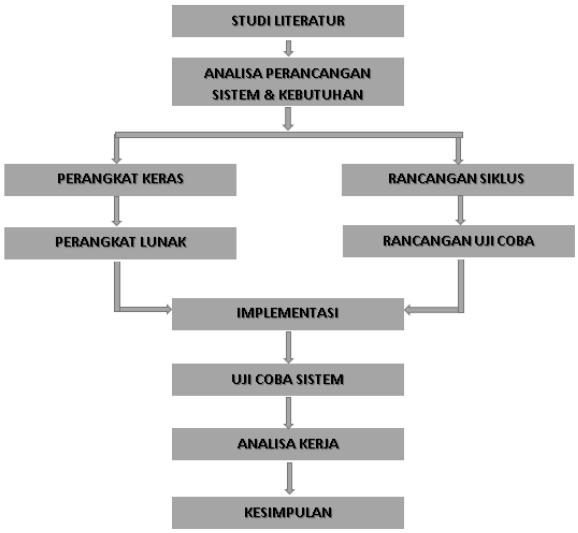
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam merancang dan membangun alat Stempel Otomatis menggunakan Mikrokontroler Arduino. Berikut adalah alur pembuatannya seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Penelitian

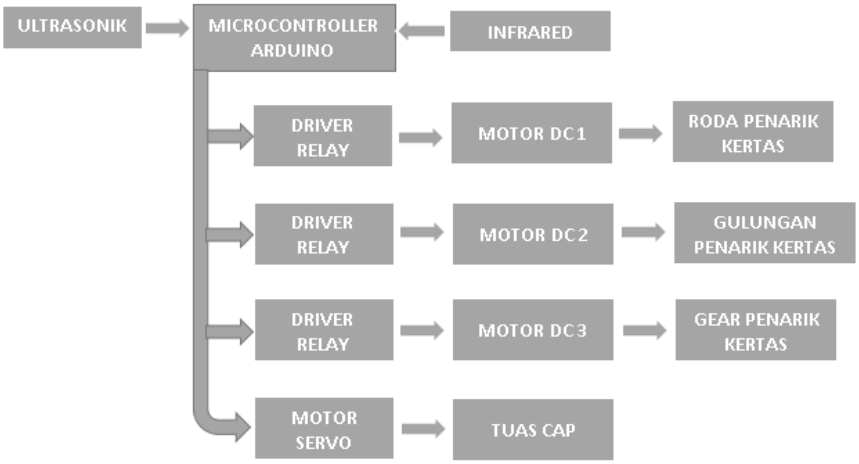
3.1 Studi Literatur

Pada metode ini penulis mencari bahan penulisan skripsi yang diperoleh dari buku, jurnal dan website yang terkait dengan pembuatan alat Stempel Otomatis menggunakan Mikrokontroller Arduino.

3.2 Analisa Perancangan Sistem dan Kebutuhan

3.2.1 Rancangan Sistem

Stempel Otomatis menggunakan Mikrokontroller Arduino. ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), rancangan siklus dan rancangan uji coba. Sistem yang dirancang untuk dapat melakukan proses pengecapan kertas secara otomatis. Adapun blok diagram dari alat Stempel Otomatis menggunakan Mikrokontroller Arduino dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Blok Diagram

Sistem ini dikendalikan menggunakan Mikrokontroller arduino, ketika sumber tegangan terhubung dengan 220VAC maka akan disearahkan menjadi tegangan DC oleh *power supply*, alat dapat bekerja dengan mengaktifkan tombol *power* yang tersedia pada sistem. Apabila *power* aktif maka sensor Ultrasonik akan terus mendeteksi objek kertas yang berada diatasnya. Jika kertas terdeteksi maka sensor mengirim sinyal dan memerintahkan Arduino agar Motor DC berputar serta menarik kertas menuju sensor *infrared* untuk melanjutkan proses pengecapan. Setelah kertas terdeteksi oleh sensor *Infrared* maka sensor akan mengirimkan perintah ke mikrokontroller yaitu Arduino Uno untuk mengaktifkan putaran pada Motor Servo agar menurunkan stempel yang terpasang pada tuas hingga mengenai kertas. Kemudian setelah motor servo menurunkan cap beberapa detik untuk mengecap kertas maka Motor DC akan berputar dan menarik kertas keluar dari tempat pengecapan. Program akan berulang dan berjalan secara terus menerus sampai kertas yang akan di stempel tidak terdeteksi kembali atau sampai sistem dimatikan.

3.2.2 Analisa Kebutuhan

Dari Rancangan sistem dapat dianalisa alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan Stempel Otomatis menggunakan Arduino yang terdapat pada tabel 3.1 dan 3.2.

3.2.2.1 Alat

Sebelum membuat Stempel Otomatis menggunakan Arduino diperlukan beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Daftar Peralatan Yang Digunakan

Nama	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
Perangkat Komputer	Acer Aspire E 14 -ES1-411-C6WD -2 GB DDR3 L - Memory 500 GB HDD	1	Sebagai perangkat untuk desain rangkaian dan simulasi program
Solder Goot	-Voltage : 220-240VAC 50/60 Hz -Mata Solder Goot 40 Watt R-48SB (Sharp Tip) -Heater : Ceramic -Power Cord Length : 1.5m	1	Digunakan untuk memasang atau melepaskan komponen-komponen elektronik
Dudukan Solder	Stand Dekko ST3	1	Digunakan sebagai dudukan tempat menyimpan solder
Tang potong	KNIPEX Diagonal Tang Potong (140 mm/ VDE Tested) daya kekerasan tang 63 HRC	1	Sebagai pemotong kabel, PCB, dan kawat
Obeng	-Obeng Magnetic 31 in 1 -Ukuran: 5*11.5cm -Bahan: Stainless Steel + Plastik	1 set	Digunakan untuk memasang dan melepas skrup.
Atraktor	Desoldering Pump Gold	1	Sebagai penyedot timah yang berserakan saat penyolderan.
Thinner	Thinner Impala hijau	1	Sebagai pembersih PCB
Amplas Halus/ Kain	-Merek: eagle -bahan: silicon carbide.	1	Digunakan untuk menghaluskan PCB dan papan triplek
Gergaji Besi	-Gergaji Hacksaw Stanley STHT20206-8 -Mata gergaji hacksaw panjang 12 Inch.	1	Sebagai pemotong baut, akrilik, papan triplek dan hollow.

Setrika Listrik	Maspion Setrika Listrik / HA-110	1	Sebagai pemanas hasil layout rangkaian pada PCB
Spidol Permanen	Spidol permanent snowman OHP F	1	Digunakan sebagai alat menulis dan menggambar pada papan PC
Mistar	Penggaris besi / mistar 30 cm (penggaris)	1	Sebagai pengukur Panjang dan lebar akrilik dan PCB
Multimeter	Multimeter Digital Heles UX-838 TR -CAT II 600V -Maksimum display LCD: 1999 -Power: Baterai 9V -Temp Pengoperasian: 0~40 derajat C (kelembaban relatif < 85%) -Temp Penyimpanan: -10~50 derajat C (kelembaban relatif < 85%) -Dimensi: 96x138x31 mm	1	Berfungsi sebagai alat ukur digital yang digunakan untuk mengukur Resistansi, Voltage, dan Ampere.
Bor PCB	Mollar Mini Press Drill 6mm -Low Power Consumtion 100 watt -3 speed adjustment -6mm Max drill	1	Digunakan untuk melubangi PCB, akrilik, dan board yang akan dibaut.
Timah Solder	Timah solder 10m mengkilat (grade 60/40) -Panjang 60 meter -250 gram milioner (mengkilat)	1roll	Digunakan untuk menyambungkan antar kaki komponen dan merekatkan pada papan PCB.
Akrilik Transparan	-Akrilik Bening (Clear) -Ukuran : +/- 50 x 50 cm, Tebal 4mm	50x50cm	Digunakan sebagai *casing* dan box pelindung alat serta sebagai penyangga.
Pelarut PCB	Chloride/ Ferric chloride/serbuk fecl3	1ons	Berfungsi sebagai pelarut tembaga (Cu) yang terdapat pada papan PCB. Agar membentuk desain rangkaian di PCB.
Pasta Solder	- Good Immersion - PH7 Netral	1 buah	Digunakan untuk meningkatkan daya rekat

	- Tanpa racun tanpa orrosion - Isolasi yang Baik - Permukaan las halus - Tidak deteriorasi tidak kering		agar timah semakin kuat menempel, menutup rongga hasil solder.
Pistol Lem Tembak	Big Glue Gun 100W + saklar 100-240 Volt - Frequency: 50-60Hz	1 buah	Sebagai pemanas lem bakar yang digunakan untuk proses mengelem akrilik, PCB, dan komponen lain.
Grinder	Mini Die Grinder Set 40 Pcs Mollar -Power : 230 V 50 Hz -Daya : 130 Watt -Speed : Variable 8.000 - 30.000 Rpm	1 unit	Digunakan sebagai alat potong PCB, akrilik, box, *casing printer* serta pelubang board yang akan dibaut.
Hollow	15 X 35 X 1.8 mm	8 meter	Digunakan sebagai kerangka alat dan dudukan cap

3.2.2.2 Komponen

Dalam pembuatan Stempel Otomatis menggunakan Arduino terdapat komponen yang harus disiapkan. Daftar komponen yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Daftar Komponen Yang Digunakan

Nama	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
Arduino Uno R3	-Mikrokontroller: ATmega328 -Operating Voltage: 5V -Input Voltage (recommended): 7-12V -Input Voltage (limits): 6-20V -Digital I/O Pins: 14 (of which 6 provide - -PWM output) -Analog Input Pins: 6 -DC Current per I/O Pin: 40 mA -DC Current for 3.3V Pin: 50 mA -Flash Memory: 32	1	Berfungsi sebagai sistem pengendali dari alat

	KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader -SRAM: 2 KB (ATmega328) -EEPROM: 1 KB (ATmega328) -Clock Speed: 16 MHz		
Kabel Jumper	-Panjang: +/- 20cm -Ukuran pitch: 2.54mm -Ujung kawat kaku, kabel lemas -Female to Female 1P-1P pin header -Female to Male -Male to Male	Secukupnya	Digunakan sebagai kabel penghubung antar komponen dan sensor.
IC 7812	IC Regulator 7812 L7812 L7812CV Positif Voltage 12V -Output Current TO 1.5A -Output Voltage Of 12V -Thermal Overload Protection -Short Circuit Protection -Output Trantition SOA Protection	1	Berfungsi sebagai regulator tegangan output DC 12V.
IC 7805	Linear Voltage Regulators – Standard -Polarity: Positive -Number of Outputs: Single -Output Type: Fixed -Output Voltage: 5 V -Output Current: 1.5 A -Line Regulation: 50 mV -Load Regulation: 100 mV -Dropout Voltage (Max): 2.5 V @ 1A	1	Berfungsi sebagai regulator tegangan output DC 5V.

	-Maximum Operating Temperature: 150 C -Minimum Operating Temperature: 0 C		
Dioda 1N5392	Diode Type 1N5392 -Voltage - DC Reverse (Vr) (Max) 100V -Current - Average Rectified (Io) 1.5A - Voltage - Forward (Vf) (Max) @ If 1.1V @ 1.5A - Current - Reverse Leakage @ Vr 5µA @ 100V - Speed Standard Recovery >500ns,>200mA (Io) -Capacitance @ Vr, F 20pF @ 4V, 1MHz - Mounting Type Through Hole	2	Sebagai penyearah tegangan AC dari transformator.
Dioda 1N4007	Dioda 1N4001 Silicon Rectifier 1A 50V kemasan DO-41 -Maximum repetitive peak reverse voltage 50v -Maximum average forward rectified current 1.0A	3	Berfungsi untuk mencegah terjadinya tegangan induksi pada koil relay.
Kapasitor elektrolit 2200uF	Kapasitor Elektrolit Elco 2200uF 16V	1	Digunakan untuk memfilter tegangan sebelum tegangan input regulator.
Transistor 2n3055	-Arus colektor - emitor max 15 Ampere -Disipasi daya max 115 watt -teganngan Colektor-emitor max 60 volt	1	Berfungsi sebagai penguat arus pada power supply

Kapasitor Keramik 100nF	Ceramic Capacitor 100 nF 50V	2	Berfungsi sebagai filter tegangan setelah IC regulator.
Transformator 2A	Center Tap Transformator Arus 2A	1	Berfungsi untuk menyalurkan energi listrik 220V ke tegangan rendah 12V
Kabel Power	Panjang kabel 2M, Lobang 2/Angka 8	1	Sebagai kabel penghubung dari sumber tegangan AC 220V ke rangkaian power supply.
PCB (*Printed Circuit Board*)	PCB Polos Pertinak Single Layer 10 x 20cm dan PCB Slot Pitch 2.54mm 7.2x18.5cm	2	Sebagai penopang komponen-komponen elektronika sehingga dapat bekerja menjadi satu kesatuan yang membentuk rangkaian.
Resistor	1k Ohm, 10k Ohm, 270 Ohm	8	Berfungsi sebagai penghambat tegangan yang masuk pada rangkaian.
LED	TruOpto OSPW5X31A 5mm 5V White Flashing LED	3	Digunakan pada driver Relay untuk mengetahui driver mana yang aktif
IR Led	Reverse voltage : 5V Cont. forward current : 150mA Forward voltage : 1.3V typical, 1.7V max Wavelength : 950nm	1	Digunakan sebagai transmintter untuk memancarkan cahaya pada phhotodioda
Photodioda	5mm Wavelength 940nm Spectral Range 790nm ~ 1050nm Diode Type PIN Voltage - DC Reverse (Vr) (Max)	1	Digunakan sebagai receiver/penerima dari IR Led untuk mengiirimkan perintah pada Arduino
Relay 5V	Jdt HKE HRS4H-S-DC5V Teg. Operasi: 5V Arus Listrik Maksimal: 10A	2	Digunakan untuk mengendalikan Motor DC Gearbox
Relay 12V	Relay HKE 12V 12 V 5p 5 p 12Volt 12 Volt 5pin 5 pin	1	Digunakan untuk mengendalikan Motor DC 12V

BC547	NPN (Ic) : 100 mA (Vce) 45 V (Vbe)sat : 700 mV (TYP) (Vce)sat : 250 mV Hfe : 800 Bandwidth : 300 MHz Kemasan : TO-92	3	Digunakan sebagai driver relay untuk berfungsi sebagai saklar
Gearbox dc	Smart Car 3-5v 40 gram Kecepatan Rotasi: 110-250Rpm Diameter roda : 65mm Torsi Maksimal : 800gf cm min (3V) Arus maksimal : 70mA (250mA MAX) (3V)	2	Digunakan sebagai penggerak roda untuk menarik kertas kedalam alat
Motor DC	DC 12V Model 775 B. length : 66.7mm Torque : 0.2N.M 12V - 0.14A - 3500 RPM	1	Digunakan sebagai penggerak roda untuk menarik kertas keluar
Motor Servo	MG996R Metal DIGI Hi Torgue Servo Voltase: 4.8 - 7.2 V All Metal Gears Stall torque: 12kgfcm (6V) Kabel: 30 cm Ukuran: 40x19x43mm Berat: 60gr	1	Digunakan sebagai motor untuk menurunkan cap untuk melakukan pengecapan pada kertas
Ultrasonik	HC-SR04 Jangkauan: 2cm 400 -500cm Sudut deteksi 15 derajat Tegangan kerja 5V DC Reso. 1cm Frekuensi 40 kHz	1	Digunakan sebagai pendeteksi kertas untuk pada wadah stempel otomatis

3.2.2.3 Software

Dalam rancangan pembuatan Stempel Otomatis menggunakan *Arduino* terdapat komponen yang harus disiapkan. Berikut ini adalah daftar *software* yang digunakan dalam penelitian Stempel Otomatis Menggunakan Arduino seperti pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Daftar *Software* yang digunakan

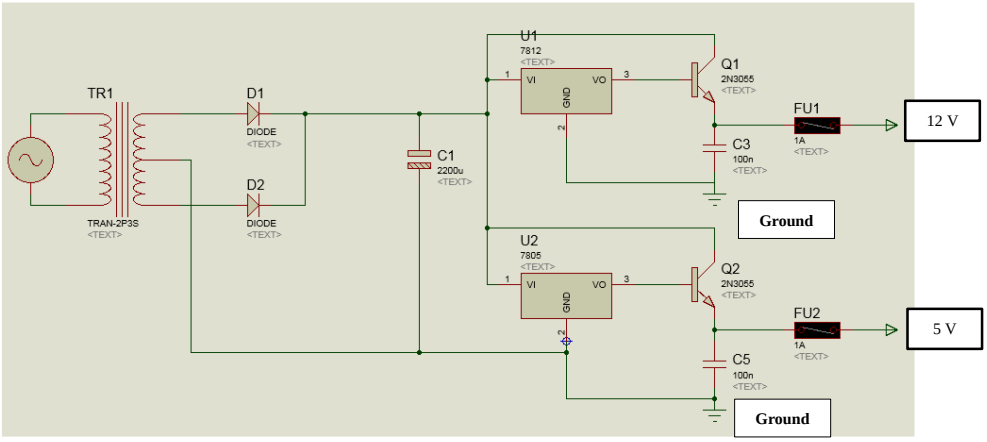
No	Nama Aplikasi	Fungsi
1	Arduino-1.6.9-windows	Membuat list program
2	Proteus 8.1 Profesional	Desain Rangkaian
3	Fritzing.0.8.7b.pc	Desain rangkaian

3.2.3 Rancangan Perangkat Keras

Rancangan menjadi bagian yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan suatu alat karena dengan merancang terlebih dahulu dengan komponen yang tepat akan mengurangi berlebihnya pembelian komponen dan kerja alat sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menghindari kerusakan komponen perlu dipahami karakteristik dari komponen-komponen tersebut.

3.2.3.1 Rancangan Rangkaian Power Supply

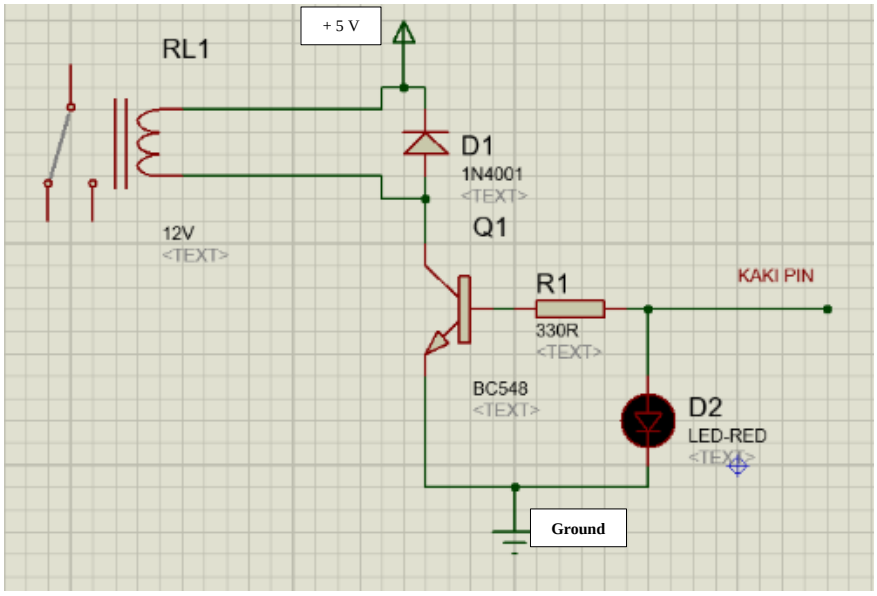
Rangkaian *power supply* yang digunakan berfungsi merubah tegangan AC 220V menjadi DC 12V dan DC 5V untuk menyuplai sumber tegangan DC ke komponen elektronika seperti Motor DC, Servo dan lainya. Adapun bentuk rancangan *Power Supply* yang dibuat seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Rangkaian Power Supply

3.2.3.2 Rangkaian Driver Relay

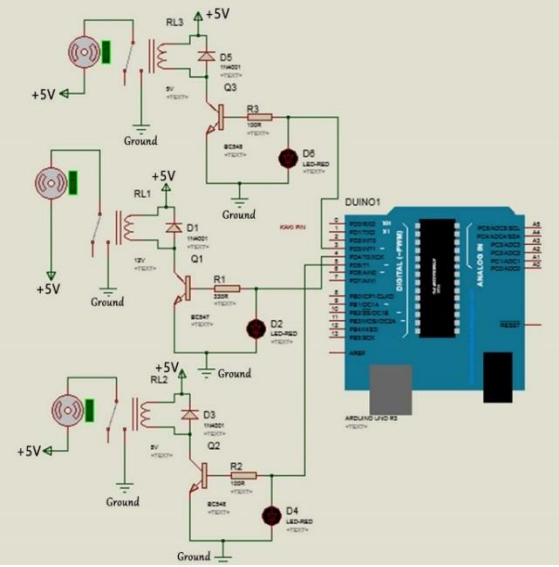
Rangkaian driver relay digunakan sebagai pengontrol tegangan pada Motor DC. Relay digunakan sebagai pemutus dan penyambung salah satu kabel pada motor DC sehingga Motor DC dapat berhenti sesuai perintah dari Arduino yang menerima sinyal input dari sensor ultrasonik apabila mendeteksi kertas. Pada sistem yang akan dibuat, relay yang akan digunakan yaitu relay 12V dan relay 5V. Adapun rangkaian relay beserta drivernya dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Rangkaian Driver Relay

3.2.3.3 Rangkaian Driver Motor DC/Gearbox

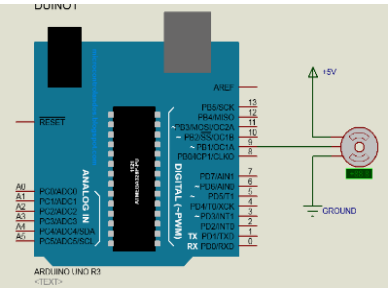
Rangkaian Driver Motor DC dan *gearbox* akan digunakan sebagai pemicu Motor DC agar dapat berputar untuk menarik dan mengeluarkan kertas dari dalam alat stempel otomatis. Prinsip kerja yang dilakukan oleh motor DC dan *gearbox* sama dengan prinsip kerja pada mesin printer yang dapat menarik masuk kertas untuk diproses cetak dan kemudian hasil cetak akan dikeluarkan menggunakan roller yang terintegrasi dengan motor DC. Motor DC memiliki dua buah kaki dan masing masing dari kaki terhubung langsung pada sumber tegangan 5V untuk Motor DC Gearbox 5V dan 12V untuk Motor DC 12V yang dihubungkan dengan relay sebagai pemutus dan penyambung dari sumber tegangan. Berikut adalah rangkaian dari Motor DC menggunakan relay pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Rangkaian Driver Motor DC

3.2.3.4 Rangkaian Motor Servo

Motor servo digunkan sebagai Motor penggerak naik dan turun stempel. Rangkaian Motor Servo memiliki tiga kaki pin yaitu kaki tengah sebagai kaki yang di hubungkan ke pin input Arduino sedangkan kaki kanan dan kiri digunakan sebagai *ground* dan *power*. Rangkaian Motor Servo tidak memerlukan driver tambahan, karna dapat bekerja dengan perintah kontrol langsung dari program Arduino. Adapun rangkaian dari Motor Servo adalah seperti gambar 3.6

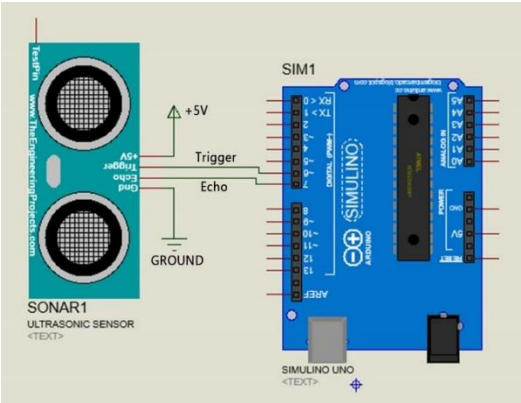


Gambar 3.6 Rangkaian Motor Servo

3.2.3.5 Rangkaian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi kertas pada penampung kertas yang terdapat pada alat stempel otomatis. Sensor Ultrasonik memiliki 4 kaki yaitu kaki Vcc, *Ground*, *Trigger* dan *Echo*. Kaki Vcc terhubung pada sumber tegangan 5V sedangkan kaki *Ground* terhubung pada *Ground* dari *Power Supply*. Kemudian untuk kaki *Trigger* terhubung pada pin Arduino yaitu pin

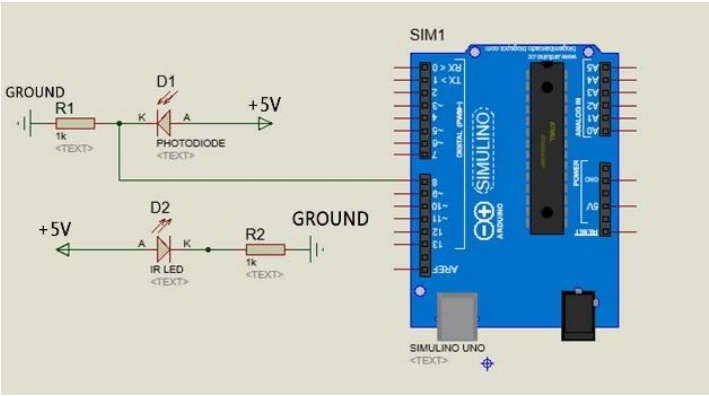
6 yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal Ultrasonik atau penyulut sedangkan *Echo* tersambung pada pada pin Arduino yaitu pin 7 yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal pantulan Ultrasonik. Adapun rangkaian Sensor Ultrasonik pada Arduino adalah seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Ultrasonik

3.2.3.6 Rangkaian Sensor Infrared

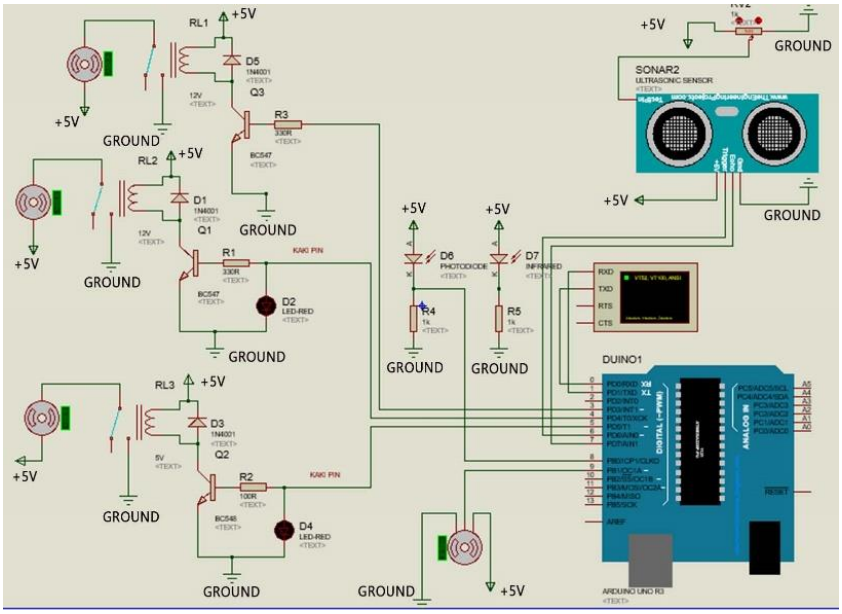
Sensor Infrared terdiri dari dua komponen yaitu *Photodioda* dan IR Led. *Photodioda* berfungsi sebagai penerima dan IR Led berfungsi sebagai pemancar. Sensor Infrared memiliki satu pin input didalam *photodioda* yang terhubung pada pin 8 dari Arduino sedangkan IR Led lansung terhubung pada tegangan 5V dan Ground. *Photodioda* melalui pin 8 sebagai pin input akan mengirim sinyal dalam kondisi high/low ke Arduino dan Kemudian Arduino akan mengirimkan sinyal output pada pin 9 motor servo yaitu untuk menurunkan cap sesuai pada program yang telah dibuat. Gambar rangkaian Sensor *Infrared* seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Rangkaian sensor Infrared

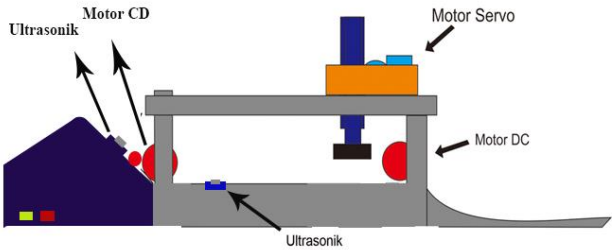
3.2.3.7 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan ini adalah rangkaian gabungan dari Arduino, Motor DC, Relay, Motor Servo, dan Sensor Ultrasonik. Adapun gambar dari rangkaian Keseluruhan seperti pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Rangkaian Keseluruhan

Gambar 3.9 adalah gambar dari komponen rangkaian yang tersambung ke Arduino Uno sebagai sistem kendalinya. Desain perancangan alat stempel otomatis dapat dilihat pada Gambar 3.10



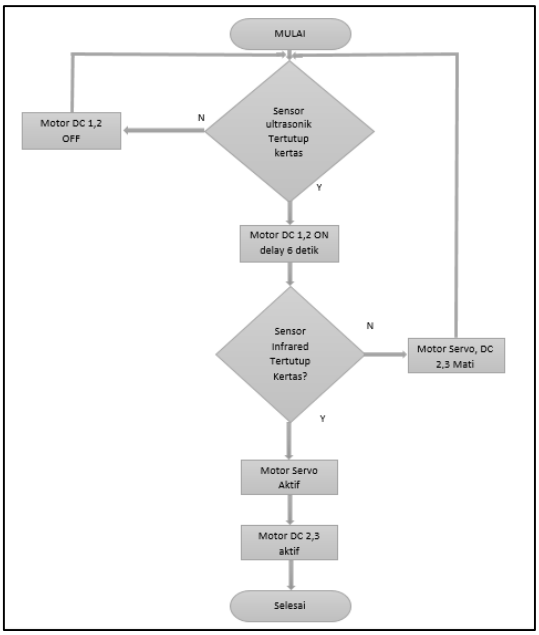
Gambar 3.10 Desain Perancangan Alat

3.2.4 Rancangan Perangkat Lunak

Rancangan perangkat lunak dimulai dari pembuatan *flowchart* program dari awal proses hingga akhir proses pengecapan.

3.2.4.1 Rancangan *Flowchart* Pada Alat Stempel Otomatis

Perancangan *flowchart* dibuat bertujuan untuk mempermudah dalam pembuatan program. *Flowchart* merupakan ilustrasi logika program yang akan dibuat. Berikut adalah *flowchart* pada stempel otomatis seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Flowchart Stempel Otomatis

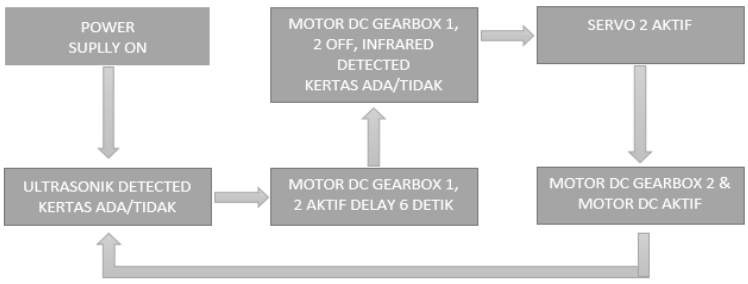
Pada pembuatan *flowchart* program yang terdapat dalam gambar 3.11 dilakukan beberapa langkah yang harus dilakukan. Langkah pertama yang dilakukan ialah inisialisasi port pada modul arduino uno yang akan digunakan dan melakukan inisialisasi variabel yang akan digunakan untuk program. Ketika tombol power di hidupkan maka alat Stempel otomatis akan berproses sesuai input yang diterima sensor. Sensor Ultrasonik akan mendeteksi jarak kertas, jika terdapat kertas dengan posisi kedekatan yang sesuai dengan program maka sensor akan mengirimkankan perintah pada Arduino dan menjalankan Motor DC Gearbox 1 dan Motor DC Gearbox 2 untuk menarik kertas kedalam alat stempel otormatis dengan delay yang telah ditentukan dalam program. Namun jika tidak ada kertas yang terdeteksi maka Arduino tidak akan memberikan perintah apapun terhadap output.

Pada kondisi berikutnya sensor Infrared mendeteksi adanya kertas yang menghalangi sensor, jika kertas terdeteksi oleh sensor maka sensor mengirimkan

sinyal HIGH pada Arduino yang selanjutnya Arduino akan mengirimkan perintah untuk menjalankan Motor Servo agar berputar dan menggerakkan tuas cap hingga cap mengenai kertas. Apabila kertas belum terdeteksi oleh sensor Infrared maka Motor Servo tidak akan aktif dan akan kembali membaca input dari sensor Ultrasonik. Setelah Motor Servo berjalan maka secara otomatis Arduino akan mengirimkan perintah pada Motor DC Gearbox 2 dan Motor DC untuk berjalan agar menarik kertas keluar. Program ini akan berjalan secara terus menerus sampai alat Stempel Otomatis dimatikan.

3.2.5 Rancangan Siklus

Rancangan siklus dibuat untuk mengetahui cara kerja rancangan alat Stempel Otomatis. Dimulai dari cara menghidupkan alat kemudian alat Stempel Otomatis bekerja sebagaimana mestinya sesuai rancangan pada *flowchart* program. Rancangan siklus juga memiliki kesamaan dengan *flowchart* Program. Berikut adalah rancangan siklus pada alat Stempel Otomatis ini dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Rancangan Siklus

Alat Stempel Otomatis akan bekerja setelah menekan tombol Power ON. Kemudian sensor Ultrasonik yang diletakkan dibawah penampung kertas portofolio akan mendeteksi adanya kertas pada panampung kertas. Ketika sensor Ultrasonik mendeteksi adanya kertas dalam Penampung kertas pada Stempel Otomatis dengan memanfaatkan panjang gelombang yang di pancarakan oleh *trigger* dan diterima oleh *echo* sehingga menghasilkan jarak antar sensor dengan kertas, maka sensor Ultrasonik akan mengirim perintah pada Arduino untuk mengolah data sehingga Arduino dapat mengirim perintah untuk menggerakkan Motor DC *gearbox* 1 dan

Motor DC *gearbox* 2 untuk menarik kertas agar menuju ke area pengecapan selama delay waktu yang ditentukan. Setelah kertas masuk dalam tempat pengecapan, maka sensor *Infrared* akan mendeteksi adanya kertas sehingga sensor dapat mengirim data pada Arduino dan menjalankan Motor Servo untuk mengecap kertas tersebut. Setelah servo berhasil melakukan pengecapan maka berlanjut ke proses selanjutnya yaitu mengaktifkan Motor DC *gearbox* 2 dan Motor DC untuk mengeluarkan kertas dan kemudian kembali lagi ke proses awal. proses ini berjalan secara terus menerus sampai kertas tidak terdeteksi oleh sensor.

3.2.6 Rancangan Uji Coba Hasil

Rancangan uji coba hasil dilakukan untuk menentukan hasil pengecapan pada alat Stempel Otomatis dengan menentukan jarak hasil cap dari kertas yang diuji coba. Pengecapan diukur dari jarak margin atas, kanan, kiri dan bawah kertas sehingga membentuk area pengecapan yang sesuai dengan rancangan atau posisi pengecapan. Gambar rancangan uji coba pengecapan pada kertas dapat dilihat pada gambar 3.13.

Gambar 3.13 Rancangan Uji Coba Pengecapan Kertas

Rancangan uji coba pengecapan kertas pada Gambar 3.13 adalah tempat untuk melakukan pengecapan pada kertas lembar jawaban. Hasil pengecapan pada kertas memiliki ketentuan seperti pada gambar diatas. Jika hasi pengecapan melewati tempat pengecapan kertas atau tidak sesuai dengan tempat pengecapan kertas yang

telah ditentukan, maka pengecapan dinyatakan tidak berhasil/gagal. Namun jika masih terdapat bagian dari hasil cap pada tempat pengecapan, maka proses pengecapan yang dilakukan terhitung berhasil. Pada format margin tempat pengecapan memiliki ukuran atas/top adalah 3 cm, bawah/button adalah 23 cm, kanan/right adalah 5 cm dan kiri/left adalah 1 cm.

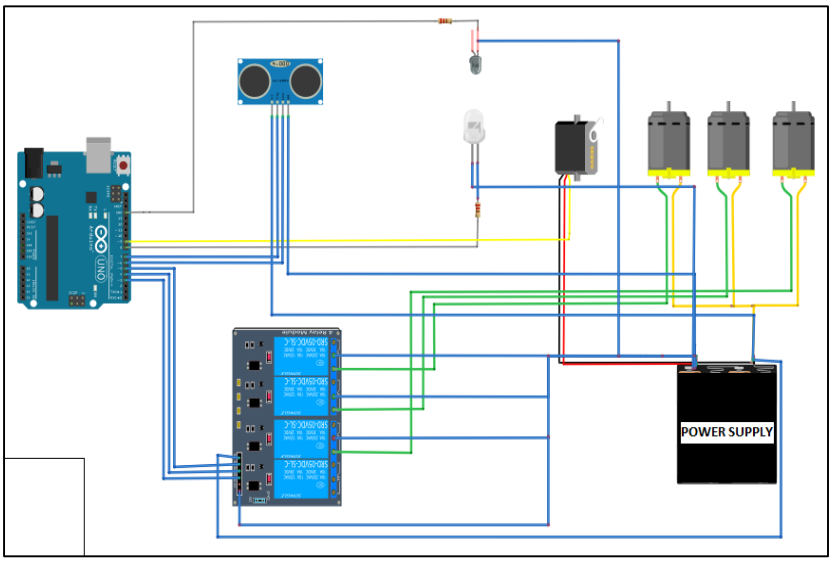
3.3 Implementasi

Setelah perancangan dilakukan maka tahap selanjutnya adalah implementasi dari rancangan yang telah dibuat. Pada tahap ini hasil rancangan yang telah dibuat akan diimplementasikan untuk menjadi sistem yang sesungguh nya. Implementasi pada penelitian ini terbagi menjadi empat bagian, yaitu :

1. Implementasi Perangkat Keras
2. Implementasi Perangkat Lunak
3. Implementasi Siklus

3.3.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi dari rancangan yang telah dibuat menjadi alat Stempel Otomatis. Implementasi merupakan tahap akhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan rancangan sistem yang telah di buat. Implementasi perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Implementasi Perangkat Keras

3.3.2. Implementasi Perangkat Lunak

Dalam implementasi perangkat lunak yang dilakukan yaitu implementasi pada *embedded* sistem. Realisasi perangkat lunak merupakan suatu tahap dimana program yang telah dirancang akan di-*upload* ke mikrokontroler yang dalam sistem ini menggunakan ATmega328 yaitu Arduino Uno. Sebelum program diupload diharuskan meng-*compile* program untuk memastikan apakah *listing* program yang telah dibuat sudah sesuai dan benar.

Pada penelitian ini, program dirancang agar dapat mengecap lembar jawaban secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik. Agar Arduino Uno dapat menjalankan program yang telah dibuat diperlukan *software downloader* untuk memasukkan program ke mikrokontroler yang tertanam pada Arduino Uno, pada penelitian ini menggunakan *software* Arduino IDE untuk merancang program yang akan di-*upload* ke Arduino Uno. Adapun komponen alat yang akan dijalankan menggunakan program melalui Arduino IDE adalah Ultrasonik, Relay, Motor Servo dan Infrared. Program yang akan dijalankan dapat dilihat pada gambar 3.15

```
#include <Servo.h>
Servo motorServo;

const int ProxSensor=8;
int inputVal = 0;

const int dc1 = 3;
const int dc2 = 4;
const int dc3 = 5;

#define trigPin 6
#define echoPin 7

void setup()
{
  pinMode(ProxSensor,INPUT);
  Serial.begin(9600);
  motorServo.attach(9);

  pinMode(trigPin,OUTPUT); // output sensor
  pinMode(echoPin,INPUT); //input sensor

  pinMode(dc1,OUTPUT);
  pinMode(dc2,OUTPUT);
  pinMode(dc3,OUTPUT);
}
```

Gambar 3.15 Tampilan Software Arduino IDE

Pada sensor ultrasonik yang akan digunakan terdapat dua pin input yaitu *Trigger* sebagai pemicu/transmitter dan *Echo* sebagai penerima sinyal yang di pantulkan oleh *Trigger*. Kaki pin *Trigger* akan disambungkan pada pin 6 Arduino dan kaki pin *Echo* akan disambungkan pada pin 7 Arduino. Tampilan program untuk sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 3.16.

```
void loop()
{
  long duration, distance;
  //ultra
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;

  Serial.print("Ultral = ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");
  delay(1000);

  if (distance<=6)
  {
    digitalWrite(dc1,HIGH);
    digitalWrite(dc2,HIGH);
    delay(6000);
    digitalWrite(dc1,LOW);
    digitalWrite(dc2,LOW);
```

Gambar 3.16 Tampilan Program Sensor Ultrasonik

Pada sensor *infrared* yang akan digunkan untuk mendeteksi kertas didalam tempat pengecapan terdapat satu kabel input menuju pin 8 Arduino. Pin input *infrared* akan mengirim masukan logika 0 dan 1 atau *low* dan *high* yang akan dikirim menuju Arduino dan akan mengirim data berupa perintah yang sudah ditulis dalam Arduino IDE untuk menjalankan motor servo. Tampilan dari program sensor *infrared* dapat dilihat pada gambar 3.17.

```
 ProxSensor==LOW;
 if(digitalRead(ProxSensor)==HIGH)       //Ch
 {
     motorServo.write(360);
     delay(1000);
     motorServo.write(0);
     delay(1000);
     digitalWrite(dc2,HIGH);
     digitalWrite(dc3,HIGH);
     delay(5000);
     digitalWrite(dc2,LOW);
     digitalWrite(dc3,LOW);
 }

inputVal = digitalRead(ProxSensor);
Serial.println(inputVal);
delay(1000);              // wait for a secon
}
}
```

Gambar 3.17 Tampilan Program Sensor Infrared

Pada motor servo yang akan digunakan untuk menurunkan cap agar dapat melakukan pengecapan terdapat satu kabel pin sebagai output agar terhubung pada Arduino untuk mengendalikan motor servo. Kabel output motor servo terhubing

pada pin 9 didalam arduino dan akan bekerja saat menerima perintah dari Arduino dalam bentuk logika derajat. Pada program Arduino untuk mengendalikan motor servo menggunakan 0° dan 360°. Tampilan program untuk motor servo dapat dilihat pada gambar 3.18.

```
motorServo.write(360);
delay(1000);
motorServo.write(0);
delay(1000);
digitalWrite(dc2,HIGH);
digitalWrite(dc3,HIGH);
delay(5000);
digitalWrite(dc2,LOW);
digitalWrite(dc3,LOW);
```

Gambar 3.18 Tampilan Program Motor Servo

Pada rancangan relay yang telah dibuat menggunakan driver relay terdapat pin output untuk menerima sinyal dari Arduino yang berlogika 0 dan 1 atau *low* dan *high*. Relay sendiri digunakan untuk memutus dan menyambunngkan kabel sumber tegangan untuk menjalankan Motor DC baik 12V maupun 5V menggunakan program yang telah dibuat di dalam Arduino IDE. Tampilan program relay didalam Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 3.19.

```
  digitalWrite(dc1,HIGH);
  digitalWrite(dc2,HIGH);
  delay(6000);
  digitalWrite(dc1,LOW);
  digitalWrite(dc2,LOW);

ProxSensor==LOW;
if(digitalRead(ProxSensor)==HIGH)
{
    motorServo.write(360);
    delay(1000);
    motorServo.write(0);
    delay(1000);
    digitalWrite(dc2,HIGH);
    digitalWrite(dc3,HIGH);
    delay(5000);
    digitalWrite(dc2,LOW);
    digitalWrite(dc3,LOW);
}
```

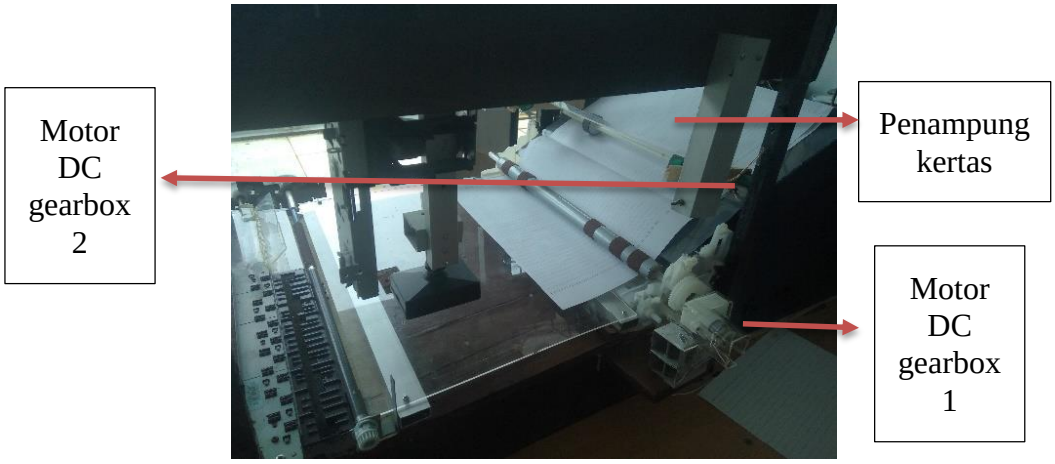
Gambar 3.19 Tampilan Program Relay

3.3.3. Implementasi Siklus

Dalam Implementasi siklus yang dilakukan adalah tahap dari berjalannya alat berawal dari dilakukan suplai tegangan sampai pada proses akhir pengecapan, sistem berjalan secara berulang – ulang secara terus menerus. Proses pengecapan akan berjalan jika alat stempel otomatis sudah dihidupkan dengan menekan tombol power yang ada dibagian belakang diposisi bawah alat seperti pada gambar 3.20

Gambar 3.20 Tombol Power Pada Alat Stempel Otomatis

Kemudian setelah tombol power dinyalakan maka alat stempel otomatis siap bekerja dengan sensor Ultrasonik yang akan membaca adanya kertas pada penampung kertas. Jika Ultrasonik membaca adanya kertas dalam penampung kertas maka Motor DC *gearbox* 1 dan 2 akan berputar dan menarik kertas dengan delay. Proses seperti pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Proses Penarikan Kertas Masuk Pada Mesin Stempel Otomatis

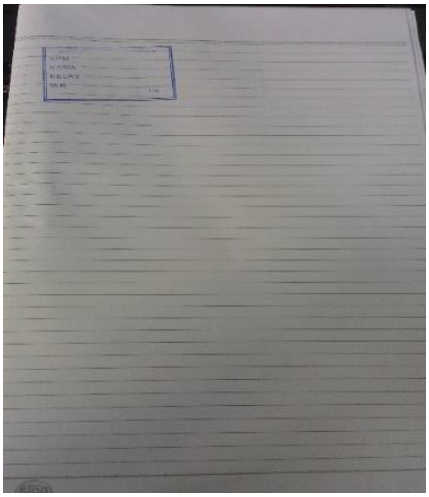
Setelah kertas masuk kedalam tempat pengecapan, maka sensor *Infrared* akan mendeteksi kertas dan mengirim data ke Arduino untuk menurunkan Motor Servo agar mengecap seperti pada gambar 3.22.

Gambar 3.22 Proses Pengecapan Pada Ketas

Setelah Motor Servo melakukan proses pengecapan pada kertas Motor DC *gearbox* 2 dan Motor DC akan aktif untuk mengeluarkan kertas seperti pada gambar 3.23

Gambar 3.23 Kertas Keluar Menggunakn Motor DC 1 dan Motor DC 2

Setelah Kertas Keluar dari alat Stempel Otomatis maka sistem akan mengulang kembali seperti awal dan sistem berjalan terus menerus sampai kertas tidak terdeteksi atau sampai alat dimatikan. Dan hasil dari dari pengecapan dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24 Hasil Pengecapan

Hasil pengecapan pada uji coba tersebut dinyatakan berhasil karena telah memenuhi margin dari posisi pengecapan. Namun, Jika pengecapan pada lembar jawaban keluar dari batas margin yang di tentukan maka pengecapan dinyatakan gagal. Pada pengujian pengecapan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, pada setiap percobaan dilakukan proses pengecapan untuk 10 lembar kertas, jika pada satu kali percobaan berhasil dilakukan pengecapan sebanyak 10 lembar kertas dan pengecapan tidak keluar dari area yang sudah ditentukan pada area pengecapan maka pengecapan berhasil. Namun, jika salah satu atau lebih dari 10 lembar kertas yang dicap gagal, maka pengecapan pada percobaan tersebut dihitung dari jumlah kertas yang berhasil dan jumlah kertas yang gagal di cap Berikut adalah penghitungan jika pada percobaan tersebut terdapat pengecapan yang gagal pada salah satu kertas. Sebagai contoh:

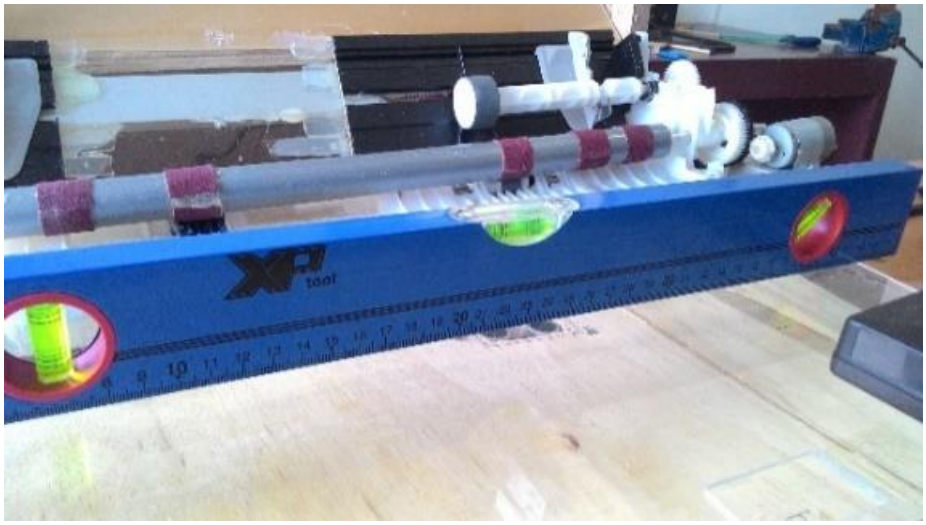
Jika pada satu kali percobaan yaitu 10 lembar kertas terdapat 3 lembar kertas yang gagal dilakukan pada pengecapan karena melewati batas area pengecapan, maka:

$$\text{Persentase keberhasilan} = 10 - 3 = 7$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{7}{10} X100 = 70\%$$

Maka dari 10 lembar kertas atau 1 kali percobaan pengecapan memiliki 70% Persentase keberhasilan.

Hasil pengecapan pada gambar 3.24 tidak terlalu jelas karna posisi tempat pengecapan yang kurang datar sehingga mempengaruhi hasil dari pengecapan. Pada penelitian alat Stempel Otomatis ini penulis menggunakan Water pass untuk mengukur kedataran posisi pada tempat pengecapan. Berikut adalah gambar dari pengukuran kedataran tempat menggunakan Water Pass pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 Hasil Pengukuran Kedataran Tempat Pengecapan Menggunakan Water Pass

Pada hasil pengukuran kedataran tempat pengecapan menggunakan Water Pass dapat kita lihat bahwa tempat pengecapan masih kurang datar sehingga mempengaruhi hasil pengecapan.

3.4 Uji Coba sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem setelah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak selesai dibuat. Pengujian rangkaian dan program yang telah dibuat diuji agar berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian langsung pada seluruh sistem.

3.4.1 Pengujian Sumber Tegangan

Pengujian sumber tegangan dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran (*output*) yang dihasilkan dengan tujuan untuk memastikan kesesuaian perancangan tegangan keluaran dengan keluaran terukur. Proses pengujian sumber tegangan diawali dengan menghubungkan *transformator center tap* dengan sumber tegangan

220V AC. Tegangan rendah yang dihasilkan transformator terhubung dengan rangkaian regulator tegangan. Kemudian output tegangan diukur menggunakan multimeter analog dengan merk Heles. Output tegangan DC yang dibutuhkan sebagai sumber tegangan pada rangkaian yakni 5V DC dan 12V DC.

3.4.2 Pengujian sensor infrared

Pengujian sensor infrared yang menggunakan *infrared led* dan *photodiode* dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut. Sensor *infrared* terhubung dengan mikrokontroller yang telah memiliki konverter sinyal analog ke sinyal digital sehingga output dari *infrared* dapat dikonversi menjadi output digital dan diproses oleh mikrokontroller untuk menguji respon infrared terhadap objek melintas. Infrared yang terhalangi sensor harus dapat mendeteksi 0 dan 1 serta dapat mengirimkan data hasil deteksi ke mikrokontroller Arduino Uno

3.4.3 Pengujian sensor ultrasonic

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut. Sensor ultrasonik terhubung dengan mikrokontroller melalui dua kaki pin input menuju Arduino yaitu pin *trigger* dan *echo* yang merupakan *transmitter* dan *receiver* yang dapat mendeteksi pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi atau mengukur suatu jarak sesuai program yang dibuat di Arduino.

3.4.4 Pengujian Driver Relay

Pengujian driver relay dilakukan untuk mengirim sinyal agar dapat mengaktifkan saklar relay yang terhubung ke arus motor DC dengan driver relay. Output yang digunakan untuk mengaktifkan relay yaitu output digital dengan nilai *high* (1) dan *low* (0). Proses yang dilakukan dengan menyalakan mikrokontroller Arduino Uno dan mengupload kode program yang dibuat untuk memberi output *high* dan *low*.

3.4.5 Pengujian Hasil Cap

Pengujian hasil cap dilakukan untuk mengetahui hasil dari pengujian cap yang meliputi pengujian persentase keberhasilan cap, waktu pengecapan dan respon alat.

3.5 Analisa Kerja

Analisa kerja yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis sensor serta komponen yang digunakan dalam perakitan. Sensor *Infrared* menghasilkan output nilai 0 pada saat tidak adanya objek yang melintasi sinar *infrared* dan menghasilkan output 1 pada saat terdeteksinya objek yang melintasi sinar *infrared.* Sensor Ultrasonik yang bekerja berdasarkan gelombang suara yang kemudian dikonfersi menjadi jarak melalui gelombang suara tersebut. Yang kemudian akan mengirimkan sinyal menuju Arduino untuk menggerakkan Motor DC Gearbox 1 dan 2.

Analisa pada Motor yaitu Motor DC dan Motor Servo. Yang menggunakan 3 Motor DC yaitu 2 Motor DC Gearbox 5V dan 1 Motor DC 12V. Motor DC Gearbox 1 dan 2 digunakan sebagai motor untuk menarik kertas masuk kedalam area pengecapan sedangkan Motor DC 12V digunakan untuk mengeluarkan kertas dari area pengecapan. Analisa juga dilakukan pada Motor Servo yang digunakan untuk menurunkan cap untuk melakukan pengecapan. Analasia kerja yang selanjutnya adalah Relay yang digunakan pada alat yaitu Relay 5 V dan 12 V. Relay 5 V digunakan untuk memutus dan menyambungkan kabel yang terhubung ke Motor DC Gearbox 1 dan 2 sedangkan Relay 12 V digunakan untuk memutus dan menyambungkan kabel yang terhubung ke Motor DC 12. Dan analisa kerja yang terakhir adalah mekanisme sistem merupakan proses pengecapan kertas lembar jawaban ujian dan memiliki 3 tahapan dalam proses pengecapan yaitu penarikan kertas, pengecapan dan keluarnya kertas.