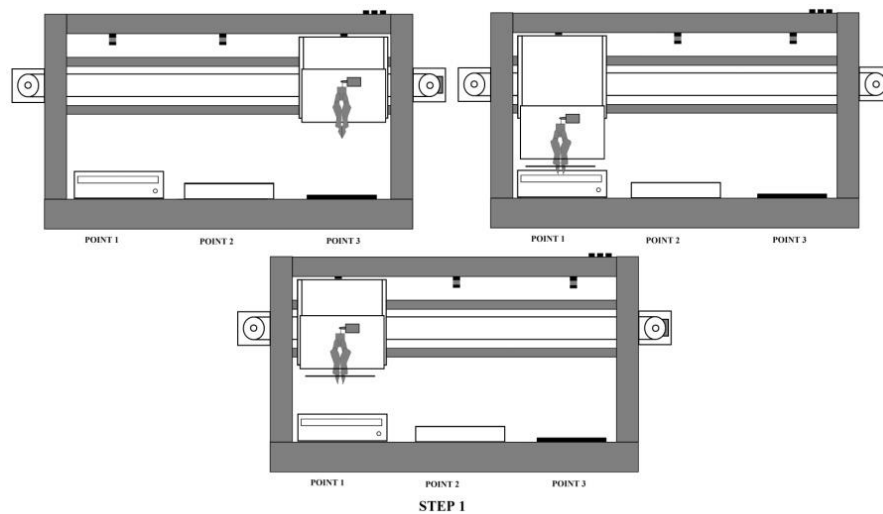
## 2.9 Menentukan Sequence

Pada penentuan *sequence* ini dibagi menjadi 4 step, dari setiap step tersebut terdapat beberapa urutan, yaitu :

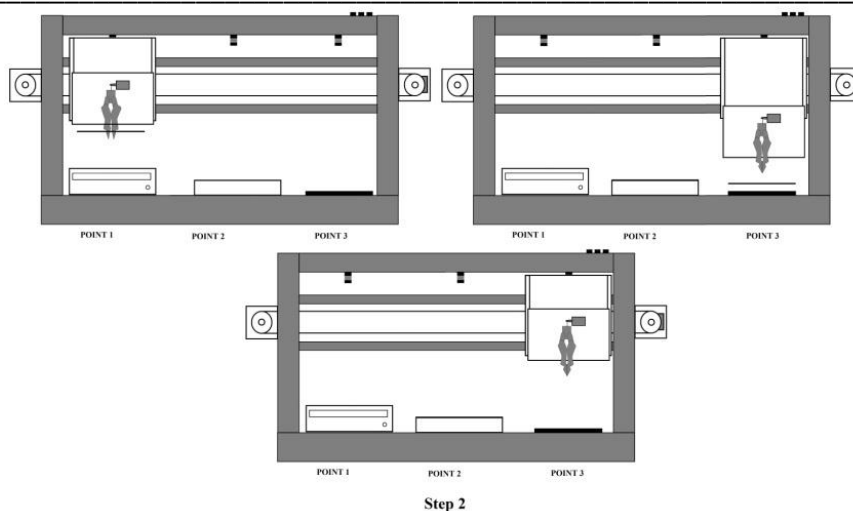
Tabel 1. Penentuan sequence

| No | Step   | Perangkat | Activity                    | keterangan                                     |
|----|--------|-----------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| 1. | Step 1 | CD drive  | CD drive on                 | Pada saat awal dihidupkan CD drive on          |
|    |        |           | CD drive open               | -                                              |
|    |        | Komponen  | Menuju Point 1 ke arah kiri | Motor servo kontinyu berputar searah jarum jam |

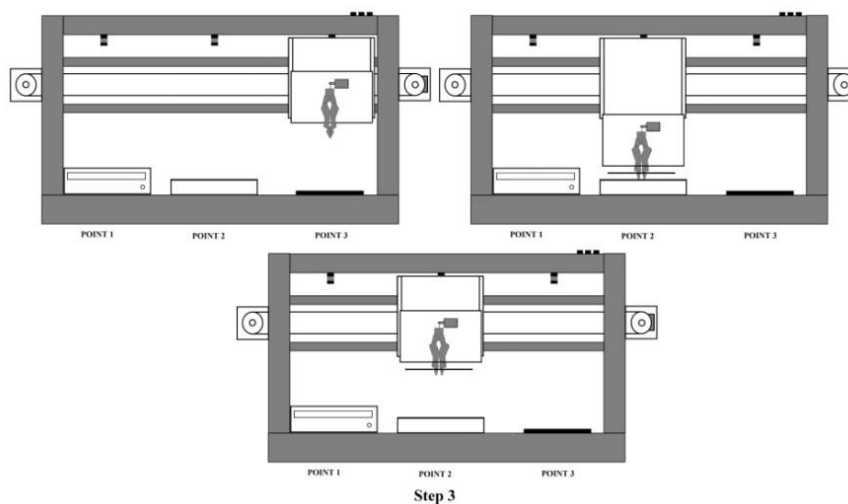
|    |        |                  |                               |                                                         |
|----|--------|------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
|    |        | Gripper          | Posisi komponen gripper turun | motor dc berputar searah jarum jam                      |
|    |        | Gripper on       | Gripper membuka / mencekam cd | Motor servo standar berputar searah jarum jam           |
|    |        | Komponen gripper | Posisi komponen gripper naik  | Motor dc berputar berlawanan arah jarum jam             |
| 2. | Step 2 | Komponen gripper | Menuju point 3 ke arah kanan  | motor servo kontinyu berputar berlawanan arah jarum jam |
|    |        |                  | Posisi komponen gripper turun | motor dc berputar searah jarum jam                      |
|    |        | Gripper off      | Griper melepaskan cd          | Motor servo standar berputar berlawanan arah jarum jam  |
|    |        | Komponen gripper | Posisi komponen gripper naik  | Motor dc berputar berlawanan arah jarum jam             |
| 3. | Step 3 | Komponen gripper | Menuju point 2 ke arah kiri   | motor servo kontinyu berputar searah jarum jam          |
|    |        |                  | Posisi komponen gripper turun | motor dc berputar searah jarum jam                      |
|    |        | Gripper on       | Gripper membuka/ mencekam cd  | Motor servo standar berputar searah jarum jam           |
|    |        | Komponen gripper | Posisi komponen gripper naik  | Motor dc berputar berlawanan arah jarum jam             |
| 4. | Step 4 | Komponen gripper | Menuju point 1 ke arah kiri   | motor servo kontinyu berputar searah jarum jam          |
|    |        |                  | Posisi komponen gripper turun | motor dc berputar searah jarum jam                      |
|    |        | Gripper of       | Griper melepaskan cd          | Motor servo standar berputar berlawanan arah jarum jam  |
|    |        | Komponen gripper | Posisi komponen gripper naik  | Motor dc berputar berlawanan arah jarum jam             |
|    |        |                  | Menuju point 3 ke arah kanan  | motor servo kontinyu berputar berlawanan arah jarum jam |
|    |        | CD drive         | CD drive close                | -                                                       |



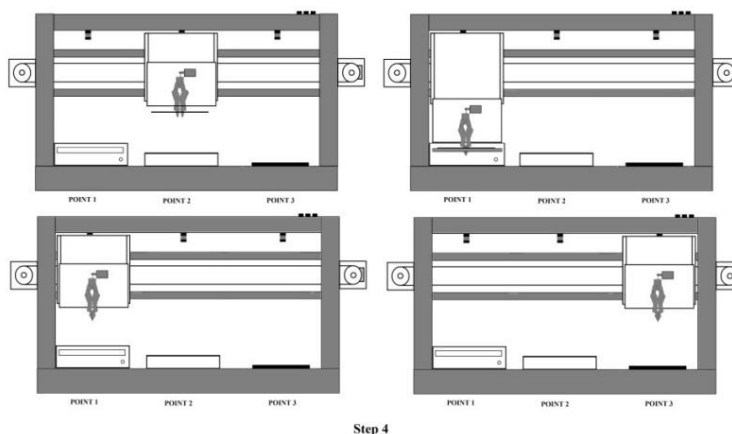
**Gambar 17. Step 1**



Step 2  
**Gambar 18. Step 2**



Step 3  
**Gambar 19. Step 3**



Step 4  
**Gambar 20. Step 4**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Mekanisme Pada Setiap Step

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah mekanisme dan sistem yang bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian tersebut meliputi mekanisme setiap tahapan. Berikut hasil pengujian pada mekanisme pada setiap pengujian :

**Tabel 2.** Hasil pengujian mekanisme pada setiap step

| No | Step | Perangkat | Activity | Status |
|----|------|-----------|----------|--------|
|----|------|-----------|----------|--------|

|    |        |                  |                                           |   |
|----|--------|------------------|-------------------------------------------|---|
| 1. | Step 1 | CD Drive         | CD drive on                               | ✓ |
|    |        |                  | CD drive open                             | ✓ |
|    |        | Komponen gripper | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 1  | ✓ |
|    |        |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓ |
|    |        | Gripper on       | Gripper mencekam CD (CW)                  | ✓ |
| 2. | Step 2 | Komponen gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓ |
|    |        |                  | Bergerak kearah kanan (X-) menuju point 3 | ✓ |
|    |        |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓ |
|    |        | Gripper off      | Gripper melepaskan CD (CCW)               | ✓ |
| 3. | Step 3 | Komponen gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓ |
|    |        |                  | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 2  | ✓ |
|    |        |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓ |
|    |        | Gripper on       | Gripper mencekam CD (CW)                  | ✓ |
| 4. | Step 4 | Komponen gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓ |
|    |        |                  | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 1  | ✓ |
|    |        |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓ |
|    |        | Gripper off      | Gripper melepaskan CD (CCW)               | ✓ |
|    |        | Komponen gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓ |
|    |        |                  | Bergerak kearah kanan (X-) menuju point 3 | ✓ |
|    |        | CD drive         | CD drive close                            | ✓ |

### 3.2. Pengujian Mekanisme Pada Satu Siklus

Pada pengujian mekanisme satu siklus bertujuan untuk mengetahui apakah system bekerja sesuai yang diinginkan. Apabila system bekerja tidak sesuai dengan yang diharapkan maka langkah selanjutnya adalah pengecekan pada pemrograman. Berikut hasil pengujian mekanisme satu siklus :

**Tabel 3.** Hasil pengujian mekanisme satu siklus

| No  | Perangkat        | Aktifitas                                 | Status |
|-----|------------------|-------------------------------------------|--------|
| 1.  | CD drive         | CD drive on                               | ✓      |
|     |                  | CD drive open                             | ✓      |
| 2.  | Komponen Gripper | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 1  | ✓      |
|     |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓      |
| 3.  | Gripper          | Gripper mencekam CD (CW)                  | ✓      |
| 4.  | Komponen Gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓      |
|     |                  | Bergerak kearah kanan (X-) menuju point 3 | ✓      |
|     |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓      |
| 5.  | Gripper          | Gripper melepaskan CD (CCW)               | ✓      |
| 6.  | Komponen Gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓      |
|     |                  | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 2  | ✓      |
|     |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓      |
| 7.  | Gripper          | Gripper mencekam CD (CW)                  | ✓      |
| 8.  | Komponen Gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓      |
|     |                  | Bergerak kearah kiri (X+) menuju point 1  | ✓      |
|     |                  | Komponen gripper turun (Y+)               | ✓      |
| 9.  | Gripper          | Gripper melepaskan CD (CCW)               | ✓      |
| 10. | Komponen Gripper | Komponen gripper naik (Y-)                | ✓      |
|     |                  | Bergerak kearah kanan (X-) menuju point 3 | ✓      |
|     |                  |                                           | ✓      |
| 11. | CD drive         | CD driver close                           | ✓      |

### 3.3. Hasil Pengujian Reability Kehandalan Sistem

Pada tahap pengujian ini kehandalan sistem yang akan diuji dengan cara melakukan proses sebanyak 20 kali secara loop. Maka dari hasil tersebut dapat dilihat kehandalan system serta mekanisme yang digunakan. Berikut hasil dari pengujian reability kehandalan sistem.

**Tabel 4.** Hasil pengujian reability kehandalan sistem

| Tabel 1. Hasil pengujian usability kenandaraan sistem |        |                                 |              |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |  |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--|
| No                                                    | Step   | Perangkat                       | Pengujian ke |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |  |
|                                                       |        |                                 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 20 |  |
| 1.                                                    | Step 1 | CD drive on                     | √            | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √  | √  |  |
|                                                       |        | CD drive open                   | √            | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √  | √  |  |
|                                                       |        | Komponen gripper menuju point 1 | √            | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √  | √  |  |
|                                                       |        | Komponen gripper turun          | √            | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √  | √  |  |

|    |        |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|--------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    |        | Gripper on                      | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper naik           | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 2. | Step 2 | Komponen gripper menuju point 3 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper turun          | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Gripper off                     | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper naik           | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 3. | Step 3 | Komponen gripper menuju point 2 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper turun          | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Gripper on                      | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper naik           | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 4. | Step 4 | Komponen gripper menuju point 1 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper turun          | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Gripper off                     | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper naik           | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | Komponen gripper menuju point 3 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|    |        | CD drive close                  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian CD changer yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) ATmega 328P dipilih karena memiliki ukuran yang kecil dan memiliki instruksi RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat.
- 2) Dengan penambahan osilator kristal 16MHZ kecepatan mencapai 16 MIPS (*Millions of Instructions Per Second*), sehingga memiliki akurasi dan stabilitas yang tinggi.
- 3) Dengan menggunakan program Arduino IDE mempermudah dalam mengkompiler program ke mikrokontroler, Karena pada program tersebut sudah terdapat fitur kompiler.

#### 5. REFERENSI

- [1] Agung, N., 2010, "Sistem Otomasi", Jakarta: Pemerhati otomasi.
- [2] <http://fahmizaleeits.wordpress.com/2011/12/04/akses-motor-servo-dengan-pemrograman-bascom-avr/>
- [3] Bolton, W., 2004. "Programmable Logic Controller (PLC)", Jakarta: Erlangga
- [4] ATMEL, "8-bit AVR Microcontroller with ATmega48PA/ ATmega88PA/ ATmega168PA/ ATmega328P Bytes In-System Programmable Flash".
- [5] Kadir, A., 2012, "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan ARDUINO", Yogyakarta : Andi Publisher.